



Pós-Graduação
ZOOLOGIA
MPEG/UFPA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DO BACU-PEDRA *Lithodoros dorsalis*
(Valenciennes, 1840) (SILURIFORMES: DORADIDAE) NA FOZ AMAZÔNICA,
BRASIL**

Thiago Augusto Pedroso Barbosa

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia, do Convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. **Luciano Fogaça de A. Montag**

Universidade Federal do Pará – ICB/UFPA

Belém, PA
2012

ASPECTOS ECOLÓGICOS DO BACU-PEDRA *Lithodoras dorsalis*
(Valenciennes, 1840) (SILURIFORMES: DORADIDAE) NA FOZ AMAZÔNICA,
BRASIL

THIAGO AUGUSTO PEDROSO BARBOSA

Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag
Orientador

Com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –

CAPES



C A P E S

THIAGO AUGUSTO PEDROSO BARBOSA

**Aspectos ecológicos do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840)
(Siluriformes: Doradidae) na Foz Amazônica, Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela comissão avaliadora formada pelos doutores:

Orientador: **Prof. Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag**
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Miguel Petreire Junior
Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Ronaldo Angelini
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Nelson Fontoura
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Raquel Rejane Bonato Negrelle
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Gleomar Fabiano Maschio
Universidade Federal do Pará

DEDICATÓRIA

*Aos meus amados pais Adilson Barbosa e
Mirian Barbosa, ao meu querido irmão
Diego Barbosa e minha estimada Ana Karolyne
pelo apoio, amor, compreensão, carinho e
dedicação em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente às seguintes pessoas e instituições que colaboraram com o presente trabalho e que tornaram possível sua realização:

À minha família por todo apoio emocional em todos os momentos de minha carreira e em minha vida. Além da ajuda financeira que foi essencial para a realização das coletas e compra de material.

Ao meu prezado orientador Prof. Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag pela orientação, amizade, atenção, paciência e conselhos que desde o início do trabalho me ajudaram a seguir em frente. Muito obrigado pela oportunidade de poder aprender a essência do que é ser um biólogo/ecólogo.

Ao curso de Pós-graduação em Zoologia do convênio Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi pela oportunidade de cursar o Mestrado.

Aos professores do curso de pós-graduação pelas discussões, conselhos e ajuda que possibilitaram o amadurecimento das ideias para esta dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo auxílio financeiro.

Ao setor de Ictiologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pelo suporte de curadoria, especialmente ao Dr. Wolmar B. Wosiacki, à M.Sc. Izaura Magalhães e à Ana Karolyna F. Pereira.

Aos doutores Ronaldo Borges Barthem (MPEG), Luiz Rodolfo F. Costa (MPEG) e Maria Aparecida Lopes (UFPA) pelas valiosas contribuições e sugestões na qualificação deste trabalho.

Aos doutores Miguel Petrere Júnior (UEA) e Ronaldo Angelini (UFRN) pela avaliação e importantes contribuições para este trabalho durante a Semana da Pós-graduação do Museu Paraense Emílio Goeldi em 2010 e 2011.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e ao Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba (IFPA - Abaeteuba), pelo apoio logístico.

À professora M.Sc. Marta Coutinho e ao professor Dr. Augusto Paes do Instituto Federal do Pará pela preciosa parceria que possibilitou o desenvolvimento das coletas na cidade de Abaetetuba - PA.

Ao Dr. José L. Birindelli (MZUSP) pela identificação dos espécimes de *Lithodoros dorsalis*.

Ao Dr. Cléverson Santos (MPEG) e ao Dr. Rony Vieira (UFPA), pela identificação dos crustáceos Brachyura presentes no conteúdo estomacal da espécie em estudo.

À Dr^a. Roberta de M. Valente (UFPA), pelo auxílio na identificação de invertebrados presentes na dieta de *Lithodoras dorsalis*.

À M.Sc. Márcia Nylander (IFPA - Campus Abaetetuba) pelo auxílio na identificação dos Decapodas presentes na alimentação do bacu-pedra.

À Dr^a. Alba Lins (MPEG) pela ajuda na identificação e germinação das sementes da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott.

Ao professor Dr. Leandro Juen (UFPA) pela grande ajuda na parte estatística deste trabalho.

Aos amigos Bruno Ayres, Bruno Prudente, Naraiana Benone, Tiago Begot, Tiago Freitas pelas considerações e discussões que contribuíram imensamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao estagiário e futuro oceanógrafo Francisco Melo pela importante ajuda nas coletas e nas análises do conteúdo estomacal do bacu-pedra.

Aos sempre prestativos Sr. Ilso, Jaime e Giovani pelo essencial auxílio em campo. Sem eles, este trabalho não seria possível. Muito obrigado pela amizade, por terem me recebido em sua casa e por estarem sempre dispostos a me ajudar durante todos os meses de coleta.

À bióloga Ana Karolyna Ferreira Pereira, pelo seu amor, carinho, companheirismo em todos esses sete anos de namoro.

A todos os demais amigos do mestrado, do laboratório de Ictiologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e do laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados da Universidade Federal do Pará (UFPA), em especial à Cássia Teixeira, Kleiton Silva, Cristiane Ramos, Dina-Mara Dias, Guilherme Dutra, Heriberto Figueira, Luciana Frazão, Luiz Peixoto, Marina Mendonça, Roberto Guevara e Youszef Bitar pelos momentos de descontração e discussão sobre este trabalho e sobre a vida (risos).

E por fim, a todas aquelas pessoas que participaram de forma direta ou indireta deste trabalho e, que por minha falta de memória, não estão presentes na lista acima. Minhas profundas desculpas e meu eterno agradecimento.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Exemplar de *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae). Fonte: www.planetcatfish.com. 14
- Figura 2 - Espécies de vegetais comuns na Foz Amazônica, Pará, Brasil. A - Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Foto: Adrielson F. Almeida (2009); B - Aninga (*Montrichardia linifera* (Arruda) Schott) Foto: Alba L. F. de A. Lins (2008) e; C - Buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) Foto: Augusto Froehlich (2007). 15
- Figura 3 - Média da pluviosidade mensal no município de Abaetetuba, Foz Amazônica, Brasil durante o período de 2000 a 2010, onde foram coletados os espécimes do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis*. Os quadrados indicam os valores médios, os retângulos, os erros e as linhas mostram o máximo e o mínimo atingidos em cada mês. 20
- Figura 4 - Local de coleta de *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. A - Localização do Brasil na América do Sul; B - Foz Amazônica; C - Região de amostragem (a área hachurada corresponde ao local onde os espécimes foram coletados). 21
- Figura 5 - Representação gráfica do Índice de Repleção Estomacal (IRE%) mensal de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil, de Julho de 2010 a Junho de 2011. A linha indica a pluviosidade média de cada mês amostrado. 25
- Figura 6 - Índice de Importância Alimentar (IA_i%) mensal de material vegetal e material animal para *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil de Julho de 2010 a Junho de 2011. A barra clara corresponde aos itens de origem animal, a barra escura representa os itens de origem vegetal e a linha contínua demonstra a média mensal da pluviosidade registrada para a região de estudo. 28
- Figura 7 - Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) por período pluviométrico da dieta de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil de junho de 2010 a julho de 2011. 29
- Figura 8 - Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) baseado nos valores do Índice de Importância Alimentar (IA_i%) do açaí *Euterpe oleracea* Mart., da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e do buriti *Mauritia flexuosa* Mart. presentes na dieta de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil de junho de 2010 a julho de 2011. Agrupamento de 40% de similaridade de acordo com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis. 30
- Figura 9 - Amplitude de Nicho mensal de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil de Julho de 2010 a Junho de 2011. A linha contínua representa a média mensal da pluviosidade na região de estudo e a linha tracejada indica a amplitude de nicho mensal. 31
- Figura 10 - Local de amostragem dos espécimes de *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. A - Localização do Brasil na América do Sul; B - Foz Amazônica; C - Região de coleta (a área hachurada corresponde ao local onde os espécimes do bacu-pedra foram coletados). 50

Figura 11 - Frequência de Ocorrência (FOi%) mensal dos principais frutos e sementes consumidos por <i>Lithodoras dorsalis</i> na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	54
Figura 12 - Relação entre o tamanho corporal (cm) e o consumo de sementes (g) por <i>Lithodoras dorsalis</i> na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	55
Figura 13 - Porcentagem de germinação diária das sementes de <i>Euterpe oleracea</i> Mart. provenientes do estômago de <i>Lithodoras dorsalis</i> (tratamento A), com epicarpo e mesocarpo retirados manualmente (tratamento B) e oriundas de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	57
Figura 14 - Velocidade de germinação das sementes de <i>Euterpe oleracea</i> Mart. provenientes do estômago de <i>Lithodoras dorsalis</i> (Tratamento A), com epicarpo e mesocarpo retirados manualmente (Tratamento B) e oriundas de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	58
Figura 15 - Porcentagem de germinação diária das sementes de <i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott provenientes do estômago de <i>Lithodoras dorsalis</i> (tratamento A) e de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	59
Figura 16 - Velocidade de germinação das sementes de <i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott provenientes do estômago de <i>Lithodoras dorsalis</i> (tratamento A) e de árvores matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores de significância para o teste de Comparação Múltipla dos Índices de Repleção (IRE%) para o bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. (*) valores de significância para o teste. 25
- Tabela 2 - Índice de Importância Alimentar (IA_i%) dos itens alimentares presentes na dieta do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil..... 27
- Tabela 3 - Porcentagem de contribuição dos principais itens consumidos por *L. dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil, nos distintos períodos pluviométricos, de acordo com o teste de SIMPER. 29
- Tabela 4 - Frutos e sementes presentes na dieta de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil. 54
- Tabela 5 - Índice de Importância Alimentar (IA_i%) dos principais frutos e sementes consumidos por espécimes de *L. dorsalis* de distintos tamanhos corporais na Foz Amazônica, Pará, Brasil. 56
- Tabela 6 - Porcentagem de germinação das sementes de *Euterpe oleracea* Mart. e *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott para os distintos tratamentos. 56

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT.....	12
APRESENTAÇÃO GERAL.....	13
CAPÍTULO 1 - Influência dos períodos pluviométricos na ecologia alimentar de um bagre frugívoro na Foz Amazônica, Brasil.....	16
Resumo	16
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e métodos	19
Área de estudo.....	19
Coleta e análise de dados	21
Resultados.....	25
Discussão	31
Referências Bibliográficas.....	37
CAPÍTULO 2 - O bacu-pedra <i>Lithodoras dorsalis</i> (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae) como potencial dispersor de sementes na Foz Amazônica, Brasil.....	44
Resumo	44
Abstract.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos	48
Área de estudo.....	49
Coleta e análise de dados	49
Resultados.....	53
Discussão	60
Referências Bibliográficas.....	64
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APRESENTAÇÃO GERAL)	72

RESUMO GERAL

O objetivo deste estudo foi investigar aspectos alimentares do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* (Siluriformes: Doradidae) na região da foz Amazônica e seu possível papel como dispersor de sementes. As coletas dos espécimes de *L. dorsalis* foram realizadas mensalmente de julho de 2010 a junho de 2011, totalizando 371 espécimes capturados. Por meio da análise das gônadas constatou-se que todos os espécimes coletados encontravam-se imaturos, caracterizando-os como jovens. O comprimento padrão médio foi igual a 15,40cm (DP \pm 4,87cm) e a massa total média igual a 94g (DP \pm 149,45g). A dieta da espécie foi composta por 28 itens alimentares, dos quais 16 foram de origem alóctone e 12 de origem autóctone, o que define a espécie como herbívora, com forte tendência à frugivoria devido aos altos valores de importância de frutos e sementes presente em sua dieta. Houve diferença entre os períodos pluviométricos com relação a sazonalidade alimentar, sendo o final do período de transição entre chuva-estiagem e o início da estiagem os períodos de menor e maior atividade alimentar, respectivamente. Porém, a importância dos itens consumidos entre os períodos pluviométricos não apresentou diferença, sendo que a dieta da espécie foi similar durante todo o período de coleta. Quanto à ictiocoria, dos 371 espécimes de *Lithodoras dorsalis* coligidos, 268 (74,93%) apresentaram frutos e sementes em seus estômagos (principalmente açaí *Euterpe oleracea* Mart., aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e buriti *Mauritia flexuosa* Mart). Para as análises de germinação foram utilizadas sementes do açaí *Euterpe oleracea* Mart. e da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott por atingirem quantidade suficiente de amostras. A partir da análise do trato digestivo do bacu-pedra constatou-se que todas as sementes de *Euterpe oleracea* Mart. apresentavam-se intactas, havendo um aumento no desempenho germinativo, porém o mesmo não ocorreu para as estruturas germinativas de aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, algumas das quais apresentaram-se destruídas devido ao processo digestivo. Concluiu-se que *Lithodoras dorsalis* é um potencial dispersor do açaí *Euterpe oleracea* Mart. na Foz Amazônica, uma vez que há um aumento do desempenho germinativo das sementes. Foi constatado um acréscimo na quantidade de frutos e sementes consumidos à medida que os indivíduos aumentam o tamanho corporal. Por fim, tendo em vista o alto consumo de material de origem alóctone por *Lithodoras dorsalis*, destaca-se a importância da vegetação ripária por fornecer itens como frutos essenciais na dieta desta e de outras espécies de peixes neotropicais. Além disso, *Lithodoras dorsalis* parece fazer parte do mecanismo de algumas espécies de plantas para a colonização de novas áreas (ictiocoria), como no caso do açaí *Euterpe oleracea* Mart.

Palavras-chave: dieta, ictiocoria, doradídeos, Amazônia

GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was investigate the ecological aspects related to the rock-bacu *Lithodoras dorsalis* (Siluriformes: Doradidae) from streams next to the city of Abaetetuba, Pará, Brazil. The aspects investigated were: feeding ecology and dispersal of plant diaspores (seeds). The study of feeding ecology and seed dispersal are important because they provide essential information for understanding the relationship between ichthyofauna and environment, allowing the taking of effective measures in the conservation of species and ecosystems. The samplings were carried out monthly from July 2010 to June 2011. In this period, 371 specimens of *L. dorsalis* were collected and through analysis of the gonads was found that all were immature. The average standard length was equal to 15.40 cm (SD \pm 4.87 cm) and average total mass equal to 94 g (SD \pm 149.45). The diet of the species was composed by 28 food items (16 allochthonous origin and 12 autochthonous origin) and *Lithodoras dorsalis* was classified as herbivore with a strong tendency to frugivory due to the high importance of fruits and seeds in your diet. With regard to the intensity of obtaining food by the rock-bacu, there were differences between the pluviometric periods, where the end of the transitional period wet-drought and early drought periods represented the lowest and highest feeding activity, respectively. However, there were no significant difference to the importance of the items consumed between the pluviometric periods, the diet of species was similar throughout the sampling period. About the dispersal of seeds, 268 (74.93%) of 371 specimens of *Lithodoras dorsalis* showed fruit and vegetable seeds in their stomachs, the main being the assai *Euterpe oleracea* Mart., the aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott and the buriti *Mauritia flexuosa* Mart. For analysis we used the assai seeds *Euterpe oleracea* Mart. and aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott for reaching enough samples. From the analysis of the digestive tract of the rock-bacu was found that all plant diaspores of *Euterpe oleracea* Mart. were found intact, with an increase in performance of this plant germination, but this did not occur to aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, because the digestion process destroyed some seeds. Thus it was concluded that *Lithodoras dorsalis* is a potential disperser of assai *Euterpe oleracea* Mart. in the Amazonian mouth, because in addition to increasing the performance of the seeds germination, there is an increase in the amount of fruits and seeds consumed by the individuals with the increasing of their body size. Finally, given the high consumption of material of allochthonous origin for *Lithodoras dorsalis*, we highlight the importance of riparian vegetation by providing items such as fruit and seeds, essential in the diet of Neotropical fishes and we emphasize the importance of ictiocoria for plants since many have sessile habit of life and cannot move from one location to another without the aid of dispersers.

Key-words: diet, dispersal of seeds, catfishes, Amazon

APRESENTAÇÃO GERAL

A Família Doradidae, da Ordem Siluriformes, é um grupo monofilético que possui 30 gêneros e 72 espécies válidas, as quais apresentam uma variação considerável de tamanho, desde 3,5cm até cerca de 120cm e 20kg, sendo denominadas popularmente de armado, bacu, botinho, cuiu-cuiu e mandi-serra (Goulding, 1980; Sabaj & Ferraris, 2003; Santos *et al.*, 2004). Os doradídeos são nativos da América do Sul, ocorrendo principalmente no Brasil, Peru e Guianas, sendo que a maioria das espécies apresenta hábito crepuscular ou noturno, abrigando-se em tocas durante o período do dia (Sabaj & Ferraris, 2003).

Espécies da Família Doradidae são abundantes em sistemas de grandes rios e habitats de planície que apresentam inundação sazonal prolongada, sendo que os adultos habitam os principais canais de grandes rios ou migram para esses ambientes durante o período de seca (Sabaj & Ferraris, 2003). Espécies de grande porte como o cuiu-cuiu *Oxydoras niger* (Valenciennes, 1821) são alvo na pesca comercial e de subsistência e outras, menores e coloridas como o bagre *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870), na aquariofilia (Santos *et al.*, 2004). A dieta desses animais apresenta uma grande diversidade, podem ser desde carnívoros à onívoros com tendência a herbivoria (Ringuelet, 1967; Hahn, 1992; Santos *et al.*, 2004; Agostinho *et al.*, 2009).

Lithodoras dorsalis (Valenciennes, 1840) (Figura 1) é um doradídeo conhecido popularmente como bacu-pedra. Caracteriza-se por possuir o corpo todo coberto por placas na fase adulta, enquanto que jovens apresentam a maior parte do corpo nua, havendo apenas uma série principal de placas estreitas e horizontalmente alongadas na linha dorsal (Santos *et al.*, 2004). A espécie ocorre na região norte da América do Sul, distribuindo-se na Bacia Amazônica e na região estuarina da Guiana Francesa (Sabaj & Ferraris Jr, 2003), sendo comum em estuários da Foz Amazônica.

Os adultos migram sazonalmente rio acima enquanto que os juvenis permanecem no estuário (Goulding *et al.*, 1996). Além da migração rio acima, a espécie apresenta o hábito de migrar para florestas inundadas e se alimentar de frutas e ervas, podendo ser um eficaz agente de dispersão de certas espécies de árvores (Goulding, 1980).



Figura 1 - Exemplar de *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae). Fonte: www.planetcatfish.com.

O estudo da ecologia alimentar é uma abordagem essencial para o entendimento de comunidades aquáticas (Winemiller, 1989), onde a composição da dieta da ictiofauna pode, segundo Abelha *et al.* (2001), ser influenciada tanto pelas condições ambientais como pela biologia de cada espécie que utiliza, na maioria das vezes, o item que está mais disponível no ambiente.

A disponibilidade de alimento varia sazonalmente em ambientes tropicais, principalmente devido a oscilações fluviais que alagam extensas áreas de terra, expandindo periodicamente o ambiente aquático (Junk, 1980; Lowe-McConnell, 1999). O transbordamento do rio permite que a ictiofauna acesse lugares antes indisponíveis, possibilitando a utilização de novos recursos como frutos, sementes e folhas de espécies vegetais que apresentam seu período de frutificação, em sua maioria, no período da cheia (Goulding, 1980; Maia & Chalco, 2002).

O consumo de frutos e sementes pelos peixes pode ser um indício de que estes animais sejam dispersores de diásporos vegetais (Gottsberger, 1978). A dispersão de sementes é um processo importante para a maioria das plantas por ser o único meio de colonizar novos habitats ou diminuir o efeito da competição e da predação (Jordano *et al.*, 2011).

