
Ciências Biológicas Integral

Alexandre Peressin

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TRÊS ESPÉCIES DE CURIMATIDAE
(CHARACIFORMES) EM UM RESERVATÓRIO DO RIO MOGI GUAÇU,
BACIA DO ALTO RIO PARANÁ, SÃO PAULO, BRASIL.**



Rio Claro
2010

ALEXANDRE PERESSIN

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TRÊS ESPÉCIES DE CURIMATIDAE
(CHARACIFORMES) EM UM RESERVATÓRIO DO RIO MOGI GUAÇU, BACIA DO
ALTO RIO PARANÁ, SÃO PAULO, BRASIL**

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO MANOEL DE SOUZA BRAGA

CO-ORIENTADORA: MSC. CRISTINA SILVA GONÇALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas.

Rio Claro
Ano 2010

597 Peressin, Alexandre
P437a Aspectos reprodutivos de três espécies de Curimatidae (Characiformes)
em um reservatório do rio Mogi Guaçu, bacia do alto rio Paraná, São
Paulo, Brasil / Alexandre Peressin. - Rio Claro : [s.n.], 2010
40 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Francisco Manoel de Souza Braga
Co-Orientador: Cristina da Silva Gonçalves

1. Peixe. 2. Ictiologia. 3. Curimatídeos. 4. Reprodução. 5. Desova. 6.
Represa. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, Gilberto
e Natalina, e à minha irmã Gabi.**

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Xico, meu orientador, pela insubstituível orientação, pela paciência e disposição em transmitir o seu enorme conhecimento, pelas conversas sobre o projeto ou mesmo pelas mais informais, também fundamentais nesta etapa.

À Cris, minha co-orientadora, pela oportunidade, pelas correções tão criteriosas e, mais do que isso e tão importante quanto, pela agradável convivência, conselhos e conversas.

Aos técnicos do departamento de zoologia, Fernando, Cristina e Eunice e a secretária Adriana, pela prontidão em ajudar em tudo o que foi necessário.

À FAPESP, por acreditar neste projeto concedendo o apoio financeiro.

À Unesp, pela estrutura de trabalho e por tudo o que tive nesta graduação.

À minha família, sem dúvida, por todo o tipo de suporte possível e necessário para a chegada até a universidade e mais ainda por sua conclusão. Enfim, pelo apoio incondicional em todos os aspectos e etapas.

À Giu e ao Alberto, pelas oportunidades, pela ajuda no projeto e pelos bons momentos e conversas neste departamento ou fora dele.

Ao Fábio e a Ursulla, pelas coletas, pelos conselhos, pelos livros emprestados, enfim, por toda a ajuda.

À Dani e a Mari, companheiras de trabalho e monitorias, pelas trocas de artigos e toda a colaboração.

Aos amigos, aos companheiros de sala, aos companheiros e aos ex-companheiros de república, que ainda estão aqui ou não mais, simplesmente pela amizade.

Aos professores, pós graduandos e estagiários desta zoologia, que com os cafés e conversas diárias tornaram este ambiente ainda melhor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Área de estudo	11
3.2. Coleta dos exemplares e processamento dos dados	12
4. ANÁLISE DOS DADOS	14
4.1. Dinâmica reprodutiva	14
4.2. Fecundidade e desova	14
4.3. Fecundidade da população	15
5. RESULTADOS	16
5.1. Dinâmica reprodutiva	16
5.2. Fecundidade e desova	18
5.3. Fecundidade da população	22
6. DISCUSSÃO	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

Os curimatídeos são espécies comuns em ambientes lênticos represados, artificialmente construídos. Estudar o ciclo reprodutivo de uma espécie é fundamental para a compreensão da biologia reprodutiva da população em seu ambiente. Por isso, o presente estudo analisou os aspectos da biologia reprodutiva dos sagüirus *Cyphocharax modestus*, *C. cf. nagelii* e *Steindachnerina insculpta* (Curimatidae), no reservatório da pequena central hidrelétrica Mogi Guaçu, município de Mogi Guaçu, estado de São Paulo. Os exemplares foram coletados bimensalmente entre agosto de 2005 e julho de 2006 com o auxílio de redes de emalhar (malhas 1,0 a 5,0 cm entre nós adjacentes), totalizando seis amostras. No total, foram analisados 777 exemplares, sendo 525 de *C. modestus*, 82 de *C.cf. nagelii* e 170 de *S. insculpta*. A dinâmica reprodutiva foi analisada considerando-se os períodos seco e chuvoso. A fecundidade foi estimada de acordo com o método volumétrico a partir da análise de 168 pares de ovários maduros, sendo 121 de *C. modestus*, 18 de *C. cf nagelii* e 29 de *S. insculpta*. Também foram estimadas as relações gonadosomáticas médias e as correlações do número total de ovócitos em relação ao peso e ao comprimento para cada uma das três espécies. Os resultados encontrados apontaram para desova total (sincrônica em dois grupos) para as três espécies. O número médio de ovócitos foi de 15.309 a 28.825 para *C. modestus*, 29.031 para *C. cf. nagelii* e 27.206 para *S. insculpta*.

Palavras-chave: curimatídeos, reprodução, desova, represa.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A região do alto rio Paraná, na qual estão inseridos os maiores rios do estado de São Paulo, abriga uma ictiofauna extremamente diversa, com aproximadamente 236 espécies nativas descritas e cerca de 50 novas espécies em fase de descrição (LANGEANI *et al.*, 2007). Apesar desta diversidade, essa ictiofauna ainda não é completamente conhecida e vem sofrendo uma série de impactos antrópicos, como destruição da vegetação ripária, introdução de espécies exóticas, assoreamento e construção de barragens visando a geração de energia elétrica (CASTRO & MENEZES, 1998).

Com poucas exceções, quase todos os rios do estado de São Paulo possuem barramentos e, apesar de causar grandes impactos à ictiofauna, reservatórios continuam sendo construídos principalmente com o intuito de gerar energia elétrica (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Por esse motivo, os trabalhos em reservatórios têm uma importância fundamental em estudos de biologia de peixes. A construção de barragens modifica drasticamente o ambiente aquático, criando um novo ambiente que afeta diretamente a estruturação da comunidade de peixes local (CASTRO & ARCIFA, 1987). Espécies reofilicas são especialmente prejudicadas, pois em muitos casos são impedidas pelas barragens de continuar a subida do rio para desovar. Por outro lado, determinadas espécies mais adaptadas ao ambiente lântico criado pelos represamentos podem ser beneficiadas pela alteração, se tornando as principais espécies colonizadoras do novo ambiente, tornando-se muito abundantes, como os curimatídeos. Muitos trabalhos realizados na bacia do alto Paraná têm apontado o predomínio e abundância dessas espécies (CASTRO & ARCIFA, 1987; SMITH *et al.*, 2002; CRIPPA & HAHN, 2006). No reservatório da pequena central hidrelétrica (PCH) Mogi Guaçu, o sagüiru *Cyphocharax modestus* foi a espécie mais abundante, seguida por *Steindachnerina insculpta* (GONÇALVES & BRAGA, 2008). Essas espécies geralmente predominam em ambientes lânticos represados (CASTRO & ARCIFA, 1987; SMITH *et al.*, 2003), principalmente nas regiões litorâneas, sendo pré-ajustadas para viverem nesses ambientes alterados pelo homem (SMITH *et al.*, 2003, AGOSTINHO *et al.*, 2007).

