



JÚLIA GIORA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E HÁBITO ALIMENTAR DE *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966 (TELEOSTEI, STERNOPYGIDAE) DO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Ictiologia e Herpetologia

Orientador: Profa. Dra. Clarice Bernhardt Fialho

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2004

BIOLOGIA REPRODUTIVA E HÁBITO ALIMENTAR DE *Eigenmannia trilineata*
López & Castello, 1966 (TELEOSTEI, STERNOPYGIDAE) DO PARQUE
ESTADUAL DE ITAPUÃ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

JÚLIA GIORA

Aprovada em _____

Dr. Fernando G. Becker

Dr. John R. Burns

Dr. William G. R. Crampton

Agradecimentos

À CAPES, pela bolsa concedida.

À Prof^a. Dra. Clarice Bernhardt Fialho, pela orientação, amizade, confiança e paciência com meus momentos de ansiedade.

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto Malabarba, pelo auxílio na identificação da espécie estudada e estímulo ao meu trabalho.

À todos aqueles que auxiliaram no trabalho de campo: Ana Paula S. Dufech, Carlos Eduardo Machado, Daniel de Borba Rocha, Diego Cognato, Giovanni Neves, Jacira Silvano, Juan A. Anza, Juliano Ferrer, Ludmila Ramos, Marco A. Azevedo, Sue B. Nakashima, Tatiana S. Dias, Vinícius R. Lampert e o motorista Argílio.

Aos colegas do Laboratório de Ictiologia, os quais, cada um com sua especialidade, formam uma equipe sólida, qualificada e divertida, servindo de base não somente para este mas também para muitos outros trabalhos. Dentre estes colegas, um agradecimento especial para Ana Paula S. Dufech, minha companheira de mestrado e de projeto de Itapuã, por todo o auxílio e amizade; para Marco A. Azevedo pela ajuda com os problemas do dia-a-dia de trabalho e com os ajustes da dissertação; para Fábio F. Lopes e Cristina Oliveira pelas sugestões e auxílio em histologia.

Às amigas Renata B. de Azevedo, Renata Bornholdt e Sue B. Nakashima pela positividade, carinho e amizade indispensáveis para que o bom humor e a tranquilidade sejam mantidos nos momentos difíceis.

À toda minha família e em especial à meu pai, Ítalo, minha mãe, Jamaira, e meu irmão, Tiago, pelo apoio, auxílio em tudo, confiança, carinho,

compreensão e paciência com todo o tipo de irritação, mau humor e equipamentos de campo sujos pela casa.

Ao meu amor Daniel, pelo auxílio imprescindível em todas as etapas do trabalho; pelo estímulo diário, confiança, carinho, tranqüilidade e companheirismo; pela paciência e compreensão nos momento de cansaço, nervosismo e falta de tempo; por me trazer paz e felicidade sem as quais nenhuma realização é possível.

Sumário

Capítulo 1

Introdução Geral.....	2
-----------------------	---

Capítulo 2

Biologia Reprodutiva de <i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966 (TELEOSTEI, STERNOPYGIDAE) do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil.....	17
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Capítulo 3

Hábito alimentar de <i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966 (Teleostei, Sternopygidae) do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil.....	55
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Capítulo 4

Conclusão Geral.....	85
Referências Bibliográficas.....	88

Capítulo 1

Introdução Geral

Introdução Geral

A Ordem Gymnotiformes compreende os peixes popularmente conhecidos como “peixes elétricos” assim chamados por serem capazes de gerar uma corrente elétrica, através de vários tecidos especializados que formam o órgão elétrico. São peixes que apresentam uma morfologia externa peculiar. Possuem corpo alongado; ausência das nadadeiras dorsal, pélvicas e caudal (exceção à família Apterontidae, a qual apresenta uma nadadeira caudal reduzida, e de formas larvais de alguns representantes da família Sternopygidae) (Mago-Leccia, 1994); uma nadadeira anal muito longa, e o deslocamento de todos órgãos vitais para a parte mais anterior do corpo.

Os gimnotiformes têm sua distribuição geográfica restrita às Américas do Sul e Central (Alves-Gomes, 1997), sendo possível encontrá-los em córregos, pequenos canais e lagoas isoladas, onde podem suportar condições muito baixas de oxigênio durante os períodos de seca (Crampton, 1998a). Também são encontrados em lagunas, áreas inundadas nos períodos chuvosos e, principalmente, no fundo dos canais principais dos grandes rios, onde encontram alimento abundante durante todo o ano. Os peixes elétricos atingem seu mais alto grau de diversidade nas bacias Amazônica e do Orinoco, formando um componente abundante e rico de espécies com amplo alcance de habitats (Crampton, 1996).

Gymnotiformes, assim como os peixes da ordem africana Mormyriiformes, produzem campos elétricos a partir de correntes elétricas alternadas geradas por um ou mais órgãos elétricos (Crampton, 1998a). O órgão elétrico deriva do tecido nervoso (Apterontidae) ou muscular (outras

famílias), e é constituído por células elétricas (eletrócitos) arranjadas em paralelo no eixo longitudinal do peixe adulto. A partir destas descargas do órgão elétrico (EODs) e de um sistema complementar de órgãos eletroreceptores distribuídos sobre quase toda superfície do corpo, o peixe pode perceber o ambiente utilizando estas informações para navegar, forragear e se orientar em águas de pouca visibilidade. Desta forma, esta característica torna-se muito importante, visto que a grande maioria dos gimnotiformes possui hábitos noturnos ou crepusculares.

As EODs também são determinantes na escolha do habitat por parte dos peixes (Crampton, 1998b), em comportamentos predatórios (Westby, 1988), interações intraespecíficas em geral (Kramer, 1983) e comportamento reprodutivo (Kramer, 1985), sendo, atualmente, usado como base para análise das relações filogenéticas dentro do grupo (Alves-Gomes *et al.* 1995), identificação de espécies morfologicamente crípticas e para muitas descrições de novas espécies.

Os peixes elétricos sul-americanos também são capazes de realizar regeneração de grande parte do corpo quando lesados. Esta capacidade regenerativa foi estudada por Ellis (1913), mostrando que pedúnculo caudal, nadadeira anal, tecido muscular, pele, escamas e, principalmente, a coluna vertebral podem ser totalmente reconstituídos, desde que a cavidade celomática não seja atingida.

Segundo Mago-Leccia (1994), tem-se dado pouca importância aos gimnotiformes dos grandes sistemas fluviais da América do Sul. Esse erro de apreciação pode ser explicado pelo fato de que esses peixes, pelo seu tamanho, forma do corpo e hábito de se ocultarem entre a vegetação, escapam

das redes pesqueiras comerciais fazendo com que se imagine que são pouco freqüentes. Além disto, em sua maioria, não são peixes comestíveis e por isso são ignorados nas estatísticas pesqueiras. Crampton (1996) comprovou a real importância desta ordem nas planícies de inundação amazônicas onde Gymnotiformes chegam a superar 70% do total de indivíduos, 50% da biomassa e 40% do número de espécies coletadas, corroborando a afirmação feita por Mago-Leccia (1994).

A família Sternopygidae, a qual pertence a espécie foco deste trabalho, ocorre em todos os países da América do Sul com exceção do Chile (Albert, 2001). Esta família foi recentemente revisada por Mago-Leccia (1978), Lundberg & Mago-Leccia (1986), Albert *et al.* (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001), sendo constituída, atualmente, de 6 gêneros e 30 espécies válidas (Albert, 2003). Entretanto, inúmeras outras espécies ainda estão sendo descritas ou aguardam descrição.

O gênero *Eigenmannia* tem sido objeto de estudos neuroetológicos nos últimos 25 anos, e é o gimnotiforme sobre o qual mais se têm informações a respeito da função das descargas do órgão elétrico para eletrolocação e comunicação social (Dunlap & Zakon, 1998; Kramer, 1983; Kramer, 1985). Entretanto, tal nível de conhecimento não foi acompanhado por estudos sobre a biologia, ecologia, etologia e sistemática do gênero, estando este em um dos mais atrasados graus de informação sistemática dentre os gimnotiformes.

Identidade da espécie estudada

A taxonomia do gênero *Eigenmannia* ainda é bastante problemática, visto que este apresenta pequena diversidade morfológica, grande diversidade

de espécies e ampla distribuição geográfica, com possível variação em cline, fato que tem confundido os especialistas. Além disto, o principal problema para o conhecimento das espécies do referido gênero tem sido a falta de uma revisão taxonômica recente. Mago-Leccia (1994) reconheceu 7 espécies dentro do gênero *Eigenmannia*, sendo elas *E. humboldtii* (Steindachner, 1878), *E. macrops* (Boulenger, 1897), *E. virescens* (Valenciennes, 1842), *E. microstoma* (Reinhardt, 1852), *E. limbata* (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903), *E. trilineata* López & Castello, 1966 e *E. nigra* Mago-Leccia, 1994. Atualmente são considerados válidos os 7 nomes específicos citados por Mago-Leccia, além de *E. vicentespelaea* Triques, 1996 (Albert, 2003).

Neste estudo, foi realizada uma análise das espécies de *Eigenmannia* ocorrentes nas três bacias hidrográficas principais no estado do Rio Grande do Sul, com base nos espécimes da coleção de peixes do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e em exemplares da mesma população em estudo, coletados no Parque Estadual de Itapuã. Foram analisados 40 exemplares procedentes da lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã (20 machos e 20 fêmeas) referentes aos lotes UFRGS 6634, UFRGS 6635, UFRGS 6636 e UFRGS 6633; 5 exemplares da bacia do rio Tramandaí referentes aos lotes UFRGS 2353, UFRGS 2929 e UFRGS 4074; 9 exemplares da bacia do rio Uruguai referentes aos lotes UFRGS 2563, UFRGS 5194, UFRGS 5657 e UFRGS 5802, e 34 exemplares da bacia da laguna dos Patos referentes aos lotes UFRGS 5013, UFRGS 3897, UFRGS 4192, UFRGS 662, UFRGS 663, UFRGS 720, UFRGS 721, UFRGS 731, UFRGS 1789, UFRGS 1790, UFRGS 4246, UFRGS 823, UFRGS 824 e UFRGS 5889. Foram feitas contagens do número de raios das nadadeiras anal (ra) e peitorais (rp), e

retirados os seguintes dados morfométricos: comprimento total (Lt), comprimento do focinho até o fim da nadadeira anal (cfa), comprimento da cabeça (cc), comprimento do focinho (cf), distância do início do focinho ao início da nadadeira anal (f-a), altura do pedúnculo caudal junto ao final da nadadeira anal (bpc), comprimento do maior raio da nadadeira anal (mra), comprimento do maior raio da nadadeira peitoral (mrp), altura do corpo na origem da nadadeira anal (ac), comprimento do filamento caudal (cfc), largura da boca (lb), diâmetro orbital (do), distância interorbital (di), distância da narina posterior à margem do olho (np-o), tamanho da abertura branquial (ab), largura da cabeça à altura do olho (lc-ol) e largura da cabeça à altura do opérculo (lc-op), com base em Sullivan (1997). As proporções corporais foram analisadas com auxílio do programa Datax (versão 4.2) e estão demonstradas nas tabelas 1 e 2. Os dados osteológicos foram tomados a partir da análise de indivíduos diafanizados e corados segundo a técnica de Taylor & Van Dyke (1985), na qual os indivíduos previamente fixados em solução de formalina são despigmentados em solução clarificante de KOH e água oxigenada, têm seus tecidos digeridos em solução digestiva de tripsina em solução tampão de bórax, e cartilagens coradas com azul de alcian e ossos com vermelho de alizarina.

Segundo as análises morfométricas e merísticas realizadas, pode-se concluir que a população estudada da lagoa Negra no Parque Estadual de Itapuã, constitui-se de uma única espécie. Pode-se também observar que não há diferenças entre os dados analisados dos exemplares da bacia da laguna dos Patos, da bacia do rio Tramandaí, e de parte dos exemplares analisados da bacia do rio Uruguai, nem entre estes e a população da lagoa Negra,

concluindo-se, assim, que os mesmos constituem uma unidade específica.

Dois lotes originários da bacia do rio Uruguai apresentaram diferenças significativas em relação aos demais, demonstrando pertencer a uma segunda espécie.

Baseado na descrição original de *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966, foi realizada uma comparação entre as duas espécies encontradas no estado do Rio Grande do Sul e as duas espécies referidas por López & Castello (1966) para a bacia do Prata, que fornecem uma diagnose comparada da nova espécie, *E. trilineata* com *E. virescens*.

A espécie encontrada na lagoa Negra e em todas as bacias hidrográficas do Estado (Fig. 1), apresenta três linhas escuras estendendo-se da parte posterior da cabeça ao início do pedúnculo caudal (a primeira correspondendo à linha lateral, a segunda logo abaixo, na metade inferior do corpo e a terceira na base da nadadeira anal), a boca ligeiramente prognata com a mandíbula óssea estendendo-se anteriormente a frente da premaxila, e 11 a 15 raios na nadadeira peitoral, encaixando-se na diagnose dada por López & Castello (1966) para *Eigenmannia trilineata*.



Fig.1. *Eigenmannia trilineata* da lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã (Lt = 122,96 mm).

A segunda espécie, encontrada somente na bacia do rio Uruguai entre o material examinado, não apresenta as três linhas escuras ao longo do corpo, possui a maxila projetada anteriormente além da mandíbula e apresenta de 17 a 18 raios na nadadeira peitoral, encaixando-se na diagnose de *Eigenmannia virescens* sensu López & Castello (1966).

Britski *et al.* (1999) reconhecem para a região do Pantanal na bacia do Prata três espécies do gênero *Eigenmannia*: *E. trilineata*, *E. virescens*, *Eigenmannia sp.*, sendo que as descrições apresentadas para *E. trilineata* e *E. virescens* corroboram os caracteres acima utilizados para a determinação das espécies ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul. Estes autores também utilizam como critério de separação das espécies o número de raios da nadadeira anal, *E. trilineata* apresentando de 164 a 208 raios na anal (161 a 193 raios nas populações examinadas da lagoa Negra, laguna dos Patos, rio Uruguai e rio Tramandaí), e *E. virescens* apresentando 195 a 235 (207 a 224 raios nos espécimes examinados da bacia do rio Uruguai).

Assim, pode-se concluir que ocorrem no Rio Grande do Sul duas espécies pertencentes ao gênero *Eigenmannia*, a espécie *E. virescens*, encontrada somente na bacia do rio Uruguai e apresentando-se pouco abundante, e a espécie *E. trilineata*, encontrada em todas as principais bacias hidrográficas do Estado, onde é extremamente abundante e sobre a qual se referem os estudos apresentados a seguir.

Tabela 1. Proporções corporais da espécie *E. trilineata* do Parque Estadual de Itapuã, rio Tramandaí, rio Uruguai e bacia da laguna dos Patos. Número de raios das nadadeiras anal (ra), número de raios da nadadeira peitoral (rp), comprimento do focinho até o fim da nadadeira anal (cfa), comprimento da cabeça (cc), comprimento do focinho (cf), distância do início do focinho ao início da nadadeira anal (f-a), altura do pedúnculo caudal junto ao final da nadadeira anal (bpc), comprimento do maior raio da nadadeira anal (mra), comprimento do maior raio da nadadeira peitoral (mrp), altura do corpo na origem da nadadeira anal (ac), comprimento do filamento caudal (cfc), largura da boca (lb), diâmetro orbital (do), distância interorbital (di), distância da narina posterior à margem do olho (np-o), tamanho da abertura branquial (ab), largura da cabeça à altura do olho (lc-ol) e largura da cabeça à altura do opérculo (lc-op). L1, L2 e Dp correspondem respectivamente ao limite inferior, limite superior e desvio padrão da amostra.

Caracter	n	menor	maior	média	Limite de Confiança 95%		
					L1	L2	DP
cfa (mm)	81	22,3	212,0	105,2			39,9
		Proporções do cfa					
cc	81	4,7	11,7	8,1	7,8	8,4	1,4
cfc	80	2,1	6,6	3,5	3,3	3,6	0,7
f-a	81	3,8	9,3	6,4	6,1	6,6	1,0
bpc	81	37,7	85,8	63,3	1,3	65,1	8,6
mra	81	15,6	32,7	22,1	21,3	22,7	3,3
mrp	81	9,3	18,8	13,3	12,8	13,7	2,0
ac	81	4,7	8,5	6,3	6,1	6,5	0,8
		Proporções do cc					
cf	85	3,0	4,6	3,6	3,5	3,6	0,3
lb	85	4,8	10,3	6,3	6,0	6,5	0,9
do	85	4,8	9,7	6,3	6,1	6,4	0,7
di	85	2,2	3,8	2,7	2,5	2,7	0,2
np-o	84	7,2	22,1	10,3	9,8	10,7	2,1
ab	85	2,9	5,2	3,7	3,6	3,8	0,5
lc-ol	85	1,4	2,3	1,6	1,5	1,6	0,1
lc-op	85	1,8	2,9	2,2	2,1	2,2	0,2
		Contagens					
rp	85	11,0	15,0	12,4			0,9
ra	79	161,0	199,0	187,1			6,7

Tabela 2. Proporções corporais da espécie *E. virescens* do rio Uruguai. Número de raios das nadadeiras anal (ra), número de raios da nadadeira peitoral (rp), comprimento do focinho até o fim da nadadeira anal (cfa), comprimento da cabeça (cc), comprimento do focinho (cf), distância do início do focinho ao início da nadadeira anal (f-a), altura do pedúnculo caudal junto ao final da nadadeira anal (bpc), comprimento do maior raio da nadadeira anal (mra), comprimento do maior raio da nadadeira peitoral (mrp), altura do corpo na origem da nadadeira anal (ac), comprimento do filamento caudal (cfc), largura da boca (lb), diâmetro orbital (do), distância interorbital (di), distância da narina posterior à margem do olho (np-o), tamanho da abertura branquial (ab), largura da cabeça à altura do olho (lc-ol) e largura da cabeça à altura do opérculo (lc-op). L1, L2 e Dp correspondem respectivamente ao limite inferior, limite superior e desvio padrão da amostra.

Caracter	n	menor	maior	média	Limite de Confiança 95%		
					L1	L2	SD
cfa (mm)	3	157,3	182,5	165,7			14,5
Proporções do cfa							
cc	3	7,7	8,6	8,0	6,6	9,3	0,5
cfc	2	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	0,0
f-a	3	5,9	6,7	6,2	5,0	7,3	0,4
bpc	3	54,1	58,9	55,7	48,7	62,5	2,7
mra	3	17,6	18,8	18,0	16,2	19,7	0,6
mrp	3	11,2	11,2	11,2	11,1	11,2	0,0
ac	3	5,8	6,1	5,9	5,4	6,2	0,1
Proporções do cc							
cf	4	2,8	3,1	2,9	2,7	3,1	0,1
lb	4	6,0	6,7	6,3	5,7	6,7	0,3
do	4	6,1	7,6	6,8	5,7	7,7	0,6
di	4	2,7	3,8	3,0	2,1	3,8	0,5
np-o	4	9,1	9,6	9,4	8,9	9,7	0,2
ab	4	3,0	3,7	3,3	2,8	3,7	0,2
lc-ol	4	1,5	1,8	1,6	1,4	1,8	0,1
lc-op	4	2,1	2,5	2,3	1,9	2,5	0,2
Contagens							
rp	4	17,0	18,0	17,8			0,5
ap	3	207,0	224,0	212,7			9,8

Área de Estudo

O Parque Estadual de Itapuã abrange uma área de 5.566 hectares, estando localizado ao sul do Distrito de Itapuã, no município de Viamão, a 57 Km de Porto Alegre. O Parque tem como limites, ao norte, a área remanescente da Fazenda de Santa Clara, hoje Hospital Colônia de Itapuã e o Beco Santa Fé; ao sul e a leste a laguna dos Patos, e a oeste o lago Guaíba (Fig. 2).