Na área de estudo do presente trabalho ocorrem diversas espécies vegetais, abundantes em áreas periodicamente alagadas, destacando-se o açáí (*Euterpe oleracea* Mart.), a aninga (*Montrichardia linifera* (Arruda) Schott) e o buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) (Figura 2), podendo a ictiofauna regional, desempenhar um importante papel ecológico ao dispersar os diásporos vegetais dessas plantas através do mecanismo conhecido como ictiocoria.

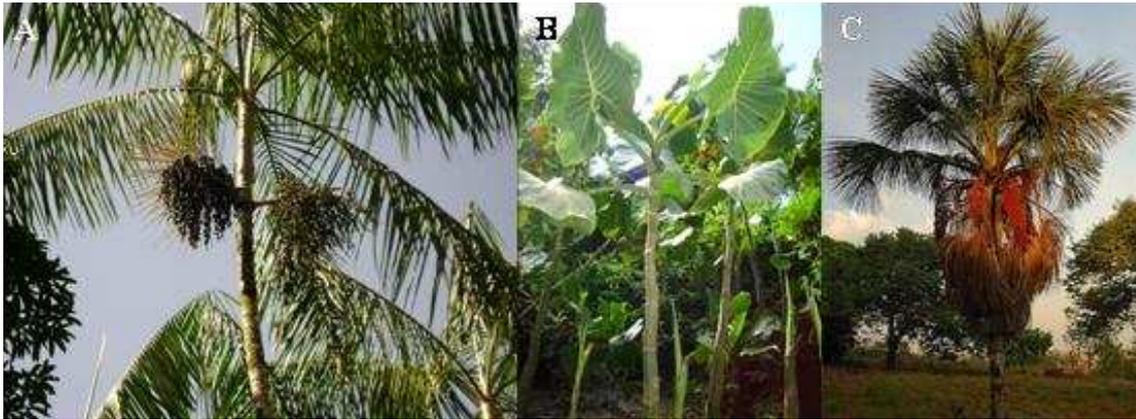


Figura 2 - Espécies vegetais comuns na Foz Amazônica, Pará, Brasil. A - Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Foto: Adrielson F. Almeida (2009); B - Aninga (*Montrichardia linifera* (Arruda) Schott) Foto: Alba L. F. de A. Lins (2008) e; C - Buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) Foto: Augusto Froehlich (2007).

Para melhor aproveitamento das informações relacionadas aos aspectos alimentares e da dispersão de sementes, a presente dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro intitulado: **“Influência dos períodos pluviométricos na ecologia alimentar de um bagre frugívoro na Foz Amazônica, Brasil”**. O artigo teve como principal objetivo caracterizar o hábito alimentar do bagre *Lithodoras dorsalis*, relacionar sua dieta aos períodos pluviométricos e verificar a importância da floresta ripária na alimentação do bacu-pedra. Este estudo foi baseado no cálculo do Índice de Repleção Estomacal (IRE%), do Índice de Importância Alimentar (IA_i%) e da Amplitude de Nicho.

O segundo capítulo, intitulado: **“O bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae) como potencial dispersor de sementes na Foz Amazonica, Brasil”**, trata de investigar o papel de *Lithodoras dorsalis* como potencial dispersor de sementes. Esse trabalho originou-se devido ao alto consumo de frutos e sementes pelo bacu-pedra, além do histórico da família Doradidae, a qual possui diversas espécies como importantes agentes dispersores. O estudo foi baseado no desempenho germinativo das sementes, através do cálculo da Porcentagem de Germinação (PG%) e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de duas espécies mais consumidas pelo *L. dorsalis*.

CAPÍTULO 1

Influência dos períodos pluviométricos na ecologia alimentar de um bagre frugívoro na Foz Amazônica, Brasil¹

Resumo

O estudo da ecologia alimentar de peixes é uma abordagem consistente na avaliação dos processos interativos dentro das comunidades, fornecendo informações fundamentais para medidas eficientes na conservação das espécies e dos ecossistemas. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo investigar a ecologia alimentar do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* provenientes de furos e rios próximos à cidade de Abaetetuba, na Foz Amazônica (Brasil) em diferentes períodos pluviométricos. Durante 12 meses de coletas (Julho de 2010 a Junho de 2011), foram coligidos 371 espécimes jovens com comprimento padrão médio igual a 15,40cm (DP \pm 4,87cm) e massa total média igual a 94g (DP \pm 149,45g). A dieta da espécie foi composta por 28 itens alimentares, agrupados em 17 categorias para as análises estatísticas de Índice de Repleção Estomacal (IRE%), Índice de Importância Alimentar (IA%) e Amplitude de Nicho. *Lithodoras dorsalis* foi classificada como herbívora com forte tendência à frugivoria, devido aos altos valores de importância de itens vegetais em sua dieta. De acordo com o Índice de Repleção Estomacal (IRE%), a intensidade de obtenção de alimento por *L. dorsalis* diferiu entre os meses de coleta, onde o final do período de transição chuva-estiagem e o início da estiagem foram os períodos de menor e maior atividade alimentar, respectivamente. No entanto, entre os períodos pluviométricos a importância alimentar dos itens não apresentou diferenças, sendo que a dieta da espécie foi similar durante todos os períodos de coleta. Estes resultados fornecem informações importantes sobre a ecologia alimentar de doradídeos na Amazônia. Além disso, percebeu-se o alto consumo de material alóctone pelo bacu-pedra, sendo estes itens alimentares provenientes da floresta ripária, o que reforça a importância deste ambiente para a conservação e manutenção da ictiofauna neotropical.

Palavras-chave: *Lithodoras dorsalis*, bacu-pedra, dieta, doradídeos, Amazônia

¹Artigo a ser submetido para publicação e avaliação aos pares na revista *Neotropical Ichthyology* e terá autoria de Thiago Augusto Pedroso Barbosa, Ronaldo Borges Barthem e Luciano Fogaça de Assis Montag.

Abstract

The study of feeding ecology of fishes is a consistent approach in the evaluation of the interactive processes within communities, providing essential information for effective measures in the conservation of species and ecosystems. Thus, this study aimed to investigate the eating habits of the rock-bacu *Lithodoras dorsalis* from streams and rivers near the town of Abaetetuba - PA, in the Amazon estuary (Amazon region, Brazil) in different pluviometric periods. During 12 months of sampling (July 2010 to June 2011), 371 young specimens were captured with an average standard length equal to 15.40 cm (SD \pm 4.87 cm) and average total mass equal to 94 g (SD \pm 149 , 45). The diet of the species was composed by 28 food items, grouped into 17 categories for statistical analysis of repletion index (RI%), Food Significance Index (AI%) and niche breadth. The species was classified as a herbivore with a strong tendency to frugivory, due to the high importance of vegetable items in your diet and, according to the repletion index (RI%), the intensity of obtaining food by *L. dorsalis* differed significantly between the months of collection, where the end of the transitional period wet-drought and early drought periods represented the lowest and highest feeding activity, respectively. However, among pluviometric periods, there were no significant difference, and the diet of the species was similar throughout the sampling period. These results provide important information on the feeding ecology of the Amazon catfishes. Furthermore, from these results, we noticed the high consumption of allochthonous material by rock-bacu, and these food items are coming from the riparian forest, which reinforces the importance of this environment for the conservation of neotropical species.

Key-words: *Lithodoras dorsalis*, rock-bacu, diet, catfishes, Amazon

Introdução

Lithodoras dorsalis (Valenciennes, 1840), conhecido popularmente como bacu-pedra, é um Siluriformes da Família Doradidae que ocorre ao norte da América do Sul, na Bacia Amazônica e na região estuarina da Guiana Francesa (Sabaj & Ferraris-Jr, 2003). A espécie foi classificada como onívora por Santos *et al.* (2004) e como herbívora por Santos *et al.* (2006), apresentando uma alimentação composta por moluscos, larvas de insetos aquáticos, frutos e sementes (Ringuelet *et al.*, 1967; Santos *et al.*, 2004; 2006). Além de sua importância na pesca comercial e de subsistência na Foz Amazônica, alguns doradídeos têm sido apontados como sendo importantes na dispersão de sementes (Goulding, 1980; Stevaux *et al.*, 1994; Waldhoff *et al.*, 1996; Pilati *et al.*, 1999; Maia & Chalco, 2002).

Tendo em vista essa importância, o estudo da ecologia alimentar torna-se fundamental por avaliar, de maneira consistente, os processos interativos ocorridos nas comunidades (Winemiller, 1989; Hahn *et al.*, 1997; Abelha *et al.*, 2001), possibilitando entender a interação entre a ictiofauna e o hábitat em que a mesma está inserida, já que ambientes aquáticos amazônicos fornecem uma grande variedade de itens alimentares para os peixes, desde invertebrados inferiores até peixes e frutos (Goulding, 1980; Lowe-McConnell, 1999). Estes recursos possuem variações sazonais ligadas ao período pluviométrico ou hidrológico (Junk, 1980), não permitindo aos predadores possuírem adaptações específicas para um determinado tipo de alimento. Com isso, a grande maioria das espécies de peixes neotropias mostra-se generalista com algum grau de oportunismo (Lowe-McConnell, 1999), revelando uma considerável versatilidade alimentar de acordo com a disponibilidade de alimento (Abelha *et al.*, 2001).

Além da variação na presença ou ausência de determinado recurso alimentar durante o ano, Junk (1980) enfatiza que as mudanças hidrológicas na Amazônia afetam a quantidade dos alimentos disponíveis, uma vez que, nessa bacia, a expansão sazonal dos ambientes aquáticos, com o período chuvoso, permite que muitos organismos ocupem esses locais em busca de alimento e abrigo (Claro-Jr *et al.*, 2004). É nesse período também, quando ocorre a frutificação de grande parte das espécies vegetais, que seus frutos e sementes são utilizados pelos peixes como fonte energética útil ao metabolismo durante os períodos de baixa disponibilidade de alimentos e para produção de ovos ricos em lipídios (Goulding, 1980).

Devido à variação na disponibilidade de alimento entre os períodos pluviométricos, grande parte da ictiofauna pode modificar sua dieta em resposta a alterações na abundância relativa do recurso alimentar em uso (Abelha *et al.*, 2001, Novakowski *et al.*, 2008). No caso de peixes herbívoros ou frugívoros, dependendo do período de frutificação, itens vegetais apresentam uma maior importância em suas dietas, sendo estas influenciadas tanto pelas condições ambientais que afetam a fenologia das plantas, quanto pela biologia dos predadores ou dispersores (demanda energética, tamanho corporal, entre outros) (Chick *et al.*, 2003; Anderson *et al.*, 2011; Horn *et al.*, 2011). Espécies como o açáí (*Euterpe oleracea* Mart.), a aninga (*Montrichardia linifera* (Arruda) Schott) e o buriti (*Mauritia flexuosa* L.), abundantes nas várzeas de maré da Foz Amazônica, assumem papel de destaque na dieta dos peixes frugívoros, por apresentarem períodos de frutificação distintos, disponibilizando frutos e sementes para a ictiofauna durante quase o ano todo (Maia & Chalco, 2002; Guimarães *et al.*, 2004; Leão & Carvalho, 2005).

Tendo em vista os aspectos citados anteriormente, o objetivo do presente estudo foi responder as seguintes perguntas: (i) Qual a influência dos períodos pluviométricos na intensidade alimentar do bacu-pedra? (ii) Qual a influência da pluviometria no consumo de itens alimentares e na amplitude de nicho do bagre *L. dorsalis*?

Material e métodos

Área de estudo

A amostragem foi realizada na região de Abaetetuba, próximo à confluência do rio Tocantins com o rio Pará, no estado do Pará, Brasil. O regime hidrológico na região de Abaetetuba é definido pelas enchentes diárias da maré, que também provocam a inversão no sentido da correnteza (Barthem & Schwassmann, 1994).

As águas do rio Amazonas, que drenam pelo rio Pará, e as águas do rio Tocantins dominam os rios principais em diferentes períodos do ano (Barthem & Schwassmann, 1994). A região apresenta diversas ilhas de diferentes tamanhos, destacando-se as localizadas próximas à área de estudo que são: Tucumanduba, Sirituba, Tabatinga, Arumanduba e Guajarázinho (Machado, 2008). A vegetação nessas ilhas e nas margens alagadas pela maré é definida como de várzea de maré, com espécies ombrófilas latifoliadas (de folhas largas) intercaladas com palmeiras, dentre as

quais desponta o açai (*Euterpe oleracea* Mart.), uma espécie de grande importância econômica para as populações locais (Machado, 2008).

O clima da região de Abaetetuba é do tipo Af, segundo a classificação de Köppen-Geiger, que corresponde à categoria de tropical úmido (Peel, 2007). A precipitação anual oscila em torno de 2.000mm, sendo que o período chuvoso corresponde aos meses de janeiro a maio e os de menor pluviosidade, aos meses de junho a dezembro (Machado, 2008) (Figura 3). A média de temperatura é de 27°C, com máximos e mínimos em torno de 35°C e 20°C, respectivamente. A umidade relativa do ar é elevada, em média 85%, com amplitude de variação entre 81% e 90% (Machado, 2008).

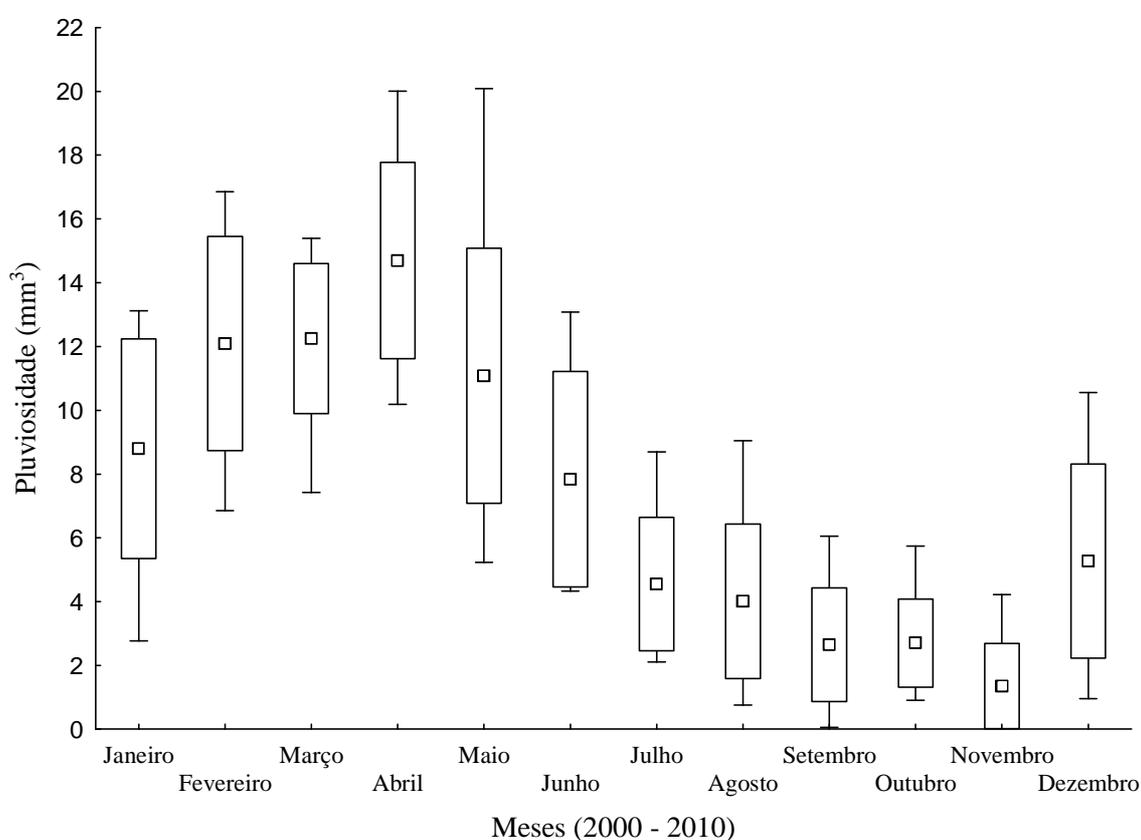


Figura 3 – Média da pluviosidade mensal no município de Abaetetuba, Foz Amazônica, Brasil durante o período de 2000 a 2010, onde foram coletados os espécimes do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis*. Os quadrados indicam os valores médios, os retângulos, os erros e as linhas mostram o máximo e o mínimo atingidos em cada mês.

Coleta e análise de dados

As coletas dos espécimes de *Lithodoros dorsalis* foram realizadas mensalmente, durante o período de julho de 2010 a junho de 2011, abrangendo todos os períodos hidrológicos. A captura ocorreu em furos e rios indicados por pescadores locais próximos à ilha Sirituba, município de Abaetetuba, no Estado do Pará, nas seguintes coordenadas geográficas: 1°41'13,6"S e 48°52' 48,8"W (Figura 4).

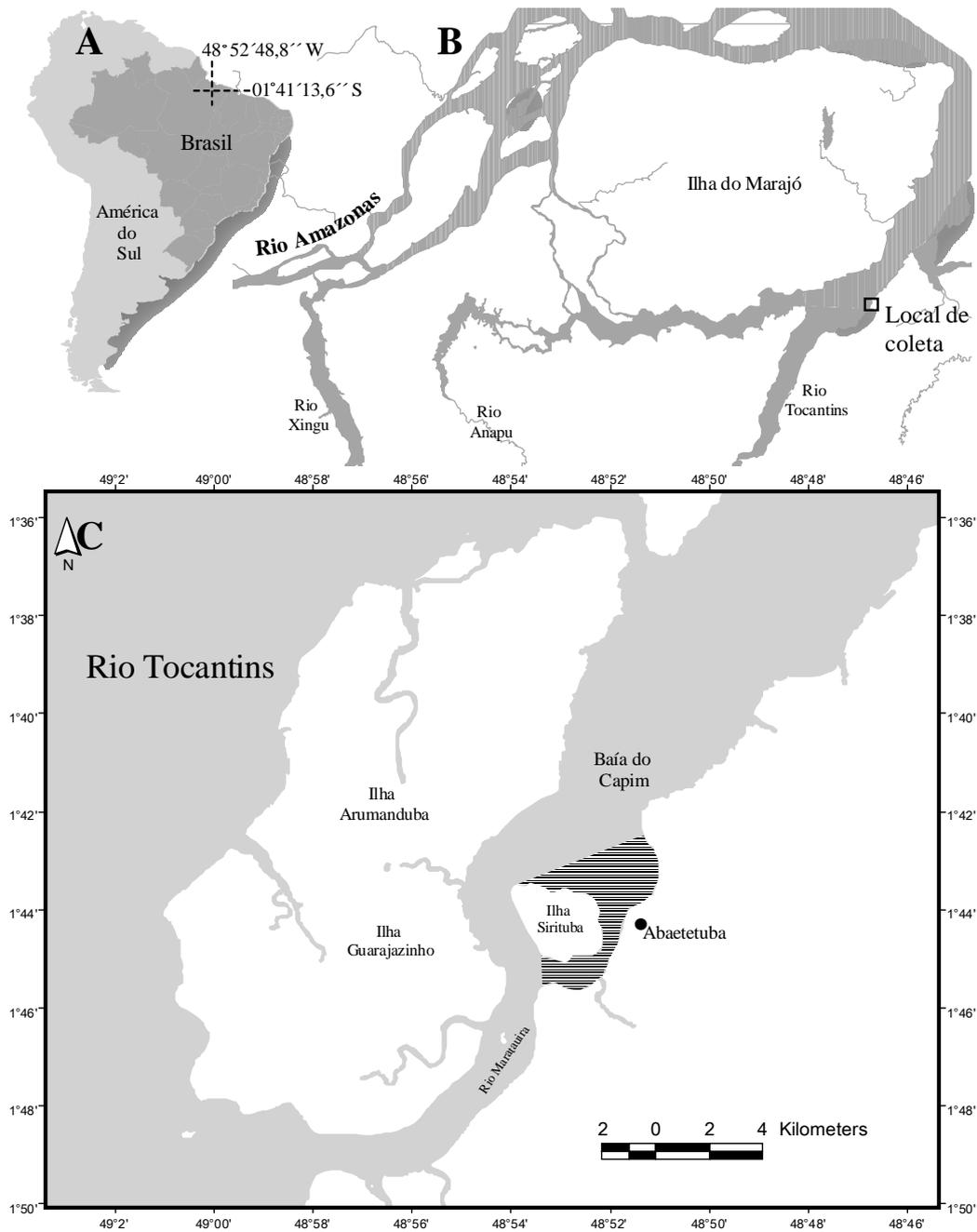


Figura 4 - Local de coleta de *Lithodoros dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. A - Localização do Brasil na América do Sul; B - Foz Amazônica; C - Região de

amostragem (a área hachurada corresponde ao local onde os espécimes foram coletados).