A família Curimatidae engloba uma grande quantidade de espécies de peixes Characiformes, popularmente conhecidos como sagüirus, birus e manjubas, que estão amplamente distribuídos na América do Sul e sudeste da América Central

(VARI, 2003). As três espécies em estudo ocorrem na bacia do alto rio Paraná, acima das cataratas Sete Quedas, sendo que *Steindachnerina insculpta* e *C. modestus* também ocorrem na bacia do rio Paraguai (VARI, 1991; 1992). A maioria das espécies da família Curimatidae é de pequeno porte, possui o corpo fusiforme e se diferencia de outros Characiformes principalmente pela ausência de dentes nos adultos e uma série de outras diferenças em órgãos internos (VARI, 1989). Internamente, caracterizam - se por uma série de adaptações relacionadas ao hábito alimentar iliófago, principalmente na boca (dentes ausentes nos adultos), intestino longo e rastros branquiais numerosos que conferem maior eficiência no aproveitamento da matéria orgânica presente no sedimento (BOWEN, 1983; SILVA *et al.*, 2005; VARI, 1989). O alto grau de preferência alimentar de curimatídeos por detritos está amplamente documentado em diversos trabalhos (ALVARENGA *et al.*, 2006; FUGI *et al.*, 1996; GIORA & FIALHO, 2003), podendo ocorrer também a ingestão de algas, materiais de origem vegetal e microcrustáceos (ALVARENGA *et al.*, 2006, FUGI *et al.*, 1996, GONÇALVES, 2007). Peixes detritívoros desempenham um papel importantíssimo nos ambientes onde vivem, acelerando a reciclagem da matéria orgânica (BOWEN, 1983; FUGI *et al.*, 1996). Além disso, peixes da família Curimatidae podem ser um importante recurso pesqueiro em determinadas regiões, como na Amazônia (ARAUJO-LIMA *et al.*, 1986) podendo também representar uma importante fonte de alimento para espécies piscívoras (CARMASSI *et al.*, 2008).

O sucesso biológico de cada indivíduo pode ser aferido pela sua capacidade em se fazer representar geneticamente nas próximas gerações (LOWE-McCONNELL, 1999). Assim, o sucesso obtido por uma espécie é determinado, de maneira geral, pela capacidade de manter populações viáveis em ambientes variáveis através da reprodução (VAZZOLER, 1996). Muitas espécies são bastante plásticas em seu ambiente natural e podem alocar recursos para o crescimento ou para reprodução de acordo com condições ambientais. Entre os peixes, há espécies que desovam apenas uma vez em sua vida e são conhecidas como semelparas. Contudo, a maioria desova mais de uma vez ao longo de sua vida (iteroparas). Entre estas últimas, os ovócitos podem maturar simultaneamente durante o ano, de modo que todos os ovócitos são produzidos em um único lote (desovadores totais) ou podem maturar e serem eliminados em mais de um lote (desovadores parciais) (LOWE-McCONNEL, 1999). O tipo de desova do peixe é determinado pela interação entre a dinâmica do desenvolvimento ovocitário, frequência de desova dentro de um

período de reprodução e do número desses períodos durante a vida do peixe. Nas espécies semélparas ocorre o desenvolvimento sincrônico em um grupo dos ovócitos. Nas espécies iteróparas, o desenvolvimento ovocitário pode ser sincrônico em dois grupos, para as espécies que desovam periodicamente durante sua vida, sendo que em cada período apenas um lote é eliminado (desova total), ou sincrônico em mais de dois grupos, nas espécies que desovam mais de uma vez por estação reprodutiva (desova parcelada) (VAZZOLER, 1996). No conjunto, os desovadores totais apresentam estações de desova mais bem definidas e são mais fecundos, produzindo numerosos ovócitos pequenos e realizando grandes migrações, enquanto os desovadores múltiplos tem estações menos definidas e realizam apenas deslocamentos locais para áreas de reprodução. Muitos otofísios de planícies de inundação são desovadores totais, mas alguns poucos são desovadores parciais (LOWE-McCONNEL, 1999).

Na bacia do alto rio Paraná, de modo geral, as espécies de peixes podem ser classificadas como grandes migradoras com fecundação externa e sem cuidado parental, não migradoras com fecundação externa e com ou sem cuidado parental e não migradoras com fecundação interna e com cuidado parental (AGOSTINHO & JULIO JR., 1999). Nesta bacia, de acordo com estudos de Suzuki *et al.* (2002), 83,8% das espécies estudadas apresentam hábito sedentário ou realizam curtas migrações reprodutivas, completando seu ciclo de vida nos ambientes da planície. O restante utiliza a planície basicamente como área de crescimento dos juvenis, realizando migrações reprodutivas em distâncias variáveis na calha do rio Paraná e em seus tributários.

Um dos aspectos da biologia reprodutiva de peixes que pode ser estudado é a fecundidade, que pode ser definida como sendo o número de ovócitos que completa seu desenvolvimento e é eliminado a cada desova (VAZZOLER, 1996). A fecundidade é bastante variável em peixes de água doce, e, nas diferentes espécies, a quantidade de ovócitos produzidos por fêmea pode ser de algumas dezenas até milhões de ovócitos (LOWE McCONNEL, 1999). A quantidade de ovócitos produzidos também depende do tamanho do animal, com a conseqüência de que peixes menores seriam menos fecundos (WOOTTON, 1992).

No que tange à reprodução, a maioria dos curimatídeos apresentam um período de reprodução longo com desova parcelada, apresentando picos nos meses com maiores valores de temperatura e pluviosidade (BARBIERI, 1995; HOLZBACH

et al., 2005; RIBEIRO *et al.*, 2007; ROMAGOSA *et al.*, 1984). Contudo, há muitas espécies de curimatídeos que realizam migrações reprodutivas em seu ambiente natural (GODOY, 1975) e desova do tipo total foi verificada por Alvarenga *et al.* (2006) para o sagüiru *Curimatella lepidura*. Vazzoler (1996) caracteriza os peixes da família Curimatidae como *r* estrategistas, pelo fato de não apresentarem cuidado parental (curimatídeos são peixes não guardadores), pelo tamanho geralmente pequeno, período de vida curto e grande quantidade de ovócitos liberados na desova.

Alguns estudos sobre os aspectos reprodutivos de peixes da família Curimatidae foram realizados. A fecundidade dos sagüirus *C. gilberti* e *S. insculpta* foi estudada por Romagosa *et al.* (1984) e Nomura & Taveira (1979). Sampaio & Sato (2007) fizeram o mesmo a partir de fêmeas hipofisadas de *Curimatella lepidura*. O tipo e o período de desova foram estudados por Romagosa (1984), Ribeiro *et al.* (2007), Alvarenga *et al.* (2006), Barbieri (1995) e Holzbach (2005) para as espécies *C. gilberti*, *S. insculpta*, *Curimatella lepidura* e *C. modestus*. Alvarenga *et al.* (2006) e Barbieri (1995) também analisaram o tamanho da primeira maturação gonadal para machos e fêmeas.