Fig.2. Localização do Parque Estadual de Itapuã em relação à região metropolitana de Porto Alegre.

O Parque, criado em 1973, representa a última amostra do ecossistema e paisagem original da região metropolitana da capital, com campos, dunas, lagos, ilhas, praias e morros do Guaíba e laguna dos Patos. Sua estrutura geológica é constituída basicamente por rocha granítica, cuja extração

intensiva nos anos 70 levou a diversos movimentos ecológicos motivando a criação do Parque. A região das praias e do Pontal das Desertas sofreu quatro transgressões marinhas, a última ocorrendo há cerca de 5 mil anos atrás, resultando no surgimento da atual planície sedimentar arenosa, ainda em formação.

A distribuição dos afloramentos rochosos condiciona, em grande parte, a topografia e geomorfologia de Itapuã. Nesta região coexistem os tipos de relevo do Escudo Sul-Rio-Grandense, coxilhas e morros, e da Planície Costeira, extensas superfícies horizontais planas ou levemente onduladas (UFRGS, 1982).

O clima desta área está incluído na categoria Cfa (subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes) pelo sistema de W. Köppen. As precipitações variam entre 1000 e 1200 mm ao ano, sendo mais intensas durante o período de inverno. A umidade atmosférica é elevada devido à presença constante de massas de ar marítimas sobre a área. As temperaturas médias anuais oscilam em torno de 19° C, sem que se verifique amplitudes térmicas excessivas (UFRGS, 1982).

A lagoa Negra, situada no Pontal das Desertas (Fig. 3), possui uma área de 1750 hectares e está separada da laguna dos Patos por um terreno arenoso constituído de dunas quase totalmente cobertas por vegetação herbácea, e também arbustiva e arbórea, formando capões (Grosser & Hahn, 1981). A margem oposta à laguna apresenta um terreno plano que vem sendo utilizado para a criação de gado. Neste local ainda podem ser observados canais abandonados de irrigação para cultivos de arroz e algumas áreas com *Eucalyptus sp*, resultantes de antigo plantio (Fig. 4). A lagoa Negra possui um

canal de ligação com a laguna dos Patos, o qual, embora tenha sido interrompido há muitos anos por uma barragem de terra, é inundado pelas águas durante a época de chuvas, ocorrendo a comunicação entre estes dois ambientes. Grosser & Hahn (1981) e Dufech (com. pes.), ao fazerem o levantamento da ictiofauna desta lagoa, encontraram respectivamente 46 e 44 espécies de peixes, sendo esta composição semelhante a da laguna dos Patos.



Fig.3. Mapa do Parque Estadual de Itapuã. O ponto vermelho marca o local onde as coletas foram realizadas.



Fig.4. Lagoa Negra, lado oposto à laguna dos Patos.

O ponto de coleta está localizado na lagoa Negra, na margem oposta à laguna dos Patos, em um dos antigos canais de irrigação ($30^{\circ} 21' 35,5''$ S e $50^{\circ} 58' 34''$ O). Este apresenta água com baixa transparência devido ao elevado teor de matéria orgânica particulada em suspensão, o que resulta numa certa acidez, fundo lodoso e profundidade média de 1 metro (Fig.5). Quanto à vegetação aquática, ocorre a predominância de macrófitas aquática, sendo encontrados principalmente os chamados repolhos-d'água (*Pistia stratiotis*), as salvinias (*Salvinia auriculata*), a soldanela-d'água (*Nynphoides indica*) e os aguapés (*Eicchornia spp*), além das tiriricas (*Polygonum sp*) e algumas outras gramíneas junto às margens.



Fig.5. Ponto de coleta na lagoa Negra onde foram coletados os exemplares de *Eigenmannia trilineata*.

Os Gymnotiformes são encontrados em cardumes sob estas macrófitas, especialmente os repolhos-d'água, as salvínias e as raízes de tiriricas.

Capítulo 2

Biologia Reprodutiva de *Eigenmannia trilineata* López &
Castello, 1966 (TELEOSTEI, STERNOPYGIDAE) do
Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil

**Biologia Reprodutiva de *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966
(TELEOSTEI, STERNOPYGIDAE) do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil.**

Júlia Giora e Clarice B. Fialho

Os Gymnotiformes são peixes exclusivamente de água doce caracterizados por possuir órgãos elétricos. O gimnotiforme *Eigenmannia trilineata* ocorre na Argentina, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil, sendo uma espécie ainda pouco estudada. Este trabalho tem por objetivos estimar o período reprodutivo, fecundidade, tipo de desova, tamanho de primeira maturação e descrever a morfologia e histologia das gônadas de *Eigenmannia trilineata* da Lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil, bem como relacionar estes dados a caracteres alimentares e abióticos. O período reprodutivo foi estimado através da variação do índice gonadossomático (IGS) médio mensal e da frequência dos estádios de maturação gonadal. Para a estimativa da fecundidade absoluta e relativa foram selecionadas fêmeas maduras que tiveram seus ovócitos vitelinados contados. Determinou-se o tipo de desova através das medidas dos maiores diâmetros possíveis de ovócitos amostrados de gônadas pertencentes aos diferentes estádios de maturação gonadal. Algumas gônadas de fêmeas e machos em diversos níveis de desenvolvimento foram analisadas histologicamente para a descrição de aspectos histológicos e morfológicos das mesmas. Dados como proporção sexual e tamanho dos indivíduos ao longo do ano foram considerados para a análise de caracteres da estrutura populacional da espécie no local de estudo. A espécie apresentou um período reprodutivo relativamente longo, estendendo-se de outubro/2002 a fevereiro/2003 com uma fecundidade relativa de 0,27 e uma desova do tipo parcelada. O tamanho de

primeira maturação gonadal estimado para fêmeas foi de 8,05 cm e para machos foi de 6,35 cm de comprimento total. A proporção sexual, testada pelo teste do Qui-quadrado, foi de 1:1 durante todos os meses amostrados; dimorfismo sexual relacionado ao comprimento total foi detectado, possuindo os machos um maior comprimento total. Dos fatores abióticos testados, apresentaram correlação significativa com o IGS o fotoperíodo e a condutividade da água, mostrando que o aumento do fotoperíodo e a diminuição da condutividade levam ao desenvolvimento das gônadas de machos e fêmeas.

Reproductive biology of *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966 (TELEOSTEI, Sternopygidae) of Parque Estadual de Itapuã, RS, Brazil.

Gymnotiformes are exclusively freshwater fishes characterized by the presence of electric organs. The gymnotiform *Eigenmannia trilineata* occurs in Argentina, Paraguay, Uruguay and Southern Brazil, and its biology is still mostly unknown. This study aims to estimate the reproductive period, fecundity, spawning type, first maturation size, and to describe gonad morphology and histology of the species *E. trilineata* from Lagoa Negra of Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brazil, as well as, to relate these data to alimentary and abiotic characters. Reproductive period was estimated by monthly variation of the mean gonadosomatic index (GSI) and by the frequency of gonadal maturation stages. To estimate the absolute and relative fecundity, vitelline oocytes were counted from selected mature females. Spawning type was determined by the measure of the largest possible diameter of oocytes whose

samples were taken from gonades belonging to the different gonadal maturation stages. Some female and male gonades in several development levels were histologically analyzed to describe histological and morphological aspects. Data such as sex ratio and individual size along the year were used to characterize population structure of *E. trilineata* at the study site. The species presented a relatively long reproductive period, from October/2002 to February/2003, a relative fecundity of 0,27 and a parcel spawning. First maturation size as total length was estimated at 8,05 cm for females and 6,35 cm in males. Sex ratio was tested by the chi-squared test ($\alpha= 0.01$) and did not depart significantly from a 1:1 ratio during all sampled months. Sexual dimorphism related to total length was detected, males have larger total length. Two abiotic factors tested presented significant correlation with GSI, photoperiod and water conductivity showing that a photoperiod increase and a conductivity decrease lead to gonadal development in males and females.

Key words: Gymnotiformes, *Eigenmannia*, Reproduction.

Introdução

A Ordem Gymnotiformes compreende os peixes popularmente conhecidos como “peixes elétricos” por serem capazes de gerar uma corrente elétrica, através de tecidos especializados que formam o órgão elétrico. Esta é talvez a maior especialização apresentada por esses peixes e que permite aos mesmos usar sua própria geração de campo elétrico e eletrorrecepção não só para eletrolocação de objetos e outros organismos no ambiente, mas também para interações sociais.

Segundo Alves-Gomes (1997) a distribuição geográfica dos gimnotiformes é restrita às Américas do Sul e Central. É possível encontrá-los em córregos, pequenos canais e lagoas isoladas, onde podem suportar condições muito baixas de oxigênio durante os períodos de seca, em lagunas, áreas inundadas nos períodos chuvosos e, principalmente, no fundo dos canais principais dos grandes rios, onde encontram alimento abundante durante todo o ano.

O gênero *Eigenmannia* tem sido objeto de estudos neuroetológicos nos últimos 25 anos, e é o grupo de gimnotiformes sobre o qual mais se têm informações a respeito da função das descargas do órgão elétrico para eletrolocação e comunicação social (Dunlap & Zakon, 1998; Kramer, 1983; Kramer, 1985). Entretanto, tal nível de conhecimento não foi acompanhado por estudos sobre a biologia, ecologia, etologia e sistemática do gênero, estando este em um dos mais atrasados graus de informação sistemática dentre os gimnotiformes.

A espécie *Eigenmannia trilineata* distribui-se na América do Sul nos países Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, sendo sua ocorrência atualmente reconhecida para as bacias do Rio Paraná e Rio Paraguai (Albert, 2003).

De acordo com Nikolski (1969), os problemas básicos para o estudo de peixes ou da ictiologia como um todo, se apoiam, entre outros fatores, na dinâmica de populações. Esta se relaciona com a solução de problemas ligados aos fatores que governam o desenvolvimento individual de peixes como o crescimento, a reprodução e a mortalidade. A reprodução é o processo que assegura a preservação e abundância de uma espécie. O conhecimento de sua biologia reprodutiva é de fundamental importância para a manutenção e

proteção de seus estoques naturais, cultivo para fins econômicos e repovoamento de áreas (Agostinho & Júlio Jr, 1999). Para Vazzoler (1996), reprodução é o processo pelo qual uma espécie se perpetua, transmitindo a seus descendentes as mudanças ocorridas em seu genoma. Já uma estratégia reprodutiva é o conjunto de características que uma espécie deverá manifestar para ter sucesso na reprodução, de modo a garantir o equilíbrio da população.

Wootton (1984) comenta que os componentes de uma estratégia reprodutiva incluem a idade de primeira maturação, a taxa de sobrevivência após o nascimento, a fecundidade, a organização do comportamento reprodutivo e a escolha da época reprodutiva.

Atualmente, existem poucos estudos a respeito da reprodução e estratégia reprodutivas em gimnotiformes. Barbieri & Barbieri (1982, 1983a, 1983b, 1984a, 1984b, 1985) obtiveram vários resultados sobre a fecundidade, tipo de desova, dinâmica da reprodução, crescimento, tamanho de primeira maturação e histologia de ovários e testículos de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758), gimnotiforme pertencente à família Gymnotidae, da Represa do Lobo, em São Paulo. Kirschbaum (1979) realizou um estudo com *Eigenmannia virescens* em cativeiro comprovando o efeito de quatro fatores ambientais (condutividade, pH, nível da água e chuva) na definição do ciclo reprodutivo da espécie.

A falta de conhecimento sobre os aspectos da história de vida, comportamento e ecologia dos gimnotiformes tem sido citada por muitos autores como um problema para o melhor entendimento dos peixes desta ordem.

Em vista disto, este trabalho tem como objetivos estabelecer características da biologia reprodutiva de *E. trilineata* da Lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã, tais como estimar o período reprodutivo, tipo de desova e fecundidade da espécie; a possível relação de fatores ambientais e aspectos alimentares com a determinação do período reprodutivo; os caracteres da estrutura populacional da espécie como proporção sexual, dimorfismo sexual, época de recrutamento de indivíduos e tamanho de primeira maturação gonadal, além de descrever através de cortes histológicos a morfologia das gônadas de machos e fêmeas nas diferentes fases do ciclo reprodutivo.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Estadual de Itapuã abrange uma área de 5.566 hectares, estando localizado no município de Viamão, a 57 Km de Porto Alegre. Ele representa a última amostra do ecossistema e paisagem original da região metropolitana da capital, com campos, dunas, lagos, ilhas, praias e morros do Guaíba e laguna dos Patos.

A lagoa Negra possui uma área de 1750 hectares e está separada da laguna dos Patos por um terreno arenoso constituído de dunas quase totalmente cobertas por vegetação herbácea, e também arbustiva e arbórea, formando capões (Grosser & Hahn, 1981). A margem oposta à laguna apresenta um terreno plano, o qual vem sendo utilizado para a criação de gado. Neste local ainda podem ser observados canais abandonados de

irrigação para cultivos de arroz e algumas áreas com *Eucalyptus sp*, resultantes de antigo plantio.

O ponto de coleta está localizado na lagoa Negra, na margem oposta à laguna dos Patos, em um dos antigos canais de irrigação (30° 21' 35,5" S e 50° 58' 34" W). Este apresenta água com baixa transparência devido ao elevado teor de matéria orgânica particulada em suspensão, o que resulta numa certa acidez, fundo lodoso e profundidade média de aproximadamente 1 metro. Quanto à vegetação aquática, predominam as macrófitas aquáticas, sendo os gimnotifomes encontrados principalmente sob os chamados repolhos-d'água (*Pistia stratiotis*), as salvínias (*Salvinia auriculata*) e as raízes das tiriricas (*Polygonum sp*).

Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente nos meses de junho a setembro/2002 e de março a maio/2003 e quinzenalmente nos meses de outubro/2002 a fevereiro/2003, com o intuito de acompanhar o desenvolvimento do período reprodutivo. A captura foi efetuada no horário entre 11:00 e 12:30 horas, sob os aglomerados de vegetação flutuante utilizando um detector de peixes elétricos, o qual consiste, basicamente, de um amplificador de corrente alternada, com alta sensibilidade e com resposta em frequência dentro da faixa audível, auxiliando na localização dos mesmos, e uma rede do tipo puçá.

Em campo, os exemplares foram fixados em solução de formalina 10% e foram registrados os parâmetros físicos e químicos da água tais como condutividade (condutímetro LF330/SET- WTW), pH (pHmetro Q-400H),

saturação de O₂ (oxímetro OXI330/SET- WTW) e temperatura do ar e da água (medida no condutivímetro e oxímetro). Os dados de pluviosidade foram obtidos junto ao 8° Distrito de Meteorologia – Serviço de Observação e Meteorologia Aplicada de Porto Alegre. O horário do nascer e pôr-do-sol e o cálculo do fotoperíodo foram obtidos através do programa de computador SkyMap, correlacionando as datas às coordenadas do local de coleta.

Em laboratório os animais foram conservados em álcool 70° GL e posteriormente foram tomados os dados biométricos de comprimento total (Lt) em milímetros e peso total (Wt) em gramas. Após, os indivíduos foram dissecados para a anotação dos pesos em gramas das gônadas (Wg), do fígado (Wf), do estômago (We) e caracterização macroscópica dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas. Lotes de espécimes do local estudado foram catalogados na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil (UFRGS 5719; UFRGS 6635).

Para corroborar a caracterização macroscópica e definir os estádios de maturação gonadal, algumas gônadas masculinas e femininas foram selecionadas para análise histológica, sendo incluídas em parafina ou resina glicolmetacrilato. O material analisado foi cortado em posição sagital, com espessura variando de 3 a 5 μm , e corado segundo técnicas de Hematoxilina-Eosina (HE) ou Azul de Toluidina.

Análise de dados

Foram calculados o Índice Gonadossomático (IGS), de Repleção (IR) e Hepatossomático (IHS), que representam o percentual do peso do órgão em

relação ao peso total do peixe, segundo as fórmulas adaptadas de Santos(1978):

$$\text{IGS} = \text{Wg} \times 100/\text{Wt},$$

$$\text{IR} = \text{We} \times 100/\text{Wt},$$

$$\text{IHS} = \text{Wf} \times 100/\text{Wt},$$

onde Wg corresponde ao peso das gônadas, We ao peso do estômago, Wf ao peso do fígado e Wt corresponde ao peso total.

Através das frequências relativas dos estádios de maturação gonadal e da análise da variação mensal dos valores médios de IGS, foi estabelecido o período reprodutivo de machos e fêmeas.

Para verificar possíveis correlações entre os fatores bióticos e abióticos e o período reprodutivo, foi aplicado o teste estatístico não paramétrico de Spearman (Zar, 1999). Foram testadas as correlações entre os valores médios mensais de IGS com as médias de IR, IHS, pluviosidade, fotoperíodo e temperatura.

A fecundidade média absoluta foi estimada a partir da contagem dos ovócitos vitelinados de 17 fêmeas maduras. As gônadas selecionadas, de animais previamente fixados em solução de formalina e conservadas em solução alcoólica, foram colocadas em solução de Gilson (Vazzoler, 1996) até a total dissociação dos ovócitos. A fecundidade relativa foi calculada através do número de ovócitos por miligrama de peso da fêmea, como sugerido por Adebisi (1987).

Para a determinação do tipo de desova foram selecionadas 41 gônadas representando todos os estádios de maturação gonadal. De cada uma foi retirada uma subamostragem de 150 ovócitos da qual, com o auxílio do

estereomicroscópio acoplado a ocular milimetrada, obteve-se os maiores diâmetros possíveis de cada ovócito (Vazzoler, 1996).

A proporção sexual foi determinada através da distribuição das freqüências de machos e fêmeas durante o período de amostragem. Aplicou-se o teste χ^2 ($\alpha = 0,01$) aos resultados para a verificação da existência ou não de diferenças significativas na proporção entre os sexos.

Para estimar o tamanho de primeira maturação gonadal para machos e fêmeas, foram obtidas as distribuições das freqüências relativas de jovens e adultos por classes de comprimento total, segundo Vazzoler (1996). Os resultados foram lançados em gráficos e a curva obtida foi ajustada segundo a expressão matemática:

$$Fr = 1 - (e^{-a L_t^b}),$$

onde Fr é igual à freqüência relativa de indivíduos adultos; e é a base dos logaritmos naturais; L_t é o comprimento total em cm e a e b correspondem às constantes estimadas relacionadas ao ajuste da curva. O tamanho de primeira maturação gonadal é considerado aquele correspondente à freqüência de 0,5 (50%) dos indivíduos adultos.

Foram observados os meses nos quais as larvas foram coletadas durante o período amostrado, com o intuito de determinar a época de nascimento de novos indivíduos. A distribuição das freqüências relativas de machos e fêmeas pertencentes as diferentes classes de comprimento total, também foi analisada para a possível observação de dimorfismo sexual associado ao comprimento corporal.

Resultados

Foram coletados 428 espécimes de *Eigenmannia trilineata*, sendo 209 machos, cujos comprimentos totais variaram de 3,53 a 24,78 cm, 195 fêmeas, variando de 3,48 a 17,07 cm e 24 larvas, segundo Nakatani *et al.* (2001), variando de 1,70 a 3,20 cm.