Para a coleta foram utilizadas redes de tapagem de aproximadamente 10 metros de extensão, 3 metros de altura e malhas de três a seis centímetros entre nós opostos. As redes foram armadas ao anoitecer (entre 17h e 19h), dependendo da maré, e retiradas ao amanhecer (entre 5h e 7h), objetivando capturar os peixes que estavam saindo dos pequenos rios para o canal principal durante a maré baixa. Os peixes foram retirados da água utilizando-se redes menores (5 metros de extensão e 1 metro de altura), peneiras e puçás. Além da tapagem, foram empregadas redes de espera com malhas de 3 a 6 cm entre nós opostos. As redes foram armadas nas margens dos canais principais no final do dia, entre 17 e 19h, e permaneciam estendidas por 12 horas, sendo revisadas a cada 4 horas.

Ao término das coletas, os espécimes de *Lithodoras dorsalis* capturados foram levados ao laboratório do Instituto Federal do Pará - IFPA (Campus - Abaetetuba) onde foram pesados (massa total em gramas - M_{total}) e medidos da extremidade anterior até o fim da coluna vertebral (comprimento padrão em centímetros - $C_{padrão}$). Após estes procedimentos, realizou-se uma incisão ventro-longitudinal da abertura urogenital em direção à cabeça de cada indivíduo, para a retirada do estômago, o qual teve sua massa aferida (em gramas) e seu conteúdo retirado. Após a retirada do conteúdo, foi realizada a pesagem total dos itens gástricos (em gramas). O conteúdo estomacal foi posteriormente triado em uma placa de *Petri*, obtendo-se suas respectivas massas (em gramas), sendo, cada item alimentar, identificado com auxílio de um estereomicroscópio (40x). Além dos estômagos, também foram retiradas as gônadas com o objetivo de diferenciar a fase de maturação dos espécimes.

Após a evisceração, os peixes foram fixados em formaldeído diluído em água a 10%, conservados em álcool 70% e incorporados à coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi – MCT/MPEG, sob os seguintes números de tombo (lotes): MPEG19134; MPEG19202; MPEG19203; MPEG19610; MPEG19611; MPEG21668; MPEG21669; MPEG21669; MPEG21670; MPEG21671; MPEG21672; MPEG21673; MPEG21674; MPEG21675; MPEG21676; MPEG21677; MPEG21678; MPEG21679; MPEG21680; MPEG21681.

A composição da dieta do bacu-pedra foi inferida pela análise do conteúdo estomacal, onde cada item alimentar foi, inicialmente, classificado como de origem

alóctone ou autóctone e, posteriormente, com base na sua taxonomia. Procurou-se identificar a presa até o menor nível taxonômico possível, dependendo do grau de digestão em que se encontrava, com o auxílio de especialistas nas diferentes áreas e de literatura especializada (Ruppert *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2006).

Para verificar a intensidade alimentar mensal de *L. dorsalis* na Foz Amazônica calculou-se o Índice de Repleção Estomacal (IRE%; Zavala-Camim, 1996), obtido pela equação: $IRE\% = (M_{est} / M_t) * 100$, onde: M_{est} representa a massa total do estômago e M_t o peso total do espécime.

Os resultados do Índice de Repleção Estomacal (IRE%) entre os diferentes períodos de amostragem foram testados quanto às premissas estatísticas e submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H), com 5% de significância, sendo que a hipótese nula é que a intensidade alimentar de *L. dorsalis* não está relacionada aos períodos pluviométricos.

A contribuição dos itens alimentares na dieta da espécie foi baseada na Frequência de Ocorrência ($FO_i\%$; Hyslop, 1980), definida como sendo o percentual de estômagos que cada item ocorreu em relação ao total de itens, e na Massa Relativa (M%; Hynes, 1950), definida como sendo o percentual da massa de cada item em relação à massa de todos os itens alimentares analisados (Hyslop, 1980; Zavala-Camin, 1996). Os valores de FO_i e M% foram combinados para o cálculo do Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$, modificado de Kawakami e Vazzoler, 1980), que permite avaliar a importância de cada item alimentar. Este índice é calculado a partir da equação: $IA_i\% = (FO_i\% * M\% / \sum FO_i\% * M\%) * 100$, onde: $IA_i\%$ representa o índice de importância alimentar do item i ; $FO_i\%$ a frequência de ocorrência do item i e M% a massa relativa do item i . Os estômagos vazios não foram contabilizados na análise.

Para verificar se os períodos pluviométricos influenciam na composição da dieta de *L. dorsalis*, os valores de $IA_i\%$ entre os períodos de coleta foram transformados utilizando a raiz quadrada e submetidos à um Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001). Estes foram testados através do teste de Análise de Similaridade – ANOSIM, com 5% de significância, para verificar a hipótese de nulidade de que os períodos pluviométricos não afetam a composição da dieta de *L. dorsalis*. Após o ANOSIM, calculou-se a Similaridade de Percentagens - SIMPER (Clarke & Warwick, 2001) para verificar quais itens foram mais importantes em cada período pluviométrico.

Em seguida somente os dados dos principais frutos e sementes consumidos por *L. dorsalis* foram aplicados às rotinas descritas anteriormente.

Para demonstrar o nível relativo de especialização na dieta da espécie em relação aos períodos pluviométricos foi estimada a amplitude de nicho trófico utilizando o índice padronizado de *Levins* que varia de zero, quando uma espécie consome um único tipo de categoria alimentar a um, quando uma espécie consome de forma similar todas as categorias alimentares (Hulbert, 1978). Este índice é estimado pela equação: $B_i = [(\sum_j P_{ij}^2)^{-1}] (n-1)^{-1}$, onde: B_i é a amplitude do nicho trófico padronizada; P_{ij} a proporção da categoria alimentar j na dieta da espécie i e n o número total de categorias alimentares.

Resultados

Durante os doze meses de coleta foram capturados 371 espécimes de *Lithodoros dorsalis*, todos sexualmente imaturos. O comprimento padrão médio foi igual a 15,40cm (DP \pm 4,87cm) e o peso médio, 94g (DP \pm 149,45g). Do total de estômagos analisados (N = 371), quatro apresentaram-se vazios e não foram incorporados às análises estatísticas.

A intensidade de obtenção de alimento por *L. dorsalis*, de acordo com o Índice de Repleção Estomacal (IRE%), apresentou diferença entre os períodos pluviométricos (H = 96,82; p < 0,05), sendo o final do período de transição entre chuva e estiagem (agosto) o que apresentou os menores valores de IRE% (Mediana = 3,917; Máx. = 9,803 e Mín. = 0,055) e o início da estiagem (setembro), os maiores valores (Mediana = 12,116; Máx. = 23,084 e Mín. = 1,600) (Figura 5).

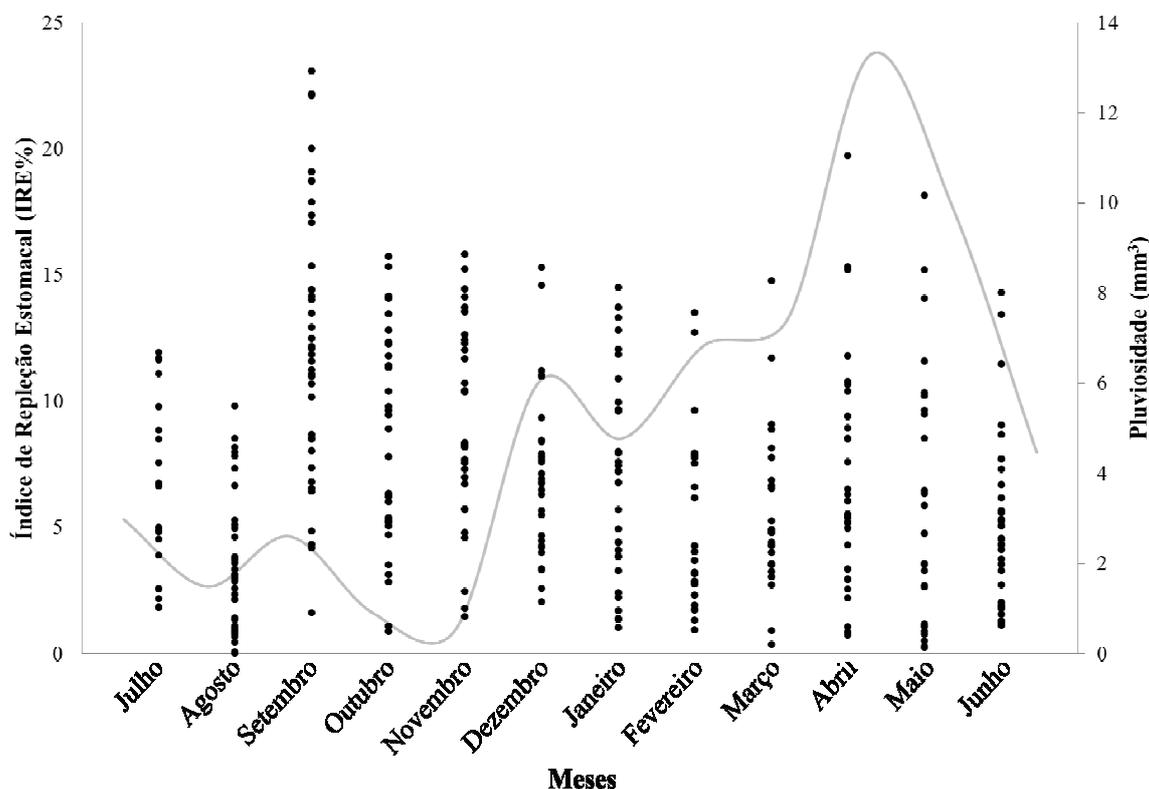


Figura 5 – Representação gráfica do Índice de Repleção Estomacal (IRE%) mensal de *Lithodoros dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil, de Julho de 2010 a Junho de 2011. A linha indica a pluviosidade média de cada mês amostrado.

Através do teste post-hoc de Comparações Múltiplas para o Kruskal-Wallis, observou-se diferenças no Índice de Repleção Estomacal (IRE%), principalmente no

início da estiagem (setembro), que foi diferente da maioria dos outros períodos pluviométricos amostrados (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de significância para o teste de Comparação Múltipla dos Índices de Repleção (IRE%) para o bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. (*) valores de significância para o teste.

		2010					2011					
		Chuva-Estiagem		Estiagem			Estiagem-Chuva			Chuva		
		Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
2010	Chuva- estiagem	Ago	0.188									
		Set	0.010*	0.000*								
	Estiagem	Out	1.000	0.000*	0.898							
		Nov	1.000	0.000*	1.000	1.000						
		Dez	1.000	0.002*	0.026*	1.000	1.000					
Estiagem- chuva	Jan	1.000	0.009*	0.005*	1.000	1.000	1.000					
	Fev	1.000	1.000	0.000*	0.366	0.055	1.000	1.000				
	Mar	1.000	1.000	0.000*	0.707	0.106	1.000	1.000	1.000			
2011	Chuva	Abr	1.000	0.012*	0.001*	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
		Mai	1.000	1.000	0.000*	0.508	0.072	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Chuva- estiagem	Jun	1.000	1.000	0.000*	0.129	0.012*	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Foram identificados 28 itens alimentares (Tabela 2), 16 de origem alóctone e 12 de origem autóctone. Dos itens de origem autóctone destacam-se as espécies de crustáceos *Uca rapax* (Smith) e *Armases benedict* (Rathbun) (Crustacea: Brachyura) que foram consumidas em todos os períodos amostrados, assim como Gastropoda, em geral, consumidos na metade do período de transição entre estiagem e chuva. Para os itens de origem alóctone destacam-se o açai *Euterpe oleracea* Mart., o buriti *Mauritia flexuosa* Mart., a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e outros fragmentos vegetais.

Tabela 2 - Índice de Importância Alimentar (IA_i%) dos itens alimentares presentes na dieta do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil.

Origem	Categoria	Itens Alimentares	Chuva-Estiagem		Estiagem		Estiagem-Chuva			Chuva			Chuva-Estiagem		
			Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
Alóctone	Insetos Terrestres		0,39	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,13	0,21	0,01	0,06	0,00	
		Formicidae	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	
		Isoptera	0,07	-	-	-	-	-	-	0,00	0,01	-	-	-	
		Diptera	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	
		Diplopoda	0,00	-	-	-	-	-	0,00	-	-	0,00	-	-	
		Fragmento Exoesqueleto	Fragmento de arthropoda	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,08	0,00	-
		Fruto “açaf”	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	56,57	7,41	89,89	81,72	83,22	62,80	10,09	0,13	0,66	0,23	-	2,82
		Fruto “buriti”	<i>Mauritia flexuosa</i> Mart.	2,02	-	0,41	0,26	3,63	7,10	9,77	3,42	2,64	50,49	-	0,31
		Fruto ”anginga”	<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott	9,33	0,63	0,02	0,36	-	0,21	-	84,41	56,30	11,05	1,99	88,88
		Outros Frutos		2,47	10,46	1,45	3,78	0,03	6,58	0,32	1,16	3,50	0,09	1,93	0,39
			Outros frutos	0,00	3,30	1,33	3,12	0,03	0,84	0,31	0,63	3,74	0,04	0,57	0,28
			<i>Zea mays</i>	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Anacardium occidentale</i> L.	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Spondias mombin</i> L.	-	-	-	-	-	0,22	-	0,05	-	-	-	-
			<i>Mangifera indica</i> L.	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-	-	-	-
		Material Vegetal		12,46	72,85	6,94	8,16	4,30	8,28	24,82	10,01	31,40	13,82	56,40	0,64
		Outros Fragmentos Vegetais	5,28	15,41	6,87	7,12	4,10	6,74	20,38	8,24	0,89	9,34	19,07	0,47	
		Flores	1,38	0,08	0,22	0,03	0,01	0,07	0,00	0,13	0,00	0,00	0,02	0,01	
		Folhas	0,12	0,07	0,13	0,02	0,09	-	-	-	-	-	-	-	
Autóctone	Brachyura	<i>Uca rapax</i> e <i>Armases benedict</i>	16,74	0,23	1,24	4,26	8,64	14,32	3,33	0,45	0,36	22,80	0,28	6,34	
	Camarão	<i>Macrobrachyum amazonicum</i>	-	0,08	-	1,45	0,07	0,11	-	0,02	-	0,00	0,00	0,43	
	Gastrópodes	Gastropoda	0,02	-	-	-	0,02	0,32	42,22	0,00	-	0,16	0,01	0,17	
	Bivalves	<i>Paxyodon syrmatophorus</i> e <i>Triplodon corrugatus</i>	-	0,11	0,02	-	-	-	8,18	0,19	2,14	-	5,86	0,03	
	Porifera	Esponjas (Demospongiae)	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	
	Insetos aquáticos		0,00	0,50	0,00	-	0,00	-	0,30	-	0,00	-	0,02	-	
		Larva Chironomidae	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	
		Larva Coleoptera	-	-	0,00	-	-	-	0,15	-	0,00	-	-	-	
		Larva Ciclorapha	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	
		Ninfa Ephemeroptera	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anelídeo	Oligochaeta	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	
		Vertebrados	Fragmento de peixes	-	2,94	0,00	-	-	0,00	0,04	0,04	0,05	-	1,05	-
	Algas	Algas	-	4,77	0,03	0,01	0,09	0,27	0,87	0,04	2,73	1,26	32,39	0,00	
		Material Orgânico Digerido	10,83	75,84	0,88	0,61	0,66	0,58	3,75	1,48	9,59	4,79	20,51	0,41	
		Substrato	-	0,00	-	-	-	0,29	0,04	1,30	10,69	0,61	41,09	0,02	
		Minerais	-	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	1,28	2,18	8,86	-	0,00	-	

O açaí *Euterpe oleracea* Mart. foi o principal item consumido no final do período transicional chuva-estiagem, na estiagem e no início da estiagem-chuva. O buriti *Mauritia flexuosa* Mart. foi o item mais importante na metade do período chuvoso. Já a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott foi o item mais consumido no final do período transicional estiagem-chuva, no início do período chuvoso e no início da transição chuva-estiagem. O consumo de fragmentos vegetais ocorreu em todos os meses de coleta.

Com base no Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$), pôde-se constatar que *Lithodoros dorsalis* alimenta-se principalmente de material vegetal (Figura 6), destacando o alto consumo de frutos e sementes. Porém, itens como "Brachyura", "Decapoda: Paleomonidae" e "Gastropoda" também ocorreram (veja Tabela 2).