2. OBJETIVOS

A reprodução constitui parte fundamental da vida dos seres vivos, portanto, estudos sobre reprodução são importantes para entender o ciclo de vida das espécies, principalmente a fim de estabelecer políticas de manejo de recursos pesqueiros e preservação das espécies. Tendo em vista a importância de informações sobre a biologia básica das espécies, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos reprodutivos de três sagüirus, *Cyphocharax modestus* (Fernández-Yépez, 1948) (Figura 01A), *Cyphocharax* cf. *nagelii* (Steindachner, 1881) (Figura 01B) e *Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez, 1948) (Figura 01C) coletados no reservatório da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Mogi Guaçu entre 2005 e 2006.

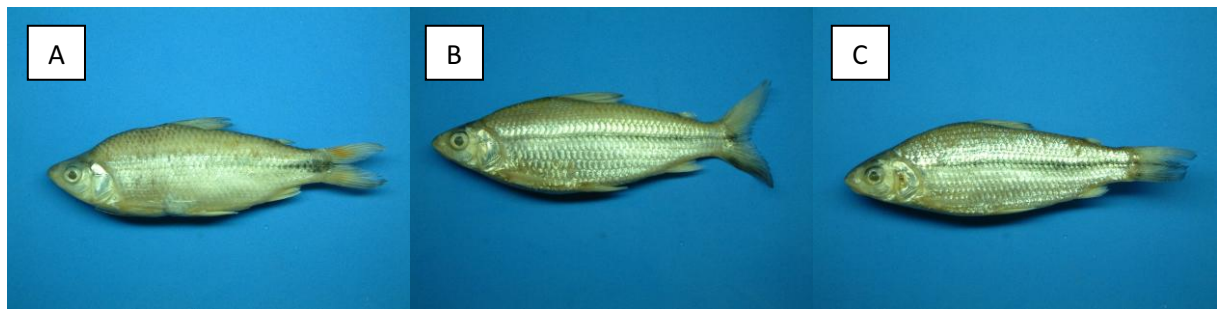


Figura 01 – A: *Cyphocharax modestus* (CP=11cm). B: *Cyphocharax* cf. *nagelii* (CP=10,8cm). C: *Steindachnerina insculpta* (CP=11,5cm), coletados na Pequena Central Hidrelétrica Mogi Guaçu, cidade de Mogi Guaçu – SP.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área De Estudo

A PCH Mogi Guaçu (22° 21' S e 46° 51' W) (Figura 02) foi construída em 1995 (BRANDIMARTE *et al.*, 2005), iniciando suas operações em 1999 pela AES-Tietê. Tem por finalidade garantir o abastecimento de água para os municípios vizinhos e gerar aproximadamente 7,2 MW de energia (AES-Tietê 2007), o que a caracteriza como uma pequena central hidrelétrica (MIOTO *et al.*, 2000). Ocupa uma área de 5,73 km² com 8 km de extensão e 32,89 x 10⁶ m³ de volume (AES-Tietê 2007). Outras características incluem: extensão da barragem de 170 m, 7 m de queda d'água, duas turbinas instaladas, quatro comportas e uma escada lateral para peixes (BRANDIMARTE *et al.*, 2005; AES-Tietê, 2007) com 21 degraus. O tempo de residência da água é de 72 horas (BRANDIMARTE *et al.*, 2005). A pesca esportiva e profissional é prática comum, porém em pequena escala, e a extração de areia em alguns trechos do reservatório é intensa (GONÇALVES, 2007). A vegetação aquática é composta por 17 espécies de macrófitas emersas e flutuantes, sendo as espécies *Brachiaria subquadripata* e *Eichornia crassipes* as mais abundantes (CAVENAGHI *et al.*, 2005).

Os pontos de coleta no reservatório foram escolhidos de forma que abrangessem a área de influência da PCH. Dessa forma, alguns pontos no rio do peixe, afluente da margem esquerda do rio Mogi Guaçu, foram também amostrados (Figura 02).



Figura 02. Localização da área de estudo: 1) nascentes do rio Mogi Guaçu no estado de Minas Gerais (MG); 2) rio do Peixe; 3) reservatório da PCH Mogi Guaçu; 4) Rio Mogi Guaçu; 5) lagoas marginais da Estação Ecológica Mogi Guaçu (GONÇALVES & BRAGA, 2008).

3.2. Coleta dos Exemplares e Processamento dos Dados

As amostras foram obtidas entre agosto de 2005 e julho de 2006, compreendendo seis amostragens (agosto, outubro e dezembro/05, fevereiro, abril e junho/06). As coletas foram realizadas com esforço padronizado, utilizando redes de espera (malhas 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 cm entre nós adjacentes), cada uma com 40 m. As redes eram instaladas durante a tarde e retiradas na manhã do dia seguinte (GONÇALVES & BRAGA, 2008).

Os peixes capturados foram fixados em formalina a 10% durante três a cinco dias e posteriormente conservados em álcool a 70%. O material testemunho encontra-se depositado na coleção de peixes do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro (SP).

No laboratório, foram tomados os seguintes dados de cada exemplar: comprimento padrão em milímetros (CP), peso total em gramas (PT), grau de repleção estomacal (GR), grau de gordura acumulada na cavidade visceral (GA), sexo e estágio de maturação gonadal (EM).

Os estômagos foram classificados visualmente quanto ao grau de repleção em três categorias: grau 1 (sem alimento), grau 2 (parcialmente cheio) e grau 3 (repleto).

A cavidade visceral foi analisada visualmente quanto ao grau de gordura acumulada, considerando-se: grau 1 (sem gordura), grau 2 (parcialmente com gordura) e grau 3 (repleto).

Os estádios de maturidade gonadal foram definidos visualmente, considerando-se a cor, transparência, vascularização e, no caso de ovários, a visualização e aparência dos ovócitos, de acordo com as categorias: estágio A (imaturo), estágio B (em maturação ou repouso), estágio C (maduro) e estágio D (esgotado) (VAZZOLER, 1996). Os ovários em estágio C foram retirados da cavidade visceral, pesados e transferidos para solução de Gilson para o estudo da fecundidade. Posteriormente, após algumas semanas de permanência na solução de Gilson para que ocorresse a dissociação dos ovócitos do epitélio ovariano, iniciou-se o trabalho de lavagem e limpeza dos ovários. Inicialmente foi retirado o excesso da solução de Gilson, substituindo-se por cinco vezes a solução do recipiente onde estavam contidas as gônadas por álcool a 70%. Em seguida procedeu-se a limpeza dos ovários, retirando-se restos do epitélio ovariano existente. Após esses procedimentos, a massa de ovócitos já limpa, estava pronta para a etapa seguinte, a da estimativa da fecundidade.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Dinâmica Reprodutiva

A dinâmica da atividade reprodutiva foi analisada para cada espécie analisando – se as variações do grau de repleção estomacal, grau de gordura acumulada na cavidade visceral e dos estádios de maturação gonadal, entre os períodos seco e chuvoso. Os períodos foram determinados a partir da análise da temperatura e pluviosidade média de 30 anos (1971 a 2005) através de dados de precipitação e temperatura do ar fornecidos pela estação meteorológica D4-100 (fazenda Campininha), de acordo com Gonçalves (2007). Dessa forma, o período seco compreende os meses de abril a setembro, ao passo que o período chuvoso correspondeu aos meses de outubro a março.