Através da análise macroscópica e microscópica das gônadas e com base em fases da ovogênese e espermatogênese descritas por Oliveira (2003), foram caracterizados para fêmeas os seguintes estádios de maturação gonadal: em maturação, maduro, semi-esgotado e esgotado e, para machos, os estádios inativo e ativo. Os mesmos estádios de maturação não puderam ser estabelecidos para machos e fêmeas, visto que estes não apresentaram o mesmo grau de diferenciação gonadal ao longo do ano. As larvas apresentaram gônadas não diferenciadas, sendo consideradas em estágio Imaturo.

As gônadas de fêmeas em maturação apresentaram-se rígidas e compactas, com ovócitos translúcidos no início deste estágio e amarelados ao final do mesmo, quando, então, os ovários começam a ocupar uma parcela maior da cavidade abdominal. Histologicamente (Fig. 1a) observa-se poucas ovogônias, grande quantidade de ovócitos de estoque de reserva e alguns ovócitos pré-vitelogênicos, os quais começam a se tornar mais freqüentes ao final deste estágio, quando também pode-se observar alguns ovócitos vitelogênicos.

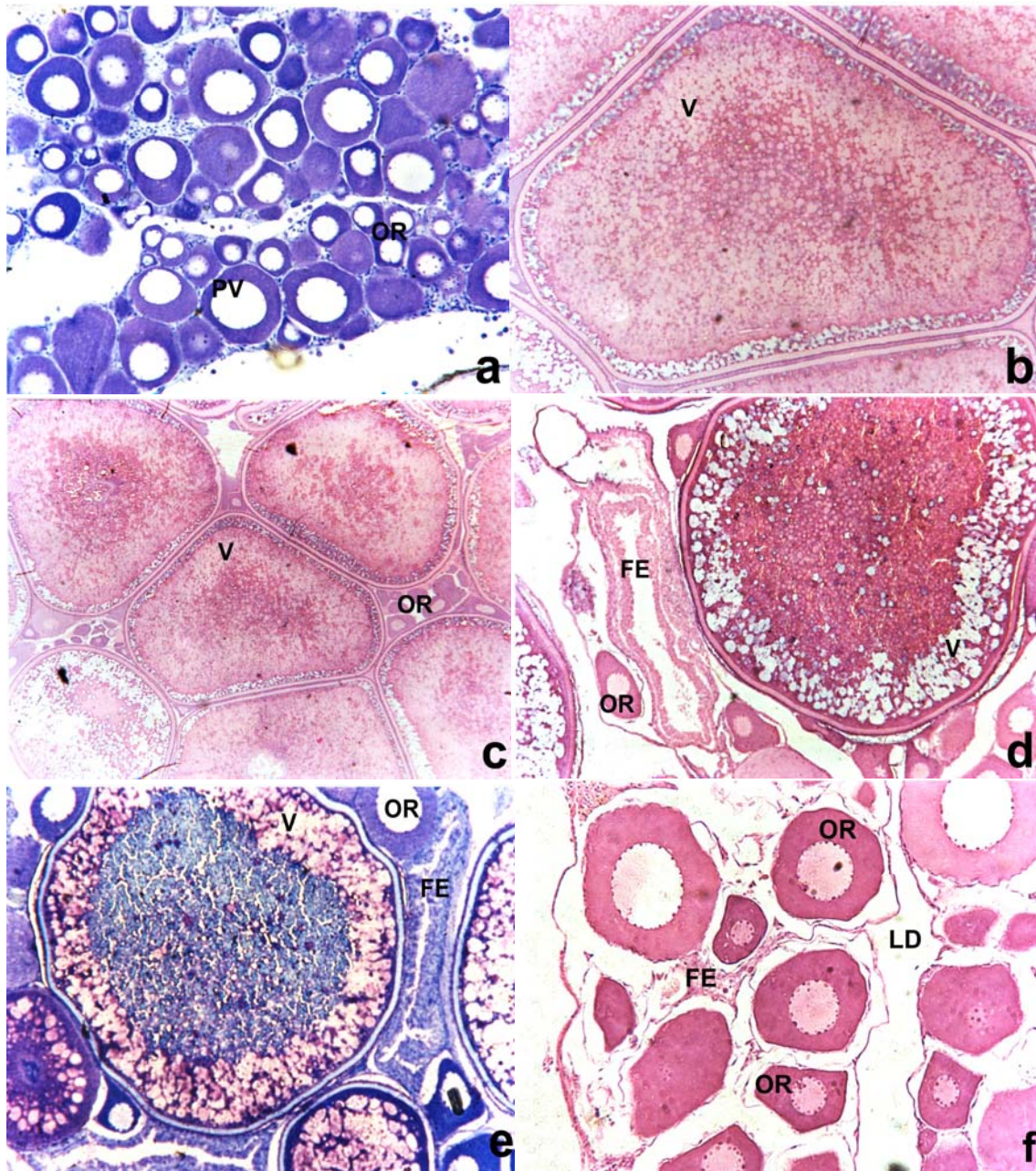


Fig.1. Cortes histológicos de ovários de *E. trilineata* em diferentes estádios de maturação. **a:** Em Maturação (aumento 20X; coloração Azul de Toluidina); **b:** Maduro (aumento 10X, coloração HE); **c:** Maduro (aumento 5X, coloração HE); **d:** Semi-Esgotado (aumento 10X, coloração HE); **e:** Semi-Esgotado (aumento 10X; coloração Azul de Toluidina); **f:** Esgotado (aumento 20X, coloração HE). OR: ovócitos de reserva; PV: ovócitos pré-vitelogênicos; V: ovócitos vitelogênicos; FE: folículo esvasiado; LD: lamelas ovígeras distendidas.

Durante o estágio maduro os ovários apresentaram ovócitos grandes e de coloração amarelo escura, ocupando grande parte da cavidade abdominal e podendo ser observados, por transparência, no abdome do peixe vivo. Na análise histológica (Fig. 1b-c) visualizou-se muitos ovócitos vitelogênicos, pré-vitelogênicos e de reserva, além de algumas ovogônias.

As fêmeas consideradas semi-esgotadas possuíam ovários com tamanho semelhante aos do estágio em maturação, possuindo, no entanto, uma consistência mais flácida. Histologicamente (Fig. 1d-e) apresentam ovócitos vitelogênicos e de reserva, apresentando também grande número de folículos esvaziados e alguns folículos atrésicos.

No estágio esgotado as fêmeas apresentaram ovários pequenos e bastante flácidos, com ovócitos translúcidos. A análise histológica (Fig. 1f) mostra a presença de ovócitos de reserva, folículos esvaziados e folículos atrésicos, podendo ser observadas lamelas ovígeras distendidas.

As gônadas de machos inativos apresentaram-se pequenas, finas, translúcidas ou levemente esbranquiçadas. Em análise histológica (Fig. 2a) observou-se grande quantidade de espermatogônias e espermatócitos primários, além de espermatócitos secundários e poucas espermatídes, ao final deste estágio puderam também ser observados poucos espermatozóides.

Machos em estágio ativo possuíam gônadas densas, volumosas, com as bordas onduladas e coloração variando de branca a ligeiramente amarelada. Histologicamente (Fig.2b) apresentaram grande quantidade de espermatozóides, espermatídes e espermatócitos secundários, porém podendo ser também encontrados espermatócitos primários e espermatogônias, sempre em menor número.

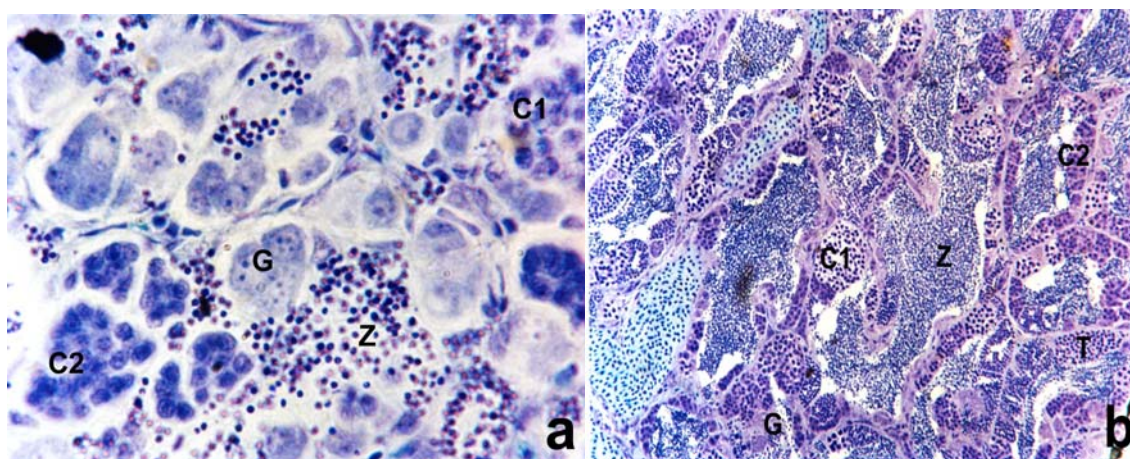


Fig.2. Cortes histológicos de testículos de *E. trilineata* em diferentes estádios de maturação. **a:** Inativo (aumento 100X, coloração Azul de Toluidina); **b:** Ativo (aumento 20X, coloração Azul de Toluidina). G: espermatogônias; C1: espermatócitos primários; C2: espermatócitos secundários; T: espermátides; Z: espermatozóides.

Uma estrutura definida como gonoduto foi encontrada junto às gônadas de machos e fêmeas em todos os estádios de maturação gonadal. Histologicamente (Fig. 3a-b) esta estrutura é formada por tecido epitelial pavimentoso, tecido conjuntivo denso, tecido epitelial cilíndrico e tecido glandular. Algumas fêmeas foram encontradas desovando através da citada estrutura (Fig. 4).

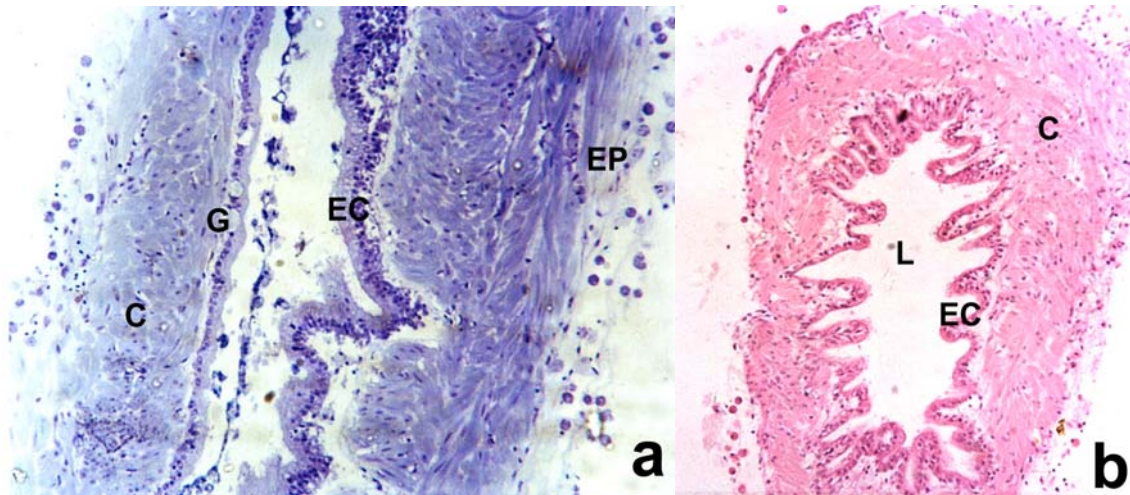


Fig.3. Corte histológico do gonoduto de *E. trilineata*. **a:** corte sagital (aumento 20X, coloração Azul de Toluidina), **b:** corte transversal (aumento 20X, coloração HE). EP: tecido epitelial pavimentoso; EC: tecido epitelial cilíndrico; C: tecido conjuntivo denso; G: tecido glandular; L: luz do gonoduto.



Fig.4: Vista macroscópica de gônada de fêmea de *E. trilineata* com ovócitos sendo liberados pelo gonoduto. O: ovário; G: gonoduto.

O período reprodutivo estimado estendeu-se de outubro/2002 a fevereiro/2003, tendo o pico de IGS dos machos (Fig. 5) ocorrido em novembro do ano de 2002 e das fêmeas (Fig. 5) em outubro. A Fig. 6 mostra uma alta

freqüência de fêmeas maduras de outubro/2002 a fevereiro/2003, o que corrobora os dados de IGS. Fêmeas em estádios semi-esgotado foram encontradas no período de novembro/2002 a fevereiro/2003, em estágio esgotado de novembro/2002 a abril/2003 e em maturação durante todos os meses do ano. Os machos ativos foram freqüentes durante todo o ano amostrado (Fig. 6).

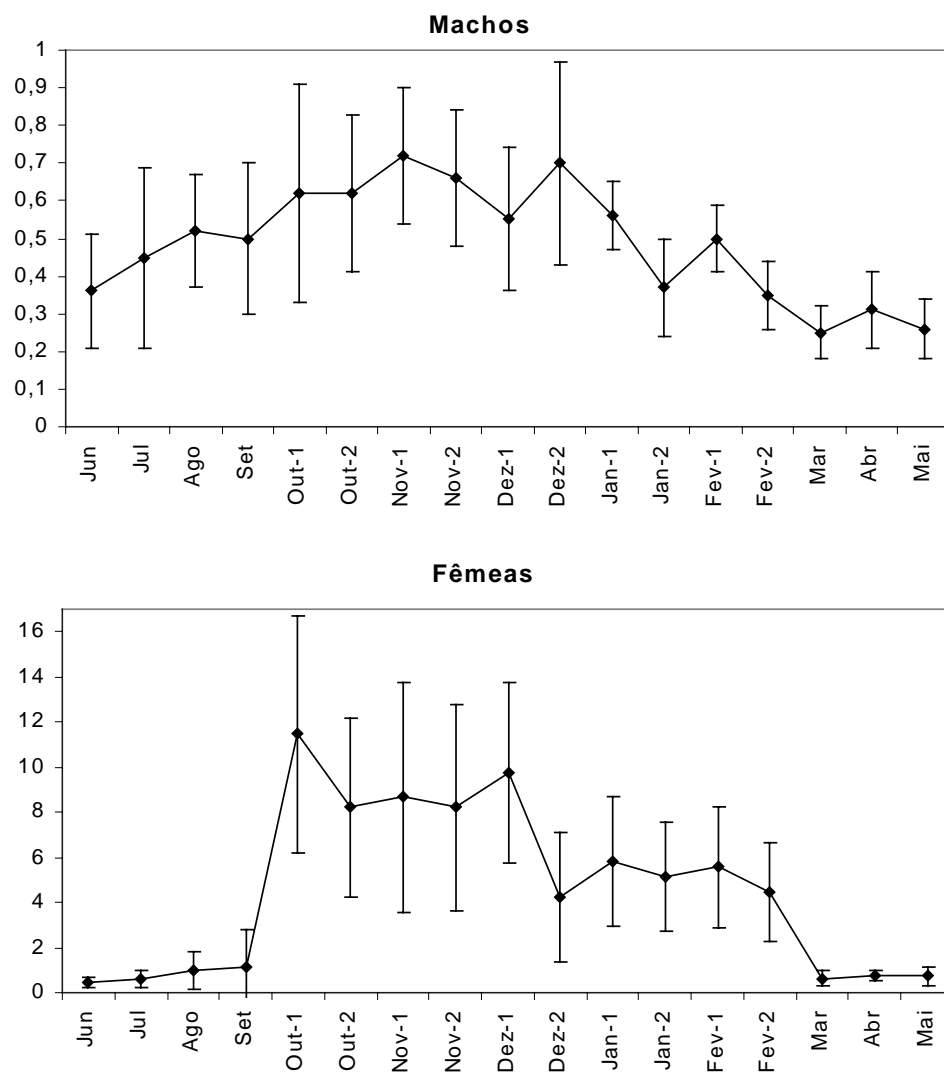


Fig.5: Variação mensal do índice gonadossomático (IGS) médio para machos e fêmeas de *E. trilineata* do Parque Estadual de Itapuã, no período de junho/2002

a maio/2003. Barras verticais representam o desvio padrão da média apresentada.

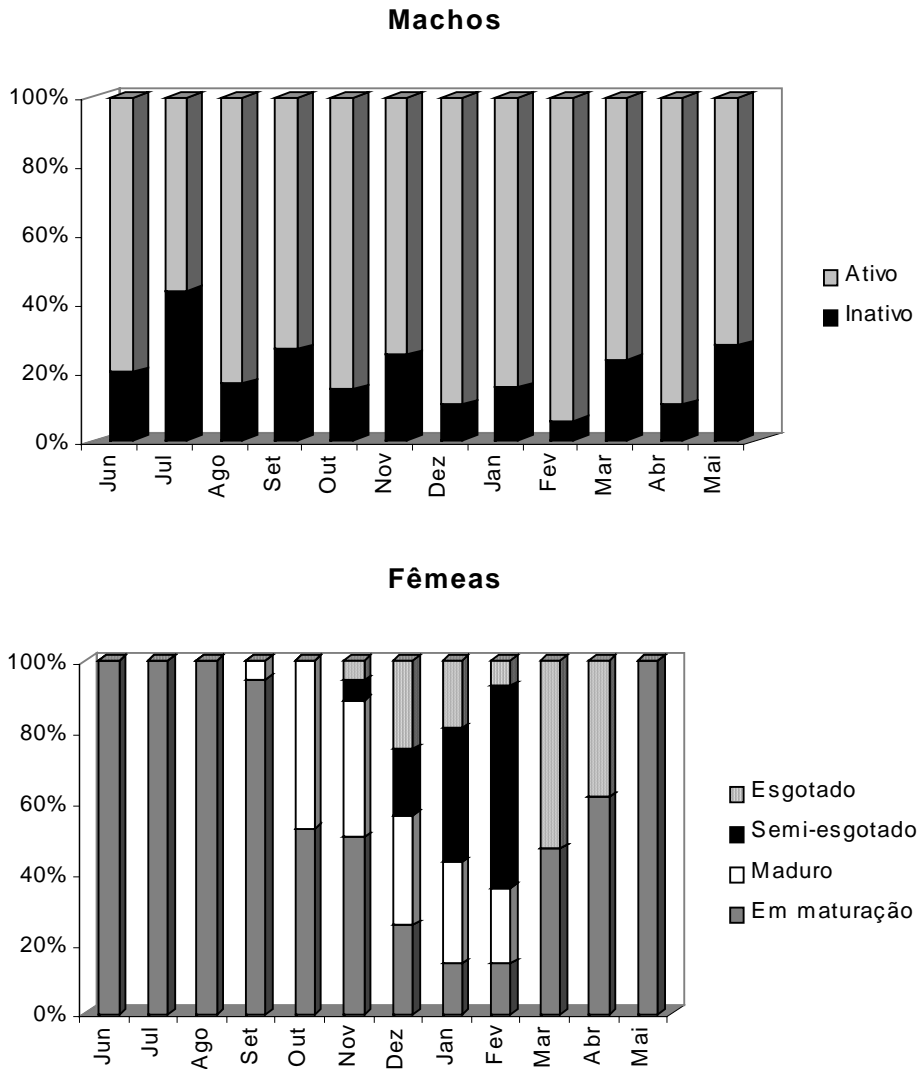


Fig. 6: Variação mensal das freqüências dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas de *E. trilineata* do Parque Estadual de Itapuã.