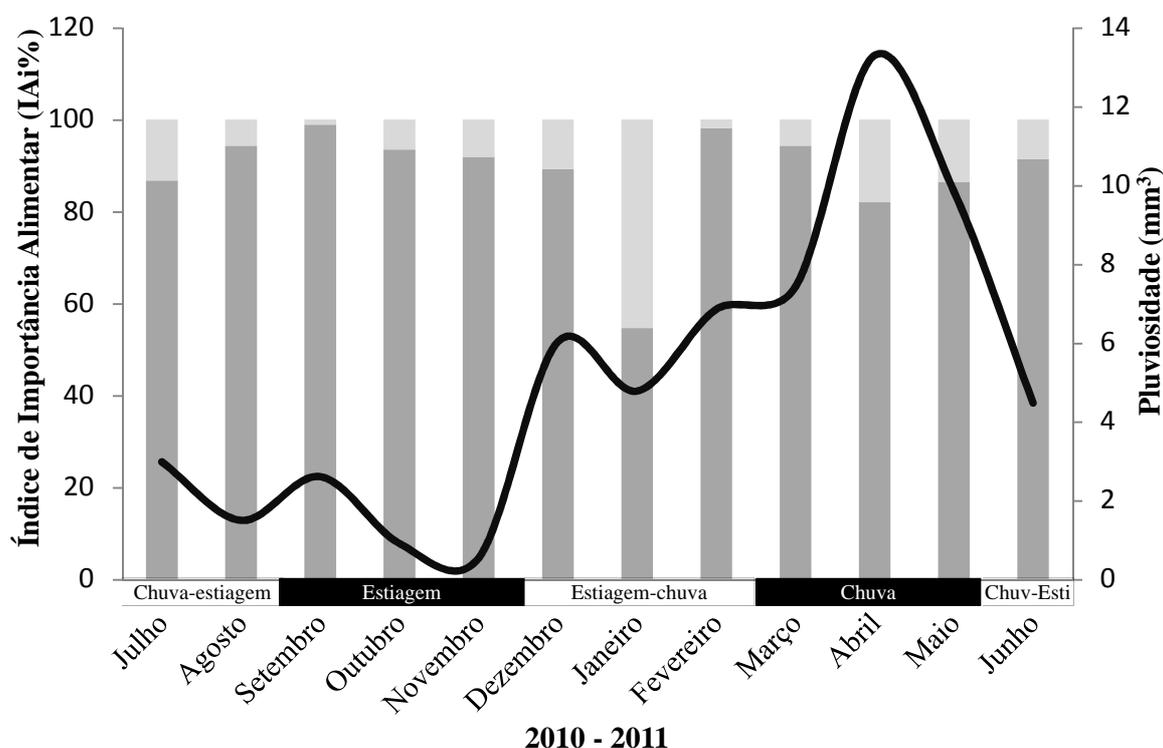
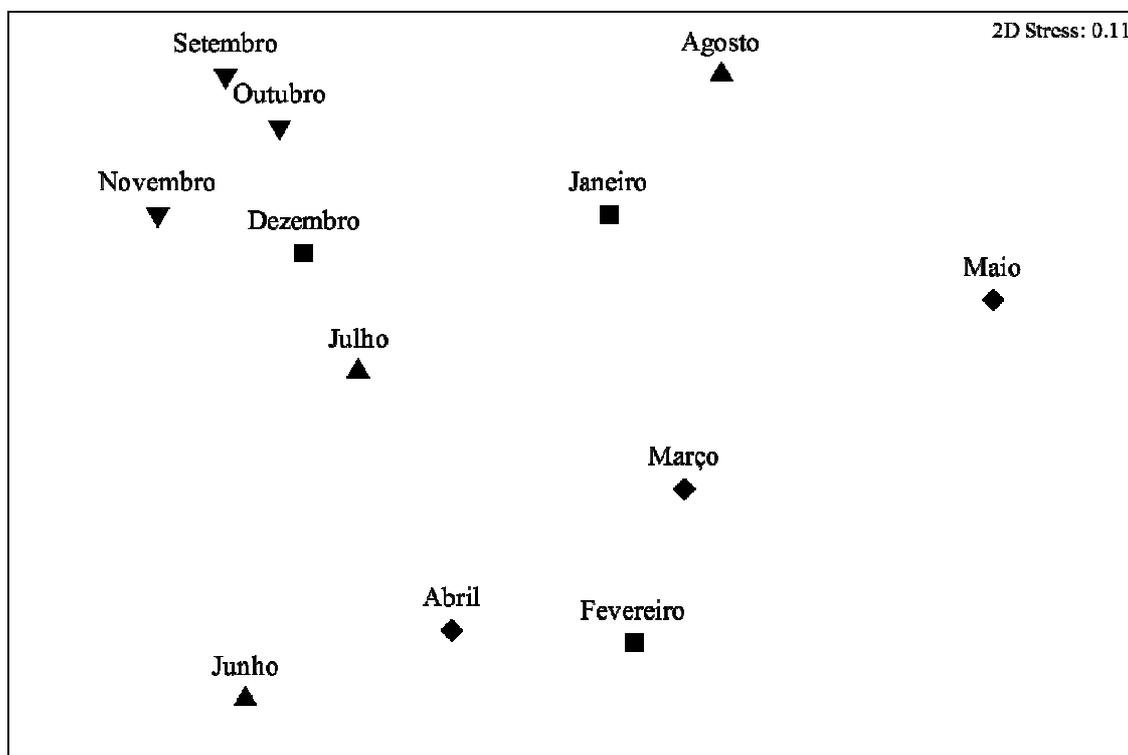


Figura 6 - Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$) mensal de material vegetal e material animal para *Lithodoros dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil de Julho de 2010 a Junho de 2011. A barra clara corresponde aos itens de origem animal, a barra escura representa os itens de origem vegetal e a linha contínua demonstra a média mensal da pluviosidade registrada para a região de estudo.

Ainda com base o Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$), a análise de Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS), entre os períodos

pluviométricos, mostrou que não há diferença na importância dos itens consumidos por *L. dorsalis* (ANOSIM: $R = 0,18$; $p > 0,05$) (Figura 7), já que itens como "Fragmento Vegetal" e "Açaí" (ver Tabela 2), de acordo com a análise de SIMPER, estiveram presentes em quase todos os períodos amostrados (Tabela 3).



Período pluviométrico: ▲ chuva-estiagem ▼ estiagem ■ estiagem-chuva ◆ chuva

Figura 7 - Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) por período pluviométrico da dieta de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil de junho de 2010 a julho de 2011.

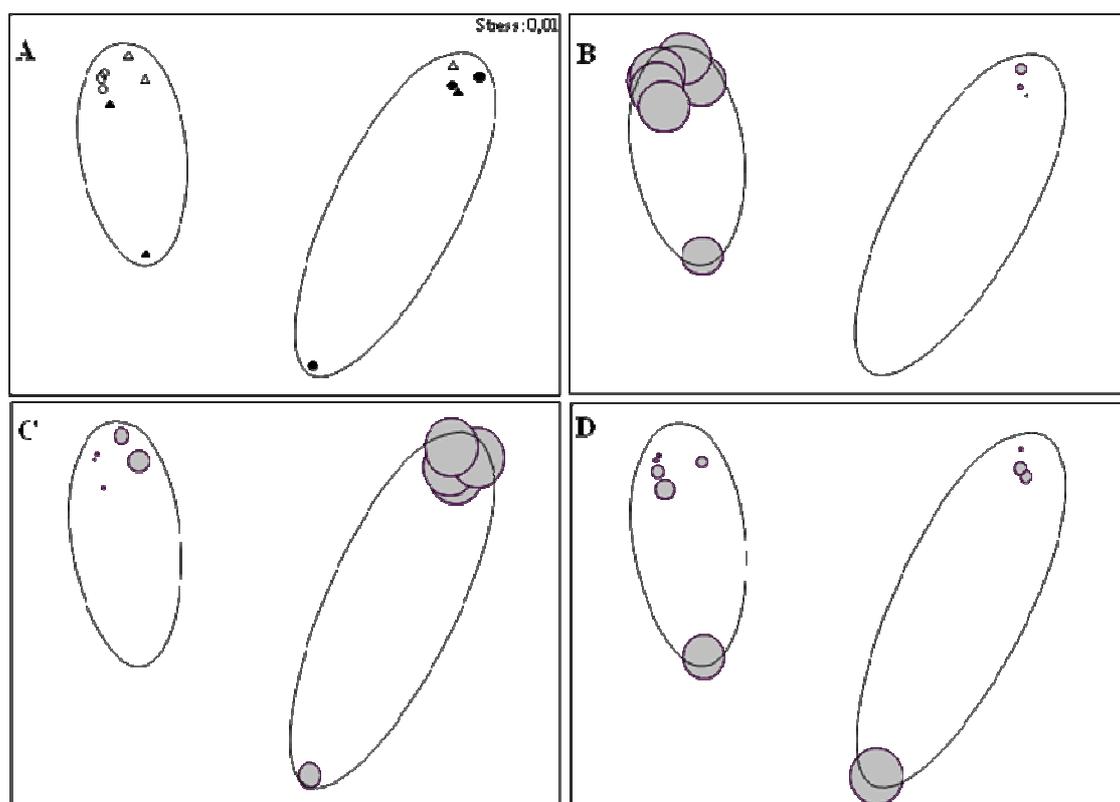
Tabela 3 - Porcentagem de contribuição dos principais itens consumidos por *L. dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil, nos distintos períodos pluviométricos, de acordo com o teste de SIMPER.

Período	Itens	% Contribuição
Chuva- Estiagem	<i>Euterpe oleracea</i> Mart. (Açaí)	25,81%
	Frag. Veg	21,19%
	<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott (Aninga)	20,22%
Estiagem	<i>Euterpe oleracea</i> Mart. (Açaí)	64,50%
	Frag. Veg.	16,07%
Estiagem- chuva	Frag. Veg	32,63%
	<i>Mauritia flexuosa</i> Mart. (Buriti)	23,03%
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart. (Açaí)	13,41%

	Frag.Veg	41,75%
Chuva	<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott (Aninga)	19,55%
	Algas	12,49%

Porém, quando calculado somente com os valores de $IA_i\%$ dos itens açáí *Euterpe oleracea* Mart., aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e buriti *Mauritia flexuosa* Mart. percebe-se, no NMDS, que há formação de dois grupos com 40% de similaridade, baseados na alta importância alimentar de *Euterpe oleracea* Mart. (ANOSIM: $R = 0,97$; $p < 0,01$) (Figura 8A).

O consumo de açáí ocorreu principalmente no final do período de transição chuva-estiagem à metade do período de transição estiagem-chuva (agosto de 2010 a janeiro de 2011) (Figura 8B), já a aninga foi mais importante no final do período de transição estiagem-chuva, no início e no final do período chuvoso e no início da transição chuva-estiagem (fevereiro, março, maio e junho de 2011) (Figura 8C) e o buriti, na metade do período de transição estiagem-chuva e na metade do período chuvoso (janeiro e abril de 2011) (Figura 8D).



Período pluviométrico: \triangle Chuva-estiagem \circ Estiagem \blacktriangle Estiagem-chuva \bullet Chuva

Figura 8 - Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) baseado nos valores do Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$) do açáí *Euterpe oleracea* Mart.(B), da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (C) e do buriti *Mauritia flexuosa* Mart.

(D) presentes na dieta de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil de junho de 2010 a julho de 2011. Agrupamento de 40% de similaridade de acordo com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

A análise da amplitude de nicho trófico mensal demonstrou uma baixa variação na utilização de recurso por *Lithodoras dorsalis*, porém vale destacar os dois momentos em que a espécie foi especialista (Figura 9). Os períodos com menores valores de amplitude de nicho, ou seja, com comportamento especialista do bacu-pedra, foram o início da estiagem em 2010 e o final da transição estiagem-chuva em 2011, devido ao alto consumo de açai *Euterpe oleracea* Mart. ($IA_i\% = 89,89\%$) e de aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott ($IA_i\% = 84,41\%$), respectivamente.

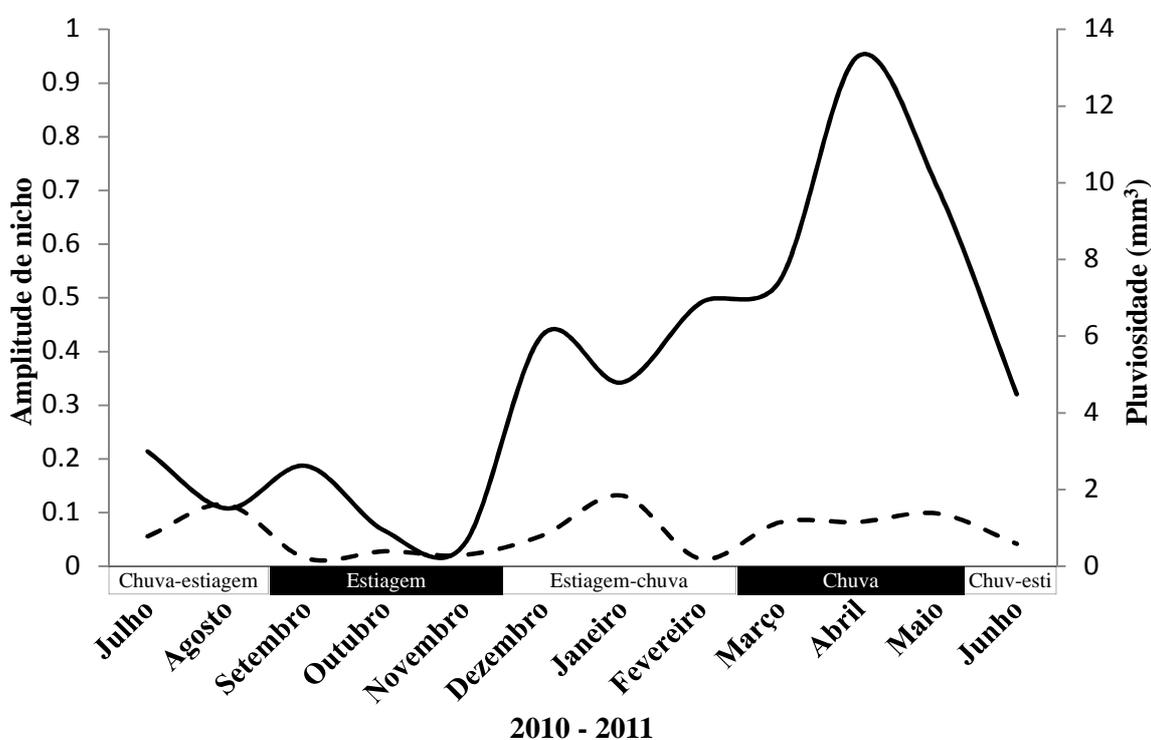


Figura 9 - Amplitude de Nicho mensal de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil de Julho de 2010 a Junho de 2011. A linha contínua representa a média mensal da pluviosidade na região de estudo e a linha tracejada indica a amplitude de nicho mensal.

Discussão

A alimentação de peixes amazônicos é fortemente influenciada pela variação no nível dos rios decorrente tanto da ampliação do ambiente aquático, com o pulso de alagação, como pelo conseqüente processo de frutificação de diversas espécies vegetais da mata ripária ou alagada que são importantes recursos na alimentação desses peixes

devido o alto teor energético de seus frutos e sementes (Goulding, 1980; Winemiller & Jepsen, 1998; Waldhoff, 1996; Yamamoto, 2004).

A ictiofauna amazônica tende a apresentar adaptações específicas para maximizar a obtenção de energia num ambiente de grande variação sazonal, sendo o comportamento oportunista (onivoria), com algum grau de preferência de acordo com disponibilidade de determinado item no ambiente, uma das estratégias evolutivas adotadas por esses peixes (Junk, 1985; Lowe-McConnell, 1999). Essa situação foi verificada no presente trabalho para *Lithodoras dorsalis*, considerado aqui como herbívoro, com forte tendência à frugivoria, porém apresentando oportunismo alimentar, visto que a espécie apresentou, em sua dieta, itens alimentares como Crustacea, Gastropoda e Annelida em diferentes períodos do ano.

A diversidade alimentar dos peixes é decorrente tanto do oportunismo alimentar como também das diferenças de suas necessidades nutricionais e energéticas em diferentes fases de sua vida (Abelha *et al.*, 2001; Silva *et al.* 2003; Jackson *et al.*, 2004; Pacheco-Palencia, 2008; Agostinho *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2009; Gonçalves *et al.*, 2010; Masdeu *et al.*, 2011). Apesar disso, não foi possível detectar mudanças de comportamento alimentar nos diferentes tamanhos tendo em vista que todos os exemplares examinados eram jovens, de modo que nessa fase da vida *Lithodoras dorsalis* apresenta uma dieta baseada principalmente em frutos e fragmentos vegetais.

A dominância de indivíduos jovens na região da foz Amazônica decorre do fato que o bacu-pedra é um peixe migrador e que apresenta locais de reprodução e alimentação distintos, sendo a foz Amazônica seu berçário ou área de crescimento e os trechos a montante do rio Amazonas, incluindo seus tributários, a área de reprodução (Goulding, 1980; 1996; Barthem *et al.*, 1991). As áreas de crescimento são essenciais para espécies migradoras como o bacu-pedra, pois nesses locais indivíduos jovens encontram uma oferta de alimento e abrigo durante o ano todo, podendo investir energia no crescimento corporal até estarem preparados para o início do período reprodutivo e migrarem para outras regiões (Goulding, 1980; Barthem *et al.*, 1991). Dessa forma, para *Lithodoras dorsalis*, o hábito herbívoro com forte tendência à herbivoria pode ser uma resposta à demanda energética de peixes menores, pois alguns itens vegetais, como o açai *Euterpe oleracea* Mart., fornecem grande quantidade de lipídios que são importantes fontes de energia para o crescimento do bacu-pedra (Abelha *et al.*, 2001; Pacheco-Palencia, 2008; Martins *et al.*, 2009; Gonçalves *et al.*, 2010).

Outra hipótese para explicar a abundância de jovens de *L. dorsalis* na Foz Amazônica é a farta disponibilidade de alimento durante praticamente todo o ano, pois as principais espécies vegetais que fornecem frutos consumidos pelo bacu-pedra frutificam em momentos distintos, disponibilizando frutos e sementes quase o ano todo (Guimarães *et al.*, 2004; Leão & Carvalho, 2005). Além disso, os frutos ficam acessíveis diariamente, assim que caem na superfície. Isto se deve ao fato que o pulso de alagação desta região é determinado pelas marés, que alaga periodicamente extensas áreas de várzea (Goulding *et al.*, 2003). Esta situação não é encontrada nos trechos sem influência de maré, pois nestas áreas os frutos estão disponíveis aos peixes somente nos períodos de alagação em alguns meses do ano (Goulding, 1980), ou em determinados trechos quando as árvores estão próximas ao rio (Anderson *et al.*, 2011; Horn *et al.*, 2011).

O comportamento de herbivoria com forte tendência à frugivoria de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica também foi observado por Santos *et al.* (2006) nos espécimes coletados em Manaus, no Estado do Amazonas. No entanto, difere do evidenciado por Santos *et al.* (2004), na represa da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará, os quais classificaram *L. dorsalis* como onívora. A onivoria é um comportamento alimentar comum à muitas espécies da Família Doradidae, como demonstrado pelos estudos realizados por Ringuet *et al.* (1967) e Marques (2005) na Argentina e na cabeceira do rio Miranda, Mato Grosso do Sul, respectivamente, classificando *Oxydoras kneri* Bleeker, 1862 como onívora. Assim como evidenciado por Hahn *et al.* (1992) no alto rio Paraná, no Estado do Paraná e Agostinho *et al.*, (2009) no reservatório do Lajeado, no Tocantins que classificaram *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) como eurífaga com tendência à herbivoria, sendo que os principais itens consumidos pela espécie foram vegetais superiores. A alimentação de *Lithodoras dorsalis* diferiu da encontrada por Lauzane & Loubens (1985) para *Oxydoras niger* no Rio Mamoré, Bolívia que foi classificada como bentófaga, além de *Trachydoras paraguayensis* (Eigenmann & Ward, 1907), também considerada bentófaga por Hahn *et al.* (1991) no rio Paraná, no Estado do Paraná.

A relação entre os resultados apresentados pelos trabalhos acima citados e os apresentados no presente estudo pode ser explicada pela semelhança nos hábitos de *L. dorsalis*, *O. kneri* e *P. granulosus*. As três espécies habitam o fundo da calha e da margem dos rios e apresentam uma adaptação morfológica bucal que facilita a tomada de alimentos presentes no fundo (Hahn *et al.*, 1997; Santos *et al.*, 2004, Marques, 2005).

Porém a divergência com os trabalhos de Lauzane & Loubens (1985) e Hahn *et al.* (1991) pode ser decorrente das características distintas dos habitats analisados, visto que o presente estudo foi realizado em ambiente de várzea enquanto que Lauzane & Loubens (1985) e Hahn *et al.* (1991) analisaram espécimes de rio caudaloso e área de influência de uma usina hidrelétrica, respectivamente. De acordo com Primack & Rodrigues (2001), Begon *et al.* (2007) e Odum & Barrett (2008), ambientes distintos apresentam dinâmicas independentes ligadas à fatores físico-químicos, vegetação e períodos pluviométricos ou hidrológicos, os quais podem influenciar na disponibilidade de recursos alimentares.

Junk (1980) comprovou que as mudanças no nível dos rios, decorrentes dos períodos pluviométricos e dos pulsos de inundação, afetam não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos alimentos. Através do cálculo da amplitude de nicho mensal de *Lithodoras dorsalis*, percebeu-se que houve flutuação, mesmo que baixa, na utilização de itens alimentares pela espécie devido à variação na presença de determinados itens entre os períodos pluviométricos, corroborando Junk (1980). No início da estiagem a espécie alimentou-se principalmente do açai *Euterpe oleracea* Mart., pois o período de maior frutificação desse vegetal na região de estudo ocorre, segundo Guimarães *et al.* (2004), de agosto a dezembro. Já na metade do período transicional estiagem-chuva em 2011, a dieta da espécie foi baseada em gastrópodes e bivalves (*Paxyodon syrmatophorus* [Meuschen, 1781] e *Triplodon corrugatus* [Lamarck, 1819]) e, no final do período de transição estiagem-chuva, o bacu-pedra consumiu, principalmente, aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, devido, provavelmente, a alta disponibilidade destes itens no ambiente, demonstrando um comportamento oportunista.

