

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior - BADPI

**Reprodução e transferência energética para gônadas de três espécies
de peixes em uma área de várzea na Amazônia Central**

DANIELE FERREIRA CAMPOS

Manaus, Amazonas

2012

DANIELE FERREIRA CAMPOS

**Reprodução e transferência energética para gônadas de três espécies
de peixes em uma área de várzea na Amazônia Central**

ORIENTADORA: Dr^a. SIDINÉIA APARECIDA AMADIO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, em Junho de 2012 e defendida publicamente em 27/08/2012.

BANCA EXAMINADORA

Maria Gercilia Mota Soares
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Luís David Solis Murgas
Universidade Federal de Lavras

Gislete Torrente Vilara
Universidade Federal do Amazonas

Manaus, Amazonas

Agosto/ 2012

C198 Campos, Daniele Ferreira
Reprodução e transferência energética para gônadas de
três espécies de peixes em uma área de várzea na Amazônia
Central / Daniele Ferreira Campos. --- Manaus: [s.n.], 2012.
79 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2012.
Orientadora : Sidinéia Aparecida Amadio.

Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca
Interior.

1. Catalão 2. Grau de gordura. 3. Ciclo hidrológico. 4.
Alocação de energia. 5. Índices somáticos. I. Título.

CDD 597.01

Sinopse:

Estudou-se o processo reprodutivo de três espécies de peixes em uma área de várzea na Amazônia Central, e sua relação com a alocação de energia para a reprodução.

Palavras-chave: Catalão, grau de gordura, ciclo hidrológico, alocação de energia, índices somáticos

Dedicação:

Ao meu pai, Daniel (*in memoriam*)

A minha mãe, Elza;

Aos meus irmãos: Patrícia, Andréia, Daniel, Sidney e Michele

E aos meus sobrinhos: João, Caio e Sofia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé na vida e Nele, pela alegria.

A minha orientadora, Sidnéia Amadio, pela orientação nos estudos. Agradeço pelos ensinamentos das teorias ecológicas reprodutivas e por ser uma orientadora tão presente em todo o processo. E por todo o incentivo para a carreira e estudos. Muito Obrigada, Sid!

Agradeço a banca examinadora que se dispôs a ler este trabalho e contribuir com meu aperfeiçoamento acadêmico.

Aos professores do curso: Cláudia de Deus, Lúcia Py-Daniel, Efrem Ferreira, Geraldo Santos, Rosseval Leite, Celso Morato, e demais, pelos ensinamentos compartilhados.

Ao professor Jansen Zuanon, pela ajuda na identificação das espécies deste estudo. E por todos os esclarecimentos durante o curso, em especial na aula de campo.

Ao Sr. Raimundo Sotero, pela ajuda no laboratório e por todos os cuidados.

Aos pescadores que ajudaram nas coletas: Srs: João Pena, China, Carlito, Miguel, Astro. Pela ajuda em campo.

Agradeço a Cris Ropke pela ajuda de sempre e pelas conversas esclarecedoras sobre ecologia de peixes.

A Tiago Pires, pelas fotos das espécies.

A Rodrigo Neves, pela ajuda e compartilhamento do conhecimento da biologia reprodutiva.

Aos amigos da turma, os cartesianos: Michele Souza, Prisylla Castillo, Carla Serique, Thatyla Farago, Camila Anjos, Sérgio Santorelli, Érika Utumi, Andreza Oliveira, Elis Perrone. Os Gabrieis (Barros, Cardozo e Oliveira), Tiago Pires, Saulo, Hélio Ferreira, Tiago Marinho.

Agradeço á: Eurisângela Dary, Gilcideya Soares, Maeda Anjos, pela ajuda nos corres do Inpa.

Agradeço a ajuda e presença dos amigos queridos: Juliana Albetin e Daniel Locateli.

Aos amigos: Beatriz, Georgina, Geórgia, Verônica, Fábria, Daniele, Éricka, Viviane, Márcia, Sarah, Janderson. Pela amizade de longa data. E mesmo na distancia, se fizeram presente em mensagens e ligações.

Agradeço ao amigo César Chiroso, companheiro nas horas de laboratório e lupa.

Agradeço também a Carminha, pela ajuda de sempre. Muito a agradecer!

As amigas da Tenda: Suzana, Luana, Thamy, Delci, Vivian e Cleidiane.

Agradeço a minha família, sempre presente e incentivadora. Em especial, agradeço aos meus tios Edilene e Joel e primas: Érika, Joyce e Luciana, pelo apoio e por terem me hospedado

durante minha estadia em Manaus. E aos tios: Paulo e Marta; Francisco e Sônia. E prima Viviane Melo. Obrigada, por tudo!

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior - CAPES, pela bolsa de estudo concedida desde o início do curso.

Muito agradecida!!!

A ciência, como um todo, não é nada mais que o refinamento do pensar diário. Penso noventa e nove vezes e não descubro a verdade! Paro de pensar, mergulho em profundo silêncio, e eis que a verdade me é revelada.

Albert Einstein

RESUMO

A sazonalidade do nível das águas nos ecossistemas amazônicos exerce influência sobre a vida dos organismos aquáticos. Estudos têm evidenciado que peixes que habitam áreas com grandes variações sazonais, possuem diferenças no armazenamento, na alocação de reservas de energia ao longo do ano. Os padrões de alocação de energia podem mudar ao longo da vida do peixe assim como em função das variações ambientais. O objetivo deste estudo foi descrever o processo reprodutivo e avaliar a dinâmica de alocação de energia para a reprodução de três espécies de peixes em um ambiente de várzea na Amazônia Central. Os exemplares foram capturados, mensurados e pesados (corpo e fígado) e identificados quanto ao sexo, estágio de maturação gonadal e o grau de gordura cavitária, ao longo de um ciclo hidrológico. Foram determinados a estrutura em tamanho, proporção sexual, comprimento médio de primeira maturação sexual, período e tipo de desova, fecundidade e os índices somáticos e o grau de gordura cavitária, as análises dos índices foram feitas temporalmente e por estágio de maturidade gonadal. Foi observado para *Auchenipterichthys coraoideus* que o período reprodutivo ocorre apenas na enchente, com desova do tipo parcelada. *Mesonauta festivus* apresentou atividade reprodutiva durante todo ciclo hidrológico, sendo mais pronunciado no período da enchente, o tipo de desova para essa espécie foi parcelada. *Psectrogaster rutiloides* desovou durante a seca e apresentou desova total. O grau de gordura cavitária foi o índice que melhor evidenciou o padrão de alocação de energia para o desenvolvimento gonadal das três espécies, com diminuição significativa durante o período reprodutivo, indicando a transferência da energia da cavidade celomática para as gônadas. Ainda, foi possível verificar para *M. festivus* e *P. rutiloides* que as fêmeas apresentam um custo energético maior que os machos e que os adultos acumulam maior quantidade de gordura que os jovens, indicando a importância da alocação de energia para a reprodução dessas espécies.

Palavras chave: Catalão, grau de gordura, ciclo hidrológico, alocação de energia, índices somáticos

ABSTRACT

The seasonality of water levels in Amazonian ecosystems strongly influences the life of aquatic organisms. Studies have shown that fish living in areas with large seasonal variations have differences in storage and allocation of energy reserves during the year. The patterns of energy allocation may change throughout fishes life span as well as due to environmental variations. The purpose of this study was to describe the reproductive process and evaluate the dynamics of energy allocation to reproduction of three species of fish in a floodplain area in Central Amazonia. The specimens were captured, measured and weighed (body and liver), sexed, gonad development stages and the amount of fat were determined over a hydrological cycle. Fish size structure, sex ratio, mean length at sexual maturity, spawning period and type, fecundity and somatic indices were estimated according hydrological periods and maturity stages. *Auchenipterichthys coracoideus* is a multiple spawner and reproduces during the flood period. *Mesonauta festivus* is also a multiple spawner and reproduces throughout the year more intensively during the flood period. *Psectrogaster rutiloides* is a total spawner and reproduces during the dry period. The degree of cavity fat was the best index to show the pattern of energy allocation to gonadal development for the three species, with a significant decrease during the breeding season, indicating the energy transfer from the cavity fat to the gonads. It was yet observed for *M. festivus* and *P. rutiloides* that females show a greater energy cost than males and adults have a larger fat reserve than the juveniles, indicating the importance of energy transfer from body reserve to gonadal development.

Keywords: Catalão, degree of fat, water cycle, energy allocation, somatic index

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	15
2. PREMISSA DE TRABALHO	19
3. OBJETIVO	19
Geral	19
Específicos	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Área de estudo	20
4.2. AS ESPÉCIES	21
<i>Auchenipterichthys coracoideus</i> (Eigenmann & Allen, 1942)	21
<i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840)	21
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kner, 1858)	22
4.3. COLETA DE DADOS	23
4.3.1. Obtenção dos exemplares de peixes	23
4.3.2. Obtenção dos dados biológicos	23
4.4. ANÁLISE DOS DADOS	24
4.4.1. Categorização dos períodos hidrológicos	24
4.4.2. Estrutura populacional	26
4.4.2.1. Estrutura em tamanho	26
4.4.2.2. Proporção sexual	26
4.4.2.3. Comprimento médio de primeira maturação sexual (L50)	26
4.4.3. Período reprodutivo	27
4.4.4 Fecundidade e tipo de desova	28
4.4.5 Índices somáticos	28
5. RESULTADOS	30

5.1. ESTRUTURA POPULACIONAL	30
5.1.1. Estrutura em tamanho	30
5.1.2. PROPORCAO SEXUAL.....	36
5.1.3. COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL (L50).....	40
5.2. PERÍODO REPRODUTIVO.....	42
5.3. FECUNDIDADE E TIPO DE DESOVA	48
5.4. ÍNDICES SOMÁTICOS	51
5.4.1. Grau de Gordura Cavitária (GGC).....	51
5.4.2. Índice Hepatosomático	55
5.4.3. Fator de Condição (Kn)	59
6. DISCUSSÃO.....	63
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
8. REFERÊNCIAS.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características do ciclo hidrológico durante o período de coleta.....	25
Tabela 2: Estatística descritiva e valores dos testes <i>t</i> , <i>U</i> e o <i>p</i> - valor para a estrutura em comprimento de: <i>A. coracoideus</i> , <i>M. festivus</i> e <i>P. rutiloides</i> para todo o período de coleta na área do Catalão.....	30
Tabela 3: Proporção sexual de exemplares de <i>Auchenipterichthys coracoideus</i> coletados na área do Catalão, por período hidrológico.....	37
Tabela 4: Proporção sexual de exemplares de <i>Auchenipterichthys coracoideus</i> coletados na área do Catalão, por classe de comprimento padrão.....	37
Tabela 5: Proporção sexual de exemplares de <i>Mesonauta festivus</i> coletados na área do Catalão, por período hidrológico.....	38
Tabela 6: Proporção sexual de exemplares de <i>Mesonauta festivus</i> coletados na área do Catalão, por classe de comprimento padrão.....	38
Tabela 7: Proporção sexual de exemplares de <i>Psectrogaster rutiloides</i> coletados na área do Catalão, por período hidrológico.....	39
Tabela 8: Proporção sexual de exemplares de <i>Psectrogaster rutiloides</i> coletados na área do Catalão, por comprimento padrão.....	39
Tabela 9: Comprimentos médios de primeira maturação sexual (L_{50}) de exemplares de <i>M. festivus</i> , <i>A. coracoideus</i> e <i>P. rutiloides</i> para o período total de captura na área do Catalão.....	40
Tabela 10: Fecundidade relativa média, por comprimento padrão em milímetros (<i>Cp</i>) e peso total em gramas (<i>Pt</i>) para as três espécies.....	47
Tabela 11: Fecundidade relativa média, por comprimento padrão em milímetros (<i>Cp</i>) e peso total em gramas (<i>Pt</i>) para as três espécies.....	50
Tabela 12: Parâmetros do teste Mann-Whitney (<i>U</i>) para o GGC de exemplares jovens e adultos de <i>A. coracoideus</i> , <i>M. festivus</i> e <i>P. rutiloides</i> para o período total de captura na área do Catalão. <i>p</i> = nível de significância.....	54

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1: Mapa da área do Catalão	20
Figura 2: <i>Auchenipterichthys coracoideus</i> (Eigenmann & Allen, 1942)	21
Figura 3: <i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840).	22
Figura 4: <i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kener, 1858).....	22
Figura 5: Variação mensal média do nível da água do Rio Negro mostrando os quatro períodos do ciclo hidrológico.....	25
Figura 6: Distribuição de frequência de exemplares de <i>A. coracoideus</i> por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.....	31
Figura 7: Distribuição de frequência relativa de exemplares de <i>A. coracoideus</i> por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão.....	32
Figura 8: Distribuição de frequência de exemplares de <i>M. festivus</i> por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.....	33
Figura 9: Distribuição de frequência relativa de exemplares de <i>M. festivus</i> por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão.....	34
Figura 10: Distribuição de frequência de exemplares de <i>P. rutiloides</i> por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.....	35
Figura 11: Distribuição de frequência relativa de exemplares de <i>P. rutiloides</i> por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão.....	36
Figura 12: Distribuição de frequência de indivíduos adultos de <i>A. coracoideus</i> sexos grupados (a); <i>M. festivus</i> fêmeas (b), <i>M. festivus</i> machos (c), <i>M. festivus</i> sexos grupados (d) e <i>P. rutiloides</i> sexos grupados (e), coletados na área do Catalão.....	41

Figura 13: Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para <i>A. coracoideus</i> , coletados na área do Catalão.....	42
Figura 14: Variação temporal do índice gonadossomático (IGS) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> coletados na área do Catalão.....	43
	Pg.
Figura 15: Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para <i>M. festivus</i> , coletados na área do Catalão.....	44
Figura 16: Variação temporal do índice gonadossomático (IGS) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> coletados na área do Catalão.....	45
Figura 17: Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para <i>P. rutiloides</i> , coletados na área do Catalão.....	46
Figura 18: Variação temporal do índice gonadossomático (IGS) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> coletados na área do Catalão.....	47
Figura 19: Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos de <i>A. coracoideus</i> coletados na área do Catalão.....	48
Figura 20: Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos de <i>M. festivus</i> coletados na área do Catalão.....	49
Figura 21: Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos de <i>P. rutiloides</i> coletados na área do Catalão.....	50
Figura 22: Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	51
Figura 23: Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.....	52
Figura 24: Variação temporal do Grau de gordura cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	52
Figura 25: Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.....	53

Figura 26: Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	53
Figura 27: Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.....	54
Figura 28: Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	55
	Pg.
Figura 29: Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	56
Figura 30: Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	56
Figura 31: Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	57
Figura 32: Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	58
Figura 33: Variação do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	58
Figura 34: Variação temporal do Fator de condição relativo (Kn) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	59
Figura 35: Variação do Fator de condição total (K) para fêmeas e machos de <i>A. coracoideus</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	60
Figura 36: Variação temporal do Fator de condição total (K) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	60
Figura 37: Variação do Fator de condição total (K) para fêmeas e machos de <i>M. festivus</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	61
Figura 38: Variação temporal do Fator de condição total (K) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.....	62
Figura 39: Variação do Fator de condição total (K) para fêmeas e machos de <i>P. rutiloides</i> capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.....	62

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade do nível das águas no ecossistema amazônico exerce forte influência sobre o balanço de nutrientes, cadeia trófica, ciclo de energia e ciclo de vida dos organismos aquáticos (Junk *et al.* 1989). A elevada precipitação, distribuída de forma desigual ao longo do ano na bacia hidrográfica, denominado pulso de inundação, é um dos fatores responsáveis pela ocorrência das grandes flutuações no nível dos rios, sendo este o fator que afeta diretamente os sistemas de rios-planícies (Junk *et al.* 1989; Goulding *et al.* 2003). Estas acentuadas alterações, que ocorrem periodicamente nestes ambientes, representam uma forte pressão de seleção para que toda biota desenvolva mecanismos morfológicos, fisiológicos e comportamentais para sobreviverem em tais condições (Santos *et al.* 1991).

As áreas de várzea representam os principais locais para as atividades reprodutivas de peixes amazônicos (Lowe-McConnell 1999). E o sucesso obtido na perpetuação por qualquer espécie é determinado pela capacidade de seus integrantes reproduzirem-se em ambientes variáveis e também de sua capacidade de manterem populações viáveis ao longo do tempo (Wootton, 1989; Vazzoler, 1996). A reprodução constitui um fator crítico no sucesso do ciclo de vida de um organismo, em particular, nos vertebrados, que apresentam um conjunto surpreendente de comportamentos associados ao acasalamento e a reprodução (Pough *et al.*, 2003).

O processo reprodutivo, que conceitualmente, é o processo pelo qual uma espécie se perpetua, tem como objetivo a replicação e a transmissão do material genético aos descendentes (Vazzoler 1996). E no que se refere a energia para realização destas atividades, os eventos reprodutivos envolve não apenas o custo energético na produção dos gametas, mas também os mecanismos de acasalamento, as características sexuais secundárias, o comportamento de corte e de cuidado parental, deslocamentos para áreas mais favoráveis à desova e crescimento da prole; dentre outros (Vazzoler 1996).

A energia utilizada no processo reprodutivo não fica disponível para outras atividades relacionadas à sobrevivência e para o crescimento somático (Dourado & Benedito-Cecilio 2005). Diante da iniciação no processo de desenvolvimento das características sexuais primárias (gônadas) e/ou secundárias (coloração, coorte, etc), até a sua participação efetiva no processo reprodutivo individual/populacional, muitas espécies de peixes apresentam um conflito energético individual. Pois, assim que o indivíduo encontra-se sexualmente maduro, o evento da reprodução passa a ser cíclico de acordo com os estímulos ambientais e endógeno, fazendo com que produza demandas energéticas diferenciadas para o crescimento, reprodução e manutenção metabólica durante o ciclo de vida de uma espécie (Bell, 1980; Wootom, 1990; Vazzoler, 1996; Baldisserto, 2009).

Esses mecanismos chamados de *trade-off* podem definir estratégias de vida e reprodutivas extremas, como é o caso de espécies que alocam grande proporção de seus recursos para a reprodução à custo da própria sobrevivência. Um exemplo disto, são espécies de salmonídeos do Pacífico, que quando inciam o processo reprodutivo realizam migração anádroma e quando chegam à água doce param de se alimentar e sobrevivem apenas das reservas corporais, e após a reprodução morrem de exaustão pela migração realizada (Rodrigues, 2002). Por outro lado, muitas espécies de peixes ósseos apresentam estratégias de vida e reprodutiva que não apresentam um alto custo energético, alocando menores quantidades de energia para as gônadas e dispõem menos energia também em todo o processo reprodutivo, o que permite que eles se reproduzam mais de uma vez durante a vida, como é o caso da maioria dos teleósteos (Bone & Marshall, 1982).

Dentre os teleósteos existem grupos específicos, como por exemplo, espécies de ciclídeos, que apresentam comportamentos elaborados de coorte, de ornamentação do corpo, de preparação para a postura dos ovócitos e cuidado com a prole, que também envolve gasto energético durante todo este processo. Uma vez que, tanto a produção dos gametas, quanto a expressão comportamental inerente a espécie, necessitam de energia para sua viabilização (Vazzoler 1996.). As espécies apresentam mecanismos de maior investimento na quantidade de ovócitos e/ou qualidade (tamanho dos ovócitos), e isto reflete o processo de seleção evolutiva que as espécies desempenham para garantir a viabilidade individual e manutenção da população (Bell, 1980).

Das formas de armazenamento de energia em peixes, os lipídeos é a principal forma de armazenamento, e são estocados em vários órgãos, primariamente na forma de triacilglicerol (Sheridan, 1988; Harrington, *et al.*, 2006), no entanto, outros tipos semelhantes de fontes

energéticas são descritas para espécies de peixes (Andrade, *et al.*; 1995; Andrade, *et al.*; 1997; Suzuki, *et al.*; 1986). Na utilização das reservas de lipídeos, a energia é produzida pelos processos de oxidação dos ácidos graxos (Vlaming & Pardo, 1975). A deposição/armazenamento de energia na forma de lipídios em peixes pode ocorrer no fígado, nos músculos, no mesentério, ao longo da linha lateral, e a variação no conteúdo de lipídio muscular é devido à deposição sazonal da energia armazenada (Harrington, *et al.*, 2006).

Apesar de haver variabilidade interespecífica entre as fibras musculares dos peixes, os dois tipos principais são vermelho e branco, sendo o músculo vermelho representa cerca de 7% do total da massa muscular dos teleostes, enquanto o músculo branco, representa 60% da massa corporal (Soares *et al.*; 2001). Entretanto, o músculo vermelho tem alta capacidade para o metabolismo oxidativo de lipídeos e carboidratos e o músculo branco tem alta capacidade para o metabolismo (Soares *et al.*; 2001).

Alguns estudos têm evidenciado que os peixes que habitam áreas com grandes variações sazonais, possuem diferenças do local de armazenamento de energia no corpo, e alocação de reservas de energia ao longo do ano, como evidenciado em *Leuciscus pyrenaicus* (Günther, 1868) no rio Guadalete, no sul da Espanha, onde neste local ocorrem variações sazonais da temperatura da água e na oferta de alimento, influenciando a condição nutricional de *L. Pyrenaicus* e conseqüentemente no conteúdo de energia somática e no ciclo de desenvolvimento gonadal (Encina & Granado-Lorencio, 1997).

Eggleton & Schramm (2004), no rio Mississippi, EUA, estudaram a ecologia alimentar associada a valores de densidade calórica de presas consumidas pelos bagres *Ictalurus furcatus* (Valenciennes, 1840) e *Pylodictis olivaris* (Rafinesque, 1818), como indicadoras do benefício energético em diferentes segmentos do rio, lagos de planície de inundação e canais secundários, concluindo que os padrões de disponibilidade e tomada de alimento podem variar anualmente, de acordo com as modificações ambientais e habitat. Já Arrington, *et al.* (2006) demonstraram para *Cichla temensis* (Humboldt, 1821), na Venezuela, a transferência do conteúdo de lipídeos presentes no músculo dorsal e no fígado para o desenvolvimento gonadal.

Bennemann *et al.* (1996) e Huntingford *et al.* (2001) demonstram que entre espécies, pode haver diferença na forma de obtenção, acúmulo e utilização dessas reservas energéticas, salientando que nos estudos que envolvem alocação de energia, o habitat, a categoria trófica, a natureza e origem do alimento, bem como as suas táticas reprodutivas devem ser considerados.

Estudos com alocação de energia, realizados com peixes de ambientes de várzea na Amazônia Central, evidenciam diferenças sazonais no armazenamento e alocação de reservas energéticas. Moreira (2004) verificou um padrão de variação sazonal na gordura cavitária¹, que está associada ao período de maior atividade reprodutiva para *Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819), *Pellona flavipinnis* (Valenciennes, 1836) e *Curimatella alburna* (Muller & Troschel, 1884). Neves dos Santos *et al.* (2007) verificaram que para espécies de categorias tróficas diferentes, como os piscívoros: *Acestrorhynchus falcirostris* e *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858); os invertívoros: *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) e *Hemiodus* sp; e o herbívoro: *Rhytiodus microlepis* (Kner, 1858), apresentaram mecanismos distintos de alocação e utilização da energia.

Além disso, os padrões de alocação de energia podem mudar ao longo do ciclo de vida do peixe (Wootton, 1990), de tal forma que existe uma estreita relação entre as variações no estado fisiológico e sua composição corporal, condição nutricional, fase reprodutiva e conteúdo energético dos tecidos. Este fato é evidenciado quando se compara as relações citadas acima, entre peixes juvenis e adultos, pois na fase juvenil, a energia é direcionada principalmente para o desenvolvimento das estruturas somáticas e para o crescimento linear; já na fase adulta, a energia é alocada também para as necessidades reprodutivas (Wootton 1984; Vazzoler 1996).

As reservas de energia acumuladas durante o período de maior disponibilidade de alimento são fundamentais para o processo de maturação gonadal dos peixes. Esse processo pode ser detectado por meio de importantes indicadores do estado fisiológico do indivíduo, tais como: reserva de lipídio e energia, fator de condição e índices gonadossomático e hepatossomático (Bazzoli & Godinho 1991; Chellappa, *et al.* 1995; Sayer *et al.* 1996; Santos *et al.* 2006). Mudanças no peso (refletidas por meio do fator de condição), na composição química e nos valores energéticos de partes do corpo durante o ciclo reprodutivo são estratégias reprodutivas altamente eficientes verificadas em espécies de peixes sujeitas as condições climatológicas sazonais (Junk 1985; Doria & Andrian 1997).