4.2. Fecundidade e Desova

Os ovócitos dissociados foram analisados pelo método volumétrico para estimativa da fecundidade absoluta (VAZZOLER, 1996, modificado). A fecundidade foi estimada a partir da análise de 121 pares de ovários maduros de *Cyphocharax modestus*, 18 pares de *Cyphocharax cf. nagelii* e 29 pares de *Steindachnerina insculpta*.

Os ovócitos dissociados eram colocados em um frasco com volume conhecido de álcool 70% (S) e após a agitação do frasco para homogeneização da suspensão era retirada uma amostra constante de 2ml (s) com uma pipeta Stempel contendo ovócitos em suspensão. Essa amostra era colocada em uma placa reticulada e feita a contagem de todos os ovócitos em início de vitelogênese em diante (n). Após a contagem, eram medidos aleatoriamente 100 ovócitos sob estereomicroscópio com aumento de 40 vezes e ocular micrométrica com aumento de 10 vezes. A medição foi feita através de números de divisões da ocular micrométrica (d.o.m.) sendo que um d.o.m. corresponde a 25 µm. Desta maneira, foi estimado o número total de ovócitos a partir daqueles que iniciaram a deposição de vitelo (N'), dado pela expressão $N'=(S*n)/s$.

Para cada par de ovários dissociados foi construída uma figura da distribuição de frequência dos diâmetros de ovócitos. Essas figuras foram analisadas e grupadas com aquelas que apresentassem padrões semelhantes na distribuição dos diâmetros de ovócitos. Desta forma obtiveram-se grupos distintos representativos de

ovários já maduros, porém em diferentes fases de desenvolvimento. Pela análise dessas figuras verificou-se o tipo de desova (total ou parcelada) e o diâmetro a partir do qual os ovócitos estavam maduros e prontos para serem eliminados na desova. Mediante este diâmetro, foi estimado, para cada par de ovários, o número de ovócitos presentes no lote maduro (N), dado pela expressão $N = (N' \cdot P) / 100$, sendo P a porcentagem de ovócitos maduros contidos nos ovários. Assim, a fecundidade de cada espécie foi estimada quanto ao número total de ovócitos a partir do diâmetro em que entram no processo de amadurecimento (N') e quanto ao número de ovócitos realmente maduros e prontos para serem eliminados (N).

A relação gonadossomática foi obtida por meio da expressão $RGS = (P_o / P_t) \cdot 100$, sendo P_o o peso do ovário e P_t o peso do peixe (VAZZOLER, 1996). Foi aplicada uma correlação de classes de Spearman para verificar a correspondência entre a fecundidade e a relação gonadossomática (SIEGEL, 1975). Foi realizada uma análise de correlação de classes de Spearman (r_s) para verificar a relação entre o número total (N') médio de ovócitos nos ovários e o valor médio da relação gonadossomática por grupo de desenvolvimento de ovócitos.

4.3. Fecundidade da População

A fecundidade da população (VAZZOLER, 1981) foi estimada correlacionando-se as fecundidades absolutas com os respectivos pesos totais e comprimentos padrão das respectivas fêmeas, segundo a expressão $F = A + B P_t$, sendo F a fecundidade, P_t o peso total (substituído por C_t , quando foi analisada a correlação da fecundidade absoluta com o comprimento total), A o intercepto e B o coeficiente angular, estimados pelo método dos mínimos quadrados (SPARRE & VENEMA, 1997).

5. RESULTADOS

5.1. Dinâmica Reprodutiva

A atividade alimentar foi mais intensa no período seco para *C. cf. nagelii* e *S. insculpta* e igualmente intensa nos dois períodos para *C. modestus* (Figura 03). O acúmulo de gordura na cavidade visceral foi baixo durante o período chuvoso para as três espécies, sugerindo que a gordura acumulada durante o período de maior intensidade da atividade alimentar foi consumida na estação reprodutiva (Figura 04). Conforme pode ser observado na figura 05, as espécies *C. cf. nagelii* e *S. insculpta* concentraram suas atividades reprodutivas no período chuvoso, enquanto *C. modestus*, teve um período de desova mais longo, abrangendo os períodos seco e chuvoso.

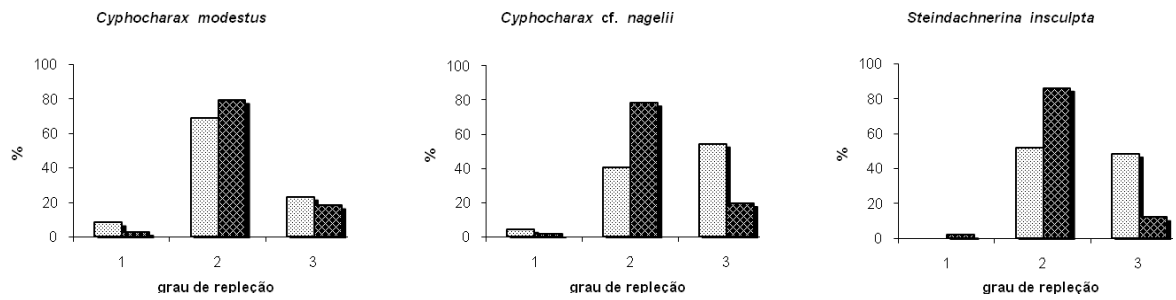


Figura 03 – Grau de repleção estomacal das três espécies de Curimatidae analisadas nos períodos seco (barras brancas) e chuvoso (barras pretas). 1= estômago vazio, 2= estômago parcialmente repleto e 3= estômago cheio.

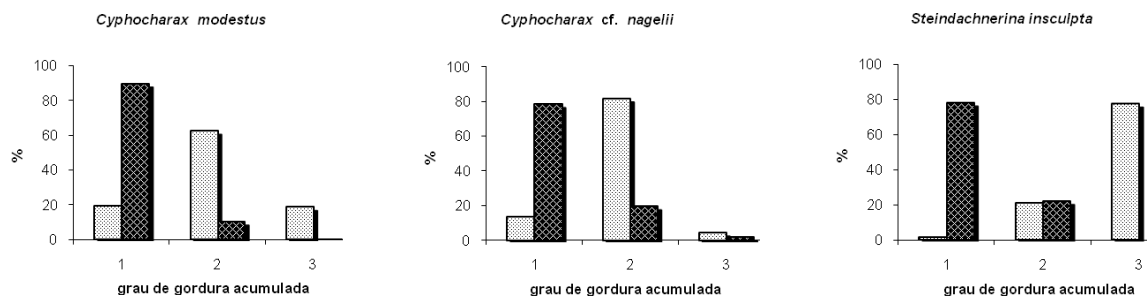


Figura 04 – Grau de gordura acumulada na cavidade visceral das três espécies de Curimatidae analisadas nos períodos seco (barras brancas) e chuvoso (barras pretas). 1= sem gordura na cavidade visceral, 2= cavidade visceral parcialmente preenchida por gordura e 3= cavidade visceral totalmente preenchida por gordura.