A utilização de determinado item alimentar em detrimento de outro, devido sua disponibilidade, pode ser explicada através da Teoria do Forrageamento Ótimo (MacArthur & Pianka, 1966), onde cada espécie procura balancear a energia gasta para adquirir o alimento e a energia obtida pelo consumo desse recurso de forma a maximizar o ganho energético de sua dieta. Portanto, durante o ano, as espécies podem apresentar um comportamento especialista ou generalista na obtenção de recursos alimentares, dependendo da oferta dos mesmos no ambiente (Goulding, 1980; Abelha *et al.*, 2001; Wolff *et al.*, 2009; Mazzoni *et al.*, 2010; Masdeu *et al.*, 2011), como o observado com *Lithodoras dorsalis*, que nos períodos de estiagem e transição estiagem-

chuva apresentou comportamento mais especialista e no final da transição chuva-estiagem e metade da estiagem-chuva foi mais generalista.

Mesmo apresentando comportamento herbívoro e se alimentar principalmente de frutos provenientes da mata ciliar, a presença de sedimentos nos estômagos de vários espécimes indica que *L. dorsalis* também forrageia no fundo dos rios, já que outros itens presentes na dieta da espécie, como bivalves (mexilhões e ostras), estão presentes nesse ambiente (Beasley, 2001; Hohn & Costa, 2002). Tal comportamento de forrageio é citado por diversos autores (p.e. Hahn *et al.*, 1997; Lowe-McConnell, 1999) para doradídeos que, mesmo estando adaptados a viverem em determinados estratos dos rios, exploram todo o ambiente em busca de alimento, sendo oportunistas com algum grau de “preferência alimentar”, como o que ocorreu no estudo em questão para o item açai *Euterpe oleracea* Mart.

A presença de outros itens vegetais, como aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e o buriti *Mauritia flexuosa* Mart, além do açai *Euterpe oleracea* Mart., evidencia a importância da mata ripária como importante fonte de alimento para peixes amazônicos (Goulding, 1980). Diversos estudos demonstram a importância de itens vegetais para a ictiofauna (Hahn *et al.*, 1992; Waldhoff *et al.*, 1996; Maia e Chalco, 2002; Claro-Jr *et al.*, 2004; Galetti *et al.*, 2008; Lucas, 2008; Pollux, 2011), porém, a variação na disponibilidade desses itens entre os períodos hidrológicos modificam a dieta das espécies, onde a maioria dos peixes podem alterar seus comportamentos alimentares, de acordo com alterações na abundância relativa do recurso alimentar utilizado (Abelha *et al.*, 2001).

Conclui-se que, a partir dos resultados apresentados, que a disponibilidade de alimentos entre períodos pluviométricos influencia na intensidade alimentar de *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, mas não afeta a composição da dieta do bacupedra durante o ano. Porém, os períodos distintos de frutificação das espécies vegetais, durante os períodos pluviométricos, influenciam no comportamento de forrageio (generalista ou especialista) da espécie estudada, que se alimenta dos frutos e sementes mais abundantes no ambiente em cada período amostrado. Além disso, destaca-se a importância de itens alóctones, principalmente de itens de origem vegetal, na alimentação de *Lithodoras dorsalis*, o que torna importante a conservação da floresta ripária, fonte essencial de recursos alimentares para peixes neotropicais.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento, ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba (IFPA-Abaetetuba) pelo apoio logístico, aos pesquisadores e professores M.Sc. Marta Coutinho (IFPA), Dr. José Birindeli (MZUSP), Dr. Cléverson Santos (MPEG), Dr. Rony Vieira (UFPA), Dr^a Roberta Valente (UFPA) e Dr^a Alba Lins (MPEG) pela ajuda na identificação do conteúdo estomacal de *Lithodoras dorsalis*, ao pesquisador e professor Dr. Leandro Juen (UFPA) pelo auxílio nas análises estatísticas e ao Sr. Ilso, Jaime e Giovani pela assistência em campo.

Referências

- Abelha, M. C. F., Agostinho, A. A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23(2): 425-434.
- Agostinho, C. S., Marques, E. E., Oliveira, R. J. de & Braz, P. S. 2009. Feeding ecology of *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae) in the Lajeado Reservoir, Tocantins, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 99(3): 301-306.
- Anderson, J. T., Nuttle, T., Rojas, J. S. S., Pendergast, T. H. & Flecker, A. S. 2011. Extremely long-distance seed dispersal by an overfished Amazonian frugivore. *Proceedings of The Royal Society*, 278: 3329–3335.
- Barthem, R. B., Ribeiro, M. C. L. de B. & Petrere Jr., M. 1991. Life Strategies of some Long-Distance Migratory Catfish in Relation to Hydroelectric Dams in the Amazon Basin. *Biological Conservation*, 55: 339-345.
- Barthem, R. B. & Schwassmann, H. O. 1994. Amazon river influence on the seasonal displacement of the salt wedge in the Tocantins river estuary, Brazil, 1983-1985. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, 10: 119-130.
- Beasley, C. R. 2001. The Impact of Exploitation on Freshwater Mussels (Bivalvia: Hyriidae) in the Tocantins River, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(2): 159-165.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L (Eds.). 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas* 4ª edição. Porto Alegre, Artmed, 752 p.
- Chick, J. H., Cosgriff, R.J. & Gittinger, L. S. 2003. Fish as potential dispersal agents for floodplain plants: first evidence in North America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 1437-1439.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M (Eds.). 2001. *Changes in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation* 2nd edition. Plymouth, PRIMER-E Ltd, 172p.

- Claro-Jr, L., Ferreira, E., Zuanon, J. & Araújo-Lima, C. 2004. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*, 34(1): 133 - 137.
- Costa, C., Ide, S. & Simonka, C. E (Eds.). 2006. *Insetos Imaturos - Metamorfose e Identificação*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 249 p.
- Galetti, M., Donatti, C. I., Pizo, M. A. & Giacomini, H. C. 2008. Big Fish are the Best: Seed Dispersal of *Bactris glaucescens* by the Pacu Fish (*Piaractus mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil. *Biotropica*, 40(3): 386-389.
- Gonçalves, J. F. C., Lima, R. B. S., Fernandes, A. V.; Lima e Borges, E. E. & Buckeridge, M. S. 2010. Physiological and Biochemical Characterization of the Assai Palm (*Euterpe oleracea* Mart.) During Seed Germination and Seedling Growth Under Aerobic and Anaerobic Conditions. *Revista Árvore*, 34(6): 1045
- Goulding, M (Ed.). 1980. *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. London, University of California Press, 280 p.
- Goulding, M., Smith, N. J. H. & Mahar, D. J. 1996. *Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon*. New York, Columbia University Press, 193 p.
- Goulding, M., Barthem, R. B. & Ferreira, E. J. G. 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington, Smithsonian Institution, 253 p.
- Guimarães, L. A., Santos, T. M., Rodrigues, M. D. & Frahan, B. H. de. 2004. Produção e comercialização do açaí do município de Abaetetuba, Pará. Pp. 159-179. In: Jardim, M. A. G., Mourão, L. & Groissman, M. (Eds.). *Açaí (Euterpe oleracea Mart.): possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 274 p.
- Hahn, N. S., Fugi, R. & Almeida, V. L. L. 1997. Ecologia trófica. Pp. 209-228 In: Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. & Hahn, N. S (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM, 460p.

Hahn, N. S., Fugi, R. & Andrian, I. F. 1991. Espectro e atividade alimentares do armadinho, *Trachydoras paraguayensis* (Doradidae, Siluriformes) em distintos ambientes do rio Paraná. *Revista UNIMAR*, 13: 176-193.

Hahn, N. S., Júnior, A. M., Fugi, R. & Agostinho, A. A.; 1992. Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do alto rio Paraná. *Revista UNIMAR*, 14 (Suplemento): 163-176.

Hohn, H. & Costa, M. L. da. 2002. Ocorrência de ostras perlíferas no Marajó, rio Pará. *Revista Escola de Minas [online]*, 55(1): 61-64.

Horn, M. H., Correa, S. B., Parolin, P.; Pollux, B. J. A., Anderson, J. T., Lucas, C., Widmann, P., Tjiu, A., Galetti, M. & Goulding, M. 2011. Seed dispersal by fishes in tropical and temperate fresh waters: The growing evidence. *Acta Oecologica*, 1-17.

Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59: 67-77.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-58.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.

Jackson, A. C., Rundle, S. D., Attrill, M. J. & Cotton, P. A. 2004. Ontogenetic changes in metabolism may determine diet shifts for a sit-and-wait predator. *Journal of Animal Ecology*, 73: 536-545.

Junk, W. J. 1980. Áreas inundáveis: um desafio para a limnologia. *Acta Amazonica*, 10(4): 775-796.

Junk, W. J. 1985. Temporary fat storage, and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. *Amazoniana*, IX: 315-351.

Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado ao estudo de alimentação de peixes. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(2): 205-207.

Lauzanne, L. & Loubens, G. 1985. Peces del rio Mamoré. Paris, Éditions de l'ORSTOM, 113 p.

Leão, M. M. & Carvalho, M. F. 2005. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos: uma contribuição do setor saúde para promoção da segurança alimentar e nutricional no Brasil. Pp. 13-23. In: Salay, E. (Ed.). Composição de Alimentos: Uma abordagem multidisciplinar Volume 1. Campinas, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - UNICAMP, 210 p.

Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 534p.

Lucas, C. M. 2008. Within Flood Season Variation in Fruit Consumption and Seed Dispersal by Two Characin Fishes of the Amazon. Biotropica, 40(5): 581-589.

MacArthur, R. H. & Pianka, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. The American Naturalist, 100(916): 603-609.

Machado, J. 2008. O Município de Abaetetuba: Geografia Física e Dados Estatísticos. Abaetetuba, Edições Alquimia, 24p.

Maia, L. A. & Chalco, F. P. 2002. Produção de frutos de espécies da floresta de várzea da Amazônia Central importantes na alimentação de peixes. Acta Amazônica, 32(1): 45:54.

Marques, S. P. 2005. Atividade alimentar e reprodutiva do armal, *Oxydoras kneri*, Siluriformes, na cabeceira do rio Miranda, município de Jardim, MS. Unpublished MsC. Dissertation, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul. 26 p.

Martins, C. C., Nakagawa, J. & Bovi, M. L. A. 2009. Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Açaí. Revista Brasileira de Fruticultura, 31(1): 231-235.

- Masdeu, M., Mello, F. T., Loureiro, M. & Arim, M. 2011. Feeding habits and morphometry of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) in the Uruguay River (Uruguay). *Neotropical Ichthyology*, 9 (3): 657-664.
- Mazzoni, R., Rezende, C. F. & Mann, L. R. 2010. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (3): 569-574.
- Novakowski, G. C., Hahn, N. S. & Fugi, R. 2008. Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. *Neotropical Ichthyology*, 6 (4): 567-576.
- Odum, E. P. & Barrett, G. W. 2008. *Fundamentos de ecologia* 5ª ed. São Paulo, Cengage Learning, 612 p.
- Pacheco-Palencia, L. A., Mertens-Talcott, S. & Talcott, S. T. 2008. Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Thermal Stability of a Phytochemical Enriched Oil from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 4631–4636.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology Earth System Sciences*, 11: 1633–1644.
- Pilati, R.; Andrian, I. F. & Carneiro, J. W. P. 1999. Desempenho germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* Tréc. (Cecropiaceae), recuperadas do trato digestório de Doradidae, *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1883), da planície de inundação do Alto Paraná. *Interciencia*, 24: 47-55.
- Pollux, B. J. A. 2011. The experimental study of seed dispersal by fish (ichthyochory). *Freshwater Biology* 56, 197–212.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina, Editora Planta, 328 p.
- Ringuelet, R. A., Arámburu, R. H. & Arámburu, A. A. 1967. *Los Peces Argentinos de Agua Dulce*. La Plata, Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, 602p.

- Ruppert, E. E., Fox, R. S. & Barnes, R. D. 2005. Zoologia dos Invertebrados 7ª edição. São Paulo, Editora Roca, 1168 p.
- Sabaj, M. H. & Ferraris Jr, C. J. 2003. Family Doradidae (Thorny Catfishes). Pp. 456-469. In: Reis, R. E.; Kullander, S. O. & Ferraris Jr, C. J. (Eds.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742 p.
- Santos, G. M. dos; Ferreira, E. J. G & Zuanon, J. A. S. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Manaus, Próvarzea, 144p.
- Santos, G. M. dos; Mérona, B. de; Juras, A. A. & Jégu, M. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Brasília, ELETRONORTE, 216 p.
- Silva, J. A. M. da., Pereira-Filho, M. & Oliveira-Pereira, M. I. de. 2003. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do Tambaqui. Acta Amazônica, 33(4): 687-700.
- Stevaux, M. C. S., Negrelle, R. R. B. & Citadini-Zanette, V. 1994. Seed dispersal by fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River Basin, Brazil. Journal of Tropical Ecology, 10: 621-626.
- Waldhoff, D., Saint-Paul, U. & Furch, B. 1996. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of Central Amazonia as food resource for fish. Ecotropica, 2: 143-156.
- Winemiller, K. O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. Environ. Biol. Fishes, Dordrecht, v. 26, p. 177-199.
- Winemiller, K. O. & Jepsen, D. B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. Journal of Fish Biology, 53: 267-296.
- Wolff, L. L., Abilhoa, V., Rios, F. S. A. & Donatti, L. 2009. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. Neotropical Ichthyology, 7 (2): 257-266.

Yamamoto, K. C. 2004. Alimentação de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil. *Acta Amazônica*, 34(4): 653-659.

Zavala-Camim, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá, EDUEM, 129p.

CAPÍTULO 2

O bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae) como potencial dispersor de sementes na Foz Amazônica, Brasil²

Resumo

A dispersão em comunidades vegetais pode ocorrer de diversas formas, entre elas destacam-se a anemocoria (dispersão realizada pelo vento), a hidrocoria (dispersão pela água) e a zoocoria (dispersão por animais). Dentro da zoocoria está a ictiocoria (dispersão realizada por peixes) que é um importante processo responsável pela alta diversidade de espécies vegetais nas florestas tropicais alagadas, como várzeas e igapós. Este trabalho teve como objetivo investigar o potencial papel de *Lithodoras dorsalis* como dispersor de sementes no estuário Amazônico (Amazônia Oriental, Brasil). Durante 12 meses de coleta (julho de 2010 a junho de 2011), em furos próximos à cidade de Abaetetuba, na Foz Amazônica, estado do Pará, foram coligidos 371 espécimes jovens de *L. dorsalis*, dos quais 268 (74,93%) apresentaram frutos e sementes em seus estômagos. As análises foram baseadas no desempenho germinativo das sementes através dos cálculos da Porcentagem de Germinação (PG%) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Foram utilizadas sementes do açaí *Euterpe oleracea* Mart. e da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott. Todas as sementes de *Euterpe oleracea* Mart. foram encontradas intactas no trato digestivo do bacu-pedra, havendo um aumento no desempenho germinativo deste vegetal, porém o mesmo não ocorreu para a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, devido o processo de digestão destruir algumas sementes. Por fim, conclui-se que *Lithodoras dorsalis* é um potencial dispersor do açaí *Euterpe oleracea* Mart. na Foz Amazônica pois houve um aumento do desempenho germinativo de sementes consumidas e a ação como dispersor é intensificada com o aumento do tamanho corporal, pois há um acréscimo na quantidade de frutos consumidos a medida que os espécimes crescem. Assim, destaca-se a importância da floresta de várzea de maré para a ictiofauna e vice-versa, devido à relação de interdependência entre esses dois componentes do ecossistema de várzea, onde cada um desempenha um papel fundamental para a sobrevivência do outro, seja como fonte de alimento seja como dispersor de sementes.

Palavras-chave: dispersão, desempenho germinativo, *Euterpe oleracea* Mart, *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, doradídeos, Amazônia

² Artigo a ser submetido para publicação e avaliação aos pares na revista *Oecologia* e terá autoria de Thiago Augusto Pedrosa Barbosa, Ronaldo Borges Barthem e Luciano Fogaça de Assis Montag.

Abstract

The dispersion in plant communities can occur in several forms, including anemochory (dispersion carried by the wind), hidrochory (dispersal by water) and zoochory (dispersal by animals). Within the zoochory, is the ictiochory (dispersion performed by fishes) which is an important process responsible for high species diversity in tropical forests wetlands, like floodplains and flooded forests. Thus, this study aimed to investigate the potential role of *Lithodoras dorsalis* as disperser of seeds plants in the Amazon estuary (Eastern Amazon, Brazil). During 12 months of sampling (July 2010 to June 2011), in streams near the town of Abaetetuba - PA, 371 individuals were collected from *L. dorsalis*, of which 268 (74.93%) had fruits and vegetables diaspores in their stomachs. The statistical analysis were based on the performance of seed germination by calculating the percentage of germination (PG%) and germination speed index (GSI). In the analysis, we used seeds of the assai *Euterpe oleracea* Mart. and the aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott for reaching enough samples. About the results, all plant diaspores of *Euterpe oleracea* Mart. were found intact in the digestive tract of the rock-bacu, with an increase in performance of this plant germination, but this did not occur to aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, because the digestion process destroyed some seeds. Finally, we conclude that *Lithodoras dorsalis* is a potential disperser of assai *Euterpe oleracea* Mart. in the Amazonian mouth, because in addition to increasing the performance of the seeds germination, there is an increase in the amount of fruits and seeds consumed by the individuals with the increasing of their body size. Also, we emphasize the importance of riparian forest for the ichthyofauna and vice versa because the interdependence between these two components of floodplain ecosystems, where each plays a key role in the survival of the other as a source of food or as a seed disperser.

Key-words: dispersion, germination performance, catfishes, Amazon

Introdução

O foco dos estudos sobre as consequências ecológicas e evolutivas da dispersão de sementes por animais é a idéia de que as espécies de dispersores diferem em sua eficácia (McKey, 1975; Wheelwright & Orians, 1981; Schupp, 1993). A eficácia é a contribuição de um animal à propagação da planta, sendo que esta depende da quantidade de sementes disseminadas e à qualidade de dispersão de cada uma (Herrera & Jordano, 1981; Schupp, 1993). Com isso as relações entre a fauna e a vegetação são bastante complexas e, no geral, causam uma interdependência, devido estas relações serem parte da estratégia de sobrevivência e reprodução de uma comunidade (Fenner, 1985). Dessa maneira, os mecanismos de dispersão encontrados em plantas podem ser resultado de uma seleção natural para aumentar as chances de propagação de suas sementes (Fenner, 1985).

A dispersão em comunidades vegetais pode ocorrer de diversas formas, entre elas destacam-se a anemocoria (dispersão realizada pelo vento), a hidrocoria (dispersão pela água) e a zoocoria (dispersão por animais) (Pollux, 2011). Existe um grande número de espécies vegetais com sementes adaptadas à zoocoria (Fenner, 1985; Margalef, 1991). Estas plantas apresentam, em geral, frutos atrativos e nutritivos com sementes que podem sobreviver à passagem pelo trato digestivo do animal (Fenner, 1985; Margalef, 1991). A ictiocoria (dispersão realizada por peixes) é um tipo de zoocoria que, segundo Janzen (1971), é responsável pela alta diversidade de espécies vegetais nas florestas tropicais alagadas, como várzeas e igapós (Goulding, 1980; Horn, 1997; Pilati *et al.*, 1999; Correa *et al.*, 2007, Anderson *et al.*, 2009) e na Amazônia é responsável pela manutenção da diversidade de espécies vegetais (Janzen, 1971; Gottsberger, 1978; Goulding, 1980).

Existem cerca de 200 espécies de peixes frugívoros na América do Sul que, durante o período da cheia, entram na várzea e alimentam-se de frutos e sementes (Goulding, 1980; Junk *et al.*, 1997; Maia, 2001; Maia & Chalco, 2002). Além disso, os peixes são, provavelmente, os primeiros animais dispersores, tendo exercido um papel importante na dispersão de sementes das primeiras angiospermas, há aproximadamente 80 milhões de anos, antecedendo a radiação dos pequenos vertebrados terrestres (Horn *et al.*, 2011).