Neves dos Santos (2006), avaliando exemplares de *H. littorale* de ambiente de várzea encontrou valores altos do fator de condição associado ao período reprodutivo. Moreira (2004), ainda para espécies amazônicas, encontra diferença entre machos e fêmeas no acúmulo de gordura cavitária. Villacorta-Correa e Saint-Paul (1999) observaram os menores valores do índice hepatossomático para *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) durante a

¹ Também chamada de gordura mesentérica, como em: Harrington, *et al.* (2006)

seca. Já Moreira (2004), descreveu valores altos destes mesmos índices em exemplares de *Potamorhina latior* (Spix & Agassiz, 1829) e *Curimatella meyeri* (Steindachner, 1882) da Amazônia Central, durante o período reprodutivo.

Nesse contexto este estudo teve como objetivo ampliar as informações sobre a dinâmica da alocação energética em peixes da Amazônia Central, por meio de avaliação da variação temporal e do ciclo reprodutivo, dos índices somáticos, em três espécies pertencentes a ordens taxonômicas distintas. Uma vez que é necessário que se amplie o conhecimento acerca dos fatores que determinam a maneira de utilização das reservas energéticas nos peixes, devido as consequências na vida das espécies e consequente disponibilidade das espécies no sistema natural.

2. PREMISSA DE TRABALHO

Trabalhamos com a premissa que as espécies consideradas neste trabalho acumulam e utilizam a energia de maneira distinta durante o ciclo reprodutivo. Tendo como base as informações disponíveis nas referências bibliográficas, que indicam o nível trófico das espécies em estudo, consideramos a possibilidade deste fator influenciar a diferenciação no acúmulo de energia. Além do fato das espécies pertencerem ordens taxonômicas distintas, e isto pode fortalecer a ideia que seus hábitos distintos podem influenciar na forma de acúmulo e gastos de recursos energéticos.

3. OBJETIVO

Geral

Avaliar a dinâmica de alocação de energia para a reprodução em três espécies de peixes em um ambiente de várzea na Amazônia Central.

Específicos

1. Determinar a estrutura populacional em relação ao tamanho, proporção sexual e comprimento médio de primeira maturação sexual das espécies em estudo;
2. Delimitar o período de maior atividade reprodutiva das espécies em estudo;
3. Estimar a fecundidade e o tipo de desova das espécies em estudo;

4. Determinar o acúmulo e utilização das reservas energéticas nas diferentes fases do ciclo reprodutivo e hidrológico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no Catalão ($3^{\circ}08' / 3^{\circ}14'S$ e $59^{\circ}53' / 59^{\circ}58'W$), uma área de várzea localizada na confluência dos rios Solimões e Negro, próximo ao “encontro das águas” em frente à cidade de Manaus (Fig 1).

Trata-se de uma área de planície de inundação cuja topografia acidentada permite a formação de vários canais que promovem grande circulação de água durante a maior parte do ano. Sua formação se deve a compartimentações fluviais recentes, pois está inserida numa planície de acumulação que se caracteriza por apresentar uma sedimentação atual e ativa (Brito 2006). A área é influenciada pelo rio Negro no início da enchente e pelo Solimões no final da enchente e cheia (Caraballo, 2010).

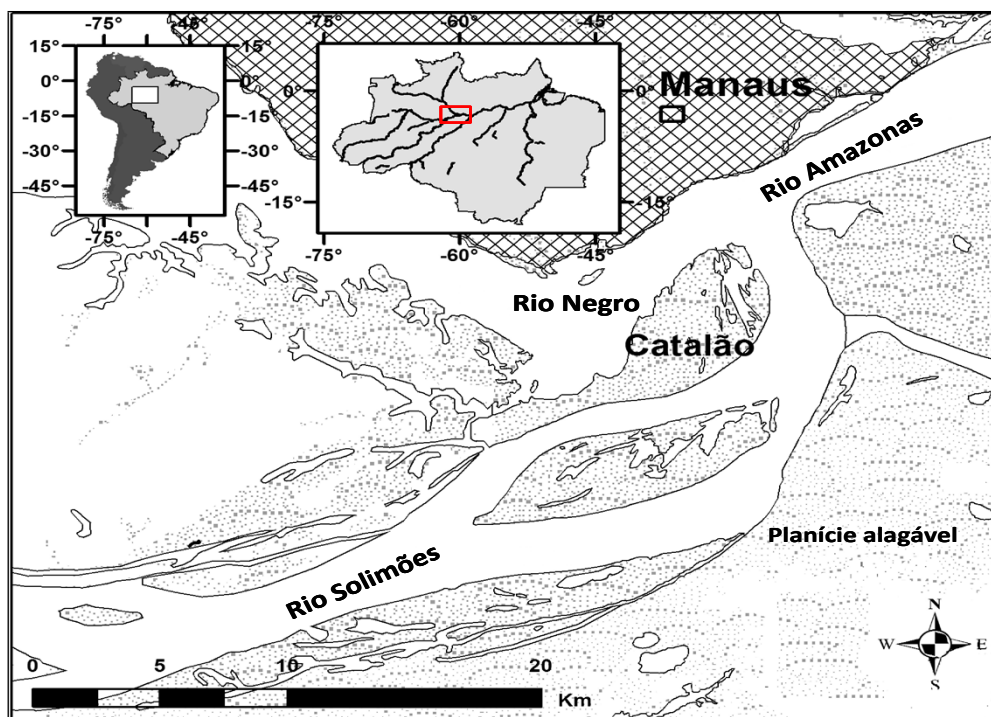


Figura 1. Mapa da área do Catalão (Adaptado de Neves dos Santos *et al.*, 2010)

4.2. AS ESPÉCIES

Auchenipterichthys coracoideus (Eigenmann & Allen, 1942)

Auchenipterichthys coracoideus (Fig. 2) pertence à ordem Siluriformes, família Auchenipteridae; a maioria das espécies da família apresenta hábito crepuscular ou noturno, nadando freneticamente próximo à superfície a procura de insetos ou outros itens alimentares; durante o período diurno permanecem escondidos em fendas, buracos ou debaixo de troncos e galhos (Santos *et al.*, 2009). Trata-se de uma espécie de pequeno porte com comprimento máximo de 10 cm de comprimento padrão (Ferraris, 2003). De acordo com Santos *et al.* (2004) alimenta-se principalmente de insetos, sementes e invertebrados aquáticos. Algumas espécies da família Auchenipteridae apresentam fertilização intena (Loir, *et al.*; 1989; Mazzoldi, *et al.* 2007; Ferraris 2005, Ferraris 1999; Meisner, *et al.*; 2007).



Figura 2. *Auchenipterichthys coracoideus* (Eigenmann & Allen, 1942)

Mesonauta festivus (Heckel, 1840)

Mesonauta festivus (Fig. 3) pertencente à ordem Perciformes, família Cichlidae. É uma das famílias mais diversificadas de vertebrados do mundo, com pelo menos 1.300 espécies descritas. Os Cichlidae da América do Sul compreendem cerca de 50 gêneros e um número estimado de 450 espécies (Kulander 1998). *M. festivus* é uma espécie de pequeno porte, atingindo 15 cm, explorado na pesca ornamental. Herbívoro, consome principalmente algas

filamentosas ocorre comumente entre a vegetação flutuante junto à superfície da água (Santos *et al.* 2009).



Figura 3. *Mesonauta festivus* (Heckel, 1840). Fonte: Queiroz, *et al.*; *no prelo*.

***Psectrogaster rutiloides* (Kner, 1858)**

Psectrogaster rutiloides (Fig. 4), pertence à ordem Characiformes e a família Curimatidae. Todas as espécies deste grupo são iliófagas, ou seja, nutrem-se de matéria orgânica e microorganismos que vivem na lama, sendo, portanto, peixes que exploram o fundo para se alimentar (Ferreira *et al.* 1998). Na área do Catalão a espécie é mais abundante nos períodos de vazante e seca (do Vale 2003). Moreira (2004) observou que o item com maior participação na alimentação de *P. rutiloides*, são: algas Cyanophyta, sendo também registrados o consumo de: Pyrrophyta, zooflagelados, Ciliophora, microscrustaceos, insetos e Rotifera, Brachionidae, Cladocera).



Figura 4. *Psectrogaster rutiloides* (Kner, 1858). Fonte: Queiroz, *et al.*; *no prelo*.

4.3. COLETA DE DADOS

4.3.1. Obtenção dos exemplares de peixes

Os exemplares das espécies em estudo foram coletados mensalmente na área do Catalão (licença de coleta SISBIO: 52392-2), de forma integrada ao projeto “Ecologia e Biologia de Peixes em Sistemas Aquáticos da Amazônia”, durante o período de Outubro de 2010 e setembro de 2011.

Para a realização das capturas foi utilizada uma bateria de malhadeiras com 10 m de comprimento cada, de 1,5 a 3,5 m de altura, e com malhas variando de 30 a 120 mm entre nós opostos. As malhadeiras eram colocadas aleatoriamente na área do Catalão por 24 horas com despesca a cada 4 horas. Para a captura dos exemplares de *M. festivus* foram utilizadas: rede de cerco (redinha) com 11 metros de comprimento, 5 metros de altura e 5 mm entre nós opostos; puçá e anzol. Após a captura, todos os exemplares foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados com as informações do local de amostragem, data e horário de coleta, e mantidos em caixa de isopor com gelo, sendo posteriormente transportados para o Laboratório de Dinâmica de Populações de Peixes da Coordenação de Biodiversidade/CBIO no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Manaus.

4.3.2. Obtenção dos dados biológicos

Em laboratório foi realizada a triagem e identificação dos exemplares coletados até o nível de espécie. De cada exemplar foram registrados: 1) Comprimento padrão (Cp em mm): medida horizontal, da ponta do focinho até a última vértebra; 2) Peso total (Pt em g); 3) Peso do fígado (Pf em g); 4) Peso das gônadas femininas e masculinas (Pg em g) e 5) Grau de gordura cavitária: observação macroscópica com atribuição aleatória em quatro categorias de acordo com a quantidade de gordura presente na cavidade celomática: 0 = nenhuma gordura; 1 = 0 a 25%; 2 = 25 a 75%; 3 = acima de 75% de gordura.

Ainda, por meio de uma incisão abdominal, as gônadas foram expostas, e mediante observações macroscópicas foram identificados o sexo e os estádios de maturidade dos exemplares, usando como referência a escala proposta por Brown-Peterson (2011) descrita no quadro abaixo:

Quadro 1. Descrição macroscópica das fases de desenvolvimento ovariano de peixes com adaptações da escala descrita por Brown-Peterson (2011).

Estádio 1 Imaturo	Os ovários são muito pequenos, filamentosos, translúcidos, sem sinais de vascularização. O diâmetro do oviduto é reduzido e os ovócitos não são perceptíveis a olho nu.
Estádio 2 Maturação	Os ovários são maiores e mais vascularizados, aproximando-se mais do poro genital, sendo que o oviduto apresenta-se como uma lâmina delgada em forma de tubo, transparente e vazia. Pequenos ovócitos opacos são perceptíveis a olho nu.
Estádio 3 Maduro	Os ovários apresentam-se túrgidos, vascularização intensa, com um grande número de ovócitos grandes, visíveis a olho nu, opacos ou translúcidos. Ao final desta fase, os ovócitos atingem seu desenvolvimento pleno e já começam a ser liberados, sob leve pressão abdominal.
Estádio 4 Esvaziado	Os ovários apresentam-se flácidos, com membranas distendidas de tamanho relativamente grande, mas não volumosos. Apresentam zonas hemorrágicas e poucos ovócitos já em estado de absorção.
Estádio 5 Recuperação	Os ovários apresentam tamanho reduzido, porém são maiores que os imaturos. São translúcidos com fraca vascularização, não sendo observados ovócitos a olho nu.

4.4. ANÁLISE DOS DADOS

4.4.1. Categorização dos períodos hidrológicos

A categorização das diferentes fases do ciclo hidrológico para a área de estudo (Fig 5) foi feita com base na classificação proposta por Bittencourt e Amadio (2007), para áreas do rio Solimões-Amazonas, nas proximidades de Manaus: enchente: nível do rio ascendente, entre as cotas 20 e 26m; cheia: cota igual ou superior a 26m; vazante: nível do rio descendente, entre as cotas 26 e 20m; seca: cota igual ou inferior a 20m. As medidas da cota do rio Negro, com base nas medidas do Porto de Manaus, para os meses de coleta estão apresentadas na Tabela 1.

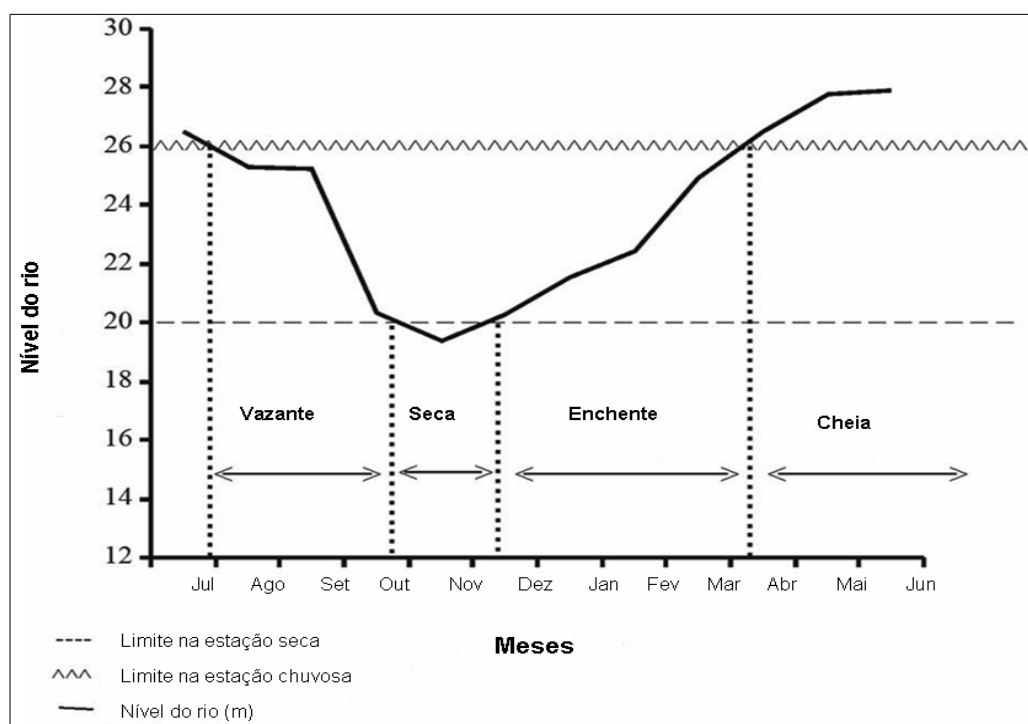


Figura 5. Variação mensal média do nível da água do Rio Negro mostrando os quatro períodos do ciclo hidrológico para a área do Catalão. Fonte: Bittencourt e Amadio (2007).

Tabela 1: Informações sobre o ciclo hidrológico para o período de coleta.

Períodos Hidrológicos	Meses de coleta	Cota média (metros)	Duração do período (dias)
Seca	Out- Jan/2011	16.73	123
Enchente	Fev- Abr/2011	23.84	89
Cheia	Mai - Jul/2011	27.44	92
Vazante	Ago - Set/2011	22.38	61

4.4.2. Estrutura populacional

4.4.2.1. Estrutura em tamanho

A estrutura em tamanho das populações de cada espécie foi determinada para sexos separados considerando todo o período e sexo grupado para os períodos hidrológicos. A análise foi feita aplicando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1996) aos dados de frequência relativa acumulada do comprimento dos exemplares distribuídos por classe de comprimento padrão. Esse teste foi utilizado com a finalidade de verificar se a diferença máxima entre as duas distribuições de frequências acumuladas é significativa ao nível de 5% (Zar 1996). Os comprimentos médios entre sexos foram testados por meio de teste “t” de Student, e entre os períodos hidrológicos por meio de ANOVA, após satisfazer as premissas de normalidade e homocedasticidade (Zar 1996).

4.4.2.2. Proporção sexual

A proporção sexual foi calculada a partir das frequências absolutas de machos e de fêmeas e as possíveis diferenças da proporção esperada de 1:1 foram testadas por meio do teste G (Zar 1996):

$$G = 2 * \sum (Fo * \ln Fo/Fe), \text{ onde:}$$

Fo = frequência absoluta observada

Fe = frequência absoluta esperada

Ln = logaritmo neperiano

Foram consideradas significativas as situações cujo valor de G foi maior que 3,84 (GL=1) As proporções sexuais foram determinadas para o período total da coleta, por período hidrológico e classe de tamanho.

4.4.2.3. Comprimento médio de primeira maturação sexual (L50)

O comprimento médio de primeira maturação sexual (L_{50}) representa o comprimento no qual 50% dos indivíduos de uma população já estão maduros e aptos à reprodução. Este

parâmetro foi estimado por meio do ajuste a uma curva sigmóide. Para isso, foram feitas distribuições de frequência relativa de fêmeas jovens (estádio 1) e adultas (estádios 2, 3, 4 e 5) por classe de comprimento padrão, para o período total de coleta. O L_{50} foi obtido por meio de uma função logística, utilizando a expressão:

$$y = 1 / (1 + \exp(- (b_1) * (x - (b_2)))) \text{ (King 1995), onde:}$$

x = valor médio da classe de comprimento;

y = frequência relativa de fêmeas adultas na classe de comprimento;

b_2 = valor correspondente ao L_{50} .

Para os casos onde não foi possível a estimativa matemática, para efeito de registro, considerou-se como medida indireta do L_{50} a menor fêmea madura capturada.

4.4.3. Período reprodutivo

Para determinar o período reprodutivo das espécies em estudo foi realizada uma inspeção gráfica da distribuição temporal da frequência relativa de indivíduos em todos os estádios de maturidade gonadal (Brown-Peterson, 2011). Considerou-se a época de desova o período que contemplou a maior frequência de indivíduos maduros.

Além disso, o Índice Gonadossomático (IGS) foi utilizado para corroborar a época de desova. Para isto, os valores de IGS foram calculados individualmente por meio da expressão (Vazzoler 1996):

$$\text{IGS} = P_o / P_t \times 100, \text{ onde}$$

IGS = índice gonadossomático,

P_o = peso do ovário (g),

P_t = peso total do peixe (g)

A distribuição temporal dos valores médios de IGS de fêmeas e machos representa o ciclo do desenvolvimento gonadal e os maiores valores indicaram o período de maior atividade reprodutiva para a espécie. O IGS também foi analisado para fêmeas e machos maduros para verificar possíveis diferenças do custo energético para a reprodução entre os sexos e comparados por meio de teste não paramétrico Mann-Whitney (Zar 1996).

4.4.4 Fecundidade e tipo de desova

Para a estimativa da fecundidade foi empregado o método volumétrico (Vazzoler 1996) e esta avaliação considerou a fecundidade como o número total de ovócitos produzidos por fêmea madura por período reprodutivo.

Os ovócitos foram colocados em uma proveta e após decantação dos mesmos foi registrado o volume total em ml. Em seguida, os ovócitos foram colocados em um balão volumétrico com álcool 70%, completando um volume total de 250 ml. Utilizando uma pipeta Stempel de volume conhecido, foram retiradas cinco sub-amostras aleatórias com reposição. Os ovócitos dessas amostras foram contados e medidos em milímetros, no seu maior diâmetro, por meio de uma ocular micrométrica sob estereomicroscópio.

A estimativa da fecundidade individual foi feita utilizando a média das contagens das cinco sub-amostras e, por meio de uma regra de três simples, inferiu-se o número total de ovócitos para o volume inicial. A fecundidade relativa por comprimento padrão (mm) e peso total (g) também foi estimada.

A determinação do tipo de desova foi feita por meio da análise gráfica da distribuição da frequência de diâmetros dos ovócitos por classe de 0,1 ou 0,2 mm, conforme o caso, em associação com a análise do período reprodutivo. Para as distribuições com dois grupos modais foi utilizado o termo desova total, que descreve um mecanismo de desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos; o termo desova parcelada foi empregado no caso onde foi evidenciado mais de dois grupos modais, representando um mecanismo de desenvolvimento sincrônico em mais de dois grupos (Vazzoler 1996).

As fecundidades individuais foram correlacionadas com o comprimento padrão (mm) e peso total (g) dos exemplares de cada espécie e por meio do coeficiente de determinação (r^2) foi determinado o percentual de variação da fecundidade explicada pela variação do comprimento e/ou do peso (Zar 1996).

4.4.5 Índices somáticos

Para analisar a utilização das reservas energéticas foi realizada uma combinação de análises qualitativa e quantitativa, por meio do grau de gordura cavitária (GGC), índice hepatossômico (IHS) e fator de condição (Kn). Os métodos estão descritos abaixo:

a) Grau de gordura cavitária (GGC): a quantidade de gordura cavitária foi avaliada macroscopicamente e enquadrada em uma escala que variou de 0 a 3, de acordo com (Rocha, *et.al.*; 2010).

b) Índice hepatossomático (IHS): o índice hepatossomático foi calculado segundo Htun-Han (1978), por meio da equação:

$$\text{IHS} = (\text{Pf} / \text{Pt}) * 100, \text{ onde:}$$

IHS = índice hepatossomático;

Pf = peso do fígado (g);

Pt = peso total do peixe (g)

c) Fator de Condição (Kn): O fator de condição relativo foi calculado segundo Le Cren (1951) a partir da expressão.

$$\text{Kn} = \text{Pt}/a * \text{Cp}^b, \text{ onde:}$$

Kn = fator de condição relativo;

Cp = comprimento padrão (mm);

a e *b* = constantes da relação peso-comprimento;

Pt = peso total do peixe (g).

As constantes *a* e *b* foram obtidas a partir da relação peso total-comprimento padrão da espécie. Os dados logaritmizados de peso e comprimento foram submetidos a uma regressão linear simples para o cálculo dos coeficientes linear (*a*) e angular (*b*). Da respectiva equação, $\log_{10} P_t = \log_{10} a + b * \log_{10} C_p$, foi obtida a função potência $P_t = a * C_p^b$ (Huxley 1924), para descrever a relação entre as variáveis consideradas.

Os resultados dos índices foram analisados segundo o estágio de maturação gonadal e período hidrológico e comparados por meio de análise de variância não paramétrica, Kruskal-Wallis; o GGC também foi avaliado segundo as fases de vida, jovens e adultos, determinadas a partir do comprimento médio de primeira maturação sexual e comparadas por análise não paramétrica, Mann-Whitney (Zar 1996), com o intuito de verificar possíveis diferenças no acúmulo de gordura cavitária em jovens e adultos.

5. RESULTADOS

5.1. ESTRUTURA POPULACIONAL

5.1.1. Estrutura em tamanho

Para o período total de coleta foram capturados um total de 1.497 exemplares. Destes, 164 exemplares eram de *A. coracoideus*, 372 de *M. festivus* e 962 de *P. rutiloides*. As médias dos comprimentos observados, bem como os valores mínimos e máximos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva e valores dos testes *t*, U e o *p* para a estrutura em comprimento de: *A. coracoideus*, *M. festivus* e *P. rutiloides* para todo o período de coleta na área do Catalão.

Espécies	Sexo	N	N Total	Cp Médio ± d.p	Teste - <i>t</i>	Teste - U	<i>p</i>
<i>A. coracoideus</i>	Fêmeas	42	164	88.29 ± 5.50	-	1297.00	0.0000*
	Machos	122		84.40 ± 3.62			
<i>M. festivus</i>	Fêmeas	176	371	63.11 ± 14.54	-1.6556	-	0.0990
	Machos	91		59.87 ± 15.70			
<i>P. rutiloides</i>	Fêmeas	399	962	111.52 ± 19.17	-	7096.50	0.0000*
	Machos	82		127.88 ± 12.33			

Cp: Comprimento padrão; d.p: Desvio padrão

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

A estrutura em comprimento para os exemplares de *A. coracoideus* apresentou diferença significativa entre os sexos (Dmáximo: 0.4430, Dcrítico:0.2430; $\alpha=0.05$), com fêmeas apresentando comprimento médio maior que os machos (Tab 2). De maneira geral, a maior frequência de machos e fêmeas ocorreu nas classes de tamanhos centrais. Na menor classe de comprimento houve frequência semelhante entre os sexos. Já na maior classe ocorreram somente fêmeas (Fig 6). A distribuição por classe de comprimento foi unimodal para fêmeas (86-90 mm) e machos (81-85 mm).