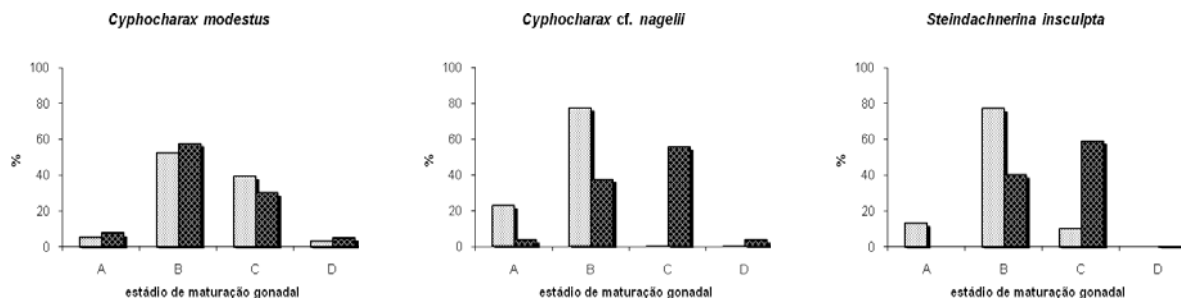


Figura 05 – Estádio de maturação gonadal das três espécies de Curimatidae analisadas nos períodos seco (barras brancas) e chuvoso (barras pretas). A = gônada imatura, B= gônada em maturação, C=gônada madura e D= gônada recém desovada.

5.2. Fecundidade e Desova

Foram processados e analisados 121 pares de ovários maduros de *Cyphocharax modestus*, 18 de *C. cf. nagelii* e 29 de *Steindachnerina insculpta*. Após a análise individual da distribuição dos diâmetros de ovócitos desses ovários, foram obtidos seis grupos de desenvolvimento de ovócitos para *C. modestus* (Figura 06) e apenas um grupo para *C. cf. nagelii* (Figura 07) e *S. insculpta* (Figura 08).

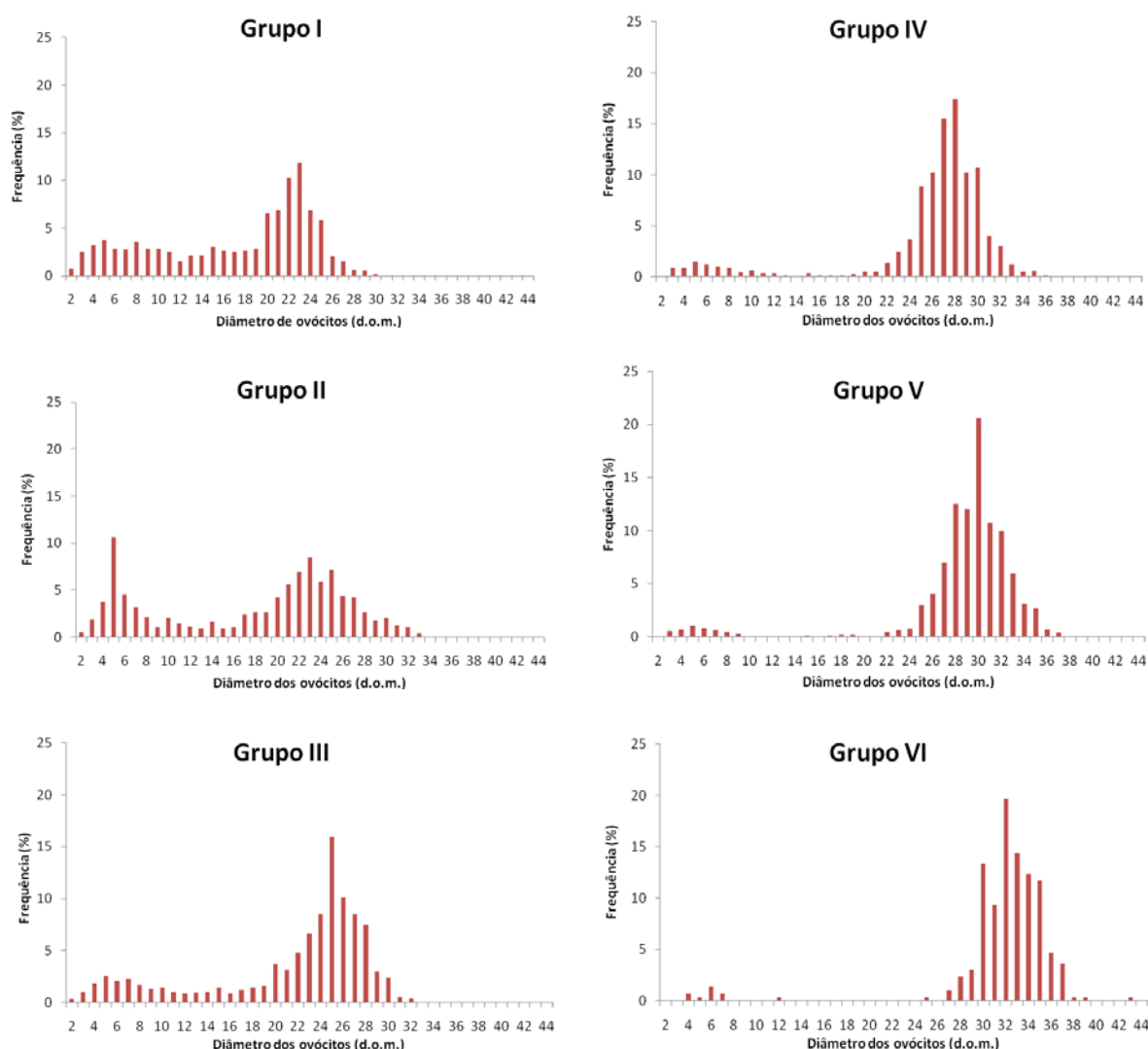


Figura 06 – Distribuição da frequência de ocorrência dos diâmetros dos ovócitos nos seis grupos de desenvolvimento gonadal observados para *Cyphocharax modestus* (1 divisão da ocular micrométrica = 1 d.o.m. = 25µm).

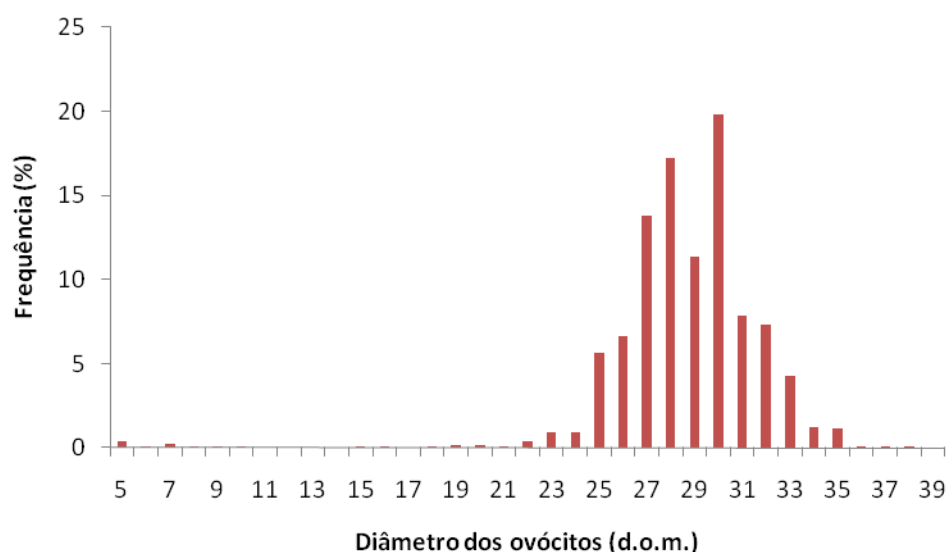


Figura 07 – Distribuição da frequência de ocorrência dos diâmetros de ovócitos de *Cyphocharax cf. nagelii* (1 divisão da ocular micrométrica = 1 d.o.m. = 25 μ m).