Estudos realizados no Sudeste do Brasil mostram que a maioria das sementes ou diásporos vegetais consumidos por doradídeos apresenta a estrutura tegumentar

aparentemente ileso, permanece viável ou aumentando seu desempenho germinativo ao passar pelo trato digestivo dos peixes (Stevaux *et al.*, 1994; Pilati *et al.*, 1999). Na Amazônia, poucos são os trabalhos realizados com dispersão por doradídeos, sendo inexistentes os trabalhos envolvendo dispersão por *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840). Tendo em vista a importância da ictiocoria, pesquisas abordando a dispersão de sementes na região Amazônica tornam-se necessários para o entendimento da relação entre a ictiofauna e a vegetação ripária, sendo *Lithodoras dorsalis* um possível dispersor por apresentar uma grande quantidade de sementes em sua dieta (Ringuelet *et al.*, 1967; Santos *et al.*, 2004, Santos *et al.*, 2006; Capítulo 1).

Estudos sobre o consumo de diásporos vegetais, especialmente em ambientes naturais, possibilitam a compreensão das relações entre a ictiofauna e os demais componentes do sistema aquático e das florestas ripárias, servindo de base para o entendimento do papel ecológico desempenhado pelos peixes, além de fornecer subsídios para a conservação dos ambientes aquáticos e do recurso pesqueiro associado (Godinho & Godinho, 2003), permitindo, também, compreender alguns aspectos da reprodução e migração dos peixes (Goulding, 1980; Waldhoff *et al.*, 1996). Além do entendimento da ictiofauna, o estudo da dispersão de sementes é importante por determinar o padrão de distribuição inicial de plantas juvenis e por poder influenciar a dinâmica da comunidade e as trajetórias evolutivas de espécies vegetais (Anderson *et al.*, 2009).

Lithodoras dorsalis (Valenciennes, 1840) conhecido popularmente como bacu-pedra, é um Siluriformes da Família Doradidae que ocorre na região norte da América do Sul, distribuindo-se na Bacia Amazônica e na região estuarina da Guiana Francesa (Sabaj & Ferraris Jr, 2003). Além da importância na pesca comercial e de subsistência na Bacia do Tocantins-Araguaia, alguns doradídeos têm sido apontados como sendo ecologicamente importantes na dispersão sementes (Goulding, 1980; Stevaux *et al.*, 1994; Waldhoff *et al.*, 1996; Pilati *et al.*, 1999; Maia e Chalco, 2002).

Devido ao alto índice de consumo de frutos e sementes pelo bacu-pedra, o objetivo do presente estudo foi responder as seguintes perguntas: (i) Qual a frequência e a proporção de frutos consumidos por *L. dorsalis* na Foz Amazônica? (ii) Qual a relação entre o tamanho do indivíduo e o consumo de frutos? (iii) As sementes consumidas pelo bacu-pedra são inviabilizadas pelo processo de digestão? (iv) Qual o efeito da digestão na velocidade de germinação das sementes?

Material e Métodos

O potencial papel de *Lithodoras dorsalis* como dispersor de sementes foi avaliado para duas espécies vegetais abundantes na várzea da Foz Amazônica, são elas:

***Euterpe oleracea* (Mart.)**

Euterpe oleracea Mart. é uma palmácea da Família Arecaceae, que pode atingir até 25 metros de altura. Conhecida, popularmente, como "açai" é nativa da Amazônia brasileira e ocorre nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá em áreas com solos alagados e várzeas (Lorenzi *et al.*, 1996). Com seu principal centro natural de dispersão no estado do Pará (Gama *et al.*, 2010), este vegetal se destaca por ser a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria do palmito (95% da produção nacional) (Nogueira, 1995; EMBRAPA, 2008), e por serem extraídos dos frutos, o vinho e a polpa para consumo *in natura* ou para produção de sorvetes, licores, corantes entre outros produtos (Tinoco, 2005). Além disso, sua madeira é utilizada em construções rústicas e as folhas usadas para a cobertura de casas e na confecção de chapéus (Lorenzi, 1992). Com frutos do tipo baga, polpa arroxeadada e de alto valor calórico, proveniente do epicarpo e mesocarpo do fruto, o açai faz parte da dieta da população de diversos municípios e está inserido no catálogo de plantas do futuro da região Norte do Brasil (MPEG, 2007).

***Montrichardia linifera* (Arruda) Schott**

Montrichardia linifera (Arruda) Schott, conhecida popularmente como aninga, é uma herbácea anfíbia da Família Araceae, podendo atingir de 4 a 6 metros de altura. Possui grande amplitude ecológica, podendo ser encontrada de emergente a terrestre de solo saturado de água (Amarante *et al.*, 2011). Essa macrófita aquática distribui-se nas regiões tropicais (Mayo *et al.*, 1997) e apresenta considerável importância na formação das margens de rios e igarapés de água branca, formando extensas populações clonais pela brotação de caules subterrâneos e submersos (Amarante *et al.*, 2011). A espécie possui importância ecológica por servir de alimento para peixes, répteis e mamíferos, devido ao alto valor calórico de suas folhas e frutos, além da importância econômica, pois seus caules são usados como flutuadores na formação de jangadas, as quais transportam madeira de lei (Lins & Oliveira, 1994, Amarante *et al.*, 2011).

Área de estudo

Os exemplares de *Lithodoras dorsalis* foram coligidos, na região de Abaetetuba (Foz Amazônica, Pará, Brasil). A região amazônica abrange uma área superior a 6 milhões de km², contendo o equivalente a 20% de toda a água doce do mundo (Barthem *et al.*, 2004; Milliman & Meade, 1983) e caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas e relativamente constantes ao longo do ano (Barthem & Fabre, 2004). O regime hidrológico é característico de rios tropicais do tipo "flood" (Welcomme, 1979) com uma enchente diária, rápida e de grande amplitude (atingindo até 4m) que também provoca a inversão no sentido da correnteza. As águas do rio Amazonas que drenam pelo rio Pará, e as águas do rio Tocantins, dominam os rios principais em diferentes períodos do ano (Barthem & Schwassmann, 1994).

Inserida na região da Foz Amazônica, localiza-se a cidade de Abaetetuba, Pará, Brasil. Os principais rios do município são o Pará e o Abaeté, onde se destacam dezenas de ilhas (Tucumanduba, Sirituba, Tabatinga, entre outras) (Machado, 2008). A cobertura vegetal da região é representada pela Floresta Secundária, intercalada com cultivos agrícolas. Porém as áreas de várzea apresentam sua vegetação característica, com espécies ombrófilas latifoliadas (de folhas largas), intercaladas com palmeiras, dentre as quais desponta o açáí (*Euterpe oleracea* Mart.) como uma espécie de grande importância econômica para as populações locais (Machado, 2008).

O clima da região de Abaetetuba é do tipo Af, segundo a classificação de Köppen-Geiger, que corresponde à categoria de tropical úmido (Peel, 2007). A precipitação anual oscila em torno de 2.000 mm, sendo que o período chuvoso corresponde aos meses de janeiro a março e os de menor pluviosidade, aos meses de julho a dezembro (Machado, 2008). A média de temperatura é de 27°C, estando os extremos máximos e mínimos em torno de 35°C e 20°C, respectivamente. A umidade relativa do ar é elevada, em média 85%, com amplitude de variação entre 81% e 90% (Machado, 2008).

Coleta e análise de dados

Foram realizadas coletas mensais entre Julho de 2010 e Junho de 2011, abrangendo todos os períodos pluviométricos, em furos indicados por pescadores, próximos à ilha Sirituba, município de Abaetetuba - PA, nas coordenadas geográficas 48°52'48,8"W e 1°41'13,6"S (Figura 10).

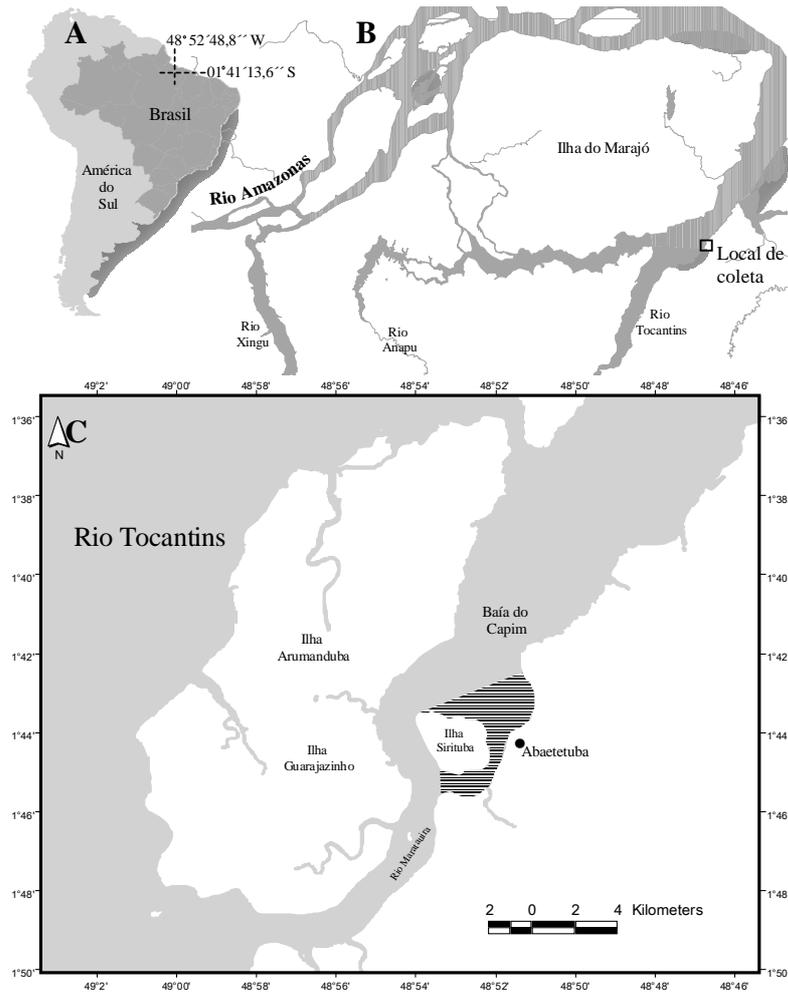


Figura 10 - Local de amostragem dos espécimes de *Lithodoras dorsalis* na região da Foz Amazônica, Brasil. A - Localização do Brasil na América do Sul; B - Foz Amazônica; C - Região de coleta (a área hachurada corresponde ao local onde os espécimes do bacu-pedra foram coletados).

A coleta dos indivíduos de *L. dorsalis* foi realizada através da tapagem de igarapés e furos, utilizando-se de redes de aproximadamente 10 metros de extensão e 3 metros de altura, com malhas de 3 a 6 cm entre nós opostos, para a captura de espécimes de diversos tamanhos. As redes foram armadas entre 17h e 19h, dependendo da maré, e entre 5h e 7h da manhã seguinte, com a utilização de redes menores (5 metros de extensão e 1 metro de altura) e com o auxílio de pescadores locais, pequenos trechos dos igarapés foram fechados no sentido margem-interior e, em cada um desses trechos, foram retirados os peixes manualmente ou utilizando-se de peneiras ou puçás. Além da tapagem, foram obtidos espécimes através de redes de espera com malhas de 3

a 6 cm entre nós opostos. As redes foram expostas entre 17 e 19h, permanecendo no local por 12 horas e sendo revisadas a cada 4 horas.

Após as coletas, os espécimes de *Lithodoros dorsalis* foram levados ao laboratório do Instituto Federal do Pará - IFPA (Campus - Abaetetuba) onde foi realizada uma incisão ventro-longitudinal, com o auxílio de uma tesoura, da abertura urogenital em direção a cabeça de cada exemplar, para a retirada do estômago. Nos espécimes em que a presença de sementes foi constatada, procedeu-se a remoção e pesagem (em gramas) das mesmas, as quais foram lavadas em água corrente e acondicionadas em sacos de papel contendo vermiculita ($(\text{MgFe,Al})_3(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), para futuros testes de germinação. Essa técnica é comumente utilizada para o armazenamento de sementes (Oliveira *et al.*, 1996).

As sementes de *Euterpe oleracea* Mart. foram plantadas em terra preta a, aproximadamente 2cm de profundidade, com a rafe (depressão onde em uma de suas extremidades localiza-se o poro germinativo) perpendicular à superfície do substrato e poro germinativo para cima (Silva & Silva *et al.*, 2007; Gama *et al.*, 2010). Os testes de germinação com *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott foram realizados em vermiculita ($(\text{MgFe,Al})_3(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) umedecida, onde foram depositadas as sementes a, aproximadamente 1cm da superfície, com o poro germinativo voltado para cima.

Para o experimento com *Euterpe oleracea* Mart., as análises foram realizadas com base em três tratamentos (Tratamento A - sementes provenientes do estômago dos espécimes de *L. dorsalis*; Tratamento B - sementes com epicarpo e mesocarpo retirados manualmente e; Controle - sementes provenientes de árvores matrizes) (Samuels & Levey, 2005). Para os experimentos com *Montrichardia linifera* (Arruda) foram considerados apenas dois tratamentos (Tratamento A - sementes provenientes do estômago de *L. dorsalis* e; Controle - sementes provenientes de plantas matrizes), pois ao retirar a semente da infrutescência, esta não apresentou estruturas externas que impedissem a germinação.

Para ambos os experimentos, as sementes foram consideradas germinadas após a emissão da radícula e os experimentos foram considerados encerrados quando não houve germinação durante sete dias seguidos (Labouriau, 1983; BRASIL, 1992; Maia *et al.*, 2007).

Após a evisceração e remoção das sementes, os peixes foram fixados em formaldeído diluído em água a 10%, conservados em álcool 70% e incorporados a

coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi – MCT/MPEG, sob os seguintes números de tombo (lotes): MPEG19134; MPEG19202; MPEG19203; MPEG19610; MPEG19611; MPEG21668; MPEG21669; MPEG21669; MPEG21670; MPEG21671; MPEG21672; MPEG21673; MPEG21674; MPEG21675; MPEG21676; MPEG21677; MPEG21678; MPEG21679; MPEG21680; MPEG21681.

Para o estudo sobre o papel ecológico de *Lithodoras dorsalis* como agente dispersor de sementes na Foz Amazônica, foram calculadas as Frequências de Ocorrência (FOi%) total e mensal de frutos e sementes encontrados no estômago dos indivíduos, com o objetivo de verificar quais espécies vegetais são mais presentes na dieta de *L. dorsalis*, para compor os testes de germinação. A Frequência de Ocorrência (FOi%) é dada pela seguinte fórmula (Hyslop, 1980): $FOi\% = (N_i / N_{est}) * 100$ Onde: FOi% = frequência de ocorrência do item *i*; N_i = número de estômagos onde o item *i* estava presente; N_{est} = número total de estômagos analisados.

Após a Frequência de Ocorrência (FOi%), foi realizada uma Regressão Linear Simples entre o peso dos frutos e sementes presentes no estômago e o tamanho corporal dos espécimes, com o objetivo de verificar se a intensidade na obtenção desses itens alimentares depende do tamanho corporal do indivíduo, testando a H_0 de que a intensidade na obtenção de frutos e sementes não tem relação com o tamanho do espécime.

O Índice de Importância Alimentar (IA_i%, modificado de Kawakami e Vazzoler, 1980) dos principais frutos e sementes consumidos por indivíduos de tamanhos corporais distintos foi calculado com o objetivo de evidenciar quais itens são mais importantes a medida que os espécimes vão aumentando seu tamanho corporal. O cálculo foi realizado através da seguinte equação: $IA_i\% = (FOi\% * M\% / \sum FOi\% * M\%) * 100$, onde: IA_i% representa o índice de importância alimentar do item *i*; FOi% a frequência de ocorrência do item *i* e M% o peso do item *i*.

Para verificar se o processo de digestão inviabiliza as sementes presentes no trato digestivo de *L. dorsalis* calculou-se a Porcentagem de Germinação (PG%), de acordo com a fórmula proposta por Labouriau & Valadares (1976): $PG\% = (SG / AM) * 100$, onde: SG é o número de sementes germinadas, e AM é o total de sementes da amostra.

Os resultados da Porcentagem de Germinação (PG%) para o açaí *Euterpe oleracea* Mart. e para a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott. foram submetidos ao teste do Qui-quadrado (χ^2), com 5% de significância, para testar a H_0 de

que não há diferença na porcentagem de germinação entre os tratamentos A, B e Controle.

Para avaliar qual o efeito da digestão na velocidade de germinação das sementes, foi calculado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), que é determinado registrando-se as frequências germinativas em intervalos de 24 horas e calculado pela fórmula adaptada de Maguire (1962): $IVG = \sum (G_i\% / N_i)$, onde: IVG é o somatório da razão entre a porcentagem de sementes germinadas no tempo i ($G_i\%$) e o espaço de tempo i (N_i).

Resultados

Durante os doze meses de coleta foram capturados 371 indivíduos de *Lithodoras dorsalis*, todos sexualmente imaturos, dos quais 268 (74,93%) apresentaram frutos e sementes em seus estômagos. Para as análises foram utilizadas 270 sementes de *Euterpe oleracea* Mart. (90 para cada tratamento) e 60 de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (30 para cada tratamento). A diferença no número de estruturas germinativas para as análises entre a aninga e o açaí deve-se ao fato de terem sido encontradas muitas sementes fragmentadas de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott no estômago do bacu-pedra, o que não ocorreu com *Euterpe oleracea* Mart., onde as mesmas permaneceram intactas no trato digestivo de *L. dorsalis*.

Os frutos e sementes que fizeram parte da alimentação de *Lithodoras dorsalis* e suas respectivas frequências gerais de ocorrência estão listados da Tabela 4, evidenciando o consumo de sete espécies vegetais em proporções distintas, sendo que o açaí *Euterpe oleracea* Mart. (FOi% = 35,70%), a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (FOi% = 28,88%) e o buriti *Mauritia flexuosa* Mart. (FOi% = 30,24%) foram as mais comuns.

Tabela 4 - Frutos e sementes presentes na dieta de *Lithodoros dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

Item	Frequência de Ocorrência (FO _i %)
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	35,70%
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott	28,88%
<i>Mauritia flexuosa</i> Mart.	30,24%
<i>Anacardium occidentale</i> L	0,27%
<i>Spondias mombin</i> L.	0,54%
<i>Mangifera indica</i> L.	0,27%
<i>Zea mays</i> L.	0,27%

A Figura 11 representa a Frequência de Ocorrência (FO_i%) mensal dos principais frutos e sementes presentes na dieta de *Lithodoros dorsalis*, sendo o açaí *Euterpe oleracea* Mart. o mais abundante em quase todo o período amostrado, seguido pelo buriti *Mauritia flexuosa* Mart. e pela aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott que foram utilizados com mais frequência quando a disponibilidade de *Euterpe oleracea* Mart. estava menor no ambiente (ver Capítulo 1 desta dissertação). Os outros vegetais presentes na dieta de *L. dorsalis* ocorreram em número menor, sendo consumidos em quantidade inferior quando comparado com o açaí, a aninga e o buriti (ver Tabela 4).