O IGS de machos e fêmeas não apresentou correlação significativa com os índices de repleção (IR) e hepatossomático (IHS) ($p < 0,05$) (Tabela 1). Dos fatores abióticos testados, somente a condutividade e o fotoperíodo

apresentaram correlação significativa com o IGS de machos e fêmeas ($p < 0,05$), sendo a primeira uma correlação negativa e a segunda, positiva (Tabela 2).

Tabela 1. Correlação de Serman entre IGS médio mensal de machos e fêmeas de *E. trilineata* e dados alimentares (IR e IHS).

Índice Gonadossomático e dados alimentares		R	P
IGS x IR	Machos	0,30	0,25
	Fêmeas	0,34	0,19
IGS x IHS	Machos	0,14	0,60
	Fêmeas	0,27	0,29

Tabela 2. Correlação de Serman entre IGS médio mensal de machos e fêmeas de *E. trilineata* e os dados abióticos (pluviosidade, fotoperíodo, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH). Valores marcados são considerados significativos ($p < 0,05$).

Índice Gonadossomático e dados abióticos		R	P
IGS x pluviosidade	Machos	0,26	0,41
	Fêmeas	-0,01	0,98
IGS x fotoperíodo	Machos	0,60	0,01
	Fêmeas	0,72	0,00
IGS x temperatura	Machos	0,11	0,67
	Fêmeas	0,36	0,15
IGS x oxigênio dissolvido	Machos	0,41	0,15
	Fêmeas	0,28	0,33
IGS x condutividade	Machos	-0,57	0,02
	Fêmeas	-0,93	0,00
IGS x pH	Machos	0,26	0,34
	Fêmeas	0,26	0,36

A fecundidade absoluta média encontrada foi de 1196,06 ovócitos, variando de 744 a 2217 ovócitos para fêmeas com comprimento total variando de 12,99 a 17,07 cm (Tabela 3). A fecundidade relativa média foi estimada em 0,27 ovócito por miligrama de peso total da fêmea (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento total (Lt), peso total (Wt), índice gonadossomático (IGS), fecundidade absoluta (FA) e fecundidade relativa (FR) de 17 fêmeas de *E. trilineata*.

	Lt	Wt	IGS	FA	FR
	129,99	2,5351	12,81	828	0,33
	132,33	3,2397	10,82	1145	0,35
	132,41	3,6416	12,47	1010	0,28
	134,01	3,0364	9,08	744	0,25
	135,15	3,6162	11,69	918	0,25
	136,12	5,0916	9,69	1301	0,26
	137,5	4,4509	10,47	1006	0,23
	138,69	4,0582	8,78	937	0,23
	138,7	5,2528	11,07	1328	0,25
	144,4	4,1141	8,87	950	0,23
	146,26	4,4734	10,05	1112	0,25
	147,29	4,3820	8,66	1501	0,34
	148,54	4,5234	9,94	1024	0,23
	148,64	4,9783	12,24	1346	0,27
	163,01	5,7001	8,33	1551	0,27
	166,96	5,9849	10,65	1405	0,23
	170,67	7,7913	12,96	2217	0,28
Médias	136,87	3,9555	10,53	1025,36	0,26

Análise da distribuição da freqüência absoluta dos diâmetros dos ovócitos vitelinados mostra que esta é característica de espécies que apresentam uma desova parcelada (Fig.7). Há uma alta freqüência de ovócitos de reserva que só serão amadurecidos no próximo período reprodutivo, seguido de lotes de ovócitos em sucessivos estádios de maturação, os quais são eliminados em diferentes etapas dentro do período reprodutivo.

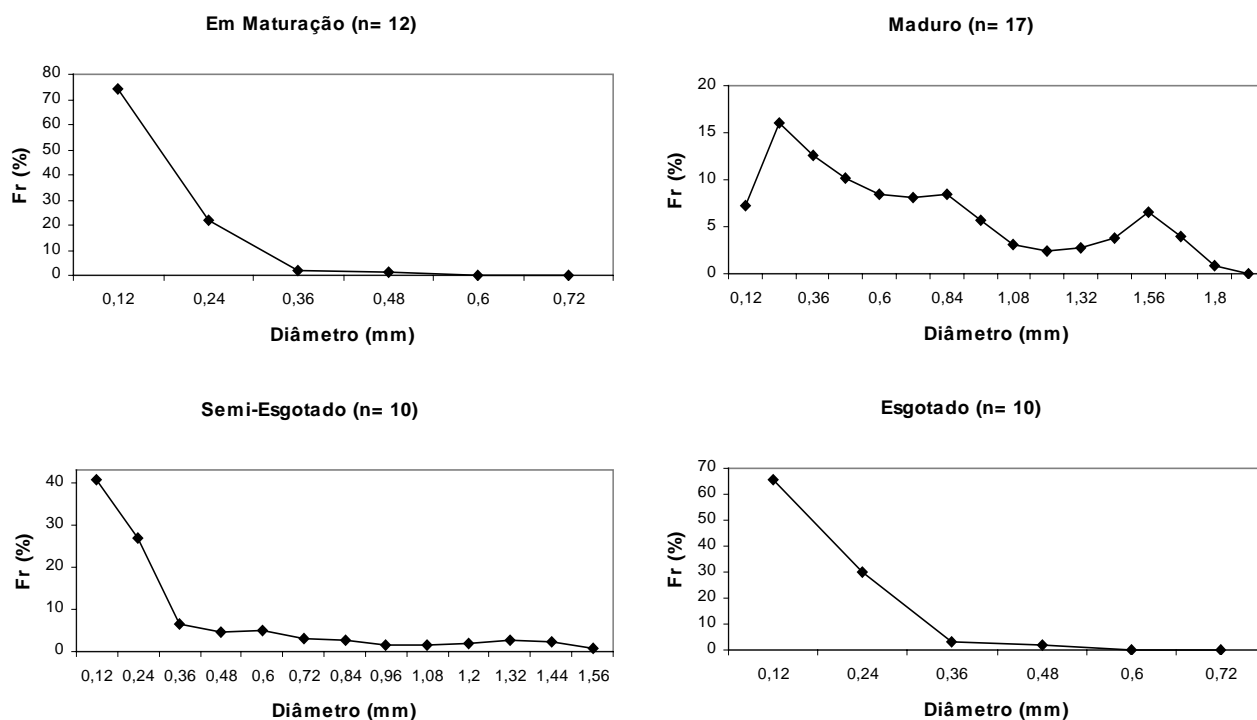


Fig.7. Distribuição das freqüências relativas dos diâmetros dos ovócitos durante o processo de desenvolvimento ovocitário de *E. trilineata*.

O tamanho de primeira maturação gonadal foi estimado para fêmeas como sendo 8,05 cm (Fig 8) e para machos 6,35 cm (Fig 8).

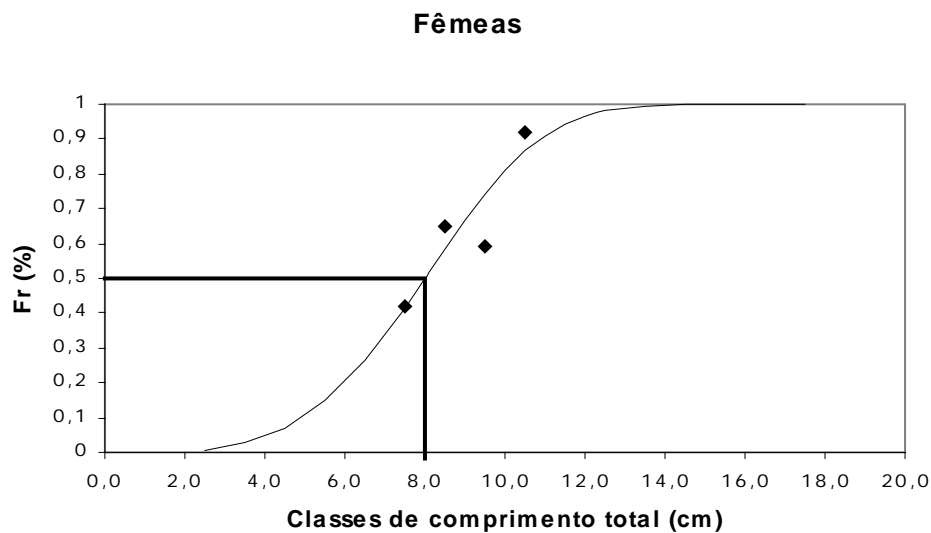
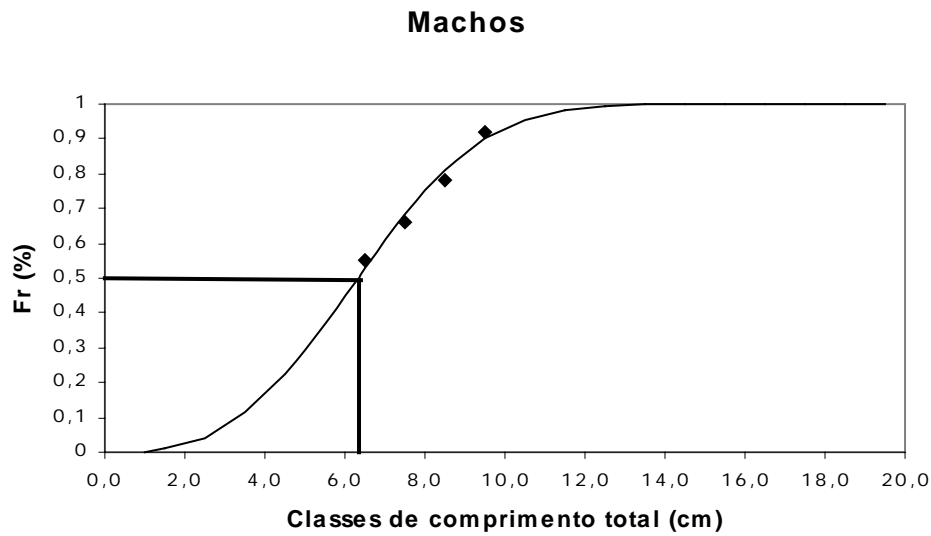


Fig.8. Distribuição das freqüências relativas de machos e fêmeas por classes de comprimento total de *Eigenmannia trilineata*. As retas mostram o ponto em que 50% dos indivíduos são considerados adultos.

O resultado do teste χ^2 ($p > 0,001$) demonstra que a proporção sexual na população estudada foi de 1:1 durante todos os meses amostrados, o que pode ser observado na Fig. 9.

A época de nascimento de novos indivíduos foi estimada como iniciando no mês de dezembro/2002 e estendendo-se até o mês de março/2003, meses nos quais as larvas foram coletadas.

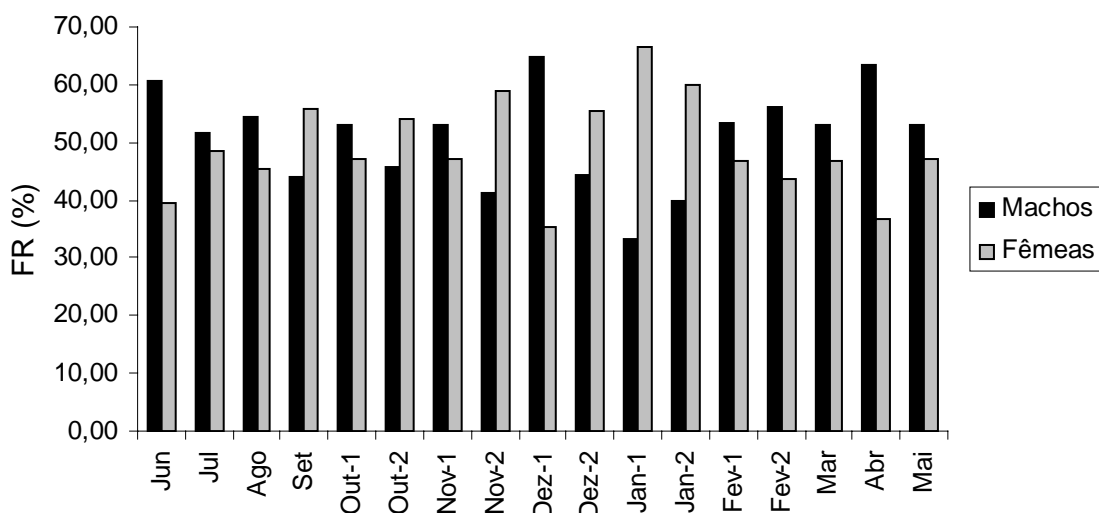


Fig. 9. Distribuição mensal das freqüências relativas de machos e fêmeas de *Eigenmannia trilineata*.

Foi observado dimorfismo sexual associado ao comprimento total (Fig 10), os machos atingindo classes de comprimento maiores do que a das fêmeas, alcançando o maior macho 24,78 cm e a maior fêmea 17,07 cm.

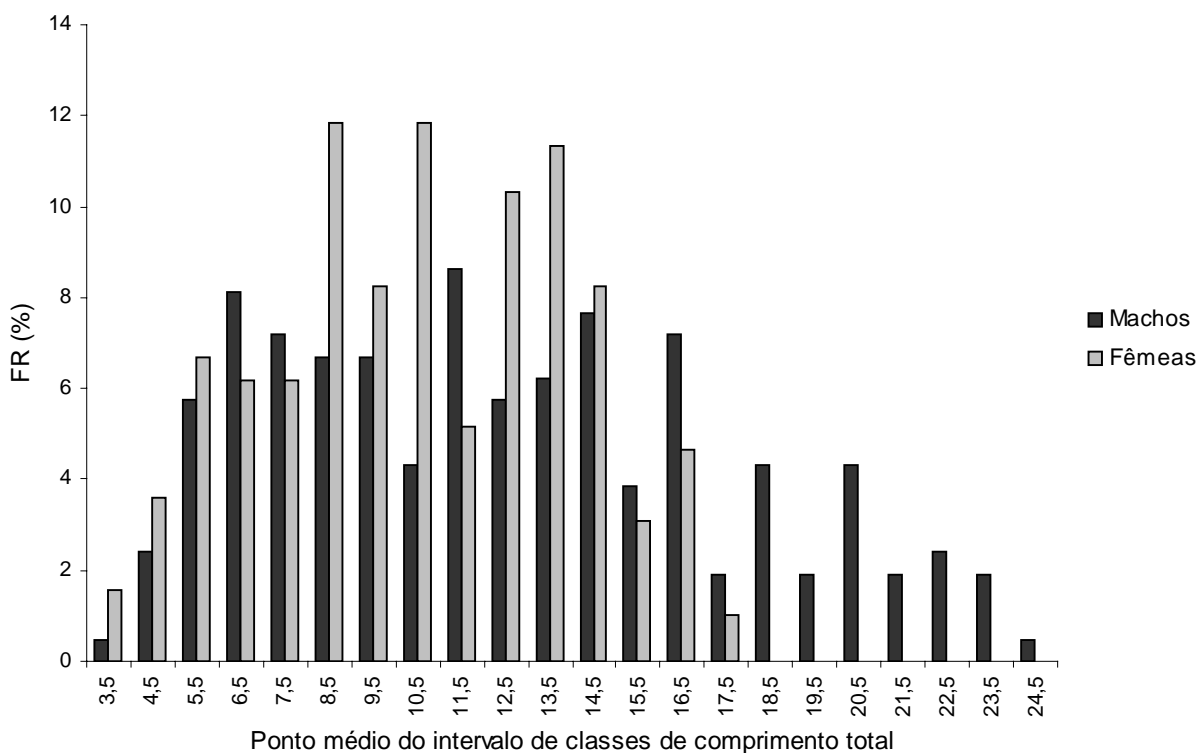


Fig.10. Distribuição das freqüências relativas de machos e fêmeas por classes de comprimento total de *Eigenmannia trilineata*.

Discussão

A elaboração de uma escala de maturidade gonadal é de suma importância para que se entenda o comportamento biológico e reprodutivo de uma espécie ao longo das épocas do ano e de seu ciclo de vida. Segundo Vazzoler (1996), esta escala deve ser simples e adequada à espécie foco do trabalho, sendo que escalas muito detalhadas levam a erros maiores do que as generalizações.

A classificação microscópica dos estádios de maturação gonadal apesar de ser uma técnica dispendiosa e demorada, é a mais precisa, pois reflete a dinâmica reprodutiva, considerando fases específicas pelas quais passam os ovócitos durante sua maturação (Dias *et al.*, 1998). A análise macroscópica

fornece resultados imediatos, porém apresenta desvantagens, pois leva em consideração caracteres subjetivos e facilmente mutáveis em virtude dos processos de conservação das gônadas ou dos exemplares, podendo levar a erros de avaliação e classificação. Em vista disto, neste trabalho utilizou-se a associação das duas técnicas, macroscópica e microscópica, de classificação para garantir uma determinação correta dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas.

Barbieri & Barbieri (1985), estabeleceram para fêmeas de *Gymnotus carapo* cinco estádios de maturação gonadal, um a mais do que os aqui definidos para *E. trilineata*, sendo este o estágio imaturo. Para machos da mesma espécie, Barbieri & Barbieri (1984a) estabeleceram quatro estádios de maturação, imaturo, maturação, maduro e esvaziado. Neste estudo, os autores afirmam não ocorrer grande variação no tamanho e coloração dos testículos durante o ciclo reprodutivo, observando que a espermatogênese ocorre durante todo o ano em *G. carapo*, apenas com mais intensidade na época da reprodução da espécie. O mesmo foi observado, durante a análise histológica, para a espécie foco deste trabalho, sendo a existência de uma espermatogênese contínua um dos principais critérios utilizados para a definição dos estádios ativo e inativo para as gônadas de machos. Os machos de *E. trilineata* apresentaram-se inativos somente por um curto período de suas vidas. Depois de atingirem a primeira maturação gonadal, suas gônadas não mais regridem, encontrando-se ativas durante todos os períodos do ano nas mais diversas classes de comprimento.

A existência de gonodutos em peixes tem sido estudada em espécies que apresentam fecundação interna (Evans *et al.*, 2003) ou inseminação

(Munoz *et al.*, 1999), onde estas estruturas executam papel importante na transferência de esperma. Rasotto & Shapiro (1998), identificaram a presença de um gonoduto em machos e fêmeas de *Thalassoma bifasciatum* (Bloch, 1791), espécie habitante de recifes de corais, o qual possibilitaria um controle da quantidade de gametas liberados a cada evento reprodutivo. Em gimnotiformes não há documentação a respeito de tal estrutura, sendo necessários mais estudos para que sua função reprodutiva seja definida.

A determinação do período reprodutivo é fundamental para o estabelecimento de todos os demais aspectos da biologia da espécie, bem como de sua dinâmica populacional. *Eigenmannia trilineata* apresentou um período reprodutivo diferenciado sazonalmente, ocorrendo entre outubro e fevereiro, período correspondente à primavera e verão no hemisfério sul, também podendo ser considerado um período longo de reprodução. De acordo com Nikolsky (1963), as espécies de regiões tropicais e subtropicais caracterizam-se por apresentar longos períodos reprodutivos, além de eliminar mais de um lote de ovócitos durante o período reprodutivo.

Processos reprodutivos muitas vezes apresentam ritmos controlados por “relógios biológicos” internos e estimulados por fatores ambientais (Redding & Patiño, 1993). Barbieri & Barbieri (1983a) definiram que o período reprodutivo de *G. carapo* da Represa do Lobo, SP, ocorre nos meses de outubro a dezembro, relacionando este período com o aumento da temperatura, precipitação pluviométrica, oxigênio dissolvido e do fotoperíodo.