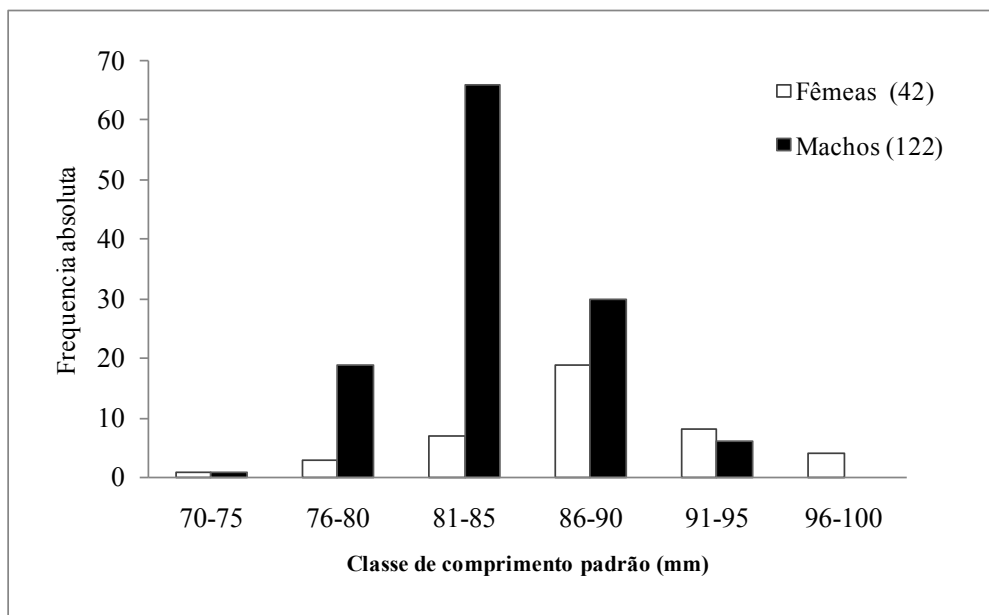


Figura 6. Distribuição de frequência de exemplares de *A. coracoideus* por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.

A distribuição de comprimento ao longo do ciclo hidrológico (Fig. 7) considerou os sexos grupados e não revelou diferenças significativas ($H=3.967$; $p= 0.1376$), entre os períodos. Os tamanhos médios dos exemplares foram semelhantes ao longo do ciclo hidrológico ($p> 0,005$) (seca - $86.3\text{mm} \pm 4.9$, enchente - $85.4\text{mm} \pm 3.5$ e vazante - $84.1\text{mm} \pm 5.8$). A inspeção gráfica evidenciou uma distribuição unimodal (81-85 mm) para todos os períodos hidrológicos em que a espécie foi capturada, com exceção da cheia onde não houve captura. A enchente foi o período mais representativo, onde exemplares de todas as classes de tamanho podem ser observados, incluindo os indivíduos menores que estão sendo recrutados à população.

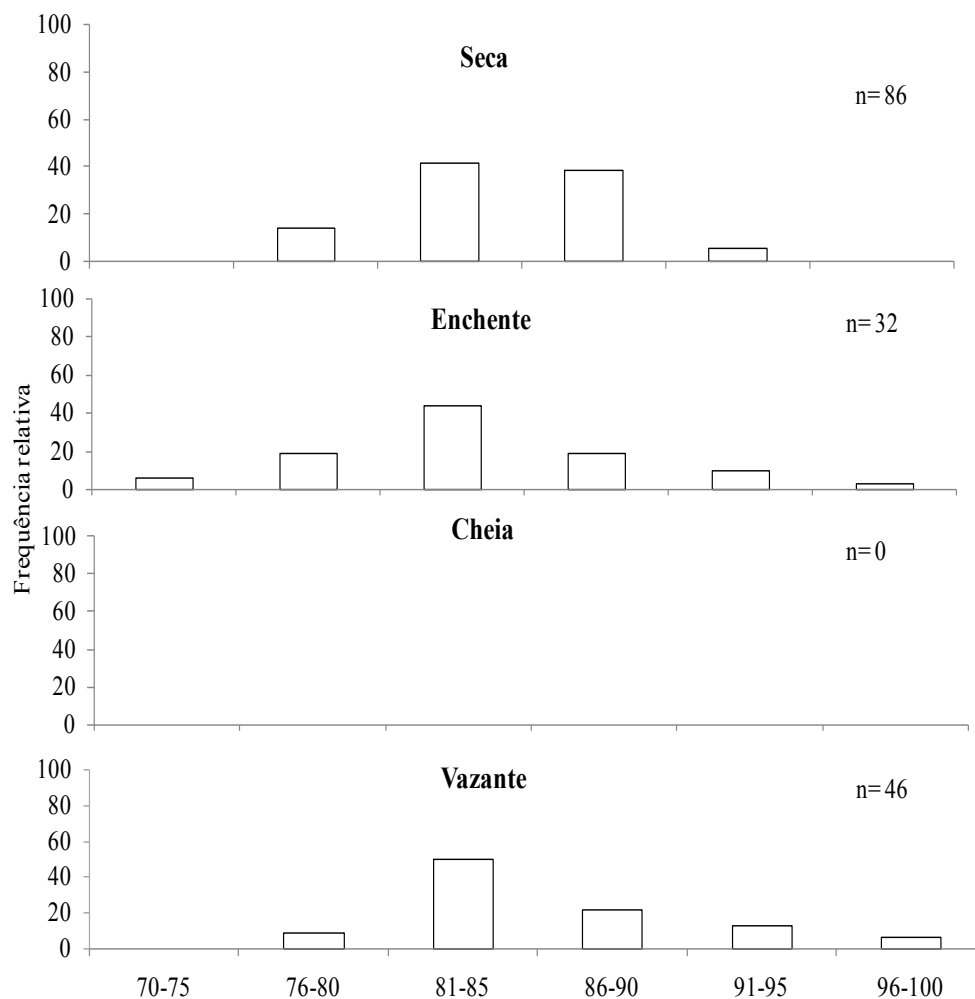


Figura 7. Distribuição de frequência relativa de exemplares de *A. coracoideus* por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão; n= número de exemplares.

b) *Mesonauta festivus*

A estrutura em comprimento mostrou-se igual para os dois sexos ($D_{\text{máximo}}$: 0.1123, $D_{\text{crítico}}$: 0.1754, $\alpha=0.05$) e foi unimodal para fêmeas (51-60 mm) e machos (61-70 mm). De maneira geral ocorreu um número maior de fêmeas em todas as classes, exceto para as duas iniciais (Fig 8).

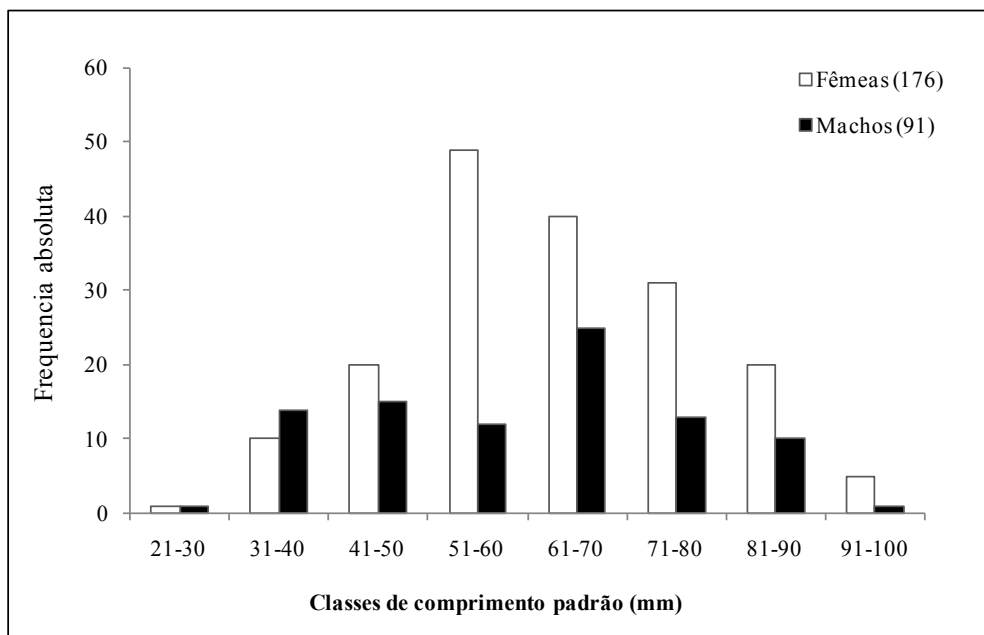


Figura 8. Distribuição de frequência de exemplares de *M. festivus* por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.

A análise da estrutura em comprimento ao longo do ciclo considerou os sexos grupados e mostrou-se significativamente diferente ($F=16.20$; $p<0.001$) entre os períodos hidrológicos (Fig 9). Os exemplares capturados durante a seca ($61.8\text{mm} \pm 12.1$) e a enchente ($56.7\text{mm} \pm 20.4$) foram significativamente maiores que aqueles coletados durante a cheia ($44.0\text{mm} \pm 19.0$) e a vazante ($48.7\text{mm} \pm 21.5$). As distribuições de tamanho apresentam-se com uma moda (seca e vazante) e bimodal (enchente e cheia) e os exemplares nas menores classes de comprimento foram observados desde a enchente com frequência crescente nos períodos da cheia e vazante.

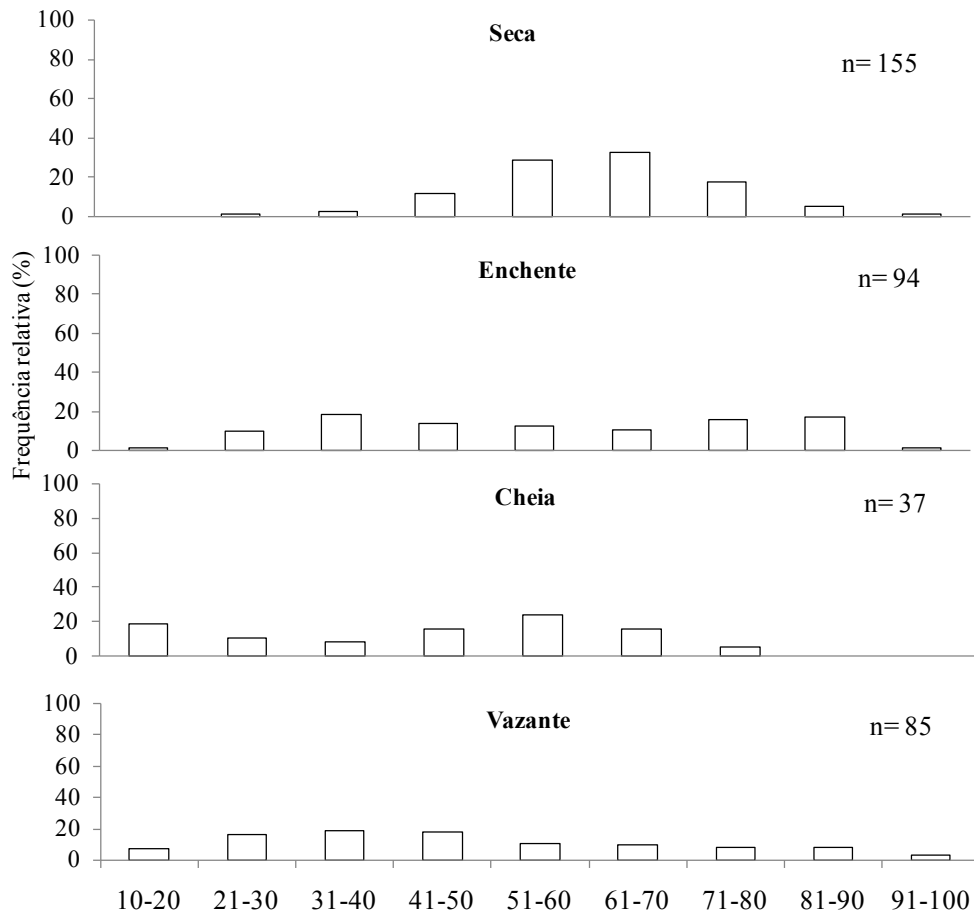


Figura 9. Distribuição de frequência relativa de exemplares de *M. festivus* por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão; n= número de exemplares.

c) *Psectrogaster rutiloides*

A distribuição de comprimentos dos exemplares de *P. rutiloides* diferiu significativamente entre machos e fêmeas ($D_{\text{máximo}}: 0.5532$, $D_{\text{crítico}}: 0.1647$, $\alpha=0.05$), com machos apresentando comprimentos médios maiores (Tab 2). A estrutura em tamanho foi unimodal para ambos os sexos. As fêmeas predominam em todas as classes de tamanho, particularmente nas menores e intermediárias; já os machos ocorrem mais expressivamente somente no intervalo de classe entre 121 e 140 mm (Fig 10).

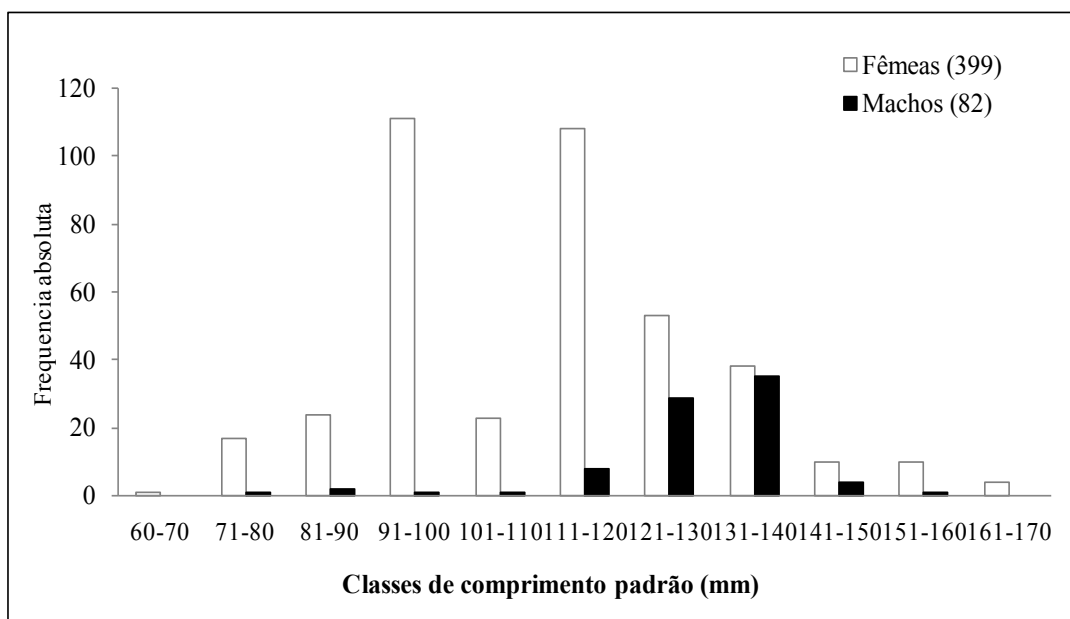


Figura 10. Distribuição de frequência de exemplares de *P. rutiloides* por classe de comprimento padrão para exemplares coletados na área do Catalão.

A análise da estrutura em comprimento ao longo do ciclo hidrológico considerou os sexos grupados e foi significativamente diferente ($H=79.9$; $p= 0.000$) entre os vários períodos (Fig 11). O comprimento médio dos exemplares capturados durante a vazante ($125.5\text{mm} \pm 15.6$) foi significativamente superior ao tamanho médio dos exemplares capturados durante a seca ($99.9\text{mm} \pm 19.8$), enchente ($99.9\text{mm} \pm 11.6$) e cheia ($97.0\text{mm} \pm 26.8$). Essas distribuições sugerem um deslocamento da moda para a direita, na seqüência seca/enchente (91 a 100mm), cheia/vazante (131-140mm). O período da seca foi o mais representativo quanto à frequências nas classes de comprimento, apresentando comprimentos distribuídos em toda a amplitude da distribuição. A entrada de indivíduos menores ocorreu durante a seca e cheia.

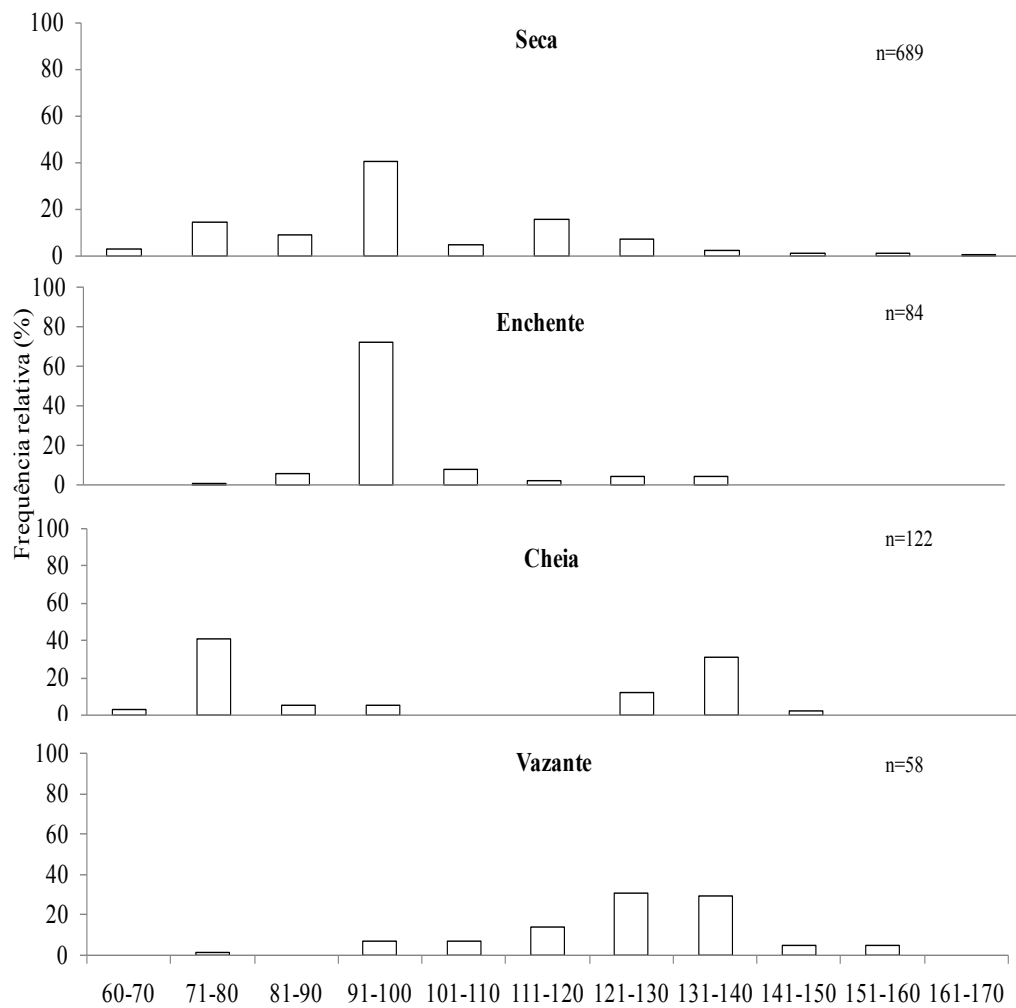


Figura 11. Distribuição de frequência relativa de exemplares de *P. rutiloides* por classe de comprimento padrão (mm) para cada período hidrológico coletados na área do Catalão; n= número de exemplares.

5.1.2. PROPORCAO SEXUAL

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

De um total de 164 exemplares utilizados para esta análise houve predominância dos machos, sendo a proporção para o período total de 0.3 fêmeas para 1 macho. Dos três períodos onde houve a captura da espécie, a seca e a vazante apresentaram diferenças significativas (Tab. 3).

Tabela 3. Proporção sexual de exemplares de *Auchenipterichthys coracoideus* coletados na área do Catalão, por período hidrológico.

Período Hidrológico	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		G	Proporção Sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
Seca	22	64	25.6	74.4	21.4*	0.3: 1
Enchente	11	21	34.4	65.6	3.2	0.5: 1
Cheia	-	-	-	-	-	-
Vazante	9	37	19.6	80.4	18.3*	0.2: 1
Total	42	122	25.6	74.4	40.7	0.3: 1

* Significativo para $G > 3.84$.

A análise da proporção sexual por classes de comprimento mostrou haver diferenças significativas nas classes de comprimentos maiores que 76 mm com predominância de machos (Tab. 4).

Tabela 4. Proporção sexual de exemplares de *Auchenipterichthys coracoideus* coletados na área do Catalão, por classe de comprimento padrão.

Classes de Comprimento	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		G	Proporção Sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
71-75	1	1	50.0	50.0	0	1: 1
76-80	3	19	13.6	86.4	13.0*	0.2: 1
81-85	7	66	9.6	90.4	55.1*	0.1: 1
86-90	19	30	38.8	61.2	2.5	0.2: 1
91-95	8	6	57.1	42.9	0.3	1.2: 1
96-100	4	0	100.0	0.0	-	-
TOTAL	42	122	25.6	74.4	40.7	0.3: 1

* Significativo para $G > 3.84$.

b) *Mesonauta festivus*

De um total de 267 exemplares utilizados nesta análise, as fêmeas foram significativamente mais numerosas que os machos, sendo encontrada para todo o período de estudo a proporção de 1.9 fêmeas para 1 macho. Quando analisada temporalmente, a proporção entre os sexos no período da enchente apresentou a maior diferença quando comparada aos outros períodos hidrológicos, evidenciando ainda a ocorrência de um número maior de fêmeas durante a seca e enchente e de igualdade de sexos na cheia e vazante (Tab. 5).

Tabela 5. Proporção sexual de exemplares de *Mesonauta festivus* coletados na área do Catalão, por período hidrológico.

Período Hidrológico	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		G	Proporção sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
Seca	87	44	66.4	33.6	14.38 *	2.0: 1
Enchente	54	23	70.1	29.9	12.84 *	2.3: 1
Cheia	13	8	61.9	38.1	1.20	1.6: 1
Vazante	22	12	57.9	42.1	0.95	1.4: 1
Total	176	91	65.9	34.1	27.54 *	1.9: 1

* Significativo para $G > 3.84$.

A análise por classes de comprimento revelou haver diferenças significativas entre os sexos a partir de 50 mm de comprimento e, apesar de não ser significativo nas classes superiores, houve uma tendência a um número maior de fêmeas (Tab 6).

Tabela 6. Proporção sexual de exemplares de *Mesonauta festivus* coletados na área do Catalão, por classe de comprimento padrão.

Classe de Comprimento	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		G	Proporção sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
20-30	1	1	50	50	0	1.0: 1
31-40	10	14	41.7	58.3	0.7	0.7:1
41-50	20	15	57.1	42.9	0.7	1.3:1
51-60	49	12	80.3	19.7	24.1 *	4.1:1
61-70	40	25	61.5	38.5	3.5	1.6:1
71-80	31	13	70.5	29.5	7.6 *	2.4:1
81-90	20	10	66.7	33.3	3.4	2.0:1
91-100	5	1	83.3	16.7	2.9	5.0:1
Total	176	91	65.9	34.1	27.5 *	1.9:1

* Significativo para $G > 3.84$.

c) *Psectrogaster rutiloides*

Dos 481 exemplares utilizados para esta análise, as fêmeas foram significativamente mais numerosas que os machos para todo o período de estudo, sendo a proporção observada de 4.9 fêmeas para 1 macho (Tab 7). A proporção entre os sexos por classe de comprimento revelou haver diferenças significativas para quase todos os tamanhos, revelando um número maior de fêmeas, (Tab 8).

Tabela 7. Proporção sexual de exemplares de *Psectrogaster rutiloides* coletados na área do Catalão, por período hidrológico.

Período Hidrológico	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		G	Proporção Sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
Seca	278	59	82.5	17.5	154.6*	4.5:1
Enchente	39	5	88.6	11.4	29.8*	13.0:1
Cheia	36	10	78.3	21.7	15.6*	3.6:1
Vazante	46	8	85.2	14.8	29.6*	5.8:1
Total	399	82	83.0	17.0	227.5*	4.9:1

* Significativo para $G > 3.84$.

Tabela 8. Proporção sexual de exemplares de *Psectrogaster rutiloides* coletados na área do Catalão, por comprimento padrão.