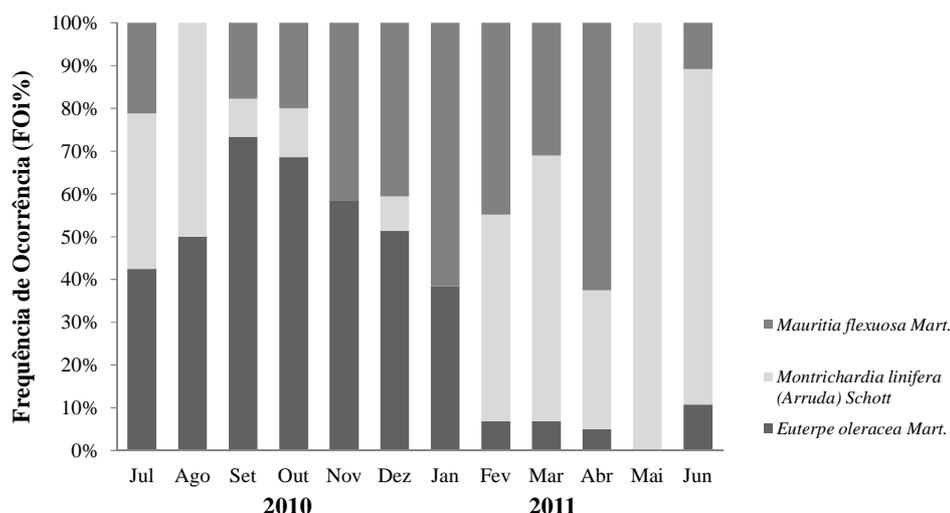


Figura 11 - Frequência de Ocorrência (FO_i%) mensal dos três principais frutos e sementes consumidos por *Lithodoros dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

A análise de Regressão Linear evidenciou que existe uma relação positiva entre o tamanho do indivíduo e o consumo de frutos e sementes ($R^2 = 0,35$; $p < 0,001$), onde espécimes maiores de peixes tendem a se alimentar de uma massa maior de frutos e sementes do que peixes menores (Figura 12).

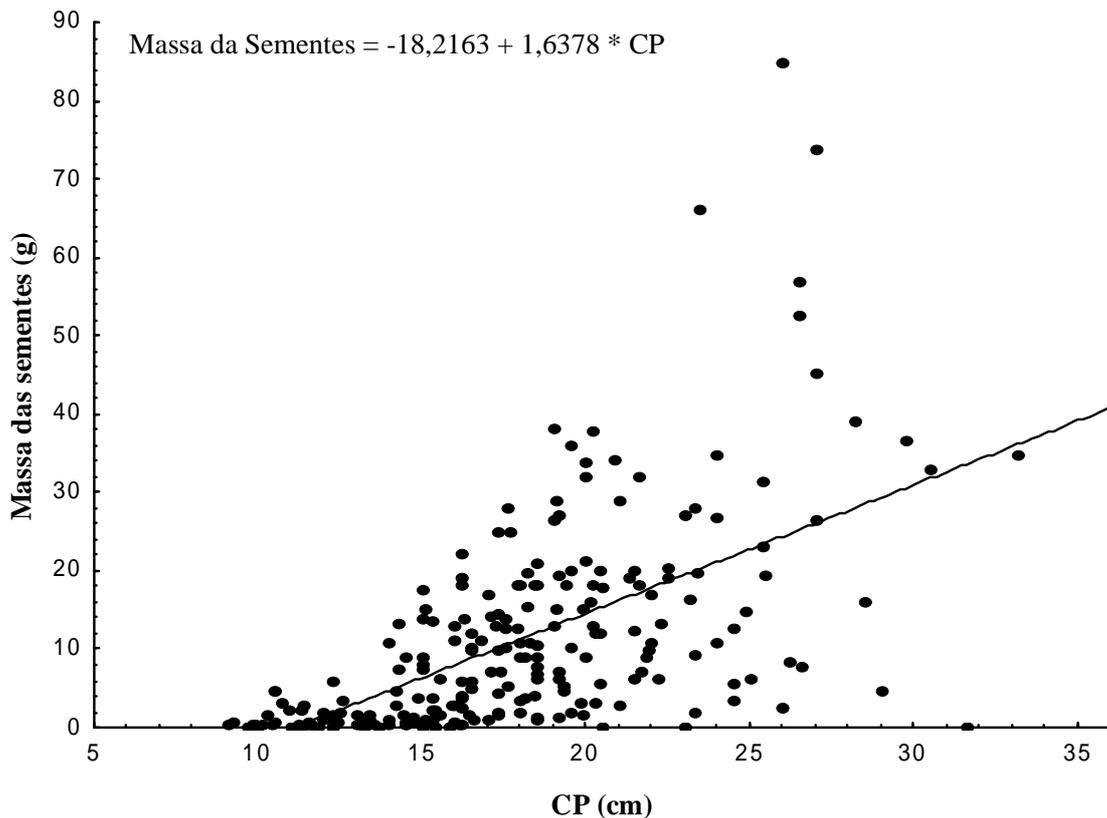


Figura 12 - Relação entre o tamanho corporal (cm) e o consumo de frutos e sementes (g) por *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

A Tabela 5 mostra o Índice de Importância Alimentar ($IA_i\%$) dos principais frutos e sementes consumidos por indivíduos de tamanhos distintos. Espécimes menores que 13,6cm consumiram principalmente *Mauritia flexuosa* Mart., enquanto que indivíduos entre 13,6 e 24,7cm alimentaram-se mais frequentemente de *Euterpe oleracea* Mart. e peixes maiores que 24,7cm apresentaram *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott como item mais importante na dieta.

Tabela 5 - Índice de Importância Alimentar (IA_i%) dos principais frutos e sementes consumidos por espécimes de *L. dorsalis* de distintos tamanhos corporais na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

Tamanho corporal	Item		
	Açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	Aninga (<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott)	Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> Mart.)
< 13,6cm	1 ₋₂ :387	6 ₋₂ :146	92 ₋₂ :467
13,6 - 19,1cm	90 ₋₂ :087	2 ₋₂ :838	7 ₋₂ :075
19,2 - 24,7cm	91 ₋₂ :960	6 ₋₂ :127	1 ₋₂ :913
> 24,7cm	32 ₋₂ :970	66 ₋₂ :173	0 ₋₂ :857

Dos frutos e sementes listados anteriormente, foram selecionados o açaí *Euterpe oleracea* Mart. e a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, por atingirem uma quantidade satisfatória de sementes para a realização dos testes de germinação, pois itens como o buriti *Mauritia flexuosa* Mart. e o taperebá *Spondias mombin* L. apresentaram bastante polpa e poucas sementes no trato digestivo de *Lithodoras dorsalis*.

A porcentagem de germinação (PG%) para o açaí *Euterpe oleracea* Mart. e para a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott estão apresentados na Tabela 6. Destaca-se que os tratamentos A e B para *Euterpe oleracea* Mart. apresentaram uma porcentagem de germinação similar ($\chi^2 = 1,966$; gl = 1; p = 0,160), porém nenhuma semente do tratamento controle germinou. Por outro lado, sementes de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott provenientes de árvores matrizes atingiram uma porcentagem de germinação superior às sementes retiradas do estômago dos espécimes, apesar dessa diferença não ser significativa ($\chi^2 = 0,372$; gl = 1; p = 0,541).

Tabela 6 - Porcentagem de germinação das sementes de *Euterpe oleracea* Mart. e *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott para os distintos tratamentos.

Item	Porcentagem de germinação (PG%)		
	Tratamento A	Tratamento B	Controle
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	87,5%	86,25%	0%
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott	33,33%	-	76,66%

A porcentagem de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. germinadas diariamente e a velocidade de germinação das mesmas estão representadas nas Figuras 13 e 14, respectivamente, para os três tratamentos.

As sementes de *Euterpe oleracea* Mart. do tratamento A iniciaram a germinação dois dias antes do tratamento B, no 14º e no 16º dia, respectivamente.

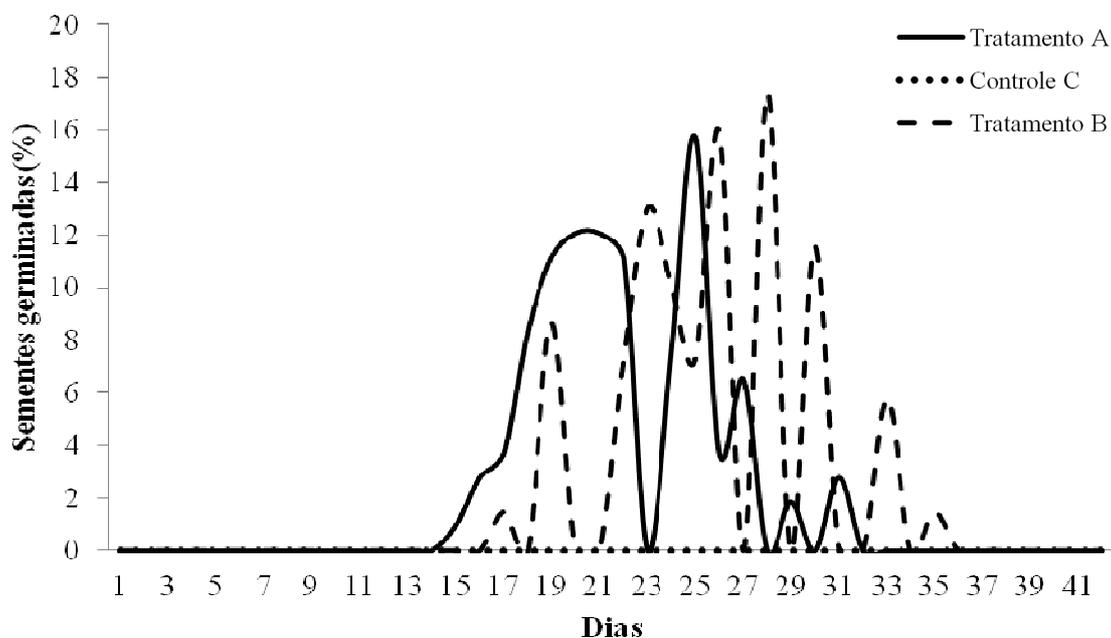


Figura 13 - Porcentagem de germinação diária das sementes de *Euterpe oleracea* Mart. provenientes do estômago de *Lithodoras dorsalis* (tratamento A), com epicarpo e mesocarpo retirados manualmente (tratamento B) e oriundas de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

A velocidade de germinação foi maior para sementes provenientes do estômago de *L. dorsalis*, que atingiram 100% de germinação no 30º dia. Além disso, vale ressaltar que quando 50% das sementes do tratamento A estavam germinadas no 21º dia, apenas 10% das estruturas germinativas do tratamento B haviam emitido suas radículas.

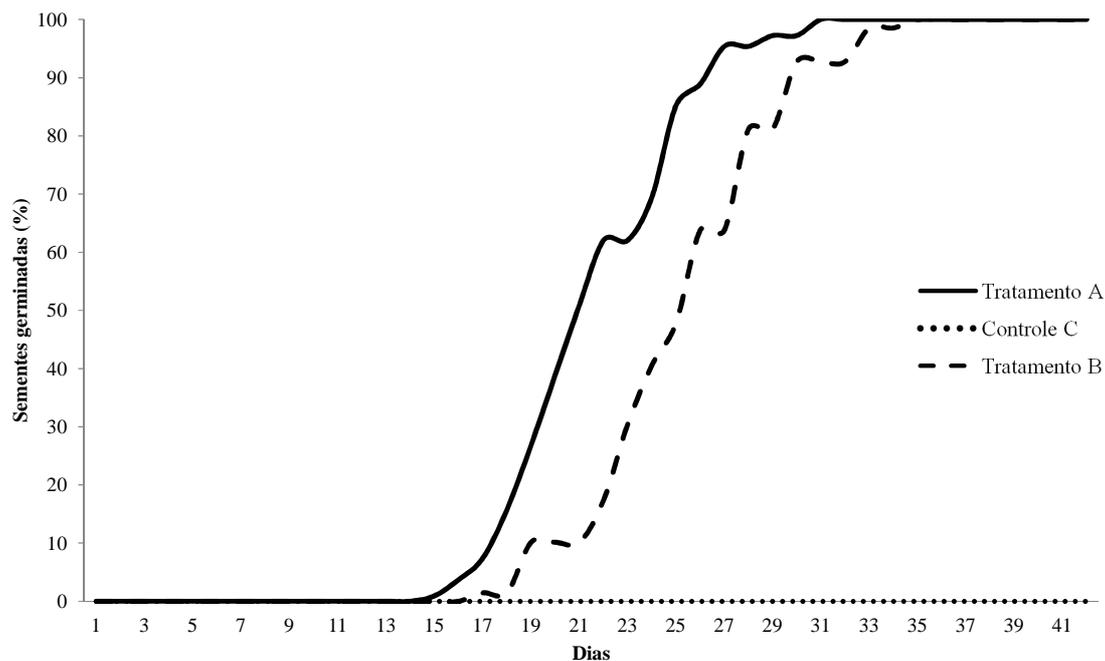


Figura 14 - Velocidade de germinação das sementes de *Euterpe oleracea* Mart. provenientes do estômago de *Lithodoras dorsalis* (Tratamento A), com epicarpo e mesocarpo retirados manualmente (Tratamento B) e oriundas de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

A porcentagem de sementes de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott germinadas diariamente e a velocidade de germinação das mesmas estão representadas nas Figuras 15 e 16, respectivamente, para os dois tratamentos.

De forma semelhante ao ocorrido para *Euterpe oleracea* Mart., as sementes de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott do tratamento A iniciaram a germinação antes do Controle no 11º e no 12º dia, respectivamente.

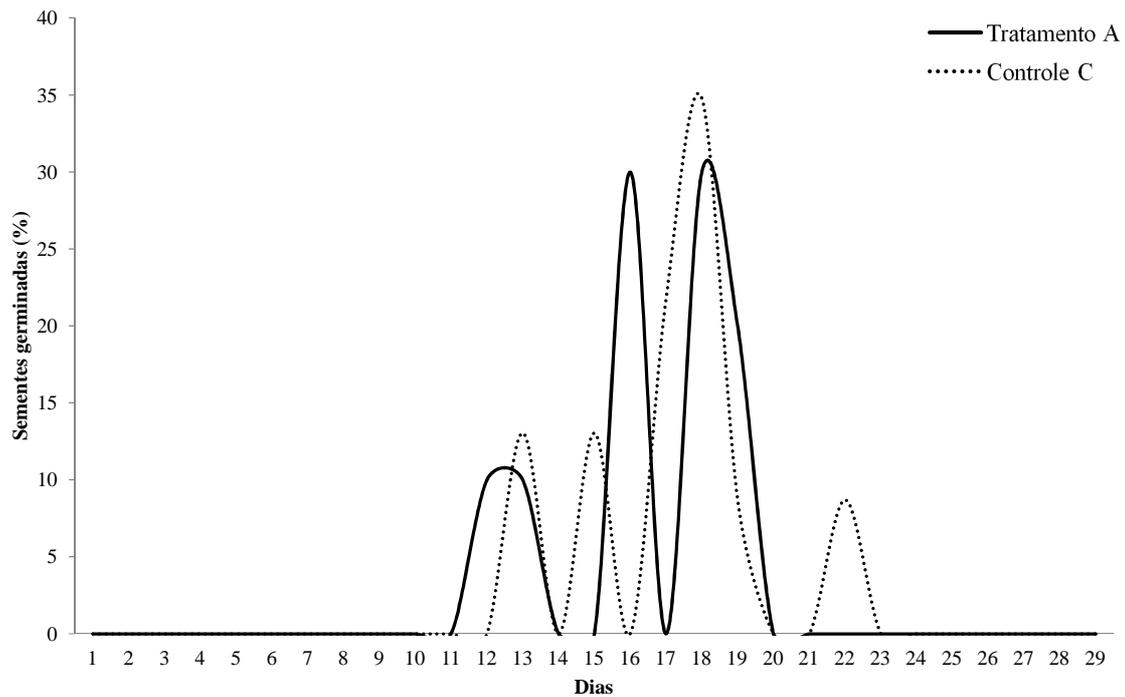


Figura 15 - Porcentagem de germinação diária das sementes de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott provenientes do estômago de *Lithodoros dorsalis* (tratamento A) e de plantas matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

A velocidade de germinação dos dois tratamentos foi similar (IVG com 29 dias tratamento A = 6,196 e IVG com 29 controle = 5,937), mas deve-se levar em consideração a porcentagem de germinação que foi consideravelmente diferente para os dois tratamentos (PG% tratamento A = 33,33% e PG% controle = 76,66%).

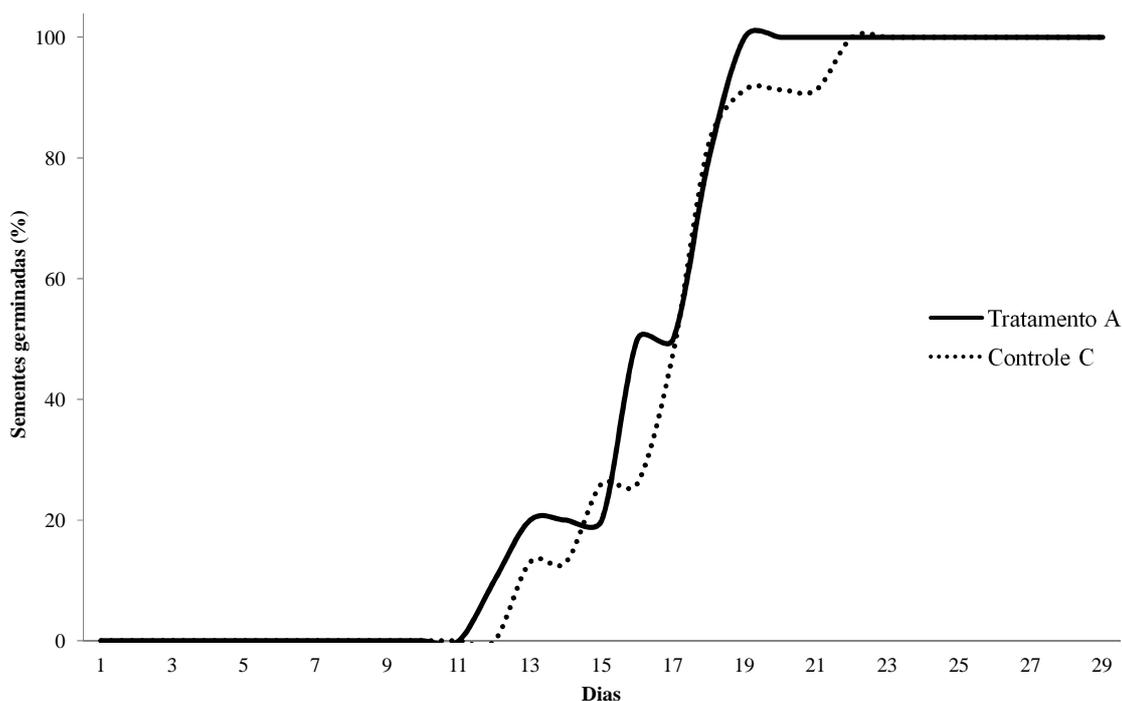


Figura 16 - Velocidade de germinação das sementes de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott provenientes do estômago de *Lithodoras dorsalis* (tratamento A) e de árvores matrizes (Controle) na Foz Amazônica, Pará, Brasil.

Discussão

Ecosistemas de várzea possuem alta concentração de nutrientes dissolvidos e grande carga sedimentar fértil, conferindo fertilidade e alta produtividade a estes ambientes, o que possibilita o desenvolvimento de diversas espécies vegetais (Maia & Chalco, 2002). Esses ecossistemas são uma importante fonte de alimento para a ictiofauna residente, principalmente no período chuvoso, quando os peixes adentram na várzea e se alimentam de folhas jovens, frutos e sementes (Goulding, 1980; Waldhoff, 1996; Winemiller & Jepsen, 1998; Maia & Chalco, 2002).

A presença de diásporos vegetais intactos no trato digestivo dos peixes pode ser um indicador favorável de que este animal é um potencial dispersor (Gottsberger, 1978). Vários estudos têm comprovado que a passagem das sementes pelo trato digestivo do peixe pode manter ou aumentar o desempenho germinativo da planta em questão (Stevaux *et al.*, 1994; Pilati *et al.*, 1999).