Kirschbaum (1979) concluiu, através de experimentos realizados em cativeiro, que os fatores abióticos influenciam o ciclo reprodutivo de *E. virescens*, sendo que a diminuição na condutividade e pH e o aumento do nível

da água e da quantidade de chuvas, levariam a maturação das gônadas, enquanto que o processo inverso levaria à regressão das mesmas. Este autor afirma ainda, que a condutividade é um fator determinante para o desenvolvimento das gônadas, o que poderia estar relacionado à capacidade eletrossensorial dos peixes gimnotiformes.

Para a população de *E. trilineata* aqui estudada, a diminuição da condutividade da água também demonstrou ser importante para a definição do período reprodutivo, visto que foi encontrada correlação negativa entre o IGS de machos e fêmeas e a variação mensal da condutividade. Este resultado concorda com os dados descritos por Kirschbaum (1979) no trabalho referido acima.

Ainda que se reconheça a coincidência entre a época de reprodução e o período mais quente do ano, não houve correlação significativa entre as variações do IGS e a temperatura da água. A precipitação pluviométrica mensal acumulada até o dia de amostragem, a porcentagem de oxigênio dissolvido e o pH também não apresentaram correlação significativa com o IGS e, conseqüentemente, com o período reprodutivo de machos e fêmeas.

A sazonalidade reprodutiva em peixes de ambientes temperados, onde não ocorrem períodos claramente definidos de maior pluviosidade, está relacionada principalmente a temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de alimento (McKaye, 1984; Payne, 1986). Já em ambientes tropicais, as variações no fotoperíodo e temperatura são muito pequenas, tornando-se a pluviosidade e a disponibilidade de habitats os fatores responsáveis pela sazonalidade em rios, riachos e lagoas (Kramer, 1978; Welcomme, 1979; Goulding, 1980). A região Sul do Brasil apresenta clima subtropical, de forma

que muitos estudos realizados nesta região (Azevedo *et al.* 2000; Oliveira, 2003; Lampert, 2003, Gonçalves, 2003) tem apontado para uma associação entre o período reprodutivo e o fotoperíodo. Esta tendência também foi observada na população estudada, o período reprodutivo tendo sido estabelecido para a época do ano na qual ocorre o aumento do comprimento do dia.

Segundo Vazzoler (1996), a fecundidade depende, entre inúmeros outros fatores, da capacidade da cavidade celomática de alojar ovócitos maduros e do tamanho destes ovócitos. Além disto, algumas características reprodutivas tais como cuidado com a prole, tipo de desova, migração e tipo de fecundação, podem interferir na fecundidade da espécie, visto que espécies que, de alguma forma, oferecem maior garantia de fecundação e sobrevivência de ovos e larvas, apresentam, geralmente, valores de fecundidade reduzidos (Vazzoler & Menezes, 1992). A população estudada provavelmente apresenta cuidado parental pois, aglomerações de larvas sob a vegetação juntamente com um macho adulto, foram encontradas no local de coleta dos meses de dezembro/2002 a março/2003. Segundo o observado por Crampton & Hopkins (em preparação) para espécies de *Gymnotus* encontradas na bacia Amazônica, estas aglomerações correspondem a ninhos de larvas que são protegidas por um macho adulto até que atinjam certo tamanho e dispersem na coluna d'água. Este fato poderia explicar a baixa fecundidade possivelmente encontrada para *E. trilineata* no período amostrado. Entretanto, a escassez de estudos a respeito da reprodução de gimnotiformes não nos permite uma discussão e comparação de resultados.

Barbieri & Barbieri (1982) estimaram para *G. carapo* uma fecundidade absoluta média de 2192 ovócitos para o primeiro ano de amostragem, com o comprimento total das fêmeas variando de 25,5 a 46 cm, e 1791 ovócitos para o segundo ano, sendo a variação das fêmeas de 23,1 a 43,5 cm. Não foram apresentados, porém, dados de fecundidade relativa para a espécie, portanto, não sendo estes dados muito comparativos.

O cálculo da fecundidade relativa visa minimizar a influência do tamanho do peixe na fecundidade, permitindo comparações entre peixes de portes diferentes. A fecundidade relativa é também uma maneira indireta de estimar o esforço energético empregado na produção de ovócitos. Os peixes gimnotiformes apresentam uma estrutura corporal muito distinta, possuindo uma cavidade celomática muito pequena e restrita a porção anterior do corpo. Devido a este fato, não é possível realizar uma comparação entre valores de fecundidade relativa de espécies desta ordem com trabalhos feitos com Characiformes ou mesmo Siluriformes em que estes dados são apresentados.

A fecundidade também pode variar com o tamanho das fêmeas, aumentando com o crescimento e estando mais relacionada com o comprimento do que com a idade do indivíduo (Vazzoler, 1996). Esta relação entre a fecundidade e o comprimento pode ser observada na população estudada, visto que fêmeas maiores apresentaram valores de fecundidade absoluta maiores do que fêmeas de menor comprimento.

A definição de uma desova do tipo parcelada para *E. trilineata* a partir da análise da distribuição das freqüências dos diâmetros dos ovócitos foi corroborada pela observação histológica das gônadas, pois a existência de um estágio semi-esgotado em fêmeas, é característica de espécies com desova do

tipo parcelada (Vazzoler, 1996). Segundo Nikolsky (1969), espécies com desova parcelada estão melhor adaptadas a condições ambientais desfavoráveis, podendo esta estratégia resolver problemas de competição por sítios de desova entre fêmeas de uma mesma população. Além disto, múltiplas desovas dentro de um mesmo período reprodutivo podem resultar em um esforço reprodutivo anual maior do que o atingido com uma desova única (Burt *et al*, 1988) e também podem garantir uma maior sobrevivência larval, pois permitem que larvas de desovas diferentes passem pela fase planctófaga em tempos distintos, reduzindo a competição por alimento. Desovas parceladas também foram encontradas por Barbieri & Barbieri (1982) para *G. carapo*, por Alves-Gomes (com. pes.) para *Eigenmannia sp.* e por Kirschbaum (1979) para *E. virescens*. Alves-Gomes (com. pes.) realizou experimentos com *Eigenmannia sp.* em cativeiro testando a indução da desova através de sinais elétricos de corte artificialmente simulados, onde observou desovas sendo realizadas por diversas noites consecutivas, com o número de ovócitos liberados podendo variar de 1 a 300. Kirschbaum (1979) também observou desova parcelada para os peixes em cativeiro, os quais, quando em condições abióticas e alimentares favoráveis, chegaram a desovar a cada 3 ou 4 noites.

As taxas de crescimento se alteram durante o ciclo de vida, decrescendo freqüentemente com o aumento da idade e após a maturação, mas podem também variar com as mudanças na dieta (Lowe-McConnell, 1999). As informações a respeito do tamanho de primeira maturação e do comprimento total médio em que todos os indivíduos da população estarão aptos a participar ativamente do processo reprodutivo também nos fornece indicações da velocidade do processo de maturação das espécies (Vazzoler, 1981). Machos

de *E. trilineata* apresentaram um processo de maturação mais rápido que o das fêmeas, estando aptos a participarem do período reprodutivo a partir dos 6,35 cm de comprimento, enquanto as fêmeas só estão aptas a partir dos 8,05 cm. Já Barbieri & Barbieri (1983b) estudando *G. carapo*, encontraram um tamanho de primeira maturação das fêmeas muito superior, sendo igual a 24,8 cm, porém esta estimativa não foi feita para os machos desta espécie.

A maioria das populações naturais de peixes possui uma razão sexual de 1:1, mas quando um dos sexos possui alguma vantagem particular isto pode ser inadvertidamente modificado, havendo claramente uma tendência à produção de um estoque maior de indivíduos deste sexo (Reay, 1989). A espécie foco deste trabalho não apresentou prevalência de um dos sexos, sendo de 1:1 a proporção sexual encontrada durante todos os meses amostrados.

O dimorfismo sexual apresentado pela população estudada também foi observado por Kirschbaum (1979) para *E. virescens*, onde o maior macho atingiu 33 cm e a maior fêmea somente 20 cm. Visto que os machos amostrados apresentaram um comprimento de primeira maturação menor do que o das fêmeas e atingiram um maior comprimento total, pode-se concluir que, a despeito da proporção sexual encontrada, os machos estão em maior número participando do período reprodutivo. Esta estratégia pode ter sido adotada para garantir a fecundação de todos os ovócitos, aumentando o sucesso reprodutivo da população.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz R. Malabarba, pelas colaborações ao trabalho; aos colegas do Laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo auxílio em campo e em laboratório; à CAPES pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

- Adebisi, A. A. 1987. The relationships between fecundities, gonadosomatics indices and egg sizes of some fishes of Ogun River, Nigéria. *Archiv fuer Hydrobiology*, 111(1): 151-156.
- Agostinho, A. A. & H. F. Júlio Jr. 1999. Peixes da bacia do alto Rio Paraná. Pp. 374-400. In: Lowe-McConnell (Ed.). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp, 535p.
- Albert, J. S. 2003. Family Sternopygidae. Pp. 487-491. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris, Jr. 2003. *Check list of the freshwater fishes of south and central américa*. Porto Alegre, Edipucrs, 742p.
- Alves-Gomes, J. A. 1997. Informações preliminares sobre a bio-ecologia de peixes elétricos (Ordem Gymnotiformes) em Roraima. Pp. 509-555. In: Barbosa, R. I., E. J. G. Ferreira & E. G. Castellón (Eds.). *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Manaus, INPA, 613p.
- Azevedo, M. A., L. R. Malabarba & C. B. Fialho. 2000. Reproductive biology of the inseminated Glandulocaudine *Diapoma speculiferum* Cope (Actinopterygii: Characidae). *Copeia*, 2000(4): 983-989.
- Barbieri, G. & M. C. Barbieri. 1982. Fecundidade e tipo de desova de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758), na represa do Lobo, Estado de São Paulo (Pisces, Gymnotidae). *Spectrum: Jornal Brasileiro de Ciência*, 2(7): 25-29.
- Barbieri, G. & M. C. Barbieri. 1983a. Dinâmica da reprodução de *Gymnotus carapo* na represa do Lobo, Estado de São Paulo. Influência de fatores abióticos. (Pisces, Gymnotidae). *Tropical Ecology*, 24(2): 244-259.

- Barbieri, G. & M. C. Barbieri. 1983b. Growth and first sexual maturation size of *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) in the Lobo reservoir (state of São Paulo, Brazil) (pisces, gymnotidae). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 16(2): 195-201.
- Barbieri, M. C. & G. Barbieri. 1984a. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP.). Morfologia e histologia de testículo. Variação sazonal. (Pisces, Gymnotidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 44(2): 141-148.
- Barbieri, G. & M. C. Barbieri. 1984b. Crescimento de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo, Estado de São Paulo, pelo método da distribuição da freqüência de comprimento (Pisces, gymnotidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 44(3): 239-246.
- Barbieri, M. C. & G. Barbieri. 1985. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP.). Morfologia e histologia de ovário. Variação sazonal. (Teleostei, Gymnotidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 45(1/2): 3-12.
- Burt, A., D. L. Kramer, K. Nakatsuru & C. Spry. 1988. The tempo of reproduction in *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Characidae), with a discussion on the biology of 'multiple spawning' in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 22(1): 15-27.
- Crampton, W.G.R., Hopkins, C.D. Nesting and paternal care in the weakly electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with descriptions of larval and adult electric organ discharges of two species. (em preparação)
- Dias, J. F., E. Peres-Rios, P. T. C. Chaves & C. L. D. B. Rossi-Wongtschowski. 1998. Análise macroscópica dos ovários de Teleósteos: Problemas de

- classificação e recomendações de procedimentos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(3): 775-782.
- Dunlap, K. D. & H. H. Zakon. 1998. Behavioral actions of androgens and androgen receptor expression in the electrocommunication system of a electric fish, *Eigenmannia virescens*. *Hormones and Behavior*, 34: 30-38.
- Evans, J. P., A. Pilastro, I. W. Ramnarine. 2003. Sperm transfer through forced matings and its evolutionary implications in natural guppy (*Poecilia reticulata*) populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78(4): 605-612.
- Gonçalves, T. K. 2003. Biologia reprodutiva de *Aphyocharax anisitsi* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Ostariophysi: Characidae). Dissertação de Mestrado Não Publicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 21p.
- Goulding, M. 1980. The fishes and the forest, explorations in Amazonian natural history. Los Angeles, University of California Press, 280p.
- Grosser, K. M. & S. D. Hahn. 1981. Ictiofauna da Lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, 59: 45-64.
- Kirschbaum, F. 1979. Reproduction of the weakly electric fish *Eigenmannia virescens* (Rhamphichthyidae, Teleostei) in captivity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 4: 331-355.
- Kramer, D. L. 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. *Ecology*, 59(5): 976-985.
- Kramer, B. 1983. Electrocommunication in fish: stimulus waveform-dependent responses in *Eigenmannia* (Gymnotiformes, Teleostei) – a model for

- intraspecific communication?. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 170.
- Kramer, B. 1985. Jamming avoidance in the electric fish *Eigenmannia*: harmonic analysis of sexually dimorphic waves. Journal of Experimental Biology, 119: 41-69.
- Lowe-McConnell R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp, 553p.
- Lampert, V. R. 2003. Biologia reprodutiva de duas espécies do gênero *Bryconamericus* (Characidae: Tetragonopterinae) dos sistemas dos rios Jacuí e Uruguai, RS. Dissertação de Mestrado Não Publicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 73p.
- McKaye, K. R. 1984. Behavioral aspects of ciclids reproductive strategies: patterns of territoriality and brood defense in Central American substratum spawners and African mouth brooders. Pp. 245-273. In: Potts, G. W. & R. J. Wootton (Eds). Fish reproduction: strategies and tactics. London, Academic Press, 410p.
- Munoz, M., M. Casadevall & S. Bonet. 1999. Annual reproductive cycle of *Helicolenus dactilopterus dactilopterus* (Teleostei: Scorpaeniformes) with special reference to the ovaries sperm storage. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 79(3): 521-529.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialezki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce – Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, Eduem, 378p.
- Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. London, Academic Press, 352p.

- Nikolsky, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics. Edinburg, Oliver & Boyd Ltda, 323p.
- Oliveira, C. L. C. 2003. Análise comparada de caracteres reprodutivos e da glândula branquial de duas espécies de Cheirodontinae (Teleostei: Characidae). Dissertação de Mestrado Não Publicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 80p.
- Payne, A. I. 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. New York: John Wiley. 310p.
- Rasotto, M. B. & D. Y. Shapiro. 1998. Morphology of gonoducts and male genital papilla, in the bluehead wrasse: implications and correlates on the control of gamete release. *Journal of Fish Biology*, 52: 716-725.
- Reay, P. J. 1984. Reproductive tactics: a non-event in aquaculture?. Pp. 291-309. In: Potts, G. W. & M. N. Wootton (Eds.) *Fish reproduction: strategies and tactics*. London, Academic Press, 410p.
- Redding, M. & R. Patiño. 1993. Reproductive Physiology. Pp. 503-529. In: Evans, D. H. (Ed.). *The Physiology of Fishes*. Boca Raton, CRC Press, 592p.
- Santos, E. P. dos. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo, Edusp, 129p.
- Vazzoler, A. E. A. de M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. Brasília, CNPQ, 108p.
- Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, Editora da Universidade, 169p.

- Vazzoler, A. E. A. de M. & N. A. Menezes. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4): 627-640.
- Welcomme, R. L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. London, Longman, 317p.
- Wootton, R. J. 1984. Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. Pp.1-12. In: Potts, G. W. & M. N. Wootton (Eds.) *Fish reproduction: strategies and tactics*. London, Academic Press, 410p.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall, 663p.

Capítulo 3

Hábito alimentar de *Eigenmannia trilineata* López &
Castello, 1966 (Teleostei, Sternopygidae) do Parque
Estadual de Itapuã, RS, Brasil

**Hábito alimentar de *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966
(Teleostei, Sternopygidae) do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil.**

Júlia Giora e Clarice B. Fialho

A ordem Gymnotiformes tem sido objeto de muitas pesquisas a respeito de sua bioeletrogênese, mas os conhecimentos sobre seus aspectos ecológicos, biológicos e comportamentais até o momento são raros. Este estudo objetiva descrever o hábito alimentar de *Eigenmannia trilineata* da lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil, através da variação das freqüências mensais dos índices de repleção (IR), hepatossomático (IHS), fator de condição (FC) e análise da dieta da espécie, além da comparação dos resultados obtidos com fatores abióticos. Os conteúdos estomacais foram analisados utilizando três métodos de mensuração: freqüência de ocorrência, composição percentual e índice de importância alimentar. A espécie *E. trilineata* apresentou os microcrustáceos e insetos autóctones como alimentos principais, sendo que os adultos (machos maiores que 6,35 cm e fêmeas maiores que 8,05 cm) tiveram pequena alteração em sua dieta durante o período reprodutivo e ingeriram um número maior de itens do que os juvenis. O IR dos machos apresentou picos antes e depois do período reprodutivo, obtendo correlação significativa com o IHS, fato este não verificado para as fêmeas. O fator de condição foi mais influenciado pelo peso do estômago nos machos e das gônadas nas fêmeas. Não foi identificada correlação entre fatores abióticos e a atividade alimentar da espécie.

**Feeding habit of *Eigenmannia trilineata* Lopez & Castello, 1966
(Teleostei, Sternopygidae) of Parque Estadual de Itapuã, RS, Brazil.**

In the order Gymnotiformes bioeletrogenesis have been the focus of many researches. However, the knowledge on its ecological, biological and behavioural aspects is almost insignificant. This study aim to describe the feeding habit of *Eigenmannia trilineata* of the Lagoa Negra of Parque Estadual de Itapuã, RS, Brazil, through the repletion (RI) and hepatossomatic (HSI) indexes of monthly frequency variation, condition factor and diet analysis of the species, besides the comparison of the results with abiotic factors. Stomach contents were analysed using three measurements: frequency of occurrence, percentage composition and feeding importance index. The *E. trilineata* species presented the microcrustacea and autochthonous insects as main food items, the adults (males larger than 6,35 cm and females larger than 8,05 cm) had a little alteration in their diet during the reproductive period and ingested higher food items number. The males RI showed peaks before and after the reproductive period, having significant correlation with the HSI, the same not being observed for females. The condition factor was more influenced by the stomach weight in males and by the gonad weight in females. No correlation between abiotic factors and feeding activity was identified.

Key words: Gymnotiformes, *Eigenmannia*, Feeding habits.

Introdução

A Ordem Gymnotiformes compreende os peixes popularmente conhecidos como “peixes elétricos” por serem capazes de gerar uma corrente elétrica, através de tecidos especializados que formam o órgão elétrico. Esta é talvez a maior especialização apresentada por esses peixes e que permite aos mesmos usar sua própria geração de campo elétrico e eletorrecepção não só para eletrolocação de objetos e outros organismos no ambiente, mas também para interações sociais.

Segundo Alves-Gomes (1997) a distribuição geográfica dos gimnotiformes é restrita às Américas do Sul e Central. É possível encontrá-los em córregos, pequenos canais e lagoas isoladas, onde podem suportar condições muito baixas de oxigênio durante os períodos de seca, em lagunas, áreas inundadas nos períodos chuvosos e, principalmente, no fundo dos canais principais dos grandes rios, onde encontram alimento abundante durante todo o ano.