Classe de Comprimento	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		G	Proporção Sexual F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
60-70	1	0	100	0	-	-
71-80	17	1	94.4	5.6	17.2*	17.0:1
81-90	24	2	92.3	7.7	21.9*	12.0:1
91-100	111	1	99.1	0.9	143.8*	111.0:1
101-110	23	1	95.8	4.2	25.0*	23.0:1
111-120	108	8	93.1	6.9	102.6*	13.5:1
121-130	53	29	64.6	35.4	7.1*	1.8:1
131-140	38	35	52.1	47.9	0.1	1.1:1
141-150	10	4	71.4	28.6	2.7	2.5:1
151-160	10	1	90.9	9.1	8.5*	10.0:1
161-170	4	0	100	0	-	-
Total	399	82	-	-	227.5*	4.9:1

* Significativo para $G > 3.84$.

5.1.3. COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL

(L₅₀)

A análise do comprimento médio de primeira maturação sexual (L₅₀) foi realizada considerando os sexos agrupados para as três espécies. Contudo, para *M. festivus* foi possível estimar o L₅₀ para fêmeas e machos, tendo em vista a ocorrência de um número suficiente de exemplares dos dois sexos (Tab 9).

O tamanho de primeira maturação (L₅₀) encontrado para *A. coracoideus* foi de 75.58 mm (Fig 12a). Para *M. festivus* o tamanho de primeira maturação foi de 41.17 mm para as fêmeas (Fig 12b), 43.89 mm para os machos (Fig 12c) e 42.46 mm para a espécie (Fig 12d). *P. rutiloides* apresentou o tamanho de 92.78 mm (Fig 12e).

Tabela 9. Comprimento médio (mm) da primeira maturação sexual (L₅₀) ± erro padrão (e.p) de exemplares de *A. coracoideus*, *M. festivus* e *P. rutiloides* para o período total de captura na área do Catalão.

Espécies	% Jovens	% Adultos	L ₅₀		Espécie ± e.p
			Fêmeas ± e.p	Machos ± e.p	
<i>A.coracoideus</i>	10.2	89.8	-	-	75.58 ± 0.26
<i>M.festivus</i>	12.0	88.0	41.17 ± 0.30	43.89 ± 0.86	42.46 ± 0.56
<i>P.rutiloides</i>	20.2	79.8	-	-	92.78 ± 1.45

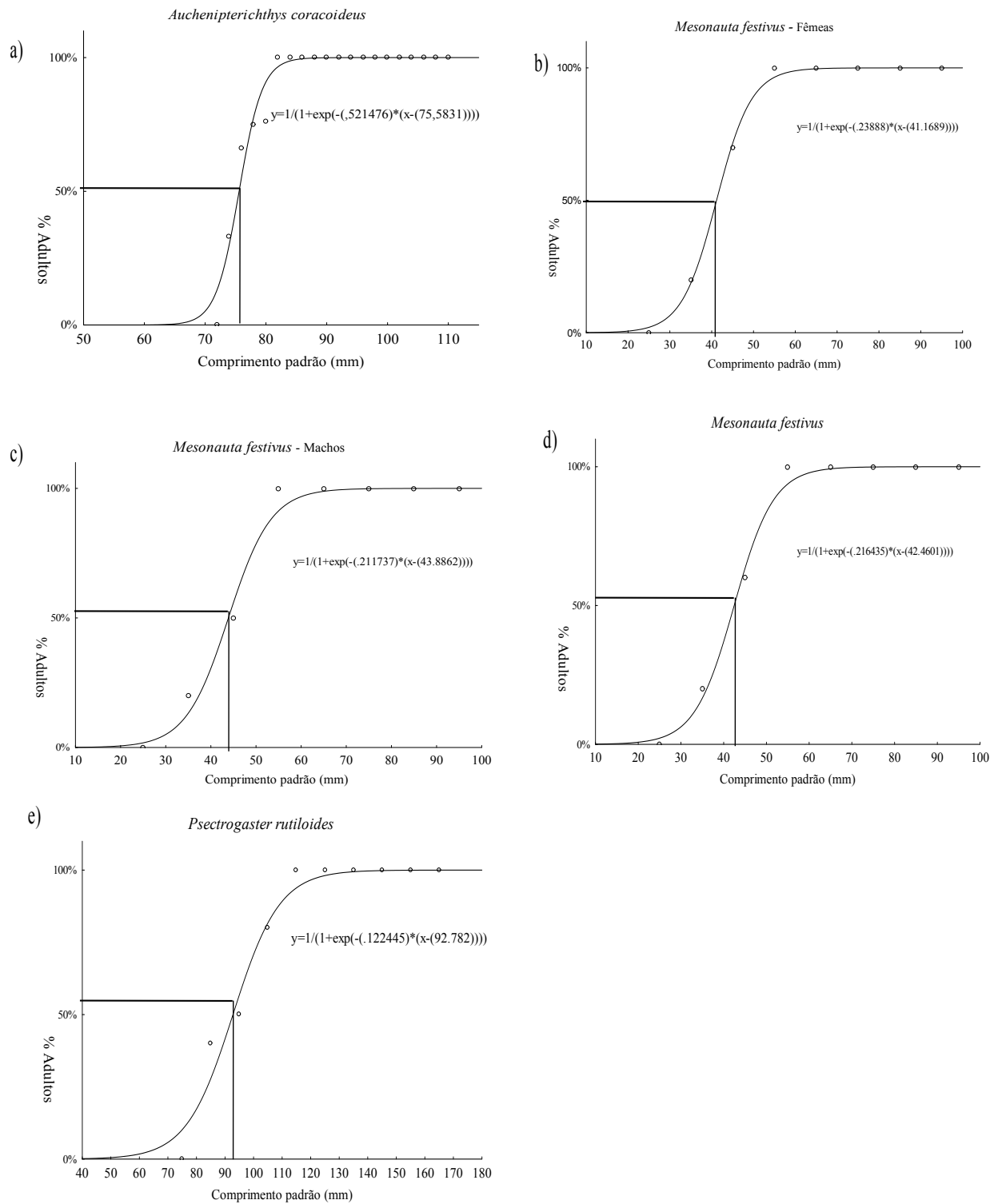


Figura 12. Distribuição de freqüência de indivíduos adultos de *A. coracoideus* sexos grupados (a); *M. festivus* fêmeas (b), *M. festivus* machos (c), *M. festivus* sexos grupados (d) e *P. rutiloides* sexos grupados (e), coletados na área do Catalão.

5.2. PERÍODO REPRODUTIVO

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

O período de maior atividade reprodutiva para a espécie ocorreu na enchente, onde 53% dos exemplares encontrava-se em estágio de desenvolvimento gonadal avançado. É importante ressaltar que o período reprodutivo foi confirmado com base nos resultados dos estádios de maturação dos machos devido o número expressivo de exemplares em atividade reprodutiva, representando 50% dos exemplares capturados durante a enchente (Fig 13). O baixo número de fêmeas maduras (n=1) não permitiu a realização desta análise com segurança, entretanto, o exemplar foi capturado também na enchente, indicando que este é o período reprodutivo para a espécie. Não houve captura desta espécie durante o período da Cheia.

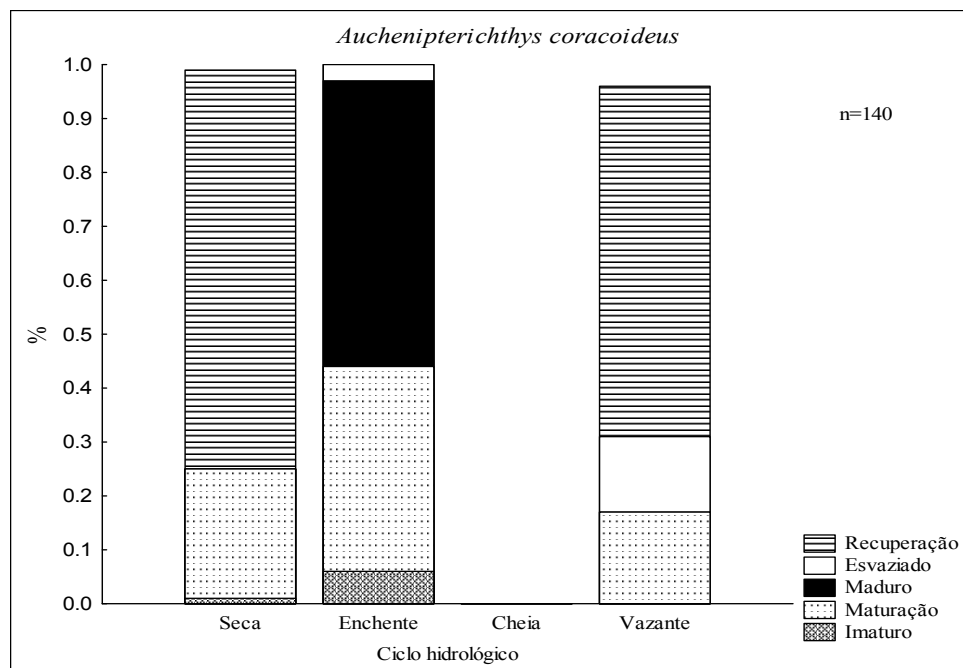


Figura 13. Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para *A. coracoideus*, coletados na área do Catalão.

A variação temporal do índice gonadossomático – IGS, especialmente para os machos mostra valores significativamente maiores durante a enchente ($H_{(2; n=68)} = 44.70074$ $p=0.0000$) (Fig 14). Na enchente o IGS para os machos foi significativamente diferente dos

outros períodos ($p=0.0000$), apresentando média de (1.29 ± 0.14) , enquanto que na seca e na vazante a média para o IGS foi de (0.10 ± 0.02) (0.04 ± 0.01) , respectivamente.

Como só houve uma fêmea em estágio avançado de maturação gonadal, esta foi retirada do cálculo do índice. Ainda sim, observou-se para as fêmeas a mesma tendência verificada para os machos, com valores de IGS significativamente maiores na enchente ($H_{(2, N= 31)} = 19.63858$ $p = 0.0001$) (Fig. 14). O IGS para as fêmeas apresentou diferenças significativas na enchente ($p=0.001$), com média de (0.58 ± 0.07) ; a seca e a vazante apresentaram as seguintes médias respectivamente: (0.22 ± 0.03) , (0.07 ± 0.03) . Vale salientar também que foram capturados muitos indivíduos em maturação (26.43%), em recuperação (56.43%) e somente 2.14% exemplares imaturos (fêmeas) durante todo o ciclo hidrológico.

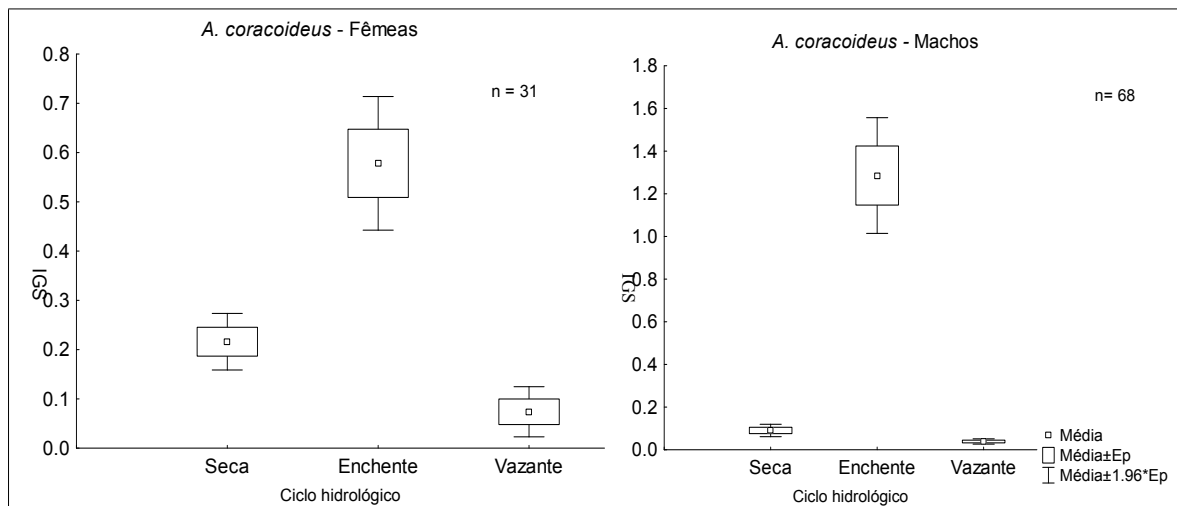


Figura 14. Variação temporal do índice gonadosomático (IGS) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* coletados na área do Catalão.

b) *Mesonauta festinus*

Foram observados exemplares de *M. festinus* em atividade reprodutiva durante todo o ciclo hidrológico, variando de 14,5% de exemplares em reprodução na seca, a 29,9% na enchente e 15,8% na vazante. Entretanto, o período de maior atividade reprodutiva ocorreu durante a cheia, quando 38,1% dos exemplares estavam se reproduzindo. Nos demais períodos ocorreram fêmeas e machos em todos os estágios de desenvolvimento gonadal em quantidades distintas (Fig 15), (Anexo 2).

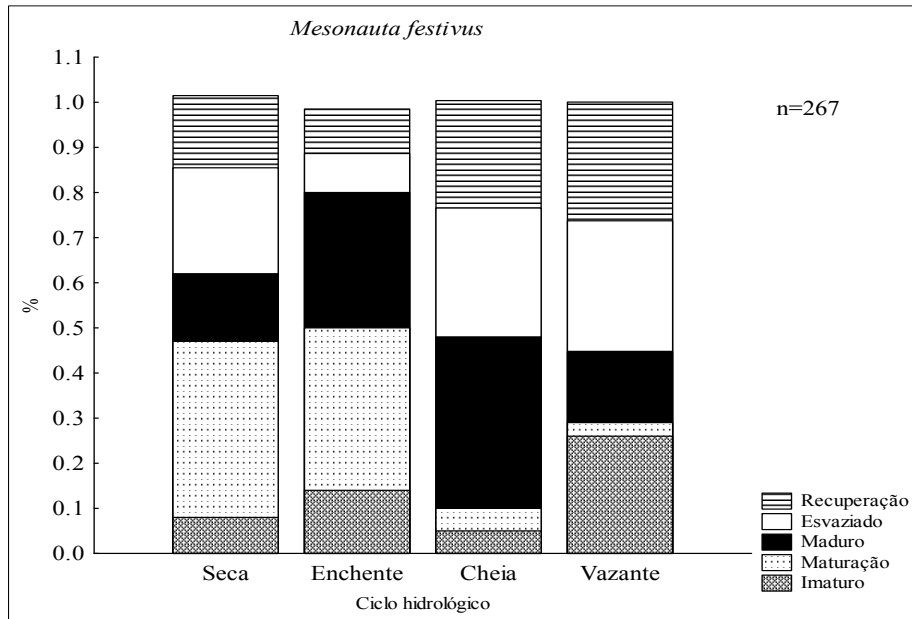


Figura 15. Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para *M. festivus*, coletados na área do Catalão.

A análise do índice gonadossomático ao longo do ciclo hidrológico (Fig 16) para as fêmeas apresentou valores significativamente diferentes ($F=14.53384$; $p= 0.0000$). O IGS na enchente para as fêmeas foi significativamente diferente da seca ($p= 0.0000$) e na vazante ($p = 0.0225$). A média do IGS na enchente apresentou o maior resultado (1.24 ± 0.21), enquanto que na seca (0.19 ± 0.03) e vazante (0.47 ± 0.14) ocorreram os menores valores médios de IGS.

Para os machos não houve diferenças significativas do IGS ao longo do ciclo hidrológico ($p= 0.1427$). No entanto, assim como para as fêmeas, os machos também apresentaram os maiores valores do IGS no período de águas altas com médias: enchente (0.10 ± 0.01) e cheia (0.10 ± 0.03). Com menores valores do IGS nos períodos das águas baixas: seca (0.07 ± 0.01) e vazante (0.05 ± 0.01) (Fig 16).

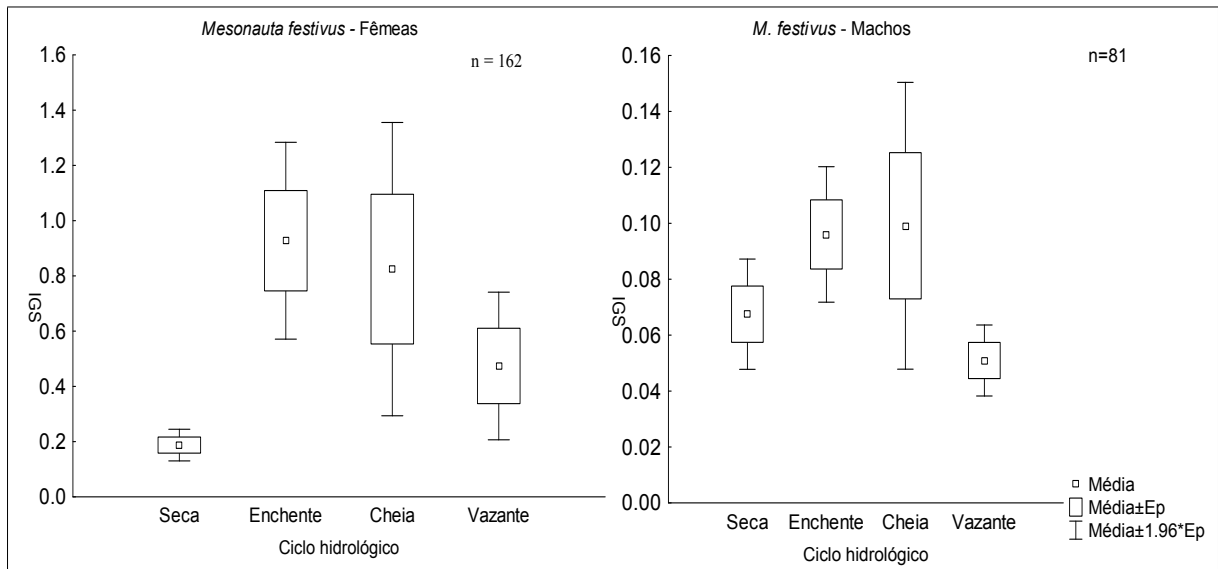


Figura 16. Variação temporal do índice gonadosomático (IGS) para fêmeas e machos de *M. festivus* coletados na área do Catalão.

c) *Psectrogaster rutiloides*

O período de maior atividade reprodutiva ocorreu durante a seca, onde 48.51% dos exemplares encontravam-se em estágio de desenvolvimento gonadal avançado, indicando ser este o período reprodutivo para a espécie. Os demais estádios de desenvolvimento ocorreram em todos os períodos hidrológicos, com uma maior proporção de fêmeas imaturas (64.29%) durante a enchente. Vale destacar que a grande quantidade de fêmeas esvaziadas e em recuperação na cheia e vazante pode indicar equívocos na identificação macroscópica, considerando a grande dificuldade de definição dos estádios de desenvolvimento para esta espécie (Fig 17).

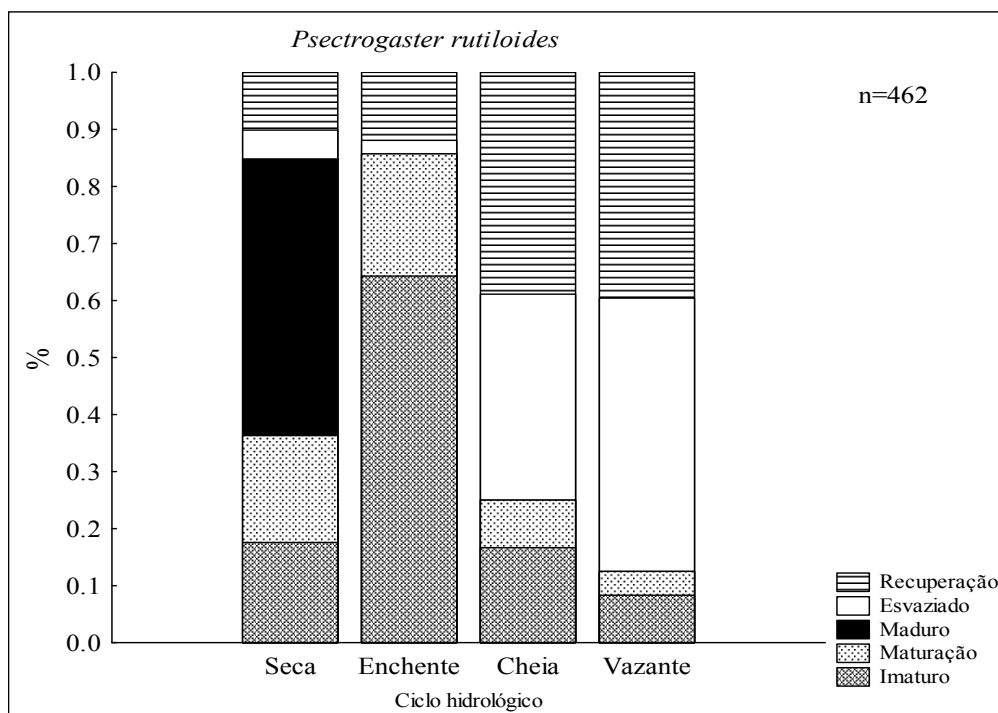


Figura 17. Frequência de exemplares nos diferentes estádios de maturação gonadal no decorrer do ciclo hidrológico para *P. rutiloides*, coletados na área do Catalão.

O índice gonadossomático para as fêmeas de *P. rutiloides* apresentou diferença significativa ao longo do ciclo hidrológico ($H_{(3, N= 178)} = 28.87281$; $p = 0.0000$), com a maior média no período da seca (3.54 ± 0.41). A enchente (0.04 ± 0.01), cheia (0.05 ± 0.01) e vazante (0.04 ± 0.01) apresentaram valores muito inferiores aos observados no período da seca (Fig 18).

Semelhantemente às fêmeas, os machos também apresentaram diferença significativa no valor do IGS ao longo do ciclo hidrológico ($H_{(2, N= 45)} = 7.739649$; $p = 0.0209$), com maior média também no período da seca (0.20 ± 0.04) e com valores decrescentes na enchente (0.09) e vazante (0.01) (Fig 18). Não foi capturado nenhum macho no período da cheia.

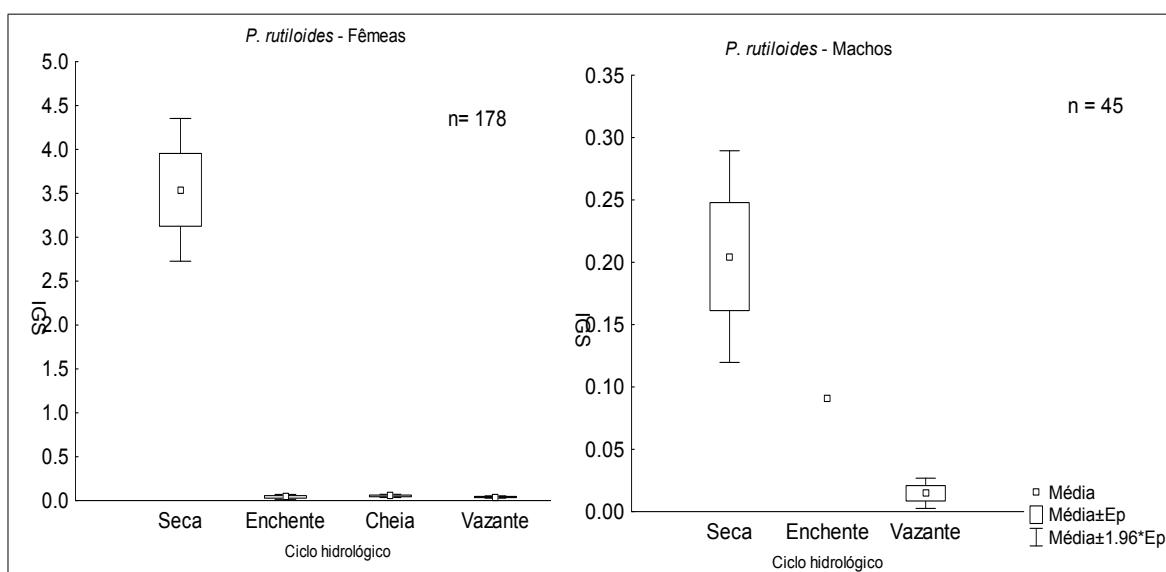


Figura 18. Variação temporal do índice gonadosomático (IGS) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* coletados na área do Catalão.