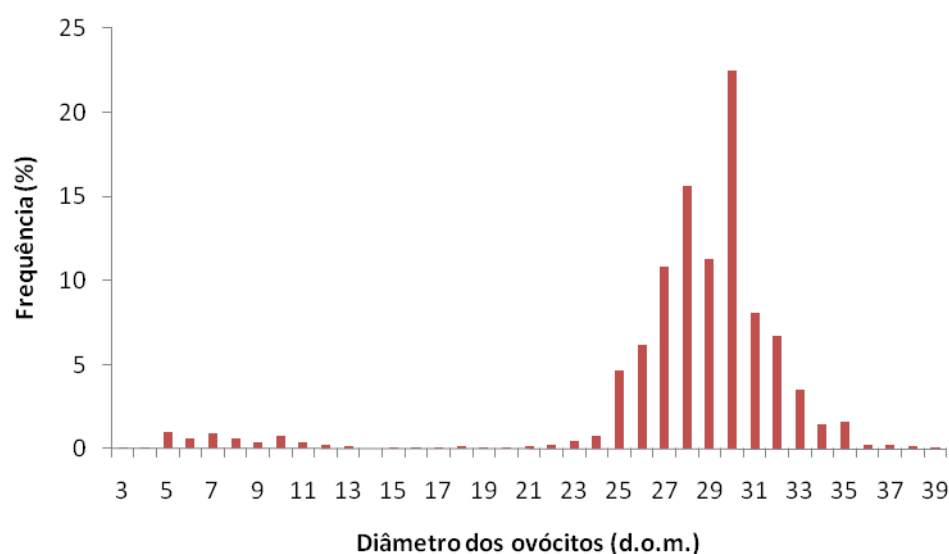


Figura 08 – Distribuição da frequência de ocorrência dos diâmetros de ovócitos de *Steindachnerina insculpta* (1 divisão da ocular micrométrica = 1 d.o.m. = 25 μ m).

A figura 6 mostra que os diâmetros ovocitários de *C. modestus* variaram de 2 d.o.m. (50 μ m) a 43 d.o.m. (1.075 μ m). Observa-se que as distribuições apresentam duas modas, uma representada por ovócitos em início de vitelogênese, com diâmetros menores, e outra com ovócitos maiores, em fase mais avançada de deposição de vitelo. A tendência observada no desenvolvimento dos ovários é dos

ovócitos migrarem da moda menos desenvolvida para a mais desenvolvida, o que ocasiona uma maior frequência de ovócitos mais desenvolvidos, aptos para serem eliminados, o que indica uma desova do tipo total (sincrônica em dois grupos). Na Figura 07 é possível observar que os diâmetros ovocitários de *C.cf. nagelii* variaram de 5 d.o.m. (125 µm) a 38 d.o.m. (950 µm) ao passo que na Figura 08 nota-se que os diâmetros ovocitários de *S. insculpta* variaram de 3 d.o.m. (75 µm) a 39 d.o.m. (975 µm). Observa-se nessas duas figuras que as distribuições apresentam apenas uma moda de ovócitos maduros e aptos para serem liberados, evidenciando também uma desova do tipo total (sincrônica em dois grupos), para *C. cf. nagelii* e *S. insculpta*.

Nas figuras que mostram os grupos de desenvolvimento de ovócitos não está presente o lote estoque, formado por ovócitos perinucleolares de diâmetros pequenos. Portanto, os ovócitos presentes concentram-se desde a fase de início de maturação até ovócitos considerados já maduros, cujos diâmetros foram definidos com sendo a partir de 20 d.o.m. (500 µm) para *C. modestus*, 21 d.o.m. (525 µm) para *C. cf. nagelii* e 23 d.o.m. (555 µm) para *S. insculpta*.

O número total de ovócitos (N') variou de 4.800 a 44.175 e o número de ovócitos maduros (N) variou de 3935 a 43.659 em *C. modestus* (Tabela 01). Para *C. cf. nagelii* e *S. insculpta*, o número total (N') médio de ovócitos foi de 29.031 e 27.206 respectivamente (tabelas 02 e 03), valores semelhantes aos observado nos grupos V e VI, os mais desenvolvidos, de *C. modestus*.

Os valores da RGS média foram crescentes do grupo I ao grupo VI em *C. modestus*, variando de 8,37% no grupo I a 19,01% no grupo VI (Tabela 01). As outras duas espécies apresentaram valores de RGS semelhantes aos dos três grupos mais desenvolvidos de *C. modestus* (IV, V e VI), correspondendo a 16,7% em *C. cf. nagelii* e 17,34% em *S. insculpta* (Tabelas 02 e 03). A análise de correlação de classes de Spearman (rs), realizada para verificar a existência de correlação entre o número total (N') médio de ovócitos e o valor de RGS para cada grupo de *C. modestus* apresentou resultado altamente significativo ($P < 0,01$), indicando que um aumento no número de ovócitos nos ovários em desenvolvimento leva a um aumento do tamanho dos ovários refletido na RGS ($rs = 0,94$; $t = 5,51 > t_{0,01;4} = 4,604$).

Tabela 01. Grupos de desenvolvimento de ovócitos (I – VI), número de pares de ovários analisados por grupo (n), número mínimo, médio e máximo de ovócitos a partir do diâmetro em que tem início o processo de maturação (N'), número mínimo, médio e máximo de ovócitos maduros, cujo lote está em vias de ser eliminado (N) e valor médio da relação gonadossomática (RGS %) por grupo, com o número de exemplares analisados entre parênteses, de *Cyphocharax modestus*.

Grupo	n	N'			N			RGS (%)
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	
I	8	8550	15309	23775	3935	8034	11118	8.14 (8)
II	8	9375	20691	35775	4312	11561	21525	8.37 (6)
III	39	4800	17380	33825	4512	12885	27736	10.46 (38)
IV	39	7725	22844	44175	7493	20831	43659	15.67 (38)
V	24	10800	25072	42825	10800	23725	42825	18.11 (23)
VI	3	19575	28825	38850	19183	27910	38461	19.01 (3)

Tabela 02. Número de pares de ovários analisados (n), número mínimo, médio e máximo de ovócitos a partir do diâmetro em que tem início o processo de maturação (N'), número mínimo, médio e máximo de ovócitos maduros, cujo lote está em vias de ser eliminado (N) e valor médio da relação gonadossomática (RGS %), com o número de exemplares analisados entre parênteses, de *Cyphocharax cf. nagelii*.

n	N'			N			RGS (%)
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	
18	11075	29031	43275	10964	28715	42409	16.7 (11)