O gênero *Eigenmannia* tem sido objeto de estudos neuroetológicos nos últimos 25 anos, e é o gimnotiforme sobre o qual mais se têm informações a respeito da função das descargas do órgão elétrico para eletrolocação e comunicação social (Dunlap & Zakon, 1998; Kramer, 1983; Kramer, 1985). Entretanto, tal nível de conhecimento não foi acompanhado por estudos sobre a biologia, ecologia, etologia e sistemática do gênero, estando este em um dos mais atrasados graus de informação sistemática dentre os gimnotiformes.

A espécie *Eigenmannia trilineata* distribuiu-se na América do Sul nos países Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, sendo sua ocorrência atualmente reconhecida para as bacias do Rio Paraná e Rio Paraguai (Albert, 2003)

Os peixes diferem quanto ao tipo de alimento consumido, mais do que qualquer outro grupo de vertebrados (Nikolsky, 1963). A alimentação é um dos mais importantes fatores biológicos que influenciam a estrutura e composição de populações de peixes, sendo o conhecimento da dieta, estratégias alimentares e relações tróficas entre espécies, fundamentais para o entendimento da estrutura e dinâmica destas comunidades (Aranha *et al*, 2000).

Para Abelha *et al* (2001), estudos de ecologia trófica têm revelado uma considerável versatilidade alimentar para a maioria dos teleósteos. Lowe-McConnell (1999) comenta que a maioria dos peixes apresenta níveis de plasticidade em sua dieta, devido ao fato de que a alimentação varia de acordo com o que está disponível em cada habitat e também depende das interações com outras espécies presentes, o que conferiria vantagens às espécies generalistas em relação às especialistas.

O comportamento alimentar de um peixe pode sofrer modificações sazonais e/ou ontogenéticas. Segundo Nikolsky (1963), espécies adaptadas a consumir um tipo específico de alimento, podem apresentar variações em suas dietas relacionadas com o crescimento ou idade, muitas vezes acompanhadas de mudanças na estrutura do tubo digestivo. Devido a esta multiplicidade de fatores que podem interferir em uma dieta, as interpretações isoladas da composição de alimentos relacionadas à disponibilidade no ambiente, podem levar a conclusões ecológicas incorretas (Barbieri *et al*, 1994).

Poucos estudos podem ser encontrados a respeito da dieta e hábitos alimentares de peixes-elétricos. Barbieri & Barbieri (1984) apresentaram resultados a respeito da dinâmica nutricional de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758), gimnotiforme pertencente à família Gymnotidae, da Represa do Lobo em São Paulo. Outros representantes da referida ordem, são citados em estudos de estrutura trófica de comunidades ícticas em diversas localidades do Brasil (Soares, 1979; Mérigoux & Ponton, 1998; Hanh *et al.*, 1997; Agostinho *et al* 2003; Alves-Gomes, 1997).

A falta de conhecimento sobre os aspectos da história de vida, comportamento e ecologia dos gimnotiformes tem sido citada por muitos autores como um problema para o melhor entendimento dos peixes desta ordem.

Em vista disto, este trabalho tem como objetivos estudar a dieta de uma população de *Eigenmannia trilineata* da lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã, no município de Viamão, Rio Grande do Sul, através da análise qualitativa do conteúdo estomacal da mesma, do fator de condição e do quociente intestinal. Visa também fazer uma comparação entre a dieta de indivíduos adultos e juvenis dentro da população, além de apontar possíveis relações entre a atividade alimentar e fatores abióticos como temperatura, pluviosidade e fotoperíodo da área estudada.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Estadual de Itapuã abrange uma área de 5.566 hectares, estando localizado no município de Viamão, a 57 Km de Porto Alegre. Ele

representa a última amostra do ecossistema e paisagem original da região metropolitana da capital, com campos, dunas, lagos, ilhas, praias e morros do Guaíba e laguna dos Patos.

A lagoa Negra possui uma área de 1750 hectares e está separada da laguna dos Patos por um terreno arenoso constituído de dunas quase totalmente cobertas por vegetação herbácea, e também arbustiva e arbórea, formando capões (Grosser & Hahn, 1981). A margem oposta à laguna apresenta um terreno plano, o qual vem sendo utilizado para a criação de gado. Neste local ainda podem ser observados canais abandonados de irrigação para cultivos de arroz e algumas áreas com *Eucalyptus sp*, resultantes de antigo plantio.

O ponto de coleta está localizado na lagoa Negra, na margem oposta à laguna dos Patos, em um dos antigos canais de irrigação (30° 21' 35,5" S e 50° 58' 34" W). Este apresenta água com baixa transparência devido ao elevado teor de matéria orgânica particulada em suspensão, o que resulta numa certa acidez, fundo lodoso e profundidade média de aproximadamente 1 metro. Quanto à vegetação aquática, predominam as macrófitas aquáticas, sendo os gimnotifomes encontrados principalmente sob os chamados repolhos-d'água (*Pistia stratiotis*), as salvínias (*Salvinia auriculata*) e as raízes das tiriricas (*Polygonum sp*).

Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente nos meses de junho a setembro/2002 e de março a maio/2003 e quinzenalmente nos meses de outubro/2002 a fevereiro/2003, com o intuito de acompanhar o

desenvolvimento do período reprodutivo e suas possíveis influências na dinâmica alimentar da espécie. A captura foi efetuada no horário entre 11:00 e 12:30 horas, sob os aglomerados de vegetação flutuante utilizando um detector de peixes elétricos, o qual consiste, basicamente, de um amplificador de corrente alternada, com alta sensibilidade e com resposta em frequência dentro da faixa audível, auxiliando na localização dos mesmos, e uma rede do tipo puçá.

Em campo os exemplares foram fixados em solução de formalina 10% e foram registradas as temperatura do ar e da água. Os dados de pluviosidade foram obtidos junto ao 8° Distrito de Meteorologia – Serviço de Observação e Meteorologia Aplicada de Porto Alegre. O horário do nascer e pôr-do-sol e o cálculo do fotoperíodo foram obtidos através do programa de computador SkyMap, correlacionando as datas às coordenadas do local de coleta.

Em laboratório os animais foram conservados em álcool 70° GL e posteriormente tomados os dados biométricos de comprimento total (Lt) em milímetros e peso total (Wt) em gramas. Após, os indivíduos foram dissecados para a anotação dos pesos em gramas do fígado (Wf) e do estômago (We) e comprimento de intestino (Li) em milímetros, assim como para a determinação dos estádios de repleção estomacal (parcialmente cheio, cheio, parcialmente vazio e vazio). Lotes de espécimes do local estudado foram catalogados na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil (UFRGS 5719 e UFRGS 6635).

Análise de dados

Foram calculados o índice de repleção estomacal (IR) e índice hepatossomático (IHS), que representam o percentual do peso do órgão em relação ao peso total do peixe, segundo as fórmulas adaptadas de Santos (1978):

$$IR = We \times 100 / Wt,$$

$$IHS = Wf \times 100 / Wt,$$

onde We corresponde ao peso do estômago, Wf ao peso do fígado e Wt corresponde ao peso total.

O fator de condição (FC) foi estimado para machos e fêmeas através da relação peso/comprimento, onde:

$$FC = (Wt / Lt^0) \times 100.$$

Com esses valores estimados foram determinados os valores médios mensais de tal fator. Para verificar a influência do peso das gônadas e do peso do estômago na variação do fator de condição, este foi corrigido segundo as expressões:

$$FC_1 = [(Wt - Wg) / Lt^0] \times 100 \text{ e}$$

$$FC_2 = [(Wt - (Wg + We)) / Lt^0] \times 100.$$

A partir dos valores obtidos para FC, FC₁ e FC₂, foram elaborados gráficos representando as variações de seus valores médios mensais. Também visando evidenciar a época de maior influência por parte de cada órgão no fator de condição, foram calculadas as diferenças entre FC - FC₁ = ΔFCI (influência das gônadas) e FC₁ - FC₂ = ΔFCII (influência do estômago).

O quociente intestinal (Q_i) representa a proporção do comprimento do intestino com relação ao comprimento total do indivíduo, sendo calculado segundo a fórmula:

$$Q_i = L_i / L_t,$$

onde L_i corresponde ao comprimento do intestino e L_t ao comprimento total do indivíduo.

Para verificar possíveis correlações entre os fatores abióticos e a atividade alimentar, foi aplicado o teste estatístico não paramétrico de Spearman (Zar, 1999). Foram testadas as relações entre os valores médios mensais de IR com os valores de pluviosidade, fotoperíodo e temperatura.

A análise do conteúdo estomacal foi realizada com auxílio de um estereomicroscópio, sendo a identificação dos itens alimentares encontrados feita até a menor categoria taxonômica possível. O material foi analisado pelo método de frequência de ocorrência de Hyslop (1980) e por meio do método de composição percentual (Hynes, 1950), onde o número de vezes em que cada item ocorreu é tratado como a porcentagem do número total de ocorrências de todos os itens. Para tanto, os itens foram agrupados em categorias taxonômicas e ecológicas amplas. Foram elas: microcrustáceos (Microcr), matéria orgânica digerida (MOD), insetos autóctones (IAu), insetos alóctones (IAI), aracnídeos (Arac), matéria vegetal (MV), sedimento (Sed) e outros (Outros).

A importância de cada uma destas categorias alimentares na dieta da espécie foi estimada através de uma escala semi-quantitativa de abundância, na qual a contribuição de cada categoria é estimada de acordo com a área que a mesma ocupava em relação ao conteúdo total. Considerou-se a seguinte

escala baseada em Granado-Lorencio & Garcia-Novo (1986): 0 – ausente; 1 – escasso (até de 25%); 2 – freqüente (de 25% a 50%); 3 – muito freqüente (de 50% a 75%); 4 – abundante (mais de 75%). Segundo esta escala calculou-se o índice de importância alimentar (IIA) a partir da seguinte fórmula (Granado-Lorencio & Garcia-Novo, 1986):

$$IIA = \sum[(X_k \cdot K) / (n-1)] ,$$

onde X_k corresponde à freqüência de ocorrência de um determinado componente da dieta, X_i , com categoria K; K corresponde à categoria de abundância (0, 1, 2,3 e 4), e n corresponde ao número de categorias da escala.

De acordo com Guillen & Granado (1984), considera-se alimento principal aqueles com valores de IIA maiores que 0,3; alimento adicional de 0,15 a 0,3, e alimento acidental com valores menores que 0,15. Os dados foram analisados mensalmente.

Foram realizadas comparações entre as dietas de juvenis e adultos, sendo considerados adultos, machos com comprimento total superior a 6,35 cm e fêmeas com comprimento total superior a 8,05 cm, o que corresponde ao tamanho de primeira maturação gonadal (ver capítulo 2). Para isto, foi aplicado um teste t de Student (Zar, 1999) comparando as freqüências de ocorrência dos itens ingeridos por adultos e juvenis em cada mês de amostragem, bem como para os IIAs de cada categoria alimentar de adultos e juvenis.

Resultados

Foram coletados 428 espécimes de *Eigenmannia trilineata*, sendo 209 machos, cujos comprimentos totais variaram de 35,29 mm a 247,79 mm, 195

fêmeas, variando de 34,76 mm a 170,67 mm, e 24 larvas, segundo Nakatani *et al.* (2001), variando de 16,95 mm a 32,02 mm.

Tabela 1. Frequência de ocorrência dos itens alimentares identificados nos estômagos de adultos de *Eigenmannia trilineata* (* = itens de origem alóctone).

Itens/Meses	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Crustacea	100	100	100	100	96,77	96,3	100	86,67	100	100	100	100
Decapoda	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0
Microcrustacea	100	100	100	100	96,77	96,3	100	86,67	100	100	100	100
Cladocera	95,45	100	96,43	100	93,55	66,67	74,29	43,33	55,17	88	96	100
Copepoda	81,82	100	89,28	96,15	96,77	96,3	97,14	86,67	93,1	96	100	100
Ostracoda	90,91	62,5	67,86	65,38	6,45	14,81	17,14	36,67	34,48	72	52	25,81
Insecta	90,91	100	100	100	100	100	100	96,67	100	100	100	100
Diptera	68,18	100	89,28	96,15	90,32	92,59	94,29	83,33	89,66	100	92	100
Brachycera*	0	12,5	0	3,85	3,23	0	0	3,33	0	0	0	0
Chironomidae (larva)	68,18	100	89,28	96,15	90,32	92,59	94,29	83,33	89,66	100	92	100
Chironomidae (pupa)	0	12,5	0	38,46	16,13	11,11	20	6,67	0	4	4	25,81
Hymenoptera*	22,73	18,78	3,57	15,38	0	0	2,86	10	0	4	0	0
Formicidae*	22,73	18,75	3,57	15,38	0	0	2,86	10	0	4	0	0
Ephemeroptera (naiade)	9,09	43,75	14,28	88,46	61,29	70,37	57,14	13,33	13,79	32	36	61,29
Ephemeroptera (larva)	0	0	0	0	0	3,7	0	0	13,79	4	0	3,23
Coleoptera (adulto)*	0	6,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera (larva)	0	0	3,57	3,85	6,45	0	8,57	6,67	0	0	0	12,9
Odonata (naiade)	0	6,25	14,28	19,23	12,9	25,93	37,14	6,67	13,79	8	16	3,23
Trichoptera	0	0	0	42,31	35,48	37,04	48,57	66,67	89,66	100	96	96,77
Lepidoptera (larva)*	0	6,25	7,14	0	3,23	11,11	25,71	16,67	24,14	20	20	19,35
Hemiptera	0	12,5	7,14	30,77	32,26	7,41	11,43	0	3,45	0	0	0
Heteroptera	0	6,25	7,14	30,77	32,26	7,41	11,43	0	3,45	0	0	0
Auchenorrhyncha*	0	6,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoptera*	0	0	0	0	3,23	0	0	0	0	0	0	0
Partes de insetos	54,54	93,75	82,14	92,31	83,87	77,78	88,57	60	44,83	56	60	29,03
Aracnida	0	0	21,43	23,08	51,61	33,33	37,14	43,33	31,03	28	16	35,48
Acarina	0	0	21,43	23,08	51,61	33,33	37,14	40	31,03	28	16	35,48
Aranae	0	0	0	0	0	0	0	6,67	3,45	0	0	0
Molusco Gastropodo	0	0	0	0	0	0	2,86	0	3,45	0	0	0
Ovócitos de peixe	13,64	0	0	0	3,23	11,11	5,71	20	3,45	0	0	0
Escama Ciclóide	9,09	6,25	0	0	0	3,7	0	0	0	0	0	0
Espícula	4,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Matéria Orgânica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	100
Matéria Vegetal	100	93,75	82,14	76,92	77,42	92,59	100	90	89,66	96	92	96,77
Sedimento	22,73	37,5	42,86	46,15	58,06	88,89	94,29	93,33	89,66	92	92	90,32

O conteúdo estomacal de adultos e juvenis foi analisado separadamente, sendo todos os itens identificados nas análises apresentados nas tabelas 1 e 2. Nos estômagos de indivíduos adultos, foram identificados 28 itens alimentares dos quais os mais freqüentes foram os microcrustáceos (Cladocera, Copepoda e Ostracoda), as larvas de Chironomidae, as partes de insetos não identificados, a matéria orgânica digerida, a matéria vegetal e o

sedimento (Tabela 1). Nos estômagos dos indivíduos juvenis, foram identificados 17 itens dos quais os mais freqüentes foram os microcrustáceos (Cladocera, Copepoda e Ostracoda), as larvas de Chironomidae, a matéria orgânica digerida, a matéria vegetal e o sedimento (Tabela 2).

Tabela 2. Freqüência de ocorrência dos itens alimentares identificados nos estômagos de juvenis de *Eigenmannia trilineata* (* = itens de origem alóctone).

Itens/Meses	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Crustacea	100	100	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Microcrustacea	100	100	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cladocera	100	100	75	100	100	83,33	100	66,67	62,5	100	100	50
Copepoda	72,73	93,75	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ostracoda	81,82	31,25	50	12,5	22,22	0	0	33,33	12,5	66,67	0	0
Insecta	100	81,25	75	100	100	100	50	100	100	100	100	100
Diptera	90,91	68,75	75	100	100	66,66	50	100	87,5	88,89	50	100
Chironomidae (larva)	90,91	68,75	75	100	100	66,66	50	100	87,5	88,89	50	100
Chironomidae (pupa)	0	0	0	12,5	11,11	16,67	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera*	27,27	12,5	0	0	0	0	0	0	0	11,11	0	0
Formicidae*	27,27	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vespidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,11	0	0
Ephemeroptera (naiade)	0	12,5	0	37,5	55,56	33,33	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0	0	0
Odonata (naiade)	0	0	0	0	11,11	16,67	0	0	0	11,11	0	0
Trichoptera	0	0	0	25	22,22	33,33	0	0	12,5	77,78	50	100
Lepidoptera (larva)*	0	0	0	0	11,11	0	0	0	0	0	0	0
Partes de insetos	63,64	50	25	75	88,89	50	0	33,33	75	33,33	25	0
Aracnida	0	0	0	25	22,22	0	0	0	0	11,11	0	0
Acarina	0	0	0	25	22,22	0	0	0	0	11,11	0	0
Matéria Orgânica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Matéria Vegetal	81,82	56,25	50	87,5	66,67	100	50	33,33	75	100	50	100
Sedimento	9,09	18,75	75	37,5	55,56	66,67	50	100	50	44,44	75	100

O índice de importância alimentar (IIA) também foi calculado separadamente para adultos e juvenis (Tabelas 3 e 4). A categoria microcrustáceos (Microcr) foi considerada alimento principal durante todos os meses para juvenis, alternando nos adultos de alimento principal a adicional. A matéria orgânica digerida (MOD) participou como alimento principal em todos os meses do ano, tanto para juvenis quanto para adultos. A matéria vegetal (MV) permaneceu em juvenis e adultos como alimento adicional durante quase todos os meses. A categoria dos insetos autóctones (IAu) variou de alimento

adicional a principal em juvenis, caracterizando-se como acidental somente em um mês; nos adultos esta categoria foi considerada como alimento principal em quase todos os meses. Insetos alóctones (IAI) ocorreram em estômagos de juvenis somente em quatro meses do período, nos quais foram estabelecidos como alimento acidental; em adultos esta categoria foi alimento acidental durante todos os meses do ano. O sedimento (Sed) teve distribuição semelhante em juvenis e adultos, variando de alimento acidental a adicional para ambos. A categoria aracnídeos (Arac) foi encontrada em juvenis em apenas três dos meses amostrados, onde foi considerada alimento acidental; nos adultos esta categoria ocorreu como alimento acidental na maioria dos meses. A categoria outros (Outros) foi ausente em estômagos de juvenis, aparecendo nos de indivíduos adultos como alimento acidental ao longo de sete meses do ano.

Tabela 3. Índice de importância alimentar para categorias alimentares encontradas na análise dos estômagos de indivíduos adultos de *Eigenmannia trilineata*. Valores em negrito = alimento principal; valores emoldurados = alimento adicional; valores simples = alimento acidental.

Item/Mês	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Microcr	0,43	0,36	0,43	0,44	0,32	0,28	0,27	0,25	0,25	0,27	0,33	0,43
MOD	0,45	0,48	0,55	0,44	0,49	0,53	0,6	0,6	0,5	0,48	0,46	0,4
MV	0,38	0,24	0,22	0,19	0,22	0,23	0,26	0,23	0,27	0,24	0,23	0,24
IAu	0,22	0,44	0,3	0,49	0,48	0,49	0,42	0,29	0,36	0,56	0,44	0,43
IAI	0,09	0,08	0,03	0,04	0,02	0,03	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05
Sed	0,06	0,1	0,11	0,13	0,14	0,21	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Arac	0	0	0,05	0,06	0,13	0,08	0,09	0,11	0,07	0,07	0,04	0,09
Outros	0,06	0,02	0	0	0,01	0,03	0,02	0,07	0,02	0	0	0

Tabela 4. Índice de importância alimentar para categorias alimentares encontradas na análise dos estômagos de indivíduos juvenis de *Eigenmannia trilineata*. Valores em negrito = alimento principal; valores emoldurados = alimento adicional; valores simples = alimento acidental.