Analisando comparativamente os valores de IGS de fêmeas e de machos maduros para as três espécies, observou-se que os mesmos foram significativamente maiores para fêmeas maduras quando comparadas aos machos maduros em exemplares de *M. festivus* e *P. rutiloides*, indicando que as fêmeas dessas espécies utilizam mais energia para o desenvolvimento gonadal do que os machos. A análise para os exemplares de *A. coracoideus* não foi possível pelo número reduzido de fêmeas maduras nas capturas (Tab 10).

Tabela 10. Parâmetros do teste Mann-Whitney (U) para IGS de exemplares fêmeas e machos maduros de *M. festivus* e *P. rutiloides* para o período total de captura na área do Catalão. *p* = nível de significância.

Espécies	n		Fêmeas	Machos	U	<i>p</i>
	Fêmeas	Machos				
<i>M.festivus</i>	19	5	281,0000	19,00000	4,00	0,002
<i>P.rutiloides</i>	54	13	2187,000	91,00000	0,00	0,000

5.3. FECUNDIDADE E TIPO DE DESOVA

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

A fecundidade média estimada para as quatro fêmeas maduras de *A. coracoideus* foi: 983 ± 113 ovócitos. A menor fecundidade estimada foi de 867 ovócitos em uma fêmea com comprimento padrão de 98mm e a maior foi de 1.133 ovócitos em um exemplar com comprimento de 102mm. A fecundidade relativa ao comprimento e peso está apresentada na Tab. 9. Não foi verificada correlação significativa do comprimento ($r^2=0.547$; $p=0.2601$) ou peso ($r^2=0.5291$; $p=0.2726$) dos exemplares com as respectivas fecundidades.

Os diâmetros dos ovócitos variaram entre 0.4 a 1.7mm. A distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos para o conjunto de exemplares examinados mostrou dois grupos modais: o primeiro com moda em 0.7mm e o segundo em 1.3mm (Fig 19), e consideramos sua desova ser do tipo parcelada.

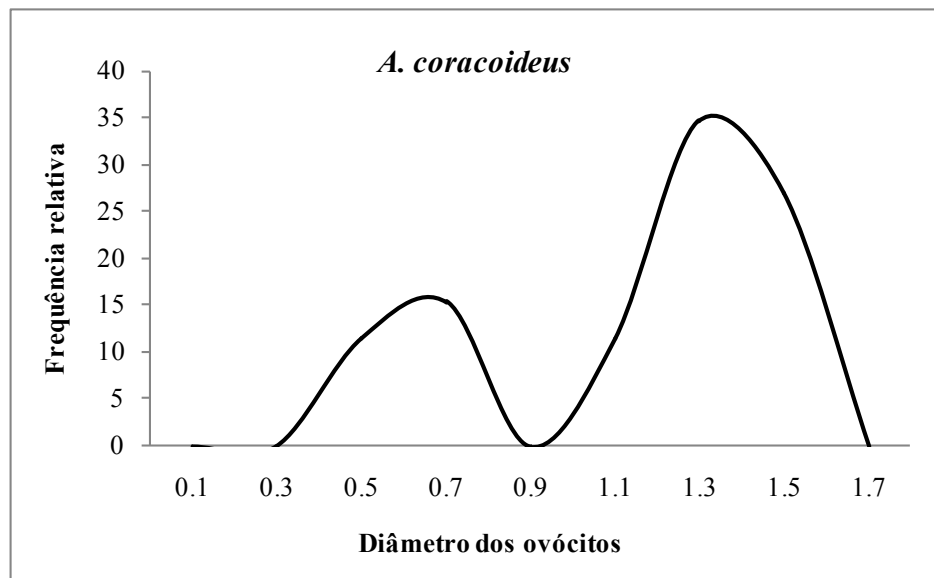


Figura 19. Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos (mm) de *A. coracoideus* coletados na área do Catalão.

b) *Mesonauta festivus*

Para as nove fêmeas maduras de *M. festivus* que foram examinadas, a fecundidade média foi de 999 ± 69.61 ovócitos. A menor fecundidade observada foi em um exemplar

medindo 71mm, com 700 ovócitos e a maior foi de 1.300 ovócitos em um exemplar de 72mm. A fecundidade relativa ao comprimento e peso está apresentada na Tab. 9. Não houve correlação significativa entre a fecundidade e o comprimento ($r^2 = 0.0382$; $p = 0.6142$) ou peso ($r^2 = 0.0256$; $p = 0.6812$) dos exemplares.

Os diâmetros dos ovócitos variaram entre 0.1 a 1.5mm e a distribuição dos mesmos indicou a existência de modas múltiplas (Fig 20), evidenciando desova parcelada.

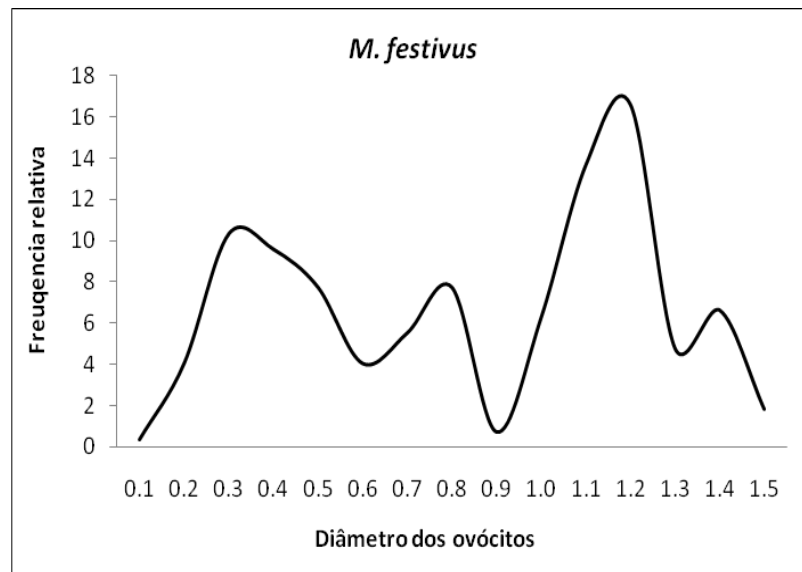


Figura 20. Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos (mm) de *M. festivus* coletados na área do Catalão.

c) *Psectrogaster rutiloides*

A fecundidade média para as 23 fêmeas analisadas de *P. rutiloides* foi de 37.407 ± 4.079 ovócitos. A menor fecundidade observada foi em um exemplar medindo 140mm com 16.500 ovócitos e a maior foi de 97.900 ovócitos em uma fêmea medindo 158mm. A fecundidade relativa ao comprimento e peso está apresentada na Tabela 11. A correlação entre a fecundidade e o comprimento ($r^2 = 0.2402$; $p = 0.0176$) ou peso ($r^2 = 0.3445$; $p = 0.0032$) dos exemplares desta espécie foi significativa, entretanto os coeficientes de determinação foram extremamente baixos, indicando a frágil correlação entre as variáveis.

A amplitude do diâmetro dos ovócitos variou entre 0.1 a 1.5mm. A distribuição do diâmetro dos ovócitos evidenciou dois grupos modais: o primeiro com moda em 0.2mm e o

segundo em 1.0mm, indicando um desenvolvimento sincrônico em dois grupos (Fig 21), típico de desova total.

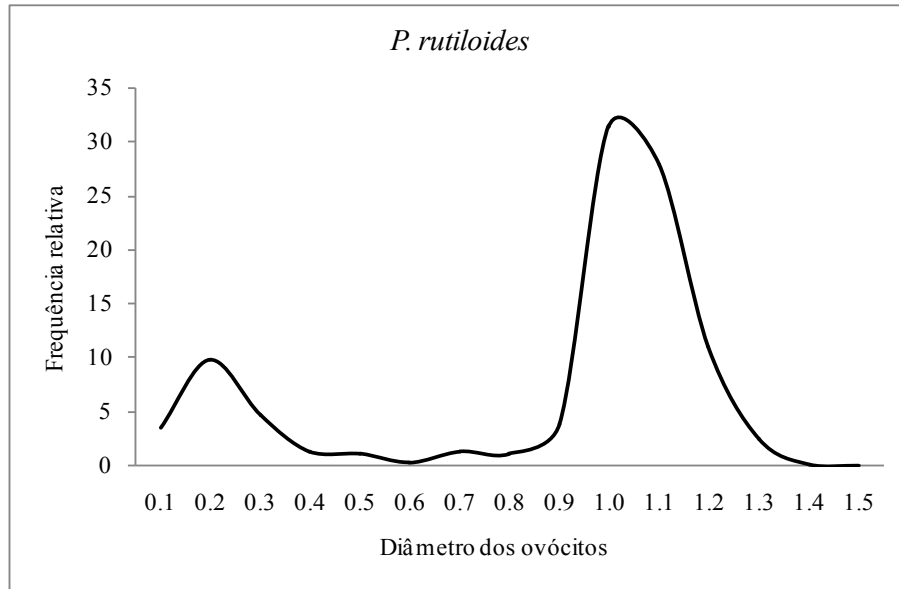


Figura 21. Frequência de ocorrência de diâmetros dos ovócitos (mm) de *P. rutiloides* coletados na área do Catalão.

Tabela 11. Fecundidade relativa média \pm desvio padrão, por comprimento padrão em milímetros (Cp) e peso total em gramas (Pt) para as três espécies.

Espécie	n	Nº. médio ovócitos/mm	Varição Fec. Relativa/Cp	No. médio ovócitos/g	Varição Fec. Relativa/Pt
<i>A. coracoideus</i>	4	9.82 \pm 0.94	8.85 a 11.11	40.02 \pm 4.12	35.90 a 45.73
<i>M. festivus</i>	9	14.85 \pm 3.87	9.86 a 22.42	64.82 \pm 26.27	38.13 a 125.94
<i>P. rutiloides</i>	23	268.65 \pm 117.14	117.86 a 619.62	466.62 \pm 152.91	202.70 a 779.27

5.4. ÍNDICES SOMÁTICOS

5.4.1. Grau de Gordura Cavitária (GGC)

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

A variação temporal do grau de gordura cavitária em exemplares de *A. coracoideus* apresentou diferenças significativas ao longo do ciclo hidrológico para as fêmeas ($H_{(2, N= 39)} = 22.78$; $p = 0.000$) e machos ($H_{(2, N= 94)} = 37.59$; $p = 0.0000$).

Houve diferenças significativas no GGC para as fêmeas entre a vazante e a seca ($p=0.002$) e entre a vazante e a enchente ($p=0.000$). O GGC dos machos apresentou diferenças significativas entre todos os períodos hidrológicos ($p=0.000$) (Fig 22). Observa-se para os dois sexos o mesmo padrão de variação, com queda rápida a partir da seca e aumento brusco após a enchente, período em que ocorreram os menores valores durante o ciclo hidrológico. Não houve captura desta espécie durante a cheia.

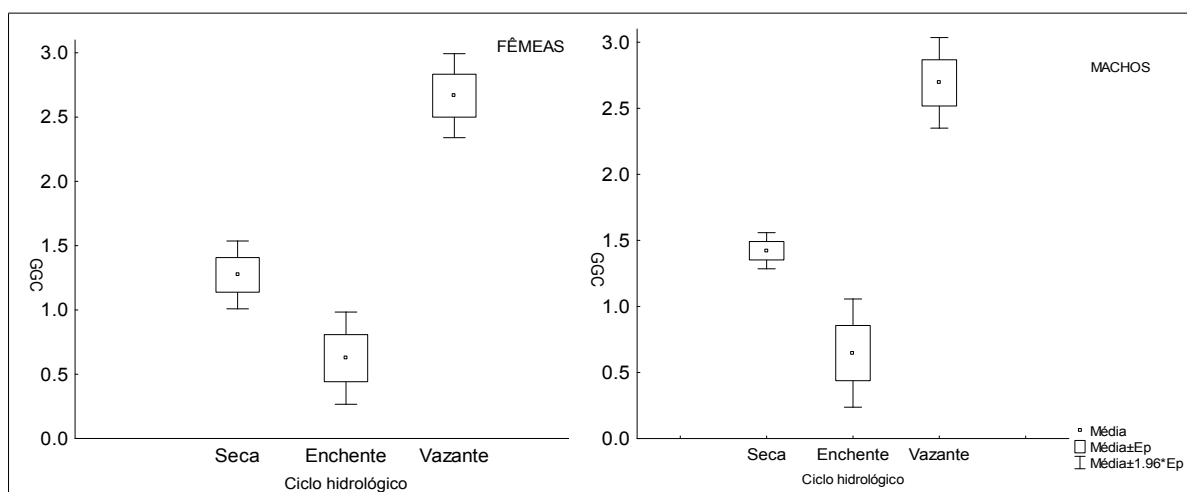


Figura 22. Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Para as fêmeas não foi identificada nenhuma mudança significativa na quantidade de gordura cavitária no decorrer do desenvolvimento gonadal ($H_{(4, N=39)} = 12.79$; $p=0.0123$), ressaltando que o baixo número de exemplares fêmeas imaturas, maduras e esvaziadas não permitiu uma análise consistente (Fig 23). Entretanto, observa-se uma tendência de diminuição da quantidade de gordura cavitária em exemplares maduros com posterior aumento após a desova. Os machos por sua vez, apresentaram diferenças significativas entre os estádios ($H_{(2, N= 94)} = 23.474$; $p=0.0000$), e mostraram a mesma tendência das fêmeas; os exemplares maduros apresentaram a menor quantidade de gordura cavitária (Fig 23).

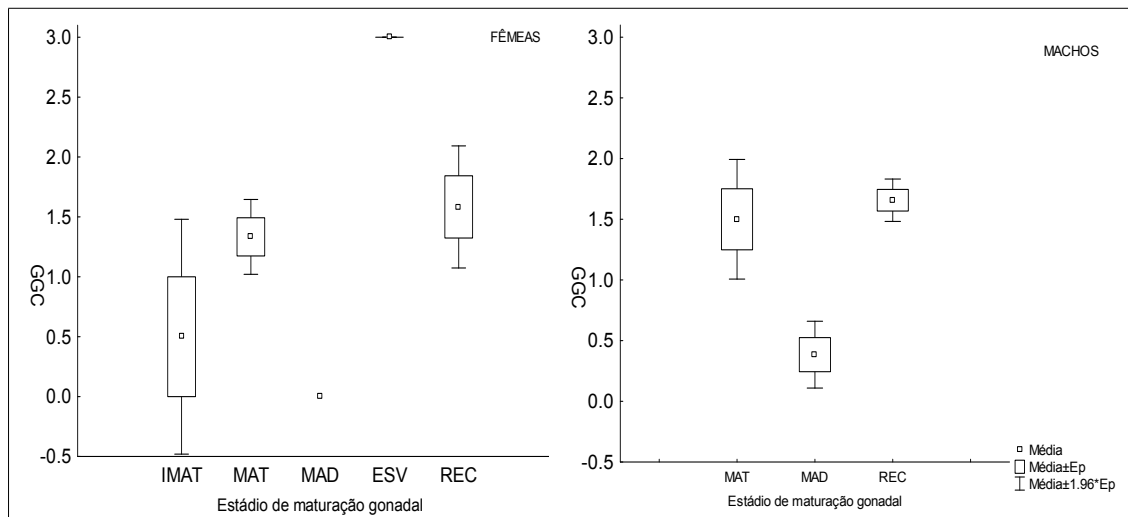


Figura 23. Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.

b) *Mesonauta festivus*

A variação temporal do GGC apresentou diferenças significativas ao longo do ciclo hidrológico para as fêmeas ($H_{(3,N=165)} = 71.53$; $p = 0.0000$) e machos ($H_{(3,N=87)} = 25.80$; $p = 0.0000$) de *M. festivus*.

Houve diferenças significativas no GGC das fêmeas da seca para a enchente ($p = 0.000$) e para a cheia ($p = 0.009$) e também entre a enchente e vazante ($p = 0.000$). O GGC para os machos apresentou diferenças significativas da seca para a enchente ($p = 0.000$) e da enchente para a vazante ($p = 0.000$) (Fig 24). O padrão observado para os dois sexos foi o mesmo, com os menores valores de GGC durante as águas altas (enchente/cheia) e os maiores durante as águas altas (vazante/seca).

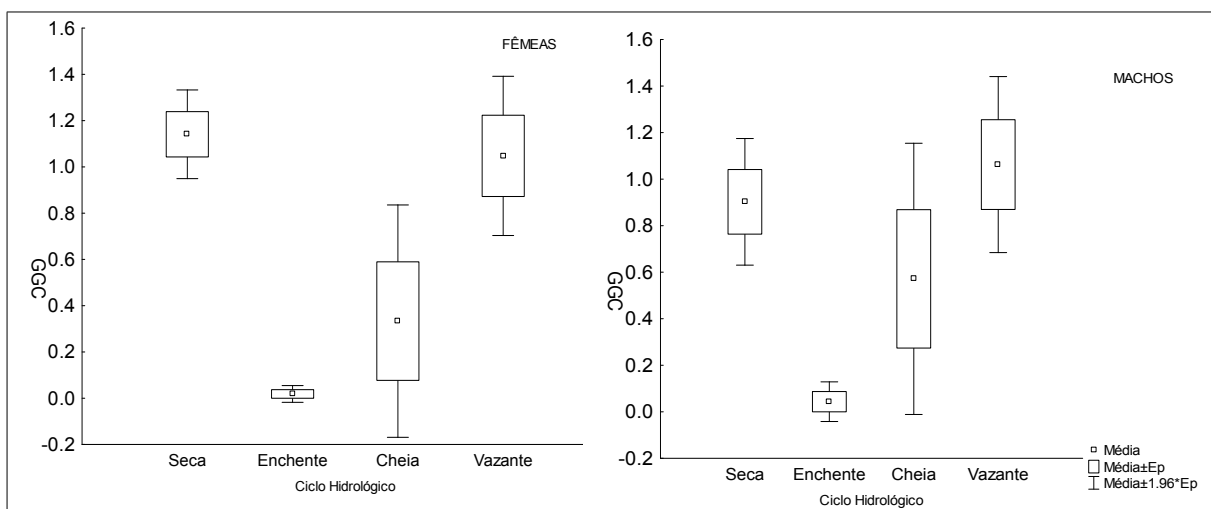


Figura 24. Variação temporal do Grau de gordura cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Não foi identificada nenhuma variação significativa na quantidade de gordura cavitária no decorrer do desenvolvimento gonadal tanto para fêmeas ($H_{(4, N= 165)} = 10.72$; $p = 0.0298$) quanto para os machos ($H_{(4, N= 87)} = 13.52$; $p = 0.0090$) de *M. festivus*. Porém, observa-se uma tendência, melhor evidenciada para os machos, de diminuição da quantidade de gordura cavitária em exemplares maduros, com aumento da mesma em indivíduos após a desova. (Fig 25).

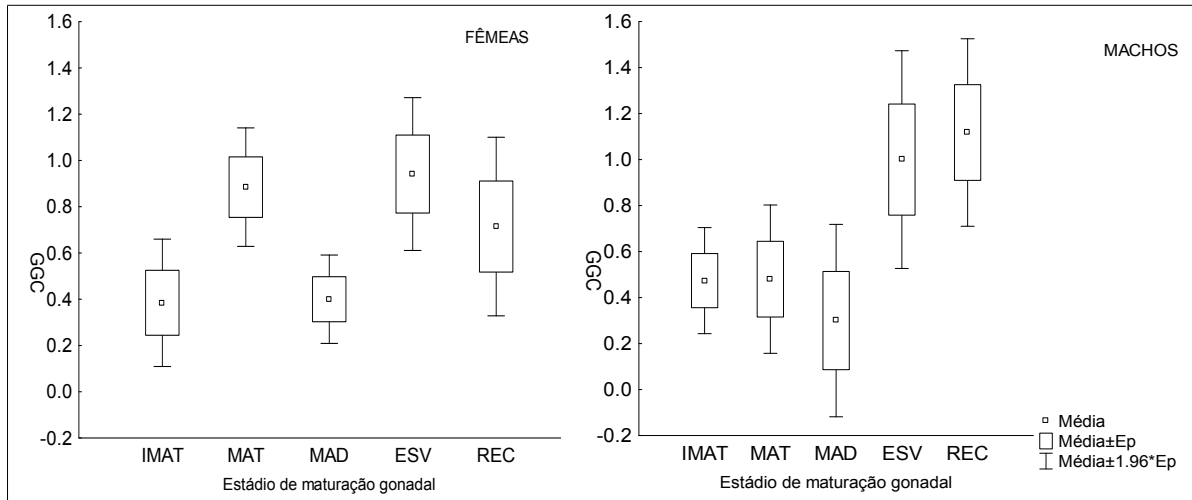


Figura 25. Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.

c) *Psectrogaster rutiloides*

O GGC para fêmeas ($H_{(3, N= 394)} = 9.32$; $p = 0.0253$) e machos ($H_{(3, N= 82)} = 12.50$; $p = 0.0058$) de *P. rutiloides* não mostrou diferenças significativas ao longo do ciclo hidrológico (Fig 26). Observa-se apenas que os machos apresentam o maior valor de GGC durante a seca.

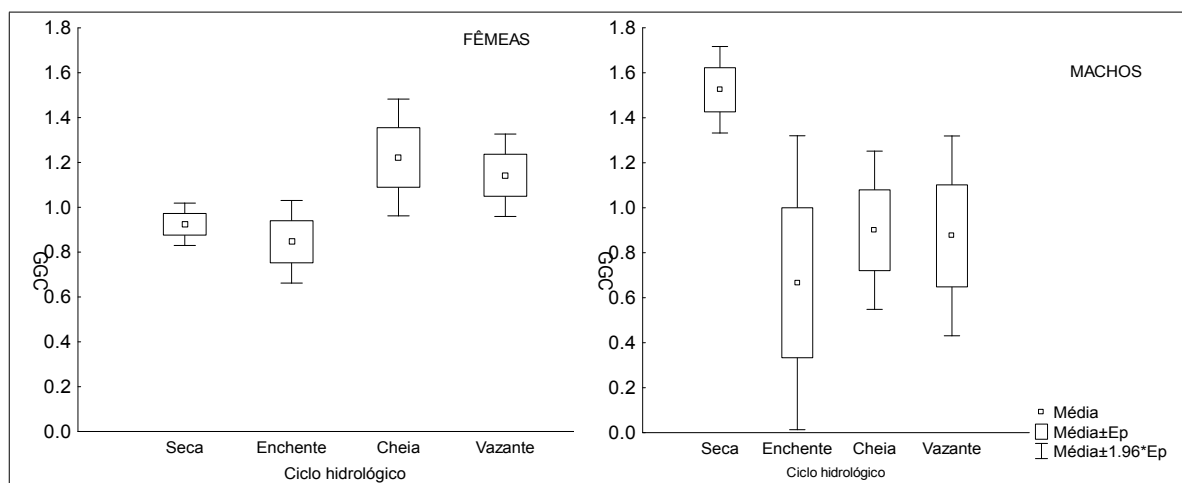


Figura 26. Variação temporal do Grau de Gordura Cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Para exemplares fêmeas desta espécie foi identificada mudanças na quantidade de gordura cavitária ao longo do desenvolvimento gonadal, destacando a diminuição significativa em exemplares maduros e aumento significativo após a desova ($H_{(4, N= 394)} = 140.38$; $p = 0.000$). Para os machos não foram observadas diferenças significativas ($H_{(4, N= 64)} = 1.06$; $p = 0.900$) (Fig 27).

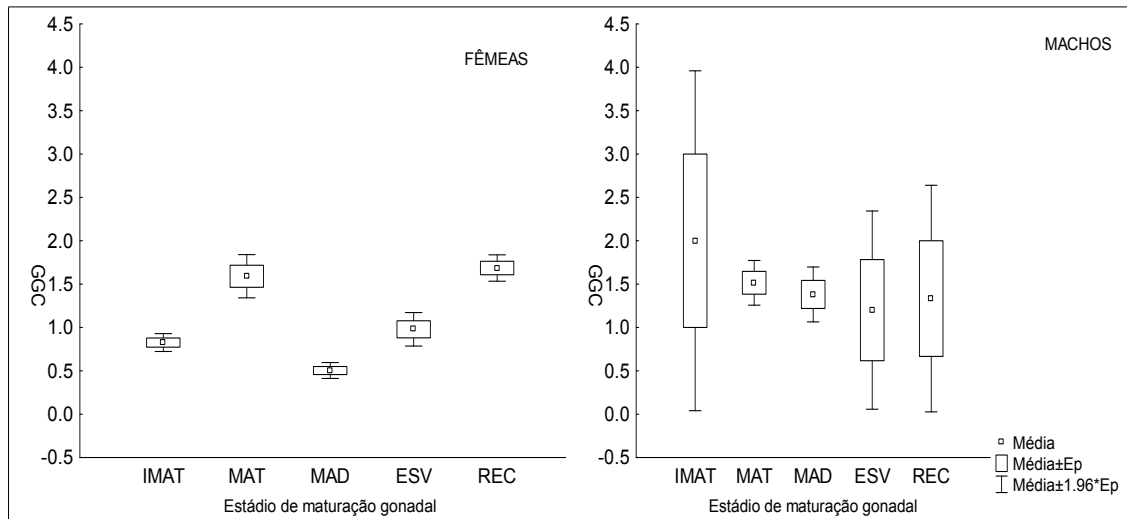


Figura 27. Variação temporal do Grau de gordura cavitária (GGC) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão por estágio de desenvolvimento gonadal.