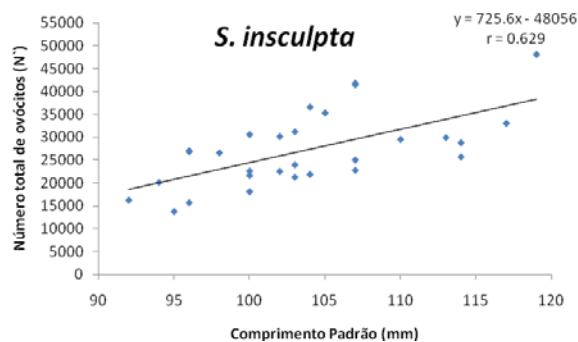
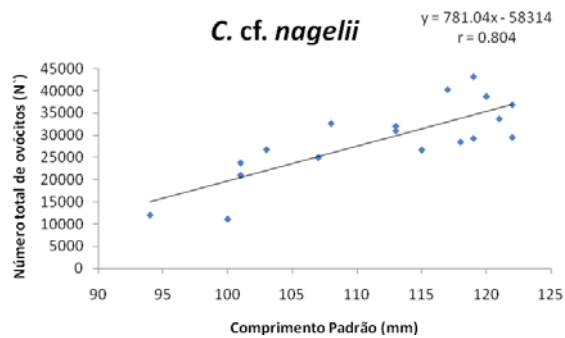
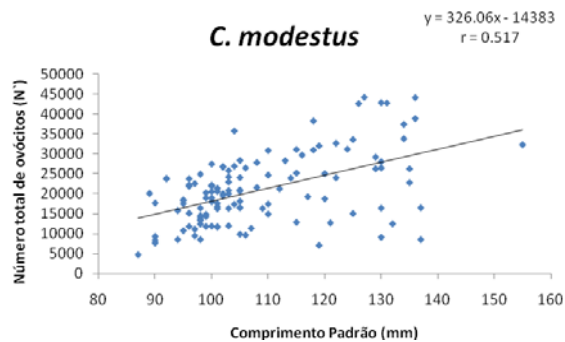
Tabela 03. Número de pares de ovócitos analisados (n), número mínimo, médio e máximo de ovócitos a partir do diâmetro em que tem início o processo de maturação (N'), número mínimo, médio e máximo de ovócitos maduros, cujo lote está em vias de ser eliminado (N) e valor médio da relação gonadossomática (RGS %), com o número de exemplares analisados entre parênteses, de *Steindachnerina insculpta*.

n	N'			N			RGS (%)
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	
29	13800	27206	48075	13248	25679	42786	17.34 (28)

5.3. Fecundidade da População

A fecundidade da população analisada, considerando-se a fecundidade e comprimento e fecundidade e peso, foi estimada para as três espécies. As retas ajustadas, suas respectivas equações e os valores do coeficiente de correlação (r) estão demonstrados na Figura 09.

Fecundidade x Comprimento



Fecundidade x Peso

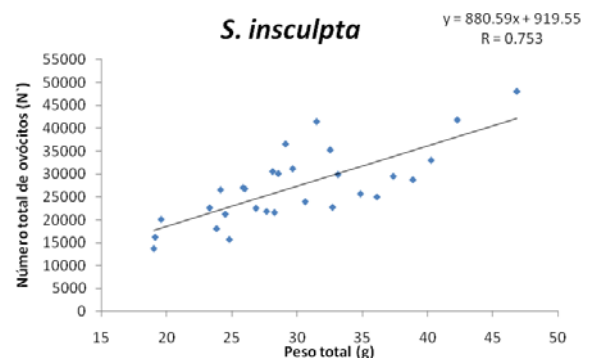
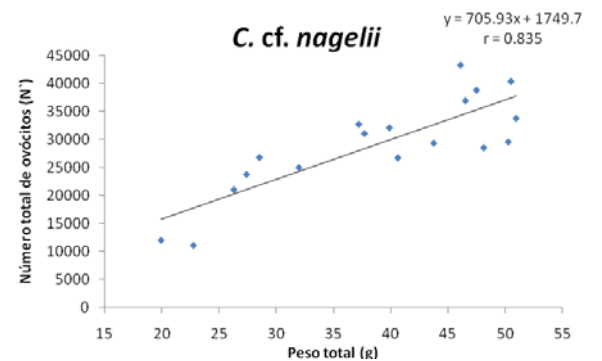
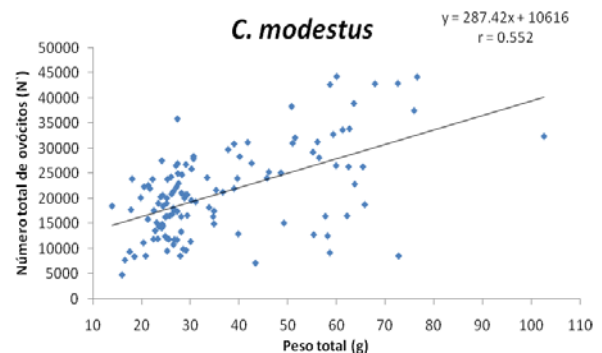


Figura 09 – Reta ajustada para os dados de fecundidade em relação ao comprimento e de fecundidade em relação ao peso, coeficiente de correlação (r) e equação da reta para as três espécies de Curimatidae analisadas.

Para as três espécies, foram encontrados valores de r que apontam para correlação positiva ao nível de significância de 0,01, tanto para a relação entre fecundidade e comprimento quanto fecundidade e peso. Também foram calculadas as variâncias e determinadas as equações da regressão funcional ajustada, cujos valores estão presentes nas Tabelas 04 e 05.

Tabela 4. Análise de regressão entre fecundidade e comprimento padrão para as três espécies de Curimatidae analisadas. n = número de pares de ovários analisados, $Y = A + BX$ = regressão ordinária ajustada, s^2_{yx} = variância da regressão, r = coeficiente de correlação, $P^{**}= P<0,01$ e $Y = \mu + vX$ = regressão funcional ajustada.

Espécie	n	$Y = A + BX$	s^2_{yx}	r	P	$Y = \mu + vX$
<i>C. modestus</i>	121	$Y = - 14383 + 326,06X$	56498276.18	0.517	**	$Y = - 47471,3 + 630,7X$
<i>C. cf.nagelii</i>	18	$Y = - 58314 + 781,04X$	27994603.1	0.804	**	$Y = - 79607,5 + 971,7X$
<i>S. insculpta</i>	29	$Y = - 48056 + 725,6X$	40932476.63	0.629	**	$Y = - 92446,9 + 1153,6X$

Tabela 5. Análise de regressão entre fecundidade e peso total para as três espécies de Curimatidae analisadas. n = número de pares de ovários analisados, $Y = A + BX$ = regressão ordinária ajustada, s^2_{yx} = variância da regressão, r = coeficiente de correlação, $P^{**}= P<0,01$ e $Y = \mu + vX$ = regressão funcional ajustada.