Item/Mês	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Microcrust	0,64	0,55	0,38	0,54	0,45	0,46	0,38	0,33	0,51	0,45	0,56	0,5
MOD	0,43	0,49	0,56	0,44	0,45	0,54	0,5	0,5	0,51	0,5	0,38	0,38
MV	0,21	0,16	0,13	0,22	0,17	0,25	0,13	0,08	0,19	0,25	0,13	0,25
IAu	0,27	0,22	0,19	0,35	0,39	0,33	0,13	0,33	0,29	0,33	0,31	0,38
IAI	0,07	0,03	0	0	0,03	0	0	0	0	0,03	0	0
Sed	0,02	0,05	0,19	0,1	0,14	0,17	0,13	0,25	0,04	0,11	0,19	0,25
Arac	0	0	0	0,06	0,06	0	0	0	0	0,03	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

As diferenças entre as freqüências das categorias alimentares de juvenis e adultos foram testadas, apresentando significância entre as categorias Microcr nos meses de junho a julho/2002 e de outubro/2002 a abril/2003; MV, em junho/2002 e fevereiro/2003; IAu, em julho, novembro e dezembro/2002 e março/2003; IAI em julho/2002 e Sed, nos meses de agosto/2002, janeiro e março/2003 (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de p resultantes da aplicação do teste t comparando os IIAs de cada categoria alimentar entre adultos e juvenis de *Eigenmannia trilineata* durante os meses de coletas. As diferenças significativas ($p < 0,05$) estão em negrito; x= teste não aplicado pela ausência da categoria em juvenis, adultos ou ambos.

Item/Mês	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Microcr	0,0008	0,0006	0,8569	0,2755	0,0112	0,0011	0,0003	0,0286	0,0001	0,0016	0,0088	0,2143
MOD	0,6379	0,9124	0,4542	0,7092	0,1768	0,7223	0,8429	0,5445	0,4554	0,9818	0,4154	0,5004
MV	0,001	0,5486	0,0742	0,2319	0,821	0,3459	0,5734	0,1045	0,0437	0,549	0,7153	0,6584
IAu	0,8525	0,0023	0,8889	0,0615	0,4923	0,0338	0,0044	0,4385	0,1188	0,0022	0,1573	0,6782
IAI	0,4608	0,0394	x	x	0,4102	x	x	x	x	0,9453	x	x
Sed	0,858	0,5595	0,0023	0,5912	0,3429	0,6153	0,6325	0,0156	0,0995	0,0089	0,9337	0,5869
Arac	x	x	x	0,7185	0,1419	x	x	x	x	0,2492	x	x
Outros	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

A composição percentual foi calculada para todos os indivíduos, sem separação de juvenis e adultos, com o intuito de representar de forma geral as proporções de categorias de itens ingeridos pela espécie. A MOD foi a categoria com maior representação, tendo uma ocorrência de 19,98%, seguida pela Microcr com 19,69%, IAU com 19,59%, MV 17,42%, Sed 13,73%, Arac 4,87%, IAI 3,64% e a categoria Outros, menos significativa, com 1,08% (Fig.1).

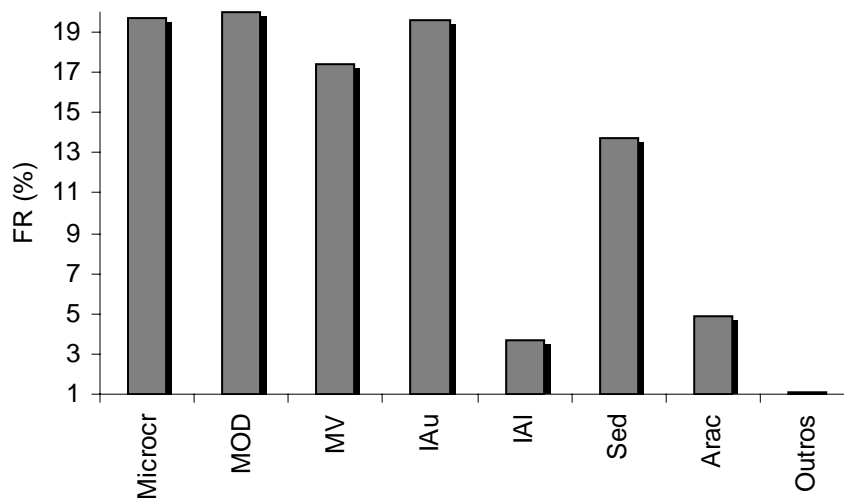


Fig.1. Composição percentual de itens alimentares encontrados na análise do conteúdo estomacal de *Eigenmannia trilineata*.

Através da análise dos valores médios do índice de repleção (IR), pode-se observar uma elevação destes valores durante os meses de agosto e outubro/2002 e no mês de março/2003 nos machos, e durante a primeira quinzena de outubro e segunda de dezembro/2002 nas fêmeas (Fig. 2). O índice hepatossomático (IHS) apresentou uma distribuição semelhante à do IR tanto em machos quanto em fêmeas, apresentando seu mais alto valor no mês de junho/2002 para ambos os sexos (Fig. 2). A correlação entre estes dois

índice foi testada sendo positiva e significativa nos machos ($r= 0,76$ e $p=0,0004$) e não significativa nas fêmeas ($r=0,3624$ e $p=0,1529$).

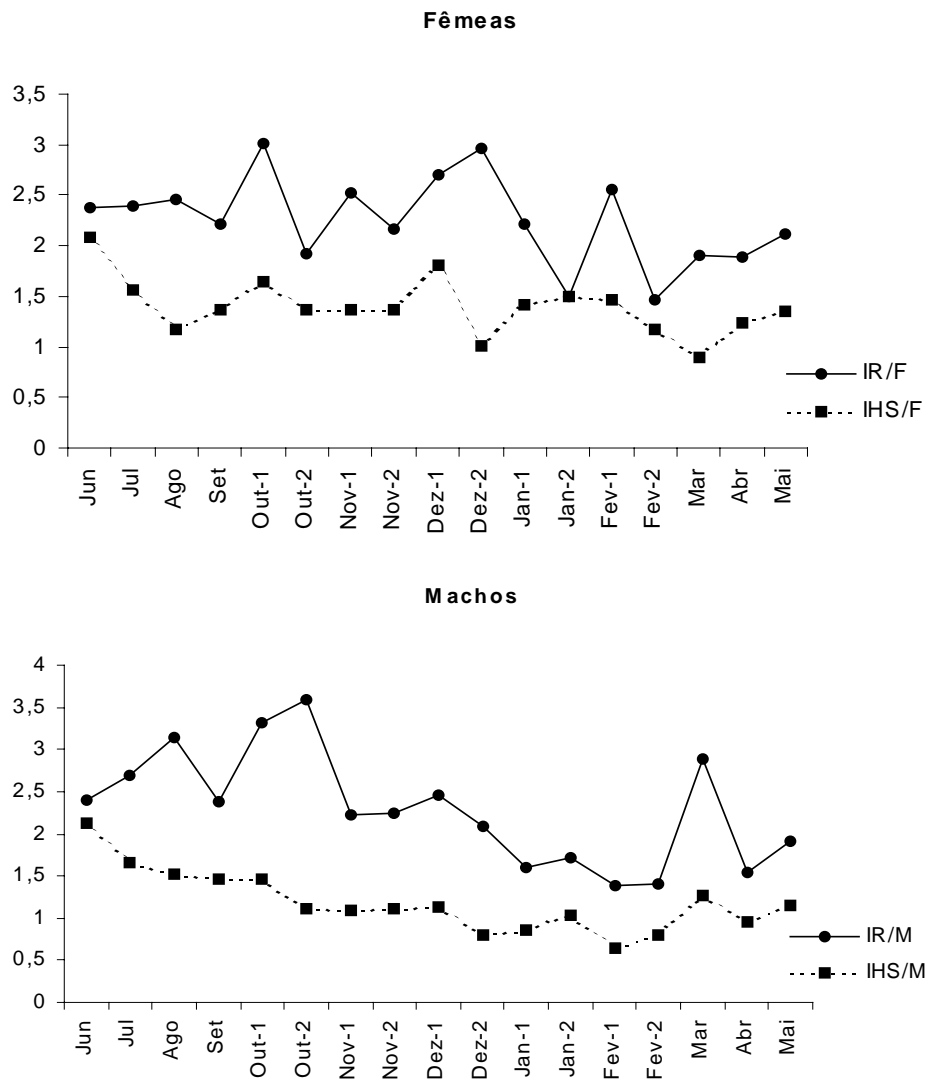


Fig.2. Distribuição mensal dos valores médios do índice de repleção (IR) e índice hepatossomático de machos e fêmeas de *Eigenmannia trilineata*.

A análise da distribuição dos valores médios do fator de condição (FC) mostra que este apresenta valores variando de forma semelhante em machos e fêmeas. Em machos há a ocorrência de valores mais altos em

setembro/2002, segunda quinzena de janeiro, março e maio/2003. Para fêmeas, o período de maior elevação ocorreu entre os meses de junho e agosto, e na segunda quinzena de novembro/2002 e de janeiro/2003 (Fig. 3).

Observando a variação do fator de condição sem o peso das gônadas (FC1) e sem o peso das gônadas e do estômago (FC2), verifica-se a mesma tendência de variação do fator de condição inicial, somente com valores inferiores (Fig. 3).

As diferenças efetuadas entre FC – FC1 ($\Delta FC1$), e FC1 – FC2 ($\Delta FC2$), evidenciam as épocas de influência de cada órgão no fator de condição. A variação do $\Delta FC1$ indica a época em que as gônadas estariam influenciando no fator de condição, sendo esta influência muito pequena nos machos, para os quais obteve seu maior valor entre a primeira quinzena de novembro e a primeira de dezembro/2002 (Fig. 4). Nas fêmeas a influência das gônadas é mais evidente, ocorrendo um aumento em seus valores entre a primeira quinzena de outubro/2002 e a segunda quinzena de fevereiro/2003. As diferenças entre FC1 – FC2 ($\Delta FC2$) são maiores entre o mês de junho/2002 e a segunda quinzena de outubro/2002 para machos e nos meses de junho e julho/2002 para fêmeas, período este em que os estômagos encontram-se mais cheios (Fig. 4). Portanto, pode-se verificar que nos machos o fator de condição está sendo mais influenciado pelo peso do estômago, enquanto que nas fêmeas é o peso das gônadas que influencia com mais intensidade.

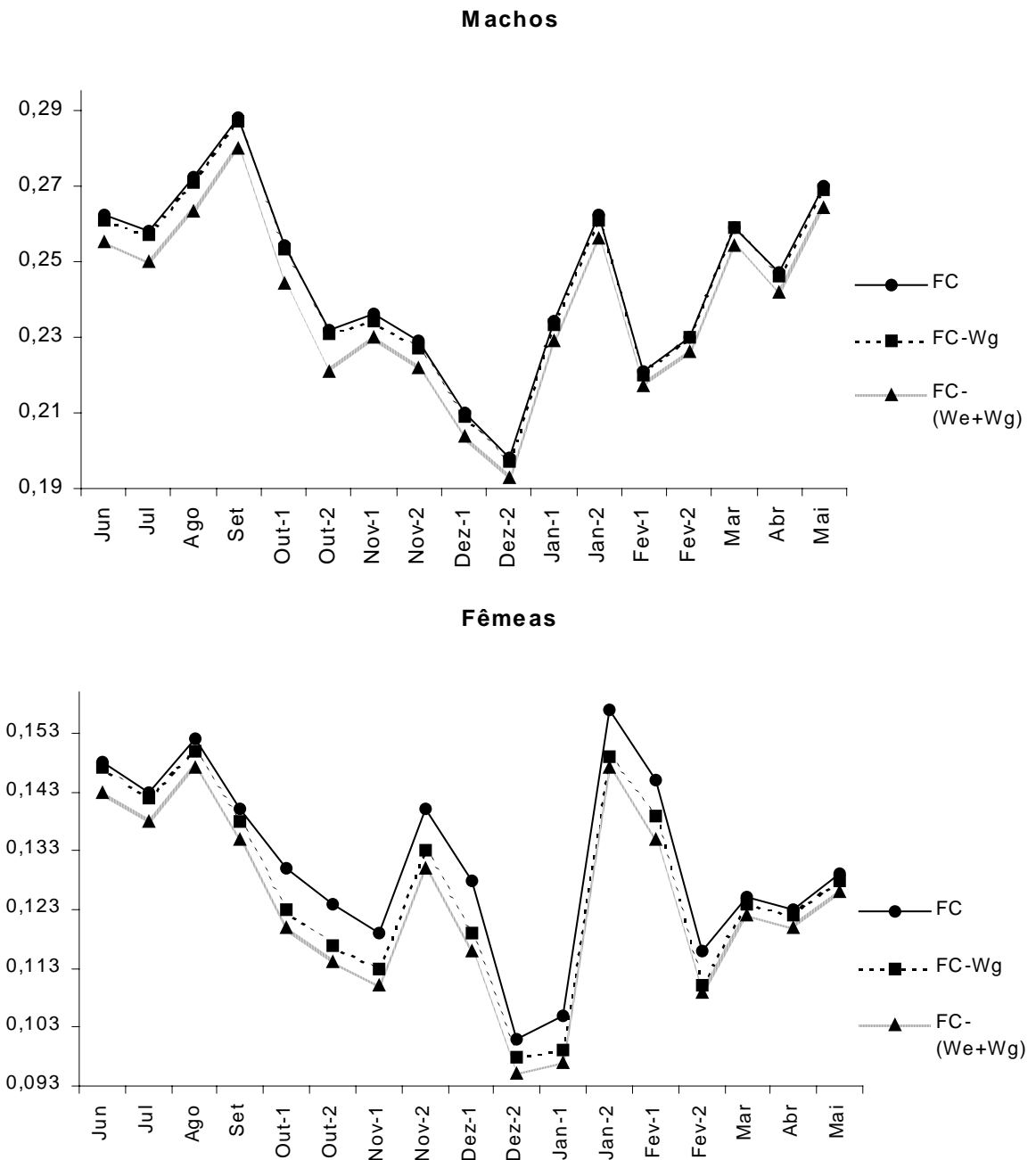


Fig.3. Distribuição mensal dos valores médios do fator de condição (FC), fator sem o peso das gônadas (FC – Wg) e fator de condição sem o peso das gônadas e do estômago (FC – (Wg+We)), de machos e fêmeas de *Eigenmannia trilineata*.

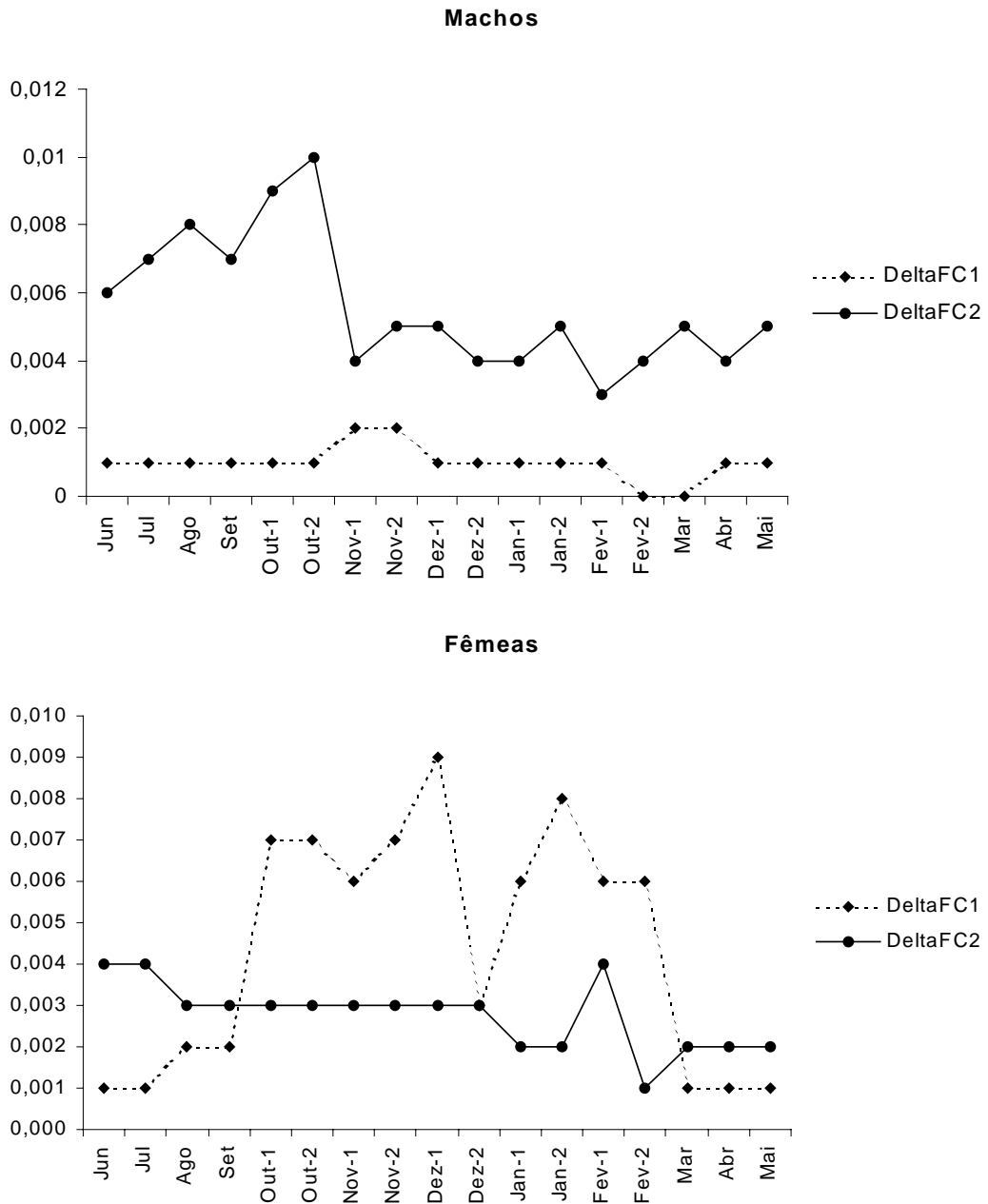


Fig. 4. Variação mensal dos valores de $\Delta FC1$ e $\Delta FC2$ de machos e fêmeas de *Eigenmannia trilineata*.

O quociente intestinal estimado para *E. trilineata* foi de 0,29, com desvio padrão de 0,019, não havendo uma variação do mesmo ao longo dos diferentes meses do ano.