A análise do GGC entre indivíduos jovens e adultos mostrou que os mesmos acumulam gordura cavitária de maneira diferenciada para os exemplares de *M. festivus* e *P. rutiloides*. Os jovens acumulam significativamente menos gordura cavitária que os adultos, indicando a utilização prioritária da gordura para a formação das gônadas na fase adulta. Os exemplares jovens e adultos de *A. coracoideis* acumulam gordura cavitária de maneira semelhante (Tab 12).

Tabela 12. Parâmetros do teste Mann-Whitney (U) para o GGC de exemplares jovens e adultos de *A. coracoideis*, *M. festivus* e *P. rutiloides* para o período total de captura na área do Catalão. p = nível de significância.

Espécies	N		Rank Sum		U	p
	jovens	adultos	jovens	adultos		
<i>A.coracoideis</i>	12	362	2064,000	68061,00	1986,000	0,613
<i>M.festivus</i>	38	278	3737,000	46349,00	2996,000	0,000
<i>P.rutiloides</i>	211	475	54120,00	181521,0	31754,00	0,000

5.4.2. Índice Hepatosomático

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

A análise temporal do índice hepatossomático (IHS) para as fêmeas de *A. coracoideus* não apresentou diferenças significativas ($H_{(2, N= 32)} = 3.22$; $p = 0.199$), no entanto, os machos apresentaram valores de IHS significativamente maiores durante a vazante ($H_{(2, N= 74)} = 25.57$; $p = 0.000$), coincidindo com a época após o período reprodutivo da espécie (Fig 28).

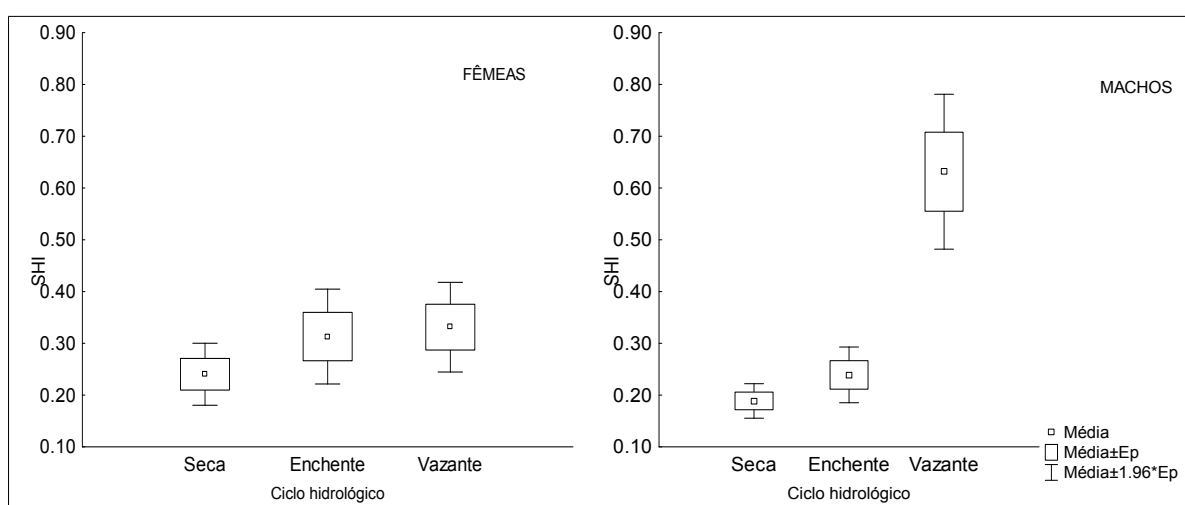


Figura 28. Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Quanto à variação entre os estádios de maturação gonadal, não foi observada diferença significativa para fêmeas ($H_{(4, N= 32)} = 2.31$; $p = 0.678$) e machos ($H_{(2, N= 74)} = 1.9$; $p = 0.384$). O número reduzido de exemplares fêmeas nos estádios maduro ($n= 1$) e esvaziado ($n=1$) não permitiu sequer uma análise das tendências do IHS para essa situação. Para os machos, por não ter havido captura de exemplares imaturos e esvaziados, também tornou a análise do IHS pouco precisa, entretanto pode-se observar que os valores médios do IHS são crescentes na seqüência entre os estádios de maturação (0.19 ± 0.03), maduro (0.24 ± 0.03) e recuperação (0.31 ± 0.04) (Fig 29).

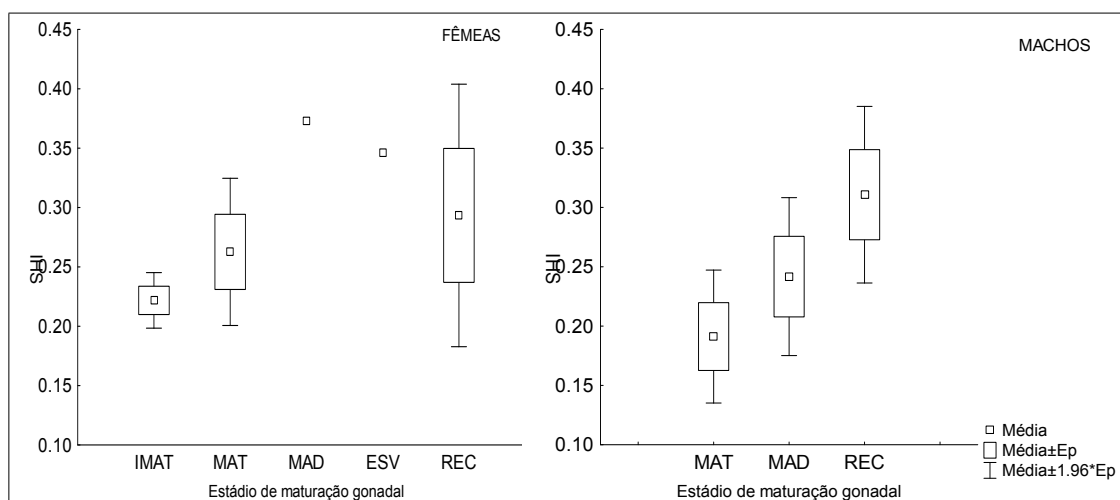


Figura 29. Variação temporal do Índice hepatossômático (IHS) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.

b) *Mesonauta festivus*

A análise do índice hepatossômático (IHS) ao longo do ciclo hidrológico evidenciou diferenças significativas tanto para as fêmeas ($H_{(3, N= 125)} = 22.22$; $p = 0.0001$) quanto para machos ($H_{(3, N= 73)} = 13.08$; $p = 0.004$) de *M. festivus*, sendo que as únicas diferenças observadas foram o aumento do IHS da seca para a enchente, para ambos os sexos e a diminuição da cheia para a vazante para os machos (Fig 30). Os maiores valores de IHS coincidiram com os períodos de atividade reprodutiva mais intensa.

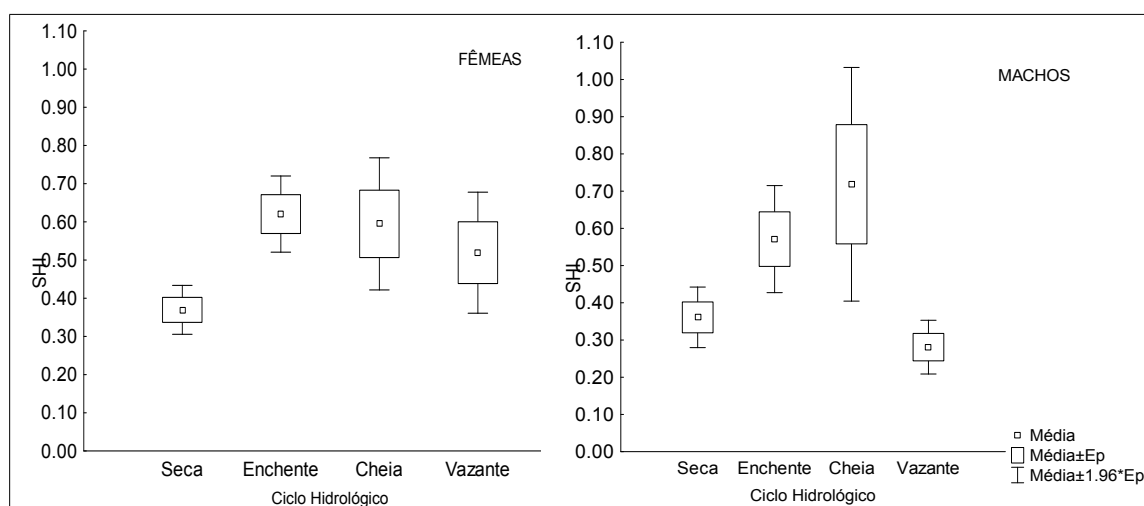


Figura 30. Variação temporal do Índice hepatossômático (IHS) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

A análise do IHS por estágio de desenvolvimento gonadal (Fig 31) não apresentou diferenças significativas para fêmeas ($H_{(4, N= 125)} = 5.81$; $p = 0.2141$) e machos ($H_{(4, N= 73)} =$

7.63; $p = 0.1063$). Os valores médios oscilaram entre os vários estádios gonadais para os dois sexos, alternando entre médias maiores e menores na seqüência de exemplares imaturos até o estádio em recuperação.

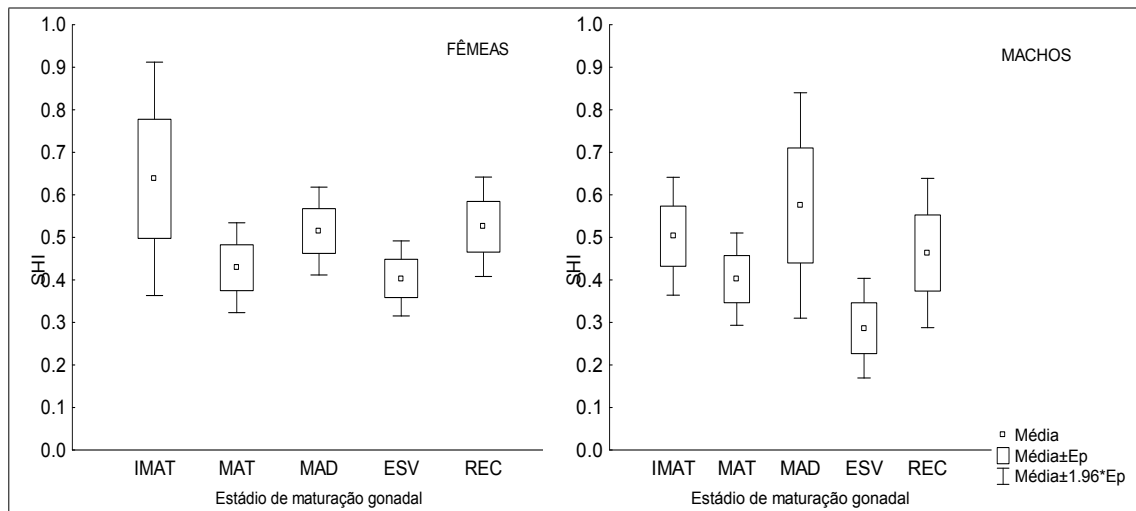


Figura 31. Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão por estádio de maturação gonadal.

c) *Psectrogaster rutiloides*

O IHS para fêmeas de *P. rutiloides* apresentou diferenças significativas ($H_{(3, N=186)} = 73.28$; $p = 0.0000$) ao longo do ciclo hidrológico (Fig 32). A seca apresentou diferenças significativas ($p = 0.000$) quando comparada com os demais períodos hidrológicos, apresentando o menor valor e coincidindo com o período reprodutivo da espécie. Os valores de IHS aumentam significativamente durante a enchente e oscilam na cheia e vazante subsequente. Para os machos não foi verificada diferença significativa ao longo do ciclo hidrológico ($H_{(3, N=53)} = 8.74$; $p = 0.0329$), contudo, à semelhança das fêmeas, o menor valor do índice ocorreu durante a seca (0.34 ± 0.03) (Fig 32).

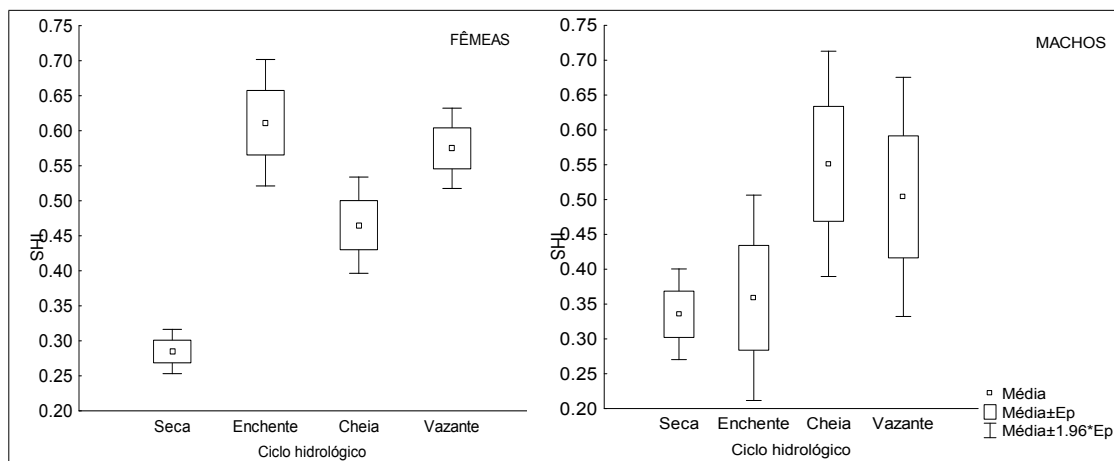


Figura 32. Variação temporal do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Apenas as fêmeas apresentaram diferenças significativas na variação do IHS por estágio de desenvolvimento gonadal ($H_{(4, N=186)} = 15.12$; $p = 0.004$), com diferenças entre os estádios em maturação ($p = 0.004$) e esvaziado ($p = 0.004$), correspondendo respectivamente ao menor (0.030 ± 0.04) e maior valor (0.52 ± 0.04). É importante ressaltar ainda, que existe uma tendência de aumento gradual do IHS nos indivíduos em maturação, maduros e esvaziados. Para os machos, apesar de não ter havido diferença significativa ($H_{(4, N=40)} = 3.56$; $p = 0.4689$), verificou-se uma escala ascendente do valor do IHS, desde os exemplares imaturos (0.26 ± 0.07), em maturação (0.37 ± 0.04), maduro (0.38 ± 0.07) até os exemplares em estágio esvaziado (0.51 ± 0.13) (Fig 33).

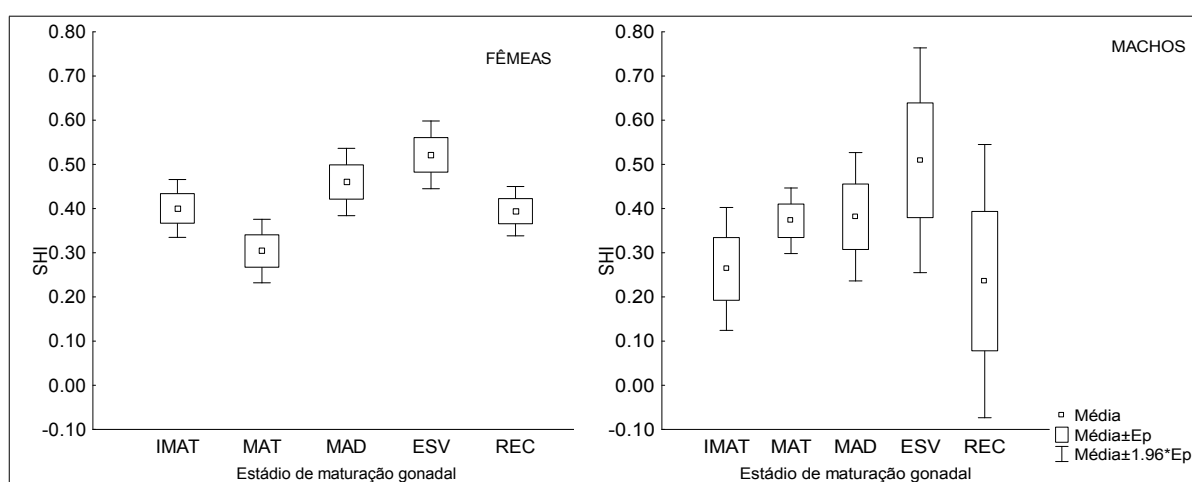


Figura 33. Variação do Índice hepatossomático (IHS) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.

5.4.3. Fator de Condição (Kn)

a) *Auchenipterichthys coracoideus*

A análise temporal dos valores do fator de condição relativo (Kn) para *A. coracoideus* apresentou diferenças significativas somente para os machos ($H_{(2, N= 98)} = 29.58; p = 0.000$), sendo possível observar um aumento gradual da condição a partir da seca (9.36 ± 0.12) para a enchente e vazante (11.11 ± 0.21). Para as fêmeas, embora não tenha sido verificado diferenças significativas ($H_{(2, N= 42)} = 5.96; p = 0.0506$), os valores de Kn apresentaram o mesmo padrão observado para os machos, com os menores valores na seca (0.24 ± 0.03), aumentando na enchente (0.31 ± 0.05) e maiores na vazante (0.33 ± 0.04) (Fig 34).

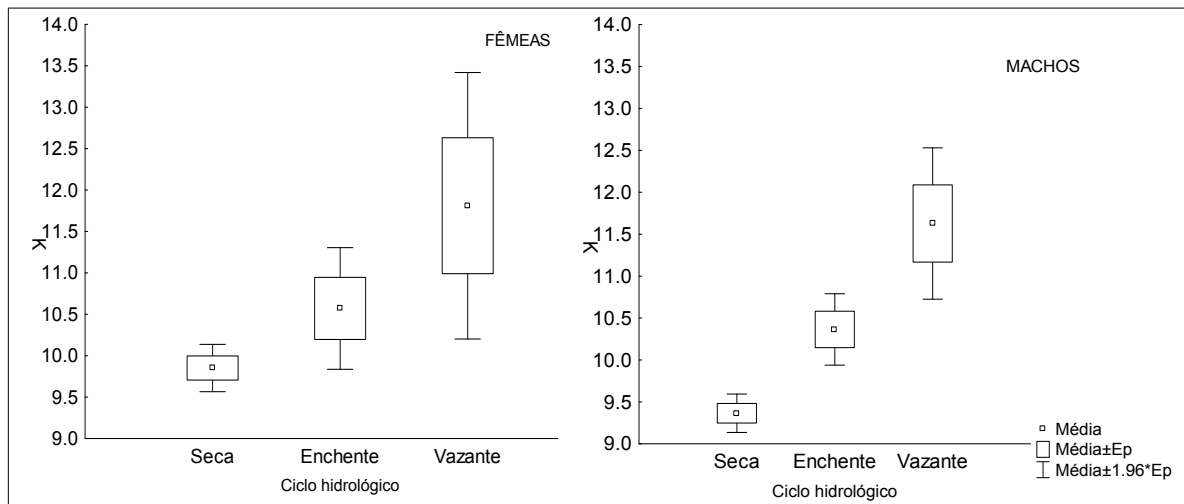


Figura 34. Variação temporal do Fator de condição relativo (Kn) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

A variação do fator de condição por estágio de maturação gonadal não apresentou diferenças significativas tanto para fêmeas ($H_{(4, N= 42)} = 10.03524 p = 0.0398$) quanto para os machos ($H_{(2, N= 98)} = 4.649604 p = 0.0978$). Os valores de Kn para fêmeas e machos maduros tendem a ser mais elevados, entretanto, devido à captura de somente uma fêmea madura não foi possível a análise deste índice com maior confiabilidade. A condição também tende a diminuir em indivíduos em recuperação, após o evento da desova (Fig 35).

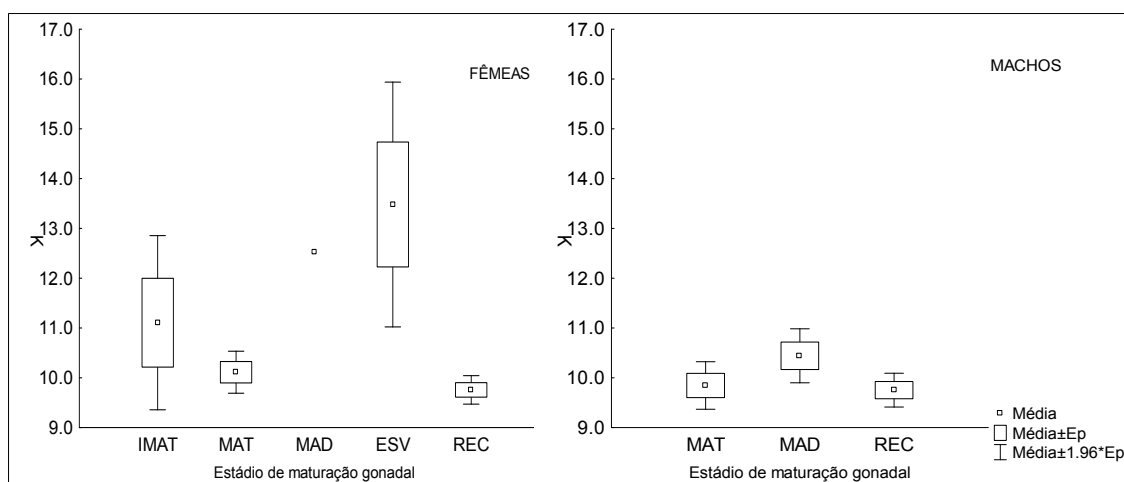


Figura 35. Variação do Fator de condição relativo (K_n) para fêmeas e machos de *A. coracoideus* capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.

b) *Mesonauta festivus*

O fator de condição para fêmeas ($H_{(3,N=177)} = 19.44$; $p = 0.0002$) e machos ($H_{(3,N=92)} = 12.06$; $p = 0.0072$) de *M. festivus* diferiu significativamente ao longo do ciclo hidrológico. Para as fêmeas foram verificadas diferenças do K_n entre a vazante e os períodos de seca ($p = 0.015$) e enchente ($p = 0.000$). O K_n na vazante constituiu a maior média observada (10.82 ± 0.31), enquanto na enchente (9.65 ± 0.32) foi verificada a menor média do K (Fig 36).

Para os machos, a condição na cheia foi significativamente maior que nos demais períodos, sendo a pior condição na seca (9.95 ± 0.18). Os valores foram crescentes na seqüência seca/enchente/cheia e diminuiu na vazante (Fig 36).

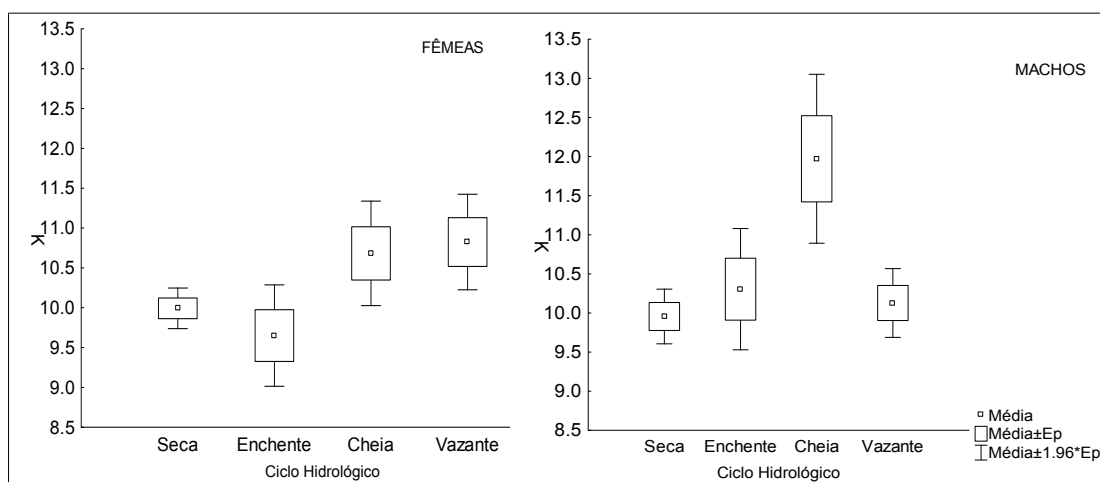


Figura 36. Variação temporal do Fator de condição relativo (K_n) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

Não foi verificada diferença significativa do fator de condição de fêmeas ($H_{(4, N=125)} = 5.81$; $p = 0.2141$ e machos ($H_{(4, N=125)} = 5.806305$; $p = 0.2141$) para os diferentes estádios de desenvolvimento gonadal. Apesar disso, verificou-se que fêmeas (9.11 ± 0.27) e machos (9.62 ± 0.24) imaturos apresentaram a menor condição corporal e a maior condição ocorreu em fêmeas maduras (10.23 ± 0.18) e machos esvaziados (Fig 37).