Além da ampliação do desempenho germinativo, o aumento no tamanho corporal dos espécimes com o crescimento, também pode influenciar a atividade de um dispersor, já que de acordo com Abelha *et al.* (2001), indivíduos de tamanhos distintos podem, geralmente, apresentar diferenças em suas dietas devido à limitação morfológica durante as fases de desenvolvimento. Os resultados obtidos a partir do estudo da

alimentação de *Lithodoras dorsalis* corroboraram com essa afirmação, uma vez que a intensidade na obtenção de frutos e sementes pela espécie aumentou com o crescimento dos indivíduos, pois a partir do incremento no tamanho corporal, os espécimes puderam ampliar sua capacidade de forrageio, utilizando um espectro maior de recursos (Abelha *et al.*, 2001).

No presente trabalho, indivíduos menores alimentaram-se principalmente de frutos menores como o buriti *Mauritia flexuosa* Mart. e, em menor quantidade, com o aumento corporal a espécie passou a utilizar outros frutos, como o açaí *Euterpe oleracea* Mart. e a aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, além de ter incrementado a quantidade de itens digeridos por indivíduo. Esse aumento no consumo de frutos e sementes é uma forte evidência de que *L. dorsalis* pode ser considerada dispersora, pois, de acordo com Schupp (1993), um dos fatores que influenciam na eficiência de um dispersor é o número de sementes consumido por visita do peixe ao vegetal.

Lithodoras dorsalis, assim como outros doradídeos, apresenta uma grande variedade de frutos e sementes em sua dieta (Ringuelet *et al.*, 1967; Stevaux *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2006; 1^o Capítulo desta dissertação), sendo que no presente estudo as principais sementes foram: do açaí *Euterpe oleracea* Mart. e da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda). As sementes da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) foram encontradas fragmentadas em diversos estômagos, o que contribuiu para o baixo desempenho germinativo das mesmas, evidenciando o bacu-pedra, como um não dispersor desse vegetal, pois apesar de acelerar a germinação das sementes, em torno de 40% das mesmas foram destruídas pelo processo de digestão. O contrário ocorreu para as sementes do açaí *Euterpe oleracea* Mart. que foram encontradas, em sua totalidade, intactas no trato digestivo do bacu-pedra. O processo digestivo acelera a germinação das sementes a partir da retirada do epicarpo e do mesocarpo do vegetal, o que possibilita a quebra da dormência da semente e a consequente a germinação da mesma (Nascimento & Silva, 2005; EMBRAPA, 2006; Martins *et al.*, 2009; Gama *et al.*, 2010).

Muitos estudos têm evidenciado a ictiocoria como um importante processo que auxilia na sobrevivência de espécies vegetais. Stevaux *et al.* (1994) demonstrou que o bacu-liso *Pterodoras granulosus* é um eventual dispersor de espécies de *Ficus*, *Cecropia* e *Polygonum* na bacia do rio Paraná, Brasil. Da mesma forma, Maia *et al.* (2007) em um estudo na Ilha da Marchantaria, Manaus (AM, Brasil), verificaram que a

sardinha *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) é um dos agentes dispersores da sardinheira *Bothriospora corymbosa* (Bth) Hook. Galletti *et al.* (2007) avaliaram se o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), no pantanal brasileiro, é um agente dispersor de diásporos vegetais e evidenciaram que este peixe dispersa sementes da palmeira *Bactris glaucescens* Drude. Assim como Anderson *et al.* (2009) que testaram o potencial papel tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) e da pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) como dispersores de semente em um reserva nacional no Peru e comprovaram que as duas espécies de peixes dispersam cerca de 35% das espécies vegetais encontradas na região, como a embaúba *Cecropia latiloba* Miq. Além dos trabalhos com espécies-alvo, Pollux (2011) e Horn *et al.* (2011) fizeram uma revisão de estudos e da ocorrência da ictiocoria pelo mundo, destacando impactos ambientais e antrópicos sobre peixes frugívoros, além da importância deste tipo de dispersão para as plantas.

A dispersão de sementes desempenha um papel fundamental na história de vida dos vegetais, influenciando sua biologia, evolução e distribuição no ambiente (Fenner, 2000; Silvertown & Antonovics, 2001). Muitas plantas apresentam hábitos de vida sésseis, não podendo se deslocar de um local para outro. Assim, segundo Steavaux *et al.* (1994), o plantio de espécies cujas sementes permanecem intactas no trato digestivo dos peixes, pode ser amplamente distribuído em toda a área alagada, sendo assentadas em lugares diferentes daqueles ocupados pela planta mãe. Além do deslocamento realizado pelo dispersor, uma única espécie de planta pode ser consumida por inúmeras espécies de peixes, o que aumenta a probabilidade do vegetal atingir novas áreas através da migração da ictiofauna, além de poder conectar populações de plantas em paisagens fragmentadas (Goulding, 1980; Schupp, 1993; Nathan & Muller-Landau, 2000; Levey *et al.*, 2005; Piedade *et al.*, 2006; Seidler & Plotkin, 2006). A Foz Amazônica é repleta de ilhas (Goulding *et al.*, 2003; Machado, 2008) e, através do deslocamento de *Lithodoras dorsalis*, o açaí *Euterpe oleracea* Mart. pode atingir diversos locais que não atingiria sem o auxílio do potencial dispersor.

Apesar de uma única planta poder ser consumida por vários peixes, os mecanismos de dispersão podem causar interdependência, sendo resultado de uma seleção natural para características que aumentem as chances de sobrevivência das sementes (Fenner, 1985), como o que aconteceu entre *Lithodoras dorsalis* e *Euterpe oleracea* Mart., sendo este vegetal o único a ser dispersado pelo bacu-pedra. Devido essa relação de interdependência, a dispersão de sementes é um processo importante

para dispersores e vegetais, onde os dois lados são favorecidos: o dispersor, por possuir uma fonte de alimento rica em energia, e a planta, por ter oportunidade de perpetuar sua espécie e colonizar novos ambientes, já que a dispersão estabelece a distribuição espacial inicial dos vegetais, determina o conjunto de espécies que interagem e contribui para a estrutura da comunidade e a manutenção da diversidade de espécies (Seidler & Plotkin, 2006; Anderson *et al.*, 2009).

Tendo em vista, o potencial papel como dispersor de sementes por *Lithodoras dorsalis*, conclui-se que a espécie apresenta um alimentação composta principalmente por frutos, sendo uma potencial dispersora do açaí *Euterpe oleracea* Mart., por ampliar o desempenho germinativo das sementes provenientes do trato digestivo do animal quando comparadas com estruturas germinativas retiradas de árvores matrizes. Além da ampliação do desempenho germinativo, com o aumento do tamanho corporal, houve um incremento na quantidade de sementes consumidas pelo bacu-pedra, favorecendo seu possível papel como dispersor. Por fim, destaca-se a importância da floresta ripária para a ictiofauna e vice-versa devido à relação de interdependência entre esses dois componentes dos ecossistemas de várzea, onde cada um desempenha um papel fundamental para a sobrevivência do outro, seja como fonte de alimento seja como dispersor de sementes.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento, ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), à Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba (IFPA-Abaetetuba) pelo apoio logístico, à pesquisadora e professora Dr^a Alba Lins pela ajuda na identificação das sementes e ao Sr. Ilso, Jaime e Giovani pela assistência em campo.

Referências

Abelha MCF, Agostinho AA, Goulart E (2001) Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum* 23(2):425-434.

Amarante CB, Solano FAR, Lins ALFA, Müller AH, Müller RCS (2011) Caracterização Física, Química e Nutricional dos Frutos da Aninga. *Planta Daninha* 29(2):295-303.

Anderson JT, Rojas JS, Flecker AS (2009) High-quality seed dispersal by fruit-eating fishes in Amazonian floodplain habitats. *Oecologia* 161:279–290.

Barthem RB, Schwassmann HO (1994) Amazon river influence on the seasonal displacement of the salt wedge in the Tocantins river estuary, Brazil, 1983-1985. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia* 10:119-130.

Barthem RB, Charvet-Almeida P, Montag LFA, Lanna AE (2004) Amazon Basin, Global International Water Assessment: Regional assessment 40b. University of Kalmar, Kalmar, Suécia.

Barthem RB, Fabr e NN (2004) Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da amazônia. In: Ruffino ML (ed) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. IBAMA/PROV RZEA, Manaus, pp 17-62.

Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992) Regras para análise de sementes. CLAV/DNDV/SNAD/MA, Brasília.

Correa SB, Winemiller KO, López-Fernandez H, Galetti M (2007) Evolutionary Perspectives on Seed Consumption and Dispersal by Fishes. *BioScience* 57(9).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2006) Sistema de Produ o do Açaí. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm> Acesso em: 15 de junho de 2011.

Fenner M (1985) *Seed ecology*. Chapman and Hall, London.

Fenner M (2000) *Seeds – The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2nd edn. CABI Publishing, Wallingford.

Galetti M, Donatti CI, Pizo MA, Giacomini HC (2007) Big Fish are the Best: Seed Dispersal of *Bactris glaucescens* by the Pacu Fish (*Piaractus mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil. *Biotropica* 40(3):386-389.

Gama JSH, Monte DMO, Alves EU, Bruno RLA, Júnior JMB (2010). Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. *Revista Ciência Agronômica* 41(4):664-670.

Godinho HP, Godinho AL (2003) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. PUCMinas, Belo Horizonte.

Gottsberger G (1978) Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaita, Amazonia. *Biotropica* 10(93):170-183.

Goulding M (1980) *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, London.

Goulding M, Barthem RB, Ferreira EJG (2003) *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Smithsonian Institution, Washington.

Herrera, CM, Jordano P (1981) *Prunus mahaleb* and birds: the high efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting tree. *Ecological Monographs* 51:203-21.

Horn MH (1997) Evidence for dispersal of fig seeds by the fruit-eating characid fish *Brycon guatemalensis* Regan in a Costa Rican tropical rain forest. *Oecologia* 109:259–264.

Horn MH, Correa SB, Parolin P, Pollux BJA, Anderson JT, Lucas C, Widmann P, Tjiu A, Galetti M, Goulding M (2011) Seed dispersal by fishes in tropical and temperate fresh waters: The growing evidence. *Acta Oecologica*:1-17.

Hyslop EJ (1980) Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17:411-429.

- Janzen DH (1971) Seed predation by animals. *Annual Review Ecology Systematics* 2: 465-492.
- Junk W (1984) Ecology of the varzea of Amazonian whitewater rivers. In: Sioli H (ed) *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp 215-244.
- Junk W, Soares M, Saint-Paul U (1997) The Fish. In: Junk W (ed) *The central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system*. Springer, Berlin, pp 385–408.
- Kawakami E, Vazzoler G (1980) Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado ao estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2): 205-207.
- Laboriau LG, Valadares MB (1976) On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48:174-186.
- Laboriau LG (1983) A germinação das sementes. OEA, Washington.
- Levey DJ, Bolker BM, Tewksbury JJ, Sargent S, Haddad NM (2005) Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds. *Science* 309:146–148.
- Lins ALFA, Oliveira PL (1994) Origem, aspectos morfológicos e anatômicos das raízes embrionárias de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Série Botânica* 10(2).
- Lorenzi H (1992) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi H, Souza HM, Costa JTM, Cerqueira LSC, Behr N (1996) *Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas*. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- Machado J (2008) *O Município de Abaetetuba: Geografia Física e Dados Estatísticos*. Edições Alquimia, Abaetetuba.
- Maguire JD (1962) Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2(2):176-177.

Maia LMA (2001) Frutos da Amazônia: Fonte de Alimento para Peixes. SEBRAE-AM, Manaus.

Maia LMA, Chalco FP (2002) Produção de frutos de espécies da floresta de várzea da Amazônia Central importantes na alimentação de peixes. *Acta Amazônica* 32(1):45:54.

Maia LMA, Santos LM, Parolin, P (2007) Germinação de sementes de *Bothriospora corymbosa* (Rubiaceae) recuperadas do trato digestório de *Triportheus angulatus* (sardinha) no Lago Camaleão, Amazônia Central. *Acta Amazonica* 37(3):321-326.

Margalef R (1991) *Ecologia*. Omega, Barcelona.

Martins CC, Nakagawa J, Bovi MLA (2009). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Açaí. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(1):231-235.

Mayo SJ, Bogner J, Boyce PC (1997) *The Genera of Araceae*. Royal Botanic Gardens, United Kingdom.

McKey D (1975) The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: Gilbert LE, Raven PH (eds) *Coevolution of animals and plants*. University of Texas Press, Austin.

Milliman JD, Meade RH (1983) World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of Geology* 91:1-21.

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) (2007) Espécies de plantas selecionadas como plantas do futuro da região Norte. Lista prioritária 1 (Lista Verde). <<http://www.museu-goeldi.br>>. Acesso em: 20 de maio de 2011.

Nascimento WMO do, Silva WR da (2005) Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(3):349-351.

Nathan R, Muller-Landau HC (2000) Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution* 15:278–285.

Nogueira OL (1995) *A cultura do açaí*. EMBRAPA-SPI, Brasília.

Oliveira EC, Piña-Rodrigues FCM, Figliolia MB (1996) Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Revista Brasileira de Sementes* 11(1-3):1-42.

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology Earth System Sciences* 11:1633–1644.

Piedade MTF, Parolin P, Junk WJ (2006) Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian blackwater floodplains. *Revista de Biología Tropical – International Journal of Tropical Biology and Conservation* 54:1171–1178.

Pilati R, Andrian IF, Carneiro JWP (1999) Desempenho germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* trec. (Cecropiaceae), recuperadas do trato digestório de Doradidae, *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1883), da planície de inundação do Alto Paraná. *Interciencia* 24:47-55.

Pollux BJA (2011) The experimental study of seed dispersal by fish (ichthyochory). *Freshwater Biology* 56:197–212.

Ringuelet RA, Arámburu RH, Arámburu AA (1967) Los Peces Argentinos de Agua Dulce. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, La Plata.

Sabaj MH, Ferraris Jr, CJ (2003) Family Doradidae (Thorny Catfishes). In Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CJ (eds) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre.

Samuels IA, Levey DJ (2005) Effects of gut passage on seed germination: do experiments answer the questions they ask? *Functional Ecology* 19:365-368.

Santos GM dos, Mérona B de, Juras AA, Jégu, M (2004) Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. ELETRONORTE, Brasília.

Santos GM dos, Ferreira EJG, Zuanon JAS (2006) Peixes comerciais de Manaus. Próvarzea, Manaus.

Seidler T, Plotkin JB (2006) Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *PLoS Biol* 4(11):344.

Silva E Silva BM da, Môro FV, Sader R, Kobori NN (2007) Influência da posição e da profundidade de sementeira na emergência de plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. - *Arecaceae*). *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(1):187-190.

Silvertown J, Antonovics J (2001) *Integrating Ecology and Evolution in a Spatial Context*. Blackwell Science Ltd, London.

Stevaux MCS, Negrelle RRB, Citadini-Zanette V (1994) Seed dispersal by fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River Basin, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10:621-626.

Schupp EW (1993) Quantity, quality, and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108:15-29.

Tinoco AC (2005) *Açaí amazônico: novas perspectivas de negócio*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém.

Waldhoff D, Saint-Paul U, Furch B (1996) Value of fruits and seeds from the floodplain forests of Central Amazonia as food resource for fish. *Ecotropica* 2:143-156.

Welcomme RL (1979) *Fisheries Ecology of floodplain rivers*. Longman Group Limited, London.

Wheelwright NT, Orians GH (1981) Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology and constraints on coevolution. *American Naturalist* 119:402-413.

Winemiller KO, DB JEPSEN (1998) Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology* 53: 267-296.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O estudo sobre os aspectos ecológicos do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* na Foz Amazônica, Brasil evidenciou as seguintes informações:

1. *Lithodoras dorsalis* foi classificado como herbívoro oportunista, com forte tendência à frugivoria.
2. A disponibilidade de alimentos entre períodos pluviométricos influenciou na intensidade alimentar da espécie, mas não afetou a composição da dieta do bacu-pedra durante o ano.
3. O comportamento de forrageio é influenciado pelos períodos de frutificação das espécies vegetais, pois *L. dorsalis* se alimenta dos frutos e sementes mais abundantes no ambiente em cada período pluviométrico.
4. Com relação ao papel do bacu-pedra como dispersor de sementes, destaca-se que a espécie apresenta uma alimentação composta basicamente de frutos e sementes, principalmente de açáí *Euterpe oleracea* Mart., de aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott e de buriti *Mauritia flexuosa* Mart.
5. *Lithodoras dorsalis* não é dispersora da aninga *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott por inviabilizar, aproximadamente, 40% das sementes através do processo de digestão.
6. *Lithodoras dorsalis* é uma potencial dispersora do açáí *Euterpe oleracea* Mart., por ampliar o desempenho germinativo das sementes provenientes do trato digestivo do animal quando comparadas com estruturas germinativas retiradas de árvores matrizes.
7. Através do aumento do tamanho corporal, houve um incremento na quantidade de sementes consumidas por *Lithodoras dorsalis*, favorecendo seu possível papel como dispersor.
8. Por fim, destaca-se a importância da conservação da floresta ripária para peixes neotropicais, como *Lithodoras dorsalis*, por disponibilizar recursos, principalmente de origem vegetal, que são essenciais na alimentação da ictiofauna local. Além disso, através da ictiocoria evidencia-se uma importante relação de interdependência entre os peixes e a floresta ripária de várzea, onde cada um desempenha um papel fundamental para a sobrevivência do outro, seja como fonte de alimento seja como dispersor de sementes.

Com essa pesquisa esperamos ter aprimorado os conhecimentos dos aspectos ecológicos relacionados à ecologia alimentar e à dispersão de sementes na Amazônia, contribuindo para ampliar o conhecimento ecológico de *Lithodoras dorsalis* e da família Doradidae que são rudimentares apesar da abundância e diversidade de membros dessa família na região de estudo. Além disso, esperamos ter evidenciado a importância da foz amazônica e da mata ripária de várzea para a ictiofauna, por disponibilizar alimento e abrigo, servindo como berçário ou área de crescimento para muitas espécies. Por fim, a partir das informações adquiridas no presente estudo, esperamos ter fornecido parâmetros para tomadas de decisões eficientes na conservação das espécies e dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APRESENTAÇÃO GERAL)

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23(2): 425-434.
- AGOSTINHO, C. S.; MARQUES, E. E.; OLIVEIRA, R. J. de; BRAZ, P. S. 2009. Feeding ecology of *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae) in the Lajeado Reservoir, Tocantins, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 99(3): 301-306.
- GOTTSBERGER, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated region of Humaita, Amazonia. *Biotropica* 10(3): 170-183.
- GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. University of California Press, London. 280 p.
- GOULDING, M.; SMITH, N. J. H.; MAHAR, D. J. 1996. Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon. Columbia University Press, New York. 193 p.
- HAHN, N. S.; JÚNIOR, A. M.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A.; 1992. Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do alto rio Paraná. *Revista UNIMAR, Maringá* 14 (Suplemento): 163-176.
- JORDANO, P.; FORGET, P. M.; LAMBERT, J. E.; BÖHNING-GAESE, K.; TRAVESET, A.; WRIGHT, S. J. 2011. Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a key ecological interaction. *Biology Letters: Evolutionary Biology* 7, p. 321-323.
- JUNK, W. J. 1980. Áreas inundáveis: um desafio para a limnologia. *Acta Amazonica*, 10(4): 775-796.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo. 534p.
- MAIA, L. A.; CHALCO, F. P. 2002. Produção de frutos de espécies da floresta de várzea da Amazônia Central importantes na alimentação de peixes. *Acta Amazônica* 32(1): 45:54.

RINGUELET, R. A.; ARÁMBURU, R. H. & ARÁMBURU, A. A. 1967. Los Peces Argentinos de Agua Dulce. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, La Plata. 602p.

SABAJ, M. H. & FERRARIS JR, C. J. 2003. Family Doradidae (Thorny Catfishes). In: Reis, R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris Jr, C. J. (Org.) 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742 p.

SANTOS, G. M. dos; MÉRONA, B. de; JURAS, A. A.; JÉGU, M. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. ELETRONORTE, Brasília. 216 p.

WINEMILLER, K. O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, 26:177-199.