Discussão

De acordo com Nikolsky (1963), a taxa de consumo de alimento está estritamente relacionada com a condição fisiológica do peixe e, portanto, uma alteração na atividade alimentar durante o período reprodutivo é um fenômeno característico de várias espécies. Observando a variação dos valores médios do índice de repleção (IR) de *E. trilineata* ao longo do período estudado, pode-se concluir que machos reduzem sua atividade alimentar durante os meses em que ocorre a reprodução (ver artigo 1), havendo um pico do IR no mês de outubro, mês em que se inicia o período reprodutivo e outro em março, primeiro mês após o período reprodutivo. Já para fêmeas este padrão não ocorre, podendo ser observados sucessivos picos e quedas nos valores do IR durante a época reprodutiva. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que a população estudada provavelmente apresenta cuidado parental, visto que aglomerações de larvas sob a vegetação juntamente com um macho adulto, foram encontradas no local de coleta dos meses de dezembro/2002 a março/2003. Segundo o observado por Crampton & Hopkins (em preparação) para espécies de *Gymnotus* encontradas na bacia Amazônica, estas aglomerações correspondem a ninhos de larvas que são protegidas por um macho adulto até que atinjam certo tamanho e dispersem na coluna d'água. Como as fêmeas não apresentam tal comportamento, podem continuar com sua atividade alimentar, a qual muitas vezes é beneficiada pelo aumento do deslocamento no habitat para procura de parceiros reprodutivos. Barbieri & Barbieri (1984) estudando *Gymnotus carapo* da Represa do Lobo, em São Paulo, também encontraram os menores valores do índice de repleção,

calculado para machos e fêmeas agrupados, ocorrendo durante o período reprodutivo da espécie.

A correlação positiva significativa apresentada entre o índice de repleção e o índice hepatossomático em machos, demonstra que há um direcionamento e reserva da energia proveniente da alimentação para o fígado. Entretanto, em fêmeas, não houve correlação estatisticamente significativa entre estes dois índices, visto que nestas, as reservas metabólicas do fígado são, em grande parte, utilizadas para a formação dos produtos gonadais (Jobling, 1995), o que pode ter ocasionado uma queda nos valores de IHS antes do período reprodutivo (outubro a fevereiro).

A predominância de MOD na dieta da espécie, verificada através dos três métodos de análise tanto para indivíduos adultos quanto juvenis, deve-se ao fato de o gênero *Eigenmannia* apresentar hábitos crepusculares (Mago-Leccia, 1994) e de as coletas terem sido realizadas no horário entre 11:00 e 12:30 horas. Assim, no momento em que os exemplares eram fixados, grande parte do alimento ingerido já havia sido total ou parcialmente digerido, gerando os altos valores encontrados para o item nas análises do conteúdo estomacal.

A categoria Microcr apresenta-se extremamente freqüente na dieta de adultos e juvenis de *E. trilineata*, entretanto em adultos, esta categoria é classificada como alimento adicional no período de novembro/2002 a março/2003, sendo que em juvenis permanece como alimento principal durante todos os meses do ano. Esta variação na dieta dos indivíduos adultos ocorre durante os meses do período reprodutivo, o que sugere que estes possam estar procurando, neste período, alimentos que os forneçam mais energia com menor esforço de forrageio. Lowe-McConnell (1999) afirma que o regime

alimentar de um peixe pode variar com a estação do ano, a abundância de organismos-alimento, a atividade do peixe, as mudanças de biótopo e as outras espécies de peixes presentes.

As categorias MV e Sed apresentaram valores de frequência de ocorrência relativamente altos durante todos os meses, embora tenham sido classificadas como alimento adicional e acidental ao longo dos mesmos (exceção ao mês de junho, onde os adultos obtiveram matéria vegetal como alimento principal). Contudo, estes altos valores podem ser atribuídos ao fato da espécie viver sob a vegetação flutuante e os principais itens de sua dieta viverem junto às raízes das plantas ou junto ao fundo. As ninfas de Ephemeroptera e as larvas de Trichoptera desenvolvem-se junto ao fundo podendo as primeiras inclusive cavar túneis onde permanecem enquanto não estão em busca de alimento (Carrera, 1973). As larvas de Chironomidae aglomeram-se entre as raízes de plantas flutuantes. Assim, a matéria vegetal (basicamente constituída por pedaços de raízes) e o sedimento (grãos de sílica) encontrados nos estômagos de *E. trilineata*, poderiam ter sido ingeridos acidentalmente enquanto os animais ingeriam alimentos de outra origem.

O fato de as categorias I Au, Arac e Outros, apresentarem frequência de ocorrência mais alta em adultos, aliado à observação da existência de um número muito maior de itens alimentares ingeridos por adultos em relação aos ingeridos por juvenis, corrobora a observação feita por Wootton (1999), o qual sugere que o forrageio durante o desenvolvimento larval e juvenil é seletivo, com a ingestão de partículas menores limitadas pelo tamanho da boca e capacidade de locomoção.

As diferenças entre a dinâmica alimentar de adultos e juvenis da espécie foram comprovadas estatisticamente, sendo que as categorias Microcr, IAU, Arac e Outros, apresentaram diferenças significativas na maioria dos meses ($p < 0,05$).

A dieta alimentar encontrada para *E. trilineata* pode ser classificada como omnívora com tendência a insetivoria, o que concorda com a análise da alimentação citada por outros autores para a família. Mérigoux & Ponton (1998), identificaram larvas de insetos e microcrustáceos como itens alimentares de *Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801) da Guiana Francesa, e Soares (1979) cita larvas de Chironomidade, larvas de Coleoptera, Trichoptera e náíades de Ephemeroptera como componentes principais da dieta de *Eigenmannia virescens* (Valenciennes, 1842) da bacia Amazônica.

A partir da análise dos itens alimentares da população estudada, também pode-se sugerir que esta se alimenta em diversos níveis da coluna d'água, ingerindo presas junto ao fundo, livres natantes, junto às raízes da vegetação flutuante e ainda insetos de origem alóctones que eventualmente caem na água. Observação semelhante foi feita por Alves-Gomes (1997) para *Eigenmannia sp.* coletada em Roraima, em cujo estômago foram encontradas partes de insetos alóctones, algumas larvas, crustáceos planctônicos e grãos de quartzo, sugerido o mesmo aproveitamento do hábitat para alimentação.

O fator de condição tem sido amplamente utilizado em modelos matemáticos aplicados à biologia pesqueira e como medida do estado geral do peixe (Barbieri & Verani, 1987). Por ser um parâmetro relacionado ao estado fisiológico do peixe, pode variar de acordo com a quantidade de gordura, adequacidade ambiental, suprimento alimentar e grau de parasitismo.

Para *E. trilineata*, pode-se verificar que as maiores diferenças entre o fator de condição propriamente dito e este sem o peso das gônadas ocorreu durante o período reprodutivo, onde a maioria dos indivíduos se encontrava em estágio maduro de maturação gonadal, indicando desta forma, uma marcada influência das gônadas neste fator, principalmente nas fêmeas. Estes dados exemplificam como o fator de condição de uma espécie pode ser utilizado como um bom indicador de seu período de desova, fato este também demonstrado por Vazzoler e Vazzoler (1965) para *Sardinella aurita* (Cuv. & Val., 1847) e por Barbieri & Verani (1987) para *Hypostomus aff. plecostomus* (Linnaeus, 1758) relacionando o fator de condição e o desenvolvimento sexual.

Para *G. carapo*, Barbieri & Barbieri (1984) encontraram resultados semelhantes, visto que o peso dos ovários apresentou grande influência no fator de condição durante o período reprodutivo, sendo esta muito maior que a influência realizada pelos testículos. Este resultado é esperado visto que as gônadas de machos são relativamente menores que as das fêmeas.

Por outro lado, a influência do peso do estômago neste fator se apresenta muito mais marcante em machos, onde as maiores diferenças entre FC1 – FC2 ocorreram nos meses que antecedem a época de reprodução, corroborando o fato acima discutido sobre o aumento da atividade alimentar antes do período reprodutivo.

Segundo Fryer & Iles (1972), o comprimento do intestino está claramente relacionado à categoria trófica da espécie, sendo ordenado da seguinte maneira: carnívoros < omnívoros < herbívoros < detritívoros. Desta maneira, o baixo valor estimado para o quociente intestinal de *E. trilineata* corrobora o hábito alimentar omnívoro definido para a mesma.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz R. Malabarba, pelas colaborações ao trabalho; aos colegas do Laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo auxílio em campo e em laboratório; à CAPES pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

- Abelha, M. C. F., A. A. Agostinho & E. Goulart. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23(2): 425-434.
- Agostinho, A. A., J. D. Latine, K. D. G. da Luz & L. C. Gomes. 2003. A ictiofauna do rio das Antas, área de influência do Complexo Energético do Rio das Antas. Maringá, *Limnobiologia*, 203 p.
- Albert, J. S. 2003. Family Sternopygidae. Pp. 487-491. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris, Jr. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and central América. Porto Alegre, Edipucrs, 742p.
- Alves-Gomes, J. A. 1997. Informações preliminares sobre a bio-ecologia de peixes elétricos (Ordem Gymnotiformes) em Roraima. Pp. 509-555. In: Barbosa, R. I., E. J. G. Ferreira & E. G. Castellón (Eds.). *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Manaus, INPA, 613p.
- Aranha, J. M., J. H. C. Gomes & F. N. O. Fogaça. 2000. Feeding of two sympatric species of *Characidium*, *C. lanei* and *C. pterostictum* (Characidiinae) in a coastal stream of Atlantic Forest (Southern Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43(5): 527-531.
- Barbieri, G. & M. C. Barbieri. 1984. Note on nutritional dynamics of *Gymnotus carapo* (L.) from the Lobo Reservoir, São Paulo State, Brasil. *Journal of Fish Biology*, 24: 351-355.
- Barbieri, G., A. C. Peret & J. R. Verani. 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar de peixes da região de São Carlos (SP). I. Quociente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia*, 54(1): 63-69.

- Barbieri, G. & J. R. Verani. 1987. O fator de condição como indicador do período de desova em *Hypostomus* aff. *plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricaridae), na represa do Monjolinho (São Carlos, SP). *Ciência e Cultura*, 39(7): 655-658.
- Carerra, M. 1973. *Entomologia para você*. São Paulo, Edart, 185p.
- Crampton, W.G.R., Hopkins, C.D. Nesting and paternal care in the weakly electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with descriptions of larval and adult electric organ discharges of two species. (em preparação)
- Dunlap, K. D. & H. H. Zakon. 1998. Behavioral actions of androgens and androgen receptor expression in the electrocommunication system of an electric fish, *Eigenmannia virescens*. *Hormones and Behavior*, 34: 30-38.
- Fryer, G. & T. D. Iles. 1972. *The cichlid fishes of the great lakes of Africa*. Edimburg, Oliver & Boyd, 230p.
- Granado-Lorencio C. & F. Garcia-Novo. 1986. Feeding habits of the fish community in a eutrophic reservoir in Spain. *Ekologia Polska*, 34(1): 95-110.
- Grosser, K. M. & S. D. Hahn. 1981. Ictiofauna da Lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, 59: 45-64.
- Guillen, E. & C. Granado. 1984. Alimentacion de la ictiofauna del embalse de Torrejon (rio Tajo, Caceres). *Limnética*, 1: 304-310.
- Hahn, N. S., R. Fugì, V. L. L. Almeida, M. R. Russo & V. E. Loureiro. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. Pp. 141-162. In: Agostinho A. A. & L. C. Gomes (Eds.). *Reservatório de Segredo – bases ecológicas para o manejo*. Maringá, Eduem, 387p.

- Hynes, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* an *Pygosteus pungitius*), a review of methods used in studies of the food fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-57
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analisys; a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- Jobling, M. 1995. *Environmental biology of fishes*. London, Chapman & Hall, 455p.
- Kramer, B. 1983. Electrocommucication in fish: stimulus waveform-dependent responses in *Eigenmannia* (Gymnotiformes, Teleostei) – a model for intraspecific communication?. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 170.
- Kramer, B. 1985. Jamming avoidance in the electric fish *Eigenmannia*: harmonic analysis of sexually dimorphic waves. *Journal of Experimental Biology*, 119: 41-69.
- Lowe-McConnell R. H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp, 553p.
- Mago-Leccia, F. 1994. *Electric fishes of the continental waters of América*. Cracas, Clemente editores, 207p.
- Mérigoux, S. & D. Ponton. 1998. Body shape, diet and ontogenetic diet shifts in young fish of the Sinnamary River, french Guiana, South América. *Journal of Fish Biology*, 52: 556-569.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialezki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce – Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá, Eduem, 378p.
- Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Press, 352p.

- Santos, E. P. dos. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo, Edusp, 129p.
- Soares, M. G. M. 1979. aspectos ecológicos(alimentação e reprodução dos peixes do igarapé do Porto, Aripuanã, MT. Acta Amazônica, 9(2): 325-352.
- Vazzoler, A. E. A. de M., & Vazzoler, G. 1965. Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (Cuv. & Val. 1847). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 37: 353-359.
- Wootton, R. J. 1984. Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. Pp.1-12. In: Potts, G. W. & M. N. Wootton (Eds.) Fish reproduction: strategies and tactics. London, Academic Press, 410p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice-Hall, 663p.

Capítulo 4
Conclusão Geral

Conclusão Geral

Segundo análises feitas a respeito da biologia reprodutiva e dos hábitos alimentares da espécie *Eigenmannia trilineata* da lagoa Negra do Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil, pode-se concluir que esta apresenta uma reprodução sazonal, com período reprodutivo ocorrendo de outubro/2002 a fevereiro/2003 e o nascimento das larvas ocorrendo nos meses de dezembro/2002 a março/2003. A época reprodutiva possui correlação positiva com o fotoperíodo e negativa com a contutividade da água, não estando, no entanto, correlacionada aos demais fatores abióticos e aos fatores alimentares. A espécie apresentou desova do tipo parcelada, fecundidade absoluta média de 1196,06 fecundidade relativa de 0,27 e a possível existência de cuidado parental. Concluiu-se também que a população estudada apresenta a proporção de 1:1 entre os sexos e dimorfismo sexual referente ao tamanho, visto que os machos atingem comprimentos totais maiores do que os das fêmeas. Também existem diferenças com relação ao tamanho de primeira maturação gonadal entre os sexos, sendo este, para os machos, igual a 6,35 cm e para as fêmeas, igual a 8,05 cm.

Quanto à alimentação, *E. trilineata* apresenta uma dieta considerada omnívora com tendência a insetivoria, tendo os microcrustáceos e os insetos autóctones como principais componentes de sua alimentação. O quociente intestinal está de acordo com a categoria trófica da espécie, sendo este igual a 0,29. A dieta de juvenis e adultos apresenta diferenças relativas ao número de itens ingeridos, adultos ingerindo uma variedade muito maior destes, além de apresentarem diferenças significativas entre as categorias de importância

alimentar estimadas para os itens ao longo de diversos meses. Durante o período reprodutivo ocorre uma pequena modificação no hábito alimentar dos adultos, os quais passam a consumir microcrustáceos em menor quantidade, provavelmente intensificando o consumo de itens que forneçam mais energia com menor esforço de forrageio.

A atividade alimentar dos machos é mais intensa antes e depois do período reprodutivo, o mesmo não ocorrendo para fêmeas. Também em machos, conclui-se haver correlação positiva entre os índices de repleção e hepatossomático.

O fator de condição é principalmente influenciado pelas gônadas nas fêmeas, durante a época reprodutiva, e pelo estômago em machos, antes e depois dos meses de reprodução.

Referência Bibliográfica

Referências Bibliográficas

- Albert, J. S. 2001. Species diversity and phylogenetic systematics of American knifefishes (Gymnotiformes, Teleostei). *Miscellaneous Publishing of Museum Zoology University of Michigan*, 190:1-129.
- Albert, J. S. 2003. Family Sternopygidae. Pp. 487-491. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris, Jr. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and central américa. Porto Alegre, Edipucrs, 742p.
- Albert, J. S. & R. Campos-da-Paz. 1998. Phylogenetic systematics of Gymnotiformes with diagnosis of 58 clades: a review of available data. Pp. 419-446 In: Malabarba L. R., R. E. Reis, R. P., Vari, Z. M. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.
- Albert, J. S., W. I. Fink & S. V. Fink. 1996. *Sternopygus xingu*, a new species of electric fish from Brazil (Teleostei: Gymnotoidei) with coments on the philogenetic position of *Sternopygus*. *Copeia*, 1996(1): 85-102.
- Alves-Gomes, J. A. 1997. Informações preliminares sobre a bio-ecologia de peixes elétricos (Ordem Gymnotiformes) em Roraima. Pp. 509-555. In: Barbosa, R. I., E. J. G. Ferreira & E. G. Castellón (Eds.). *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Manaus, INPA, 613p.
- Alves-Gomes, J. A., G. Ortí, M. Haygood, W. Heiligenberg & A. Meyer. 1995. Phylogenetic analysis of the evolution of the south american electric fishes (order Gymnotiformes) and the evolution of their electrogenic system: a synthesis based on morphology, electrophysiology, and mitochondrial sequence data. *Molecular Biology and Evolution*, 12(2): 298-318.

- Britski, H. A., Silimon, K. Z. S. & B. S. Lopes. 1999. Peixes do pantanal – manual de identificação. Brasília, Embrapa-SPI, 184p.
- Crampton, W. G. R. 1996. Gymnotiform fish: an important component of Amazonian floodplain fish communities. *Journal of Fish Biology*, 48: 298-301.
- Crampton, W. G. R. 1998a. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric diversity of gymnotiform fishes. *Journal of Fish Biology*, 53(A): 307-330.
- Crampton, W. G. R. 1998b. Electric signal design and habitat preferences in a species rich assemblage of Gymnotiform fishes from the upper Amazon basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(4): 805-847.
- Dunlap, K. D. & H. H. Zakon. 1998. Behavioral actions of androgens and androgen receptor expression in the electrocommunication system of an electric fish, *Eigenmannia virescens*. *Hormones and Behavior*, 34: 30-38.
- Ellis, M. M. 1913. The gymnotid eels of tropical América. *Memoirs of the Cranegie Museum*, 6: 109-195.
- Grosser, K. M. & S. D. Hahn. 1981. Ictiofauna da Lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, 59: 45-64.
- Kramer, B. 1983. Electrocommunication in fish: stimulus waveform-dependent responses in *Eigenmannia* (Gymnotiformes, Teleostei) – a model for intraspecific communication?. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 170.

- Kramer, B. 1985. Jamming avoidance in the electric fish *Eigenmannia*: harmonic analysis of sexually dimorphic waves. *Journal of Experimental Biology*, 119: 41-69.
- López, R. B. & H. P. Castello. 1966. *Eigenmannia trilineata* (Teleostomi, Sternopyginae) nueva espécie hallada en el Rio de la Plata. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia*, 4(2): 7-12.
- Lundberg, J. G. & F. Mago-Leccia. 1986. A review of *Rhabdolichops* (Gymnotiformes, Sternopygidae), a genus of South American freshwater fishes, with descriptions of four new species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 138:53-85.
- Mago-Leccia, F. 1978. Los peces de la familia Sternopygidae de Venezuela. *Acta Científica de Venezuela*, 29(1): 1-89.
- Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of the continental waters of América. Caracas, Clemente editores, 207p.
- Sullivan, J. P. 1997. A phylogenetic study of the Neotropical Hypopomid electric fishes (Gymnotiformes: Rhamphichthyoidea). Unpublished Doctorate Dissertation, Duke University, Durham, 658p.
- Taylor, W. R. & G. C. Van Dyke. 1985. Revised procedures for staining and cleaning small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, 9: 107-19.
- UFRGS – Departamento de Geografia. 1982. Itapuã, análise do espaço geográfico. Porto Alegre, Editora da Universidade, 203p.

Westby, G. W. M. 1988. The ecology, discharge diversity and predatory behaviour of gymnotiforme electric fish in the coastal stream of French Guiana. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 22: 341-354.