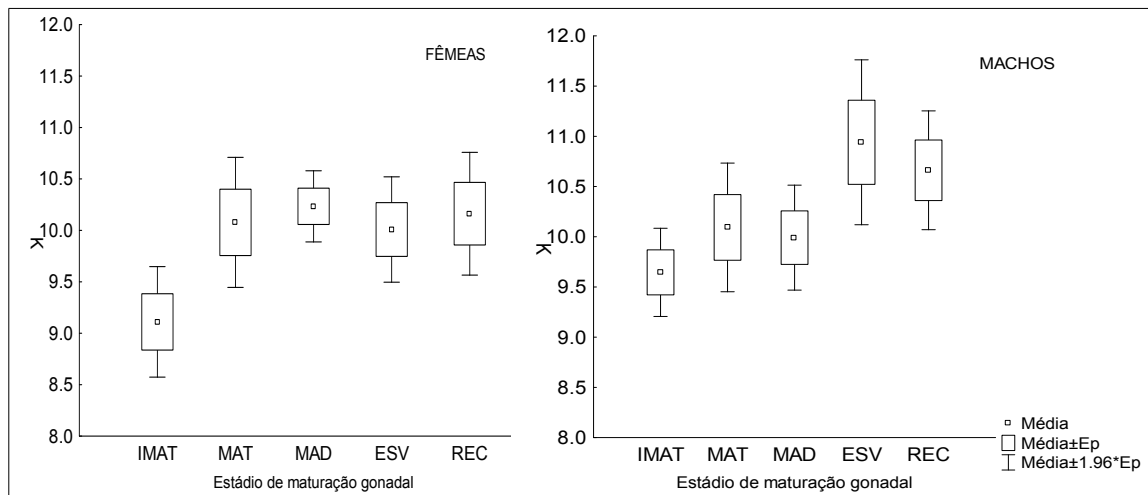


Figura 37. Variação do Fator de condição relativo (Kn) para fêmeas e machos de *M. festivus* capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.

c) *Psectrogaster rutiloides*

O fator de condição para as fêmeas ($H_{(3, N=398)} = 68.53$; $p = 0.0000$) e machos ($H_{(3, N=82)} = 26.26$; $p = 0.0000$) de *P. rutiloides* diferiu significativamente ao longo do ciclo hidrológico. Para as fêmeas os valores de Kn foram significativamente maiores durante a seca ($p=0.000$) (10.73 ± 0.07), coincidindo com o período reprodutivo da espécie. Os menores valores ocorreram durante a cheia (9.21 ± 0.18) (Fig 38). Os machos por sua vez, apresentaram os menores valores de Kn durante as águas altas e os maiores nas águas altas, sendo a seca também o período de melhor condição (9.70 ± 0.13). O padrão de variação temporal da condição é semelhante para os dois sexos, entretanto os valores são maiores para as fêmeas (Fig 38).

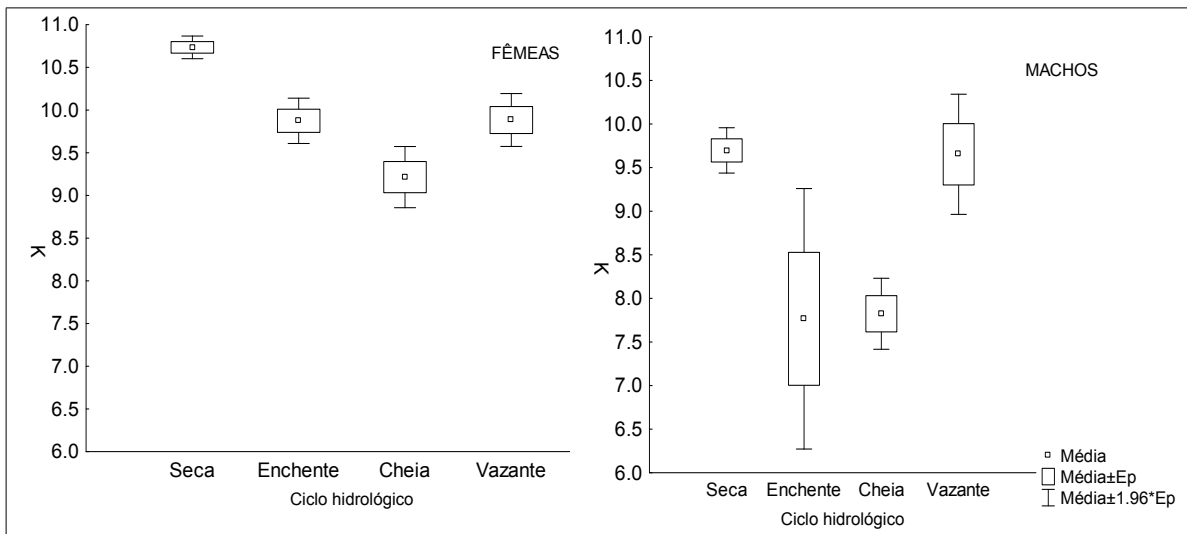


Figura 38. Variação temporal do Fator de condição relativo (Kn) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão ao longo do ciclo hidrológico.

A análise por estágio de maturação gonadal evidenciou diferenças significativas apenas para as fêmeas ($H_{(4, N=398)}=149.99$; $p = 0.000$), onde o estágio maduro mostrou diferenças significativas ($p = 0.000$), apresentando a maior média do Kn (11.36 ± 0.09) em relação aos demais estádios (Fig 39). Para os machos não foram observadas diferenças significativas, possivelmente pelo número reduzido de exemplares capturados (Fig 39).

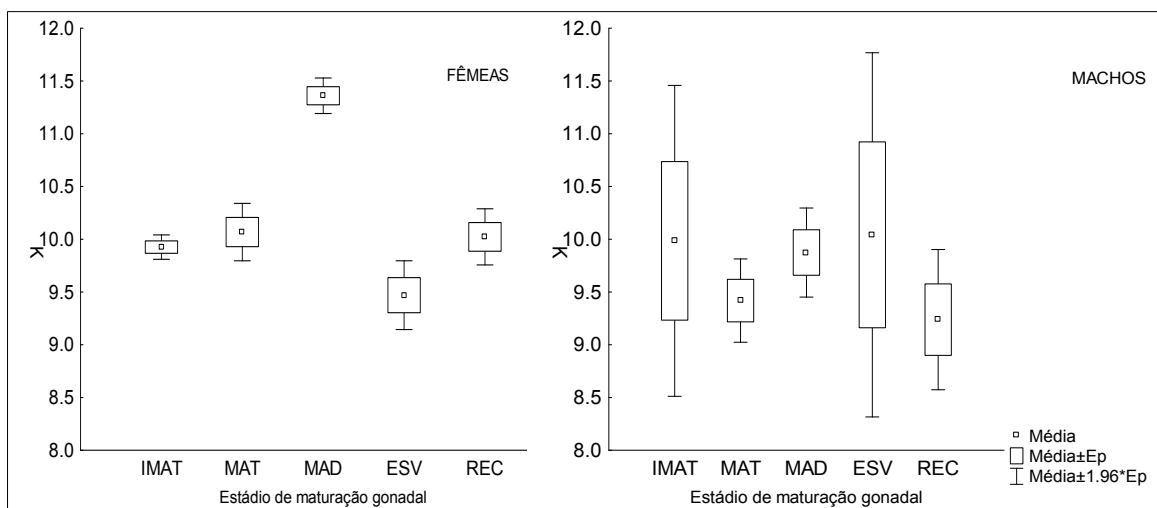


Figura 39. Variação do Fator de condição relativo (Kn) para fêmeas e machos de *P. rutiloides* capturados na área do Catalão por estágio de maturação gonadal.

6. DISCUSSÃO

Auchenipterichthys coracoideus apresentou fêmeas com comprimentos maiores que machos, sendo este padrão uma forma comum de dimorfismo sexual em peixes (Nikolsky, 1963; Lowe-McConnell; 1999). O fato das fêmeas serem maiores que machos, pode estar ligado às especificidades reprodutivas da espécie, uma vez que o maior comprimento pode favorecer uma cavidade celomática maior e por consequência armazenar um maior número de ovócitos (Suzuki & Agostinho, 1997). Alguns autores sugerem que as fêmeas desta espécie carregam esperma dentro dos ovários (espermatózeugmas) por um período prolongado de tempo, antes de iniciar a fertilização e deposição de ovos (Ferraris, *et al.*; 2003), no entanto esse mecanismo ainda não foi confirmado para esta espécie. Se esse mecanismo de fertilização de fato existir, é possível que as fêmeas sejam maiores por necessitarem realmente ter mais espaço na cavidade celomática para acomodar os ovos por um período de tempo maior.

Outra condição que também pode explicar a diferença de comprimento entre os sexos de *A. coracoideus*, é que os machos desta família apresentam gônadas muito elaboradas em forma de lóbulos (Akama, 2003), e o gasto energético para desenvolvê-las seja maior para os machos, fazendo com que estes tenham prejuízo no crescimento somático. Infelizmente, não foi possível calcular o tamanho de primeira maturação para os sexos separados, pois, com esta informação poderíamos inferir se os machos realmente apresentam comprimento de maturação menor que as fêmeas e consequente diminuição no investimento somático. No entanto foi verificado que jovens e adultos desta espécie acumulam gordura cavitária de forma semelhante, o que indica que os jovens necessitam de tanta energia quanto os adultos.

Para *Mesonauta festivus* não foi observada diferença no tamanho entre os sexos. Observou-se em campo durante as coletas, que a espécie deposita seus ovos em substratos (truncos, pedras) e tanto as fêmeas quanto os machos ficam próximos aos ovos. Foi visto também que junto aos casais (exemplares com maior comprimento), a presença de indivíduos com comprimentos diferentes (larvas e juvenis) nadando livremente em busca de alimento, sempre com a proteção dos pais. Pode-se inferir então, que fêmeas e machos apresentam gastos energéticos semelhantes para realizar as atividades ligadas ao comportamento de cuidado parental. De fatos adultos desta espécie acumulam mais gordura cavitária que os jovens, energia esta que será utilizada para o processo reprodutivo, incluindo o cuidado parental (Bell, 1980). Entretanto, existem registros para espécies de ciclídeos, que os machos

cuidam dos ovos e larvas por meio de incubação oral e nesse caso, eles são maiores que as fêmeas (McKaye, 1984; Barlow, 2002), o que não foi observado em *M. festivus*.

De um modo geral observou-se que os exemplares das três espécies eram mais frequentes nas classes de tamanhos centrais, não sendo observados exemplares em alta frequência nos extremos da distribuição. A presença de exemplares nas menores e maiores classes está relacionada aos mecanismos de nascimento, atrelado à fecundidade e morte, definida pelas taxas de mortalidade. Estes mecanismos são os meios pelos quais o ambiente age sobre a estrutura populacional (Sparre & Venena, 1992). Além disso, a caracterização da estrutura em tamanho de uma determinada espécie pode não corresponder à realidade simplesmente por problemas metodológicos na captura.

A partir do tamanho médio de primeira maturação sexual para as três espécies estudadas, infere-se que a população das mesmas é formada em sua maioria por exemplares adultos (*A. coracoideus*=90%; *M. festivus*=88%; *P. rutiloides*=80%).

Goulding, 1980 relata a importância do período das águas altas, enchente e cheia, para a vida dos peixes que habitam as áreas de várzea, ressaltando que no período onde o ambiente aquático se expande há uma maior disponibilidade de alimento para os peixes. Pelos resultados do período reprodutivo que foram apresentados neste estudo, verificamos que as três espécies apresentaram picos de reprodução em épocas diferentes. *Auchenipterichthys coracoideus* desovou durante a enchente, *Mesonauta festivus* durante o ano todo com pico na enchente, e *Psectrogaster rutiloides* desovou durante a seca.

Outras espécies da família Auchenipteridae, como *Auchenipterus osteomystax*, na planície do Alto rio Paraná, tem o hábito de utilizar a calha principal do rio como local de reprodução e crescimento das formas larvais (Borges, 2007). Se *A. coracoideus*, apresentar o mesmo padrão de comportamento, tendo como preferência a calha principal do rio para a reprodução, a espécie deve utilizar as áreas lânticas da planície de inundação como área de alimentação para acúmulo das reservas energéticas e desenvolvimento das gônadas. Isto talvez explique a baixa ocorrência de exemplares maduros na área do Catalão. Borges (2007) descreve que o período reprodutivo para *A.osteomystax*, na planície do Alto rio Paraná, coincidiu com a elevação do nível do rio. No presente trabalho não houve captura da espécie no período da cheia no lago Catalão, o que pode indicar a migração desta espécie para o canal principal.

A partir dos resultados obtidos neste estudo do período reprodutivo para *A. coracoideus*, verificou-se que os exemplares observados encontravam-se maduros na enchente

(mais de 50% dos exemplares) e que na vazante foram detectados muitos exemplares em estágio de recuperação ou esvaziado. Sendo isto, mais uma evidência, do comportamento reprodutivo elaborado quanto à busca por áreas/substratos adequados para a reprodução que é relatada para a família (Azevedo, 2004; Ferraris, *et al.* 2005, Py-Daniel & Cox-Fernandes, 2005).

Já para *M. festivus* foi verificado o pico da reprodução entre a cheia e a enchente, porém com a presença de exemplares da população se reproduzindo durante todo o ano. Fernandes (2001) estudando cinco espécies de ciclídeos no lago Catalão e lago Rei, ambos na Amazônia Central, verificou que de um modo geral, as cinco espécies apresentaram atividade reprodutiva durante todo o ano, com pico reprodutivo nas águas baixas ou na extrema seca. González (2006) em um lago no Panamá, também observou que *M. festivus* apresenta atividade reprodutiva durante todo o ano. O que indica que a desova seja realmente parcelada.

P. rutiloides apresentou atividade reprodutiva marcadamente na seca. É esperado para os Characiformes na bacia amazônica, que as espécies acompanhem os períodos de maior pluviosidade, que ocorrem entre os meses de dezembro a março na Amazônia Central Brasileira (Vazzoler e Menezes, 1992). Moreira (2004), ao estudar a espécie na mesma área de estudo, identificou o período de desova como sendo do final da seca até o início da enchente. Deste modo, foi constatado um adiantamento do período reprodutivo em função de características ambientais locais. O ciclo hidrológico no Catalão durante o tempo de estudo, apresentou seca de longa duração e intensidade forte influenciado o processo reprodutivo neste ciclo.

A proporção sexual para a amostra da população estudada revelou a predominância de machos para a *A. coracoideus*. As fêmeas foram predominantes nas populações de *M. festivus* e *P. rutiloides*. Narahara *et.al.*; (1985) observou para *Rhandhia hilari*, uma espécie de Siluriformes, no rio Jaguari-SP, diferenças acentuadas de machos em relação a fêmeas, com quase 60% de machos na população. Fernandes (2001) não observou diferenças na proporção de fêmeas e machos para *M. festivus* na mesma área de estudo. E para *P. rutiloides* (Moreira, 2004) também observou uma maior proporção de fêmeas em detrimento dos machos para a área de estudo. Segundo (Nikolsky, 1963) uma mesma espécie de peixe, pode apresentar proporção sexual variada, devido ao suprimento de alimento que influencia os ritmos endógenos, como metabolismo e atividade hormonal, causando mudanças na produção de um dos sexos (Lopes *et al.*, 2000). Salientando ainda, que a proporção entre os sexos pode mudar

em função de vários fatores tais como: crescimento, mortalidade e comportamento diferenciado (Nikolsky, 1963; Vazzoler, 1996).

As espécies em estudo apresentaram tipos de desovas diferentes. *P. rutiloides* foi considerado espécie que apresenta desova total, uma vez que liberam um único lote de ovócitos no período de reprodução. Já *M. festivus* e *A. caracoideus* apresentaram desova parcelada, ou seja, liberam vários lotes de ovócitos dentro de um mesmo período reprodutivo.

Na maioria dos peixes Teleostei, a gametogênese é um evento cíclico e sazonal, onde o desenvolvimento dos gametas, sua diferenciação, maturação e liberação provocam várias alterações nas características das gônadas ao longo dos ciclos reprodutivos anuais (Vazzoler, 1996). Após o crescimento somático do indivíduo (fase que antecede a primeira maturação sexual), as gônadas começam a crescer em volume e peso, ocorrendo no decorrer deste processo à maturação dos gametas (Fonteles-Filho, 1989). Que no caso das fêmeas, nos ovários ocorrem os seguintes tipos de células: ovogônias, ovócitos do estoque de reserva, ovócitos com vitelogênese lipídica, com vitelogênese lipídica e protéica e ovócitos com vitelogênese completa (Fonteles-Filho, 1989). É através da contagem e mensuração destes ovócitos que investiga-se a fecundidade e o tipo de desova de uma espécie.

A fecundidade em peixes pode ser definida como sendo o número de ovócitos eliminados em uma época de desova ou evento reprodutivo por uma fêmea (Miller e Kendal, 2009, Vazzoler, 1996, Hunter, *et al.*, 1985). O conhecimento da fecundidade possibilita a determinação do potencial reprodutivo de uma espécie (Zamidi, *et al.*, 2012), ou seja, quantos possíveis descendentes uma espécie pode gerar em uma estação reprodutiva específica ou ao longo da vida reprodutiva (Gotelli, 2007; Hunter, *et al.*, 1985). Na época de desova, os desovadores determinados (desova total) recrutam os ovócitos em vitelogênese uma única vez, já os desovadores indeterminados (desova parcelada) recrutam continuamente ovócitos em vitelogênese durante o andamento do período de reprodução (Schismenou, *et al.*, 2012).

O número de ovócitos gerados e eliminados a cada estação reprodutiva pode variar. As variações na fecundidade estão relacionadas com o modo de fecundação (interna ou externa); com o habitat onde os ovos são depositados (pelágicos ou demersais) no caso dos que possuem fecundação externa; com o tamanho do ovo, pois a fecundidade varia inversamente com o tamanho do ovócito; e com a presença ou inexistência dos mecanismos de redução da mortalidade nas fases iniciais de vida (cuidado parental) (Fonteles Filho, 1989).

No presente estudo verificou-se que *M. festvus* apresentou desova parcelada, o que diferiu do apresentado por Wildner *et.al.*; (2006) e Santos *et.al.*; (2004) que relataram que a espécie possui desova total. Vazzoler (1995) menciona que contradições na determinação do tipo de desova, especialmente para as espécies com desova parcelada, podem ocorrer dependendo do método de avaliação. A autora menciona ainda que é importante que se leve em consideração outras informações do ciclo reprodutivo e da biologia da espécie no momento de decidir o tipo de desova.

A frequência de eventos reprodutivos dentro de um mesmo período pode caracterizar o tipo de desova de uma espécie (Wootton, 1990; Vazzoler, 1996). O tipo de desova por sua vez, pretende indicar a forma de uma fêmea liberar seus ovócitos no ambiente (Miller e Kendal, 2009), se em um único ou em vários eventos reprodutivos numa estação reprodutiva (Vazzoler, 1996). Para se chegar a tal classificação é necessário observar o modo de desenvolvimento dos ovócitos (Wallace e Sellman, 1981). Além disso, para a avaliação do tipo de desova é necessário levar em consideração: a interação entre as frequências de desovas dentro de um período de reprodução e do número desses períodos durante sua vida (Araújo, 2009).

Muitos estudos de peixes demonstram outros fatores que podem influenciar a reprodução e a fecundidade, que vai desde características individuais tais como: comprimento, que está relacionado com a capacidade celomática de cada indivíduo em guardar um determinado número de ovócitos, teoricamente quanto maior a cavidade maior a possibilidade de guardar/liberar um maior número de ovócitos; a **condição** que se refere às condições alimentares, sendo um indicativo da possibilidade da energia armazenada em tecidos somáticos se transformar em células de linhagem gamética; a **idade** que pode influenciar a viabilidade dos ovos e o crescimento larval (Parrish, *et al.*, 1986; Duponchelle *et al.*; 2000, Berkeley *et al.*, 2004a; Berkeley, *et al.*, 2004b; Heinimaa e Heinimaa, 2004; Hossain, *et al.*, 2012). Outros fatores de ordem populacional tais como: densidade, natalidade, mortalidade e distribuição etária de uma população (Odum, 1983), podem influenciar a fecundidade mais explicitamente e menos o tipo de desova, visto que o tipo de desova é determinado por fatores genéticos (Vazzoler, 1996).

As condições ambientais também podem influenciar a fecundidade e outros mecanismos da reprodução. Darwin (1859) já mencionava que era do conhecimento comum a muitos naturalistas naquela época, a extrema sensibilidade do aparelho reprodutor as

condições exteriores, enfatizando que dependendo da espécie, pequenas mudanças no ambiente de reprodução podem influenciar definitivamente o sucesso/ insucesso da reprodução, indicando assim a importância das medições da variabilidade ambiental. Para peixes, é amplamente aceito que a pluviosidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, qualidade da água, fotoperíodo são importantes descritores ambientais para que a reprodução de fato ocorra (Baldisseroto, 2009). O pulso de inundação ocorre geralmente de forma previsível nas várzeas amazônicas, sendo assim, as espécies de peixes sincronizam seus ritmos biológicos, incluindo sua reprodução, com este evento e liberam seus gametas quando as condições essenciais estão disponíveis, pois, períodos de cheias proporcionam ambientes variados para desova, sobrevivência de larvas e desenvolvimento inicial de juvenis, elevando a disponibilidade de alimento e abrigo para todos os estágios do ciclo de vida das comunidades aquáticas (Junk, *et al.*, 1989; Neiff, 1990, Bailly, 2008). No lago Catalão, onde as espécies aqui estudadas foram capturadas, há uma maior atividade reprodutiva durante o período de enchente e seca para muitas espécies das ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes (Amadio e Zuanon, 2011, Amadio, *et al.*; 2012).

O comprimento de primeira maturação para *A. coracoideus* (75.58 mm) e *M. festivus* (42.46) calculados no presente estudo apresentou comprimentos menores do que o relatado por Santos *et al.*, (2004), no rio Tocantins, 130 mm e 70 mm, respectivamente para as espécies. Já Moreira (2004), estudando *P. rutiloides* na mesma área de estudo, calculou para a espécie o tamanho de 82 mm. Esta variação do comprimento de primeira maturação sexual é esperada de um modo geral, pois, a maturação sexual nos peixes é uma tática lábil, que pode variar mediante a influência de mudanças ambientais, impactos antrópicos e entre populações de uma mesma espécie de diferentes regiões (Stearns & Crandall, 1984; Fonteles-Filho, 1989).

No presente estudo, a análise temporal do Índice hepatossomático entre os sexos, evidenciou que apenas os machos de *A. coracoideus*, apresentaram o IHS maior no período da vazante, onde os machos estavam em recuperação. E não foi observada nenhuma diferença entre os sexos por estágio de maturação gonadal. Para *M. festivus* também não foi observada nenhuma diferença significativa temporalmente do IHS entre os sexos. Querol *et.al.* (2002) ressalta que o IHS para algumas espécies pode não sinalizar os períodos de atividade reprodutiva, no entanto, podem estar ligado diretamente ao acúmulo de reservas energéticas. Para *P. rutiloides* houve diferenças do IHS para o período da seca, onde foi observado o menor do IHS. Coincidindo com o período reprodutivo da espécie. Harrington, *et al.* (2006)

menciona que a energia armazenada no fígado pode ser consumida para atividades rotineiras (natação) ou atividades mais dispendiosas, ressaltando que, além de servir para armazenar energia, o fígado é o principal sítio de biossíntese de lipídios, e como tal, podem exibir mais conteúdo lipídico dinâmico do que o tecido muscular. O fígado também é principal órgão no metabolismo dos lipídeos no organismo, onde, os lipídeos adquiridos pela dieta são processados via porta hepática e da circulação sistêmica via linfa (Sheridan, 1994).

Para peixes, diferentemente dos mamíferos, os modelos de deposição lipídica são mais diversos, onde, nos peixes a estocagem de lipídeos ocorre em vários sítios (gordura mesentérica, fígado e músculos) (Sheridan, 1994), diferente do que ocorre em mamíferos que ocorre principalmente no tecido adiposo. O que também verificamos em especial em *M. festivus* e *P. rutiloides*.

Wooton (1990) ressalta que atingir a idade adulta representa para o indivíduo uma transição crítica na vida, pois os recursos que antes poderiam ser utilizados para o incremento do crescimento e sobrevivência, passam a ser destinados também para reprodução. *Mesonauta festivus* e *P.rutiloides* apresentaram um aumento progressivo do IGS em função do decréscimo do GGC (Grau de gordura cavitária). Esta variação anual de gordura nos peixes geralmente apresenta uma correlação negativa com a reprodução como observado também por Soares, et al 2001. Este padrão inverso mostra a alocação de energia acumulada em forma de gordura mesentérica, ou no músculo do animal, para o desenvolvimento gonadal, uma vez que, para a maturação dos ovócitos ocorra, é necessária uma grande quantidade de energia (Zwolinski *et al.*; 2001). Esses resultados foram também demonstrados por Neves dos Santos *et al.*, (2010) para *Acestrorhynchus falcirostris* e *Hoplosternum littorale* da planície de inundação na Amazônia Central.

Soares, *et al.*; 2001 verificaram para *Brycon cephalus* sob condições de criação em viveiro, que dos dois tipos de músculo, vermelho e branco, o primeiro apresentou maior quantidade de lipídeos, seguido pelo fígado e gônada, onde o fígado foi o sítio de estocagem de lipídeos que se seguiu ao músculo vermelho. Estes autores observaram alto teor de lipídeos nas gônadas da matrinxã *B. cephalus*, indicando que a gônada também pode ser utilizada como sítio de estocagem de gordura, independente da presença de um estágio avançado de maturação sexual. Visto que a maioria dos exemplares verificados eram imaturos e mesmo assim foi constatada a presença de lipídeos nas gônadas (Soares, *et al.*; 2001).

O Grau de gordura cavitária foi o índice que melhor evidenciou o padrão de alocação de energia para o desenvolvimento gonadal para as três espécies, identificando diminuição

significativa durante o período reprodutivo e nos indivíduos maduros, indicando a transferência da energia da cavidade para as gônadas. Ainda, foi possível verificar para *M. festivus* e *P. rutiloides* que as fêmeas, aparentemente, apresentam um custo energético maior que os machos e que os adultos acumulam maior quantidade de gordura que os jovens, indicando a importância das reservas corporais de energia para a reprodução nessas espécies. Sendo necessário ainda, a medição da quantidade de energia (calorias) em cada processo descrito no presente estudo para as espécies avaliadas, para que seja confirmado este padrão de utilização energética de forma quantitativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O Grau de gordura cavitária foi o índice que melhor evidenciou o padrão de alocação de energia para o desenvolvimento gonadal das três espécies. Houve diminuição da GGC durante o período reprodutivo nos indivíduos maduros, indicando a possível transferência da energia da cavidade celomática para as gônadas.
- As fêmeas maduras de *M. festivus* e *P. rutiloides* parecem apresentar um custo energético maior que os machos maduros, provavelmente direcionados aos gastos reprodutivos.
- Adultos de *M. festivus* e *P. rutiloides* acumulam maior quantidade de gordura que os jovens, indicando a importância do acúmulo de reservas corporais na alocação de energia para a reprodução dessas espécies.

8. REFERÊNCIAS

- Akama, A. 2004. Revisão sistemática dos gêneros *Parauchenipterus* Bleeker, 1862 e *Trachelyopterus* Valenciennes, 1840 (Siluriformes, Auchenipteridae). Tese apresentada ao Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Amadio, S. A.; Bittencourt, M. M. 2005. Táticas reprodutivas de peixes em ambientes de várzea na Amazônia Central. Pp. 65-75. In: Renno, J. F., C. García-Dávila, F. Duponchelle & J. Nuñez (Orgs.). *Biología de las poblaciones de peces de la Amazonía y piscicultura. Comunicaciones del Primer Coloquio de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica*, Iquitos, Perú
- Amadio, S. A.; Ropcke, C.; Neves dos Santos, R. 2012. Efeito das modificações ambientais naturais e antrópicas na reprodução de peixes amazônicos. *Ciência Animal*, 22(1): 188-196. Edição Especial.
- Amadio, S.A., Zuanon, J.A.S. 2009. Padrão de variação temporal de parâmetros da assembléia de peixes da Amazônia Central. II Colóquio da rede de investigações em ictiologia da Amazônia. *Caderno de Resumos*. 18p.
- Amadio, S.A.; Zuanon, J. 2011. Efeito da seca na reprodução de peixes em área de várzea da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Páginas 53-56 In: Saborido-Rey et al., (Eds). *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, España. 400 pp. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10261/39081>.
- Andrade, A.D.; Rubira, A.F.; Matsushita, M.; Souza, N.E. 1995 Omega-3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72: 1207-1210.
- Andrade, D.A.; Visentainer, V.J.; Matshushita, M.; de Souza, E. 1997 Omega-3 fatty acids in baked freshwater fish from south of Brazil. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 47 (1): 73:76
- Araújo, R. B. 2009. Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. *Revista De Biologia E Ciências Da Terra*. Volume: 9. Número: 2.
- Araujo-Lima, C.A. 1984. Distribuição espacial e temporal de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas próximo a Manaus. Dissertação de Mestrado INPA-FUA, Manaus. 81pp.
- Araujo-Lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. *Os frutos do Tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia*. Sociedade Civil Mamirauá/ CNPq/ Rainforest Alliance. Brasília, DF. 186p.
- Arrington, D.A., B.K. Davidson, K.O. Winemiller & C.A. Layman. 2006. Influence of life history and seasonal hydrology on lipid storage in three Neotropical fish species. *Journal of Fish Biology* 68: 1347–1361.
- Bailly, D.; Agostinho, A.A.; Suzuki, H.I. 2008. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá river, upper Pantanal, Brazil. *River.Res. Applic.* 24: 1218–1229.
- Baldisserotto, B. 2009. *Fisiologia de Peixes Aplicada à Piscicultura*. Editora UFSM, Santa Maria, 352 pp.
- Barlow, G.W. 2002. *The Cichlid fishes: Nature's grand experiment in evolution*. 335p.

- Barthem, R.; Goulding, M. 1997. The catfish connection: ecology, migration and conservation of Amazonian predators. New York, Columbia University Press, XVI. 144p.
- Bazzoli, N.; Godinho, H.P. 1997. Ovócitos vitelogênicos do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* e do pacamã *Lophisilurus alexandri*. In: Miranda, M.O.T. Surubim. Brasília: IBAMA, p. 81-90 (Coleção Meio Ambiente: série Estudos Pesca).
- Bell, G. 1980. The costs of reproduction and their consequences. *American Naturalist* 116: 45-76.
- Bennemann, S. T.; Orsi, M. L.; Shibatta, O. A. 1996. Atividade alimentar de espécies de peixe do rio Tibagi, relacionada com o desenvolvimento de gordura e das gônadas. *Revista Brasileira de Zoologia* 13 (2):501-512.
- Berkeley, S. A.; Hixon, M. A.; Larson, R. J.; Love, M. S. 2004 a. Fisheries sustainability via protection of age structure and spatial distribution of fish populations. *Fisheries*, v.29, n. 8, p 23-32.
- Berkeley, S.A. et al. 2004 b. Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*. *Ecology*, v. 85, p. 1258–1264.
- Bittencourt, M.M.; Amadio, S.A. 2007. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazônica*. 37(2): 303 – 308.
- Bone, Q.; Marshall, N.B.1982. *The Biology of Fishes*. Blackie Academic & Professional. 253 pp.
- Brito, J.G. 2006. Estudo sazonal de variáveis limnológicas de um lago de várzea da Amazônia Central, lago Catalão. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. 212 pp.
- Borges, R.Z. (2007). Variação temporal e alimentação de larvas de *Auchenipterus osteomystax* (Miranda-Ribeiro, 1918) (Osteichthyes, Auchenipteridae) do rio Ivinheima, Planície de inundação do Alto Rio Paraná. Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual De Maringá.
- Brown-Peterson, N.J; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz, B.J.; Lowerre-Barbieri, S.K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:52–70.
- Caraballo, P. 2010. Papel da alça microbiana na dinâmica trófica de um lago de várzea na Amazônia. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. 211 pp.
- Chellappa, S.; Huntingford, A.; Strangs, R.H.C.; Thomson, R, Y. 1995. Condition factor and hepatossomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. *Journal of Fish Biology*, 47:775-787.
- Conserva, A. dos.; Piedade, M. T.F. 2001. Ciclo de vida e ecologia de *Paspalum fasciculatum* Willd. ex. Fluegge (Poaceae), na várzea da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 31(2): 205-220.
- Costa, B. O.; Bittencourt, M. M. 2006. A fecundidade de peixes Siluriformes em ambientes de várzea – um enfoque na ecologia reprodutiva desta comunidade na região Amazônica. In: Anais XV Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA. Manaus, INPA, p. 215-216.

- Darwin 1859. A Origem das espécies. Capítulo 1: Variações das espécies no estado doméstico, pg: 21-49. Editora Hemus, publicada em 1981.
- Doria, C. R. C., Andrian, I. F. 1997. Variation in energy content of somatic and reproductive, tissues related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borellii* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). *Revista Unimar, Maringá*, v. 19, no. 2, p. 421-437.
- Dourado, E.C.dos S.; Benedito-Cecilio, E. 2005. Ecologia energética de peixes: influencia de fatores abióticos e bióticos. Maringá, PR: EDUEM. 53 p.
- Duponchelle, F. *Et al.* Variations in fecundity and egg size of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man-made lakes of C^oted'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes* 57: 155–170.
- Eggleton, M.A.; Schramm, H.L.Jr. 2004. Feeding ecology and energetic relationships with habitat of blue catfish, *Ictalurus furcatus*, and flathead catfish, *Pylodictis olivaris*, in the lower Mississippi River, U.S.A. *Environmental Biology of Fishes*. 70:107-121.
- Encina L.; Granado-Lorencio, C. 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Environmental Biology of Fishes*, 50:75-84.
- Esteves, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 602 pp.
- Fang, JKH; Au, D.W.T.; Wu, R.S.S.; Chan, A.K.Y.; Mok, H.O.L.; Shin, P.K.S. 2009. The use of physiological indices in rabbitfish *Siganus oramin* for monitoring of coastal pollution. *Marine Pollution Bulletin* 58: 1229-1244.
- Favero, J.M.; Pompeu, P.S.; Valladares, A.C.P. 2010. Aspectos reprodutivos de duas espécies de ciclídeos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*: 12(2):117-124.
- Fernandes, G.S.T. 2001. Estrutura populacional de cinco espécies de ciclídeos (Perciformes: Teleostei) em dois lagos na Amazônia Central – Amazonas – Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas. Manaus.
- Ferraris, C.J. Jr., 2003. Auchenipteridae (Driftwood catfishes). p. 470-482. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
- Ferraris, C.J. Jr; Vari, R. P.; Raredon, S. J. 2005. Catfishes of the genus *Auchenipterichthys* (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae): a revisionary study. *Neotrop. ichthyol.* [online]. vol.3, n.1, pp. 89-106 .
- Ferreira, E. J. G.; Zuanon, J. A. S.; Santos, G. M. 1998. Peixes Comerciais do Médio Amazonas Região de Santarém - PA. IBAMA, Brasília. 211 p.
- Finstad, A.G.; Berg, O.K.; Lohrmann, A. 2003. Seasonal variation in body composition of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, from an ultraoligotrophic alpine lake. *Ecology of Freshwater Fish*, 12:228-235.
- Fonteles-Filho, A A F. 1989 Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza. Imprensa oficial do Ceará. 296 pp.

- Froese, R.; Pauly, D. (Ed.). Fishbase. Word Wide Web electronic publication. Version. 2009.1. Disponivel em: ([http:// www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Acesso: 07/06/2010
- Gonzalez, R.G. 2004. Nota Sobre La Presencia Del Festivo *Mesonauta Festivus* (Heckel, 1840) En El Lago Gatún, Panamá. Tecnociencia, 2006, vol. 8, n.1.
- Goulding, M. The fishes and the forest. Exploration in Amazonian natural history. University of California Press. Berkeley, USA. 280 p.
- Goulding, M.; Barthem, R.; Ferreira, E. 2003. The Smithsonian: atlas of the Amazon. Smithsonian Hong Kong, 253 p. History. University of California Press, Berkeley, USA, 280 pp.
- Gotelli, N. J. 2007. Ecologia. Tradução Gonçalo Ferraz – Londrina: Editora Planta. Capitulo 1 e 3. 260 pp.
- Heinimaa, S.; Heinimaa, P. Effect of the female size on egg quality and fecundity of the wild Atlantic salmon in the sub-artic River Teno. 2004. Boreal Environment Research 9: 55-62.
- Hossain, Y.; Rahman, M.; Abdallah, E. M. 2012. Relationships between Body Size, Weight, Condition and Fecundity of the Threatened Fish *Puntiusticto* (Hamilton, 1822) in the Ganges River, North western Bangladesh. Sains Malaysiana 41(7): 803–814
- Hunter, J.R., Lo, N.C.H., Leong, R. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA tech. Rep. NMFS, 36: 67-77
- Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dad *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. Journal of Fish Biology, 13:369-378.
- Huntingford, F.A.; Chellappa, S.; Taylor, A.C.; Strang, R.H. 2001. Energy reserves and reproductive investment in male three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. Ecology of Freshwater Fish, 10:111-117.
- Huxley, J. S. 1924. Constant differential growth-rations and their significance. Nature, 114: 895-896.
- Inpa. 2011. Normas para apresentação de trabalhos de conclusão. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. 28p.
- Isaac, V.J.; Rocha, V.L.C.; Mota, S. 2000. Ciclo reprodutivo de algumas espécies de peixes comerciais do Baixo Amazonas. In: Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira. Brasília. Edições Ibama. 31-64p.
- Junk, W.J. 1983. Aquatics in habitas in Amazonian. Environmentalist. 3(5):24-34.
- Junk, W.J. 1985. Temporary fat storage, and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. Amazoniana, IX: 315-351.
- Junk, W. J.; Bayley, P. B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: D. P. Dodge (Ed). Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. p.110-127.
- King, M. 1995. Fisheries biology assessment and management. Fishing New Books, Massachusetts, USA. 341 p.

- Kozłowski, J.; Uchmaiński, J. 1987. Optimal individual growth and reproduction in perennial species with indeterminate growth. *Evolutionary Ecology*, 1987, 1, 214-230.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology*, 20: 201 – 219.
- Loir, M; Cauty, C; Planquette, P; Le Bail, PY. 1989. Comparative study of the male reproductive tract in seven families of South-American catfishes. *Aquat Living Resour.*v. 2, p. 45-56.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução: A. E. A. de M. Vazzoler, A. A. Agostinho, P. T. M. Cunhingham. EDUSP: São Paulo. 534 pp.
- Mazzoldi, C; Lorenzi, V; Rasotto, MB. 2007. Variation of male reproductive apparatus in relation to fertilization modalities in the catfish families Auchenipteridae and Callichthyidae (Teleostei: Siluriformes). *J.Fish.Biol.* v. 70, p. 243–256.
- McKaye, K.R. Behavioural aspects of Cichlid reproductive strategies: patterns of territoriality and brood defence in Central American substratum spawners and African Mouth brooder. In: *In: Potts, G. W; Wootton, R. J. (Eds). Fish Reproduction strategies: and tactics.* Academic Press., London. p. 245-271.
- Meisner, AD; Burns, JR; Weitzman, SH; Malabarba, LR. 2000. Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally inseminating South American catfishes, *Trachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). *J. Morphol.* v. 246, p.131-141.
- Melack, J. M.; Forsberg, B. R. 2001. Biogeochemistry of Amazon flood plain lakes and associated wetlands. In: McClain, M E.; Victoria, R. L.; Richey, J. E. (Eds). *The biogeochemistry of the amazon basin.* Oxford University press. p. 235-274.
- Miller, B.S.; Kendall, A.W. 2009. Fish reproduction. In: *Early life history of marine fishes.* University Of California Press. Chapter 1.364 pp.
- Moreira, S.S. 2004. Relações entre o ciclo hidrológico, atividade alimentar e táticas reprodutivas de quatro espécies de peixes na área do Catalão, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 108 p.
- Nascimento, K.P. 2010. Correção tipo-bartlett em modelos não lineares simétricos heteroscedásticos. Dissertação. UFRPE.
- Narahara, M.Y., Godinho, H.M., Romagosa, E. 1985. Estrutura da população de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, v.12, n.3, p.123-137.
- Neiff, J. J.1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciência*, **15**, 424-441.
- Neves dos Santos, R. dos. 2006. Influência do ciclo hidrológico, maturação gonadal e categoria trófica no teor energético de peixes em uma área de várzea da Amazônia Central. 74pp.
- Neves dos Santos, R., Ferreira, E.J.G., Amadio, S. 2007. Effect of seasonality and trophic group on energy acquisition in Amazonian fish. *Ecology of Freshwater Fish* 2008: 17: 340–348.
- Neves dos Santos, R., Amadio, S. Ferreira, E.J.G.. 2010. Patterns of energy allocation to

- reproduction in three Amazonian fish species. *Neotropical Ichthyology* 8(1):155-162.
- Nicolisky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Nova York, Academic. 352p.
- Odum, E. P. 1983. *Ecologia*. Capítulo 6. Pg. 187 a 230. Editora Guanabara.
- Oliveira, A.C.B.; Rubim, M.A.L.; Pereira-Filho, M.; Gandra, L.A. 1998. Utilização do arroz silvestre (*Oryza glumipatula*) no arçoamento de Alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias*:7(1-2), 113-123.
- Parrish, R. H. *et al.* 1986. Age dependent fecundity, number of spawning per year, Sex ratio, and maturation stages in Northern anchovy, *Engraulismordax*. *Fishery Bulletin*: vol. 84, Nº. 3.
- Prudente, A.A. 2009. Modelos não-lineares de regressão: Alguns aspectos de teoria assintótica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- Queiroz, L.J.; Vilara-Torrente, G.; Ohara, W.M.; Pires, T.H.S.; Zuanon, J. Peixes do rio Madeira. Vol.1 e vol 3. *No prelo*.
- Rapp Py-Daniel, L.H.; Cox Fernandes, C. 2005. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazônica*, Vol. 35 (1) 2005: 97-110.
- Rodrigues, A.M. 2002. A migração dos salmões: texto de apoio piscicultura. Escola Superior Agrária; Instituto Politécnico de Castelo Branco. Castelo Branco.
- Pough F.H., Janis C.M. & Heiser J.B. 2003. *A Vida dos Vertebrados*. Atheneu, São Paulo. 596 pp.
- Querol, M.V.; Querol, E.; Gomes, N.N.A.; 2002. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys Platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacia do rio Uruguai Médio, Sul Do Brasil.
- Rocha, G.I.; Bittencourt, M.M.; Amadio, S.A. 2010. Período reprodutivo e condições das espécies de Siluriformes do lago Catalão. *Anais da XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM*. 3p.
- Rondineli, G.R.; Braga, F.M.S. 2010. Reproductions of the fish community of Passa Cinco Stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo State, Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 70 (1): 181-188.
- Ruffino, M.L.; Soares, E.C.S.; Silva, C.O.; Barthem, R.B.; Silva, V.B.; Estupiñan, G.; Pinto, W.H. 2006 *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará – 2003*. Manaus: IBAMA/ProVárzea. 76p.
- Santos, G. M. 1982. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de aracus e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá – AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). *Acta Amazônica*, 12(4):713-739.
- Santos, D.M.; Ferreira, E.; Zuanon, J.A.S. 1991. *Ecologia de peixes da Amazônia*. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Org). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Manaus, AM: INPA. pp. 263-280.
- Santos, G. M.; Ferreira, E. J. G.; 1999. Peixes da bacia Amazônica In: Lowe-McConnell, R.

- H. (Ed). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução: A. E. A. de M. Vazzoler, A. A. Agostinho, P. T. M. Cunhingham. EDUSP: São Paulo. p. 345-373.
- Santos, G.M.; Merona, B.; Juras, A.A.; Jégu, M. 2004, *Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí / Brasília: Eletronorte*, 216 pp.
- Santos, M.H., Benedito, E., Domingues, W. M. 2006. Efeito da maturação gonadal sobre a energia dos músculos de duas espécies de piranhas do reservatório do rio Manso, Estado de Mato Grosso.
- Sayer, M. D. J.; Gibson, R. N.; Atkinson, R. J. A. 1996. Growth, diet and condition of corkwing wrasse and rock cook on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology*, 49: 76-94.
- Schismenou, E., Somarakis, S., Thorsen, A., Kjesbu, O.S. 2012. Dynamics of de novo vitellogenesis in fish with indeterminate fecundity: an application of oocyte packing density theory to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. *Marine Biology* 159, 757-768.
- Sheridan, M. A. 1988. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 90B, No. 4, pp. 679-69.
- Sioli, H. 1985. Amazônia. Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Tradução de Johann Becker. Vozes. 69.pp.
- Soares, M.C. F.; 2001. Urbinati, E.C.; malheiros, E.B. Estocagem tecidual e utilização de lipídeos em matrinxã, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869). *Acta Amazonica* 31 (4): 661-671.
- Soares, M.G.M.; Yamamoto, K.C. 2005. Diversidade e composição da ictiofauna do Lago Tupé. *In*: Santos-Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Editora INPA, Manaus. p. 181 – 197.
- Sparre, P.; Venena, S. C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual FAO Fisheries Technical Paper. 376 pp.
- Stearns, S.C. and Crandall, R.E. 1984, Plasticity for age and size at sexual maturity: a life-history response to unavoidable stress, *In Fish Reproduction* (eds. G. Potts and R.J. Wootton), Academic Press, pp. 13-33
- Suzuki, H.; Okazaki, K.; Hayakawa, S.; Wada, S.; Tamura, S. 1986. Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. *J. Agric.Food Chem.*, 34: 58-60
- Suzuki, H. I.; Agostinho, A. A.; 1997. Reprodução de peixes do reservatório de segredo. *In*: Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Eds). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 163-181 p.
- Vale, J. D. 2003. Composição, diversidade e abundância da ictiofauna na área do Catalão, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 66 p.
- Vazzoler, A.E.A.M.; Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, 52 (4): 627-640.

- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM. São Paulo: SBI, 169 p.
- Vazzoler, A.E.A.; Suzuki, H.I.; Marques, E.E.; De Los, A.P. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. *In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, Eduem, p. 249-266.
- Villacorta-Correa, M., Saint-Paul, U. 1999. Structural indexes and sexual maturity of tambaqui colossoma macropomum (cuvier, 1818) (characiformes: characidae) in central Amazon, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.*, 59(4): 637-652.
- Wallace, R.A. & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspect of oocyte growth in teleosts. *Scien Zool.* 21: 325-343.
- Wildner, D.D.; Santana, J.C.O.; Pompiani, P.G. 2006. *Biologia reprodutiva de Mesonauta festivus (Perciformes, Cichlidae), em uma lagoa marginal do rio taquari, MS. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, SC - Julho/2006*.
- Winemiller, K.O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81:225-241.
- Wootton, R. J. 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. *In: Potts, G. W; Wootton, R. J. (Eds). Fish Reproduction strategies: and tactics*. Academic Press., London. p. 1-11.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. London, Chapman and Hall, 404p.
- Wootton, R.J., 1998. *Ecology of teleost fishes*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 396pp.
- Zaldívar, J.R.; Riofrío, J.Q.; Villanueva, C.C. 2012. Fecundidad de chiochío *Psectrogaster rutiloides* (pisces:curimatidae) en Ucayali, Perú. *Revista Investigación Veterinaria*. Perú 23(1).112-117 pp.
- Zamidi, I.; Et al. 2012. Fecundity and temporal reproductive cycle of four finger threadfin (*Eleutheronema tetradactylum*) in Malaysian coastal water.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 3ª edição. 662 pp.