Espécie	n	$Y = A + BX$	s^2_{yx}	r	P	$Y = \mu + vX$
<i>C. modestus</i>	121	$Y = 10616 + 287.42X$	53543215.57	0.552	**	$Y = 2161.90 + 520.69X$
<i>C. cf.nagelii</i>	18	$Y = 1749.7 + 705.93X$	24054697.35	0.835	**	$Y = -3641.39 + 845.42X$
<i>S. insculpta</i>	29	$Y = 919.55 + 880.59X$	29328029.92	0.753	**	$Y = - 7703.37 + 1169.44X$

6. DISCUSSÃO

Os peixes são capazes de se adaptar a ambientes nos quais as condições bióticas e abióticas variam amplamente, por exemplo, alocando energia via alimentação e depois transformando essa energia em prole, aumentando seu sucesso reprodutivo (VAZZOLER, 1996). Le Cren (1951) encontrou correlação com mudanças sazonais no desenvolvimento das gônadas e crescimento, observando que quase todas as diferenças entre as curvas sazonais do fator de condição para peixes maduros e imaturos são devidas ao peso da gônada em formação, além de constatar que os peixes estudados não voltavam a crescer em comprimento antes do fim da desova. Desse modo, o acúmulo de gordura ocorre durante o período em que as gônadas estão em repouso, posteriormente ocorrendo o decréscimo nos níveis de gordura, decréscimo que coincidiria com o amadurecimento das gônadas e desova (BRAGA *et al.*, 2008). Por isso, em geral a atividade de forrageamento é maior na estação seca, que coincide com a menor atividade reprodutiva e consequentemente com o maior acúmulo de gordura. A diminuição da atividade alimentar no período chuvoso observada para as espécies pode ocorrer devido a compressão dos órgãos internos causados pelas gônadas (SLOTTE, 1999) ou devido a chuva, que embora arraste material orgânico para a água também dificulta sua sedimentação (TEIXEIRA & GURGEL, 2004), prejudicando a alimentação de peixes iliógados, como os curimatídeos. Durante o período chuvoso, quando geralmente a atividade reprodutiva é mais intensa, verifica-se aumento de peso das gônadas e diminuição dos valores dos índices de gordura acumulada (ALVARENGA *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2007; GIORA & FIALHO, 2003; CARMASSI *et al.*, 2008). Resultados obtidos por Giora e Fialho (2003) e Carmassi *et al.* (2008) indicam que durante a estação reprodutiva a atividade alimentar é reduzida, porém não cessa, ocorrendo o pico da atividade alimentar nos meses de maio e junho. Braga (1990), em estudos com duas espécies de curimatídeos do rio Tocantins, observou que o período reprodutivo de *Curimata cyprinoides* começa em dezembro e vai até fevereiro–março, com acúmulo de gordura visceral ocorrendo a partir de abril. Já *Curimata amazonica* esteve em atividade reprodutiva de outubro até fevereiro, com acúmulo de gordura visceral ocorrendo a partir de junho. Carmassi *et al.* (2008), estudando o curimatídeo *Cyphocharax modestus* no Ribeirão Claro, localizado na bacia do rio Piracicaba (SP), identificaram que o início do desenvolvimento das

gônadas ocorre no mês de setembro com o pico de indivíduos maduros no mês de fevereiro. Nessa população a desova ocorre entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo que as fêmeas permanecem em repouso a partir de fevereiro até agosto. Tais dados correspondem ao que foi constatado neste trabalho para a dinâmica reprodutiva de *Cyphocharax* cf. *nagelii* e *Steindachnerina insculpta*, cujas distribuições do grau de repleção estomacal, grau de gordura acumulada na cavidade visceral e estágio de maturidade ao longo do ano mostram que os indivíduos destas duas espécies se alimentaram mais e acumularam mais gordura no período seco, desovando posteriormente no período chuvoso. Em *C. modestus* observa-se uma dinâmica um pouco diferenciada, devido ao período reprodutivo mais longo, apresentando indivíduos com gônadas maduras nos dois períodos (seco e chuvoso). Contudo, a espécie também apresentou uma maior frequência de estômagos repletos de alimento (GR=3) no período seco e também apresentou acúmulo de gordura no período seco.

Os ovários apresentam um ciclo sazonal de desenvolvimento de ovócitos associado às funções vegetativas dos peixes, entre elas intensidade de alimentação e deposição de gordura visceral (NIKOLSKY, 1963, 1969). Dentro dos ovários, o epitélio germinativo está em constante atividade celular produzindo ovócitos, onde são encontradas células do tipo cromatina nucléolo (precursora dos ovócitos), ovócitos perinucleolares (pertencentes ao lote estoque) e ovócitos em diferentes fases do desenvolvimento, até os ovócitos maduros (SELMAN & WALLACE, 1986). Na prática, em um ovário em processo de desenvolvimento (estádio B) todas essas fases estão presentes, mas com o desenvolvimento dos ovários em direção a fase madura (estádio C), a frequência de ocorrência de ovócitos perinucleolares pode diminuir em relação à de ovócitos em fases mais desenvolvidas. Como os ovários analisados foram considerados maduros (estádio C), porém em diferentes fases de desenvolvimento, a ocorrência de ovócitos do lote estoque é pequena em relação à de ovócitos maduros ou em processo de amadurecimento, não sendo considerada. Observa-se nos grupos de distribuição de frequências de diâmetros de ovócitos de *C. modestus* o desenvolvimento sincrônico das modas em direção ao amadurecimento final dos ovócitos. Verificando a distribuição dos diâmetros de ovócitos do grupo I, identifica-se a presença de duas modas, a primeira por volta de 6 d.o.m. (150 μ m) que corresponde aos ovócitos em desenvolvimento, e a segunda por volta de 22 d.o.m. (550 μ m) que corresponde aos ovócitos mais desenvolvidos.

No grupo VI, o lote de ovócitos em desenvolvimento é pequeno, existindo somente uma moda por volta de 32 d.o.m. (800 μ m). De acordo com Wootton (1992), peixes de água doce tendem a ter ovócitos com diâmetros maiores que peixes de água salgada, pois dão origem a larvas maiores e com melhores condições de explorar os recursos ambientais. Para a bacia do alto rio Paraná, Suzuki (1992), estudando 52 espécies de teleósteos, encontrou diâmetros ovocitários variando de 427 a 4789 μ m.

De acordo com Vazzoler (1996), o tipo de desova apresentado por uma espécie de peixe pode ser definido como o modo que as fêmeas liberam seus ovócitos, que por sua vez depende da dinâmica do desenvolvimento ovariano. Vazzoler (op. cit.) comenta a dinâmica de desenvolvimento de ovócitos descrita por Marza (1938) *apud* Wallace e Selmann (1981), seguindo vários mecanismos. Segundo estes mecanismos, *C. modestus*, apresenta além do lote estoque (não representado neste trabalho) dois outros grupos que se desenvolvem, sendo que os ovócitos do grupo menos desenvolvido tendem a diminuir em frequência nos ovários mais desenvolvidos (Figura 06), levando a um desenvolvimento sincrônico em dois grupos. Nem sempre a presença de mais de uma moda de ovócitos em desenvolvimento é suficiente para definir se há mais de uma desova por indivíduo durante o período reprodutivo (ANTONY RAJA, 1967 *apud* PAIVA FILHO & ROSSI, 1980). West (1990) afirma que o tipo de desenvolvimento ovocitário não é necessariamente uma característica fixa de cada espécie. Além disso, existe um problema em classificar a desova apenas com base no conhecimento do tipo de desenvolvimento ovocitário, pois, de acordo com DeVlaming (1983) a ovulação e a desova são eventos diferentes, e sob efeito de diferentes mecanismos de controle. Por isso, não é possível inferir com certeza o tipo de desova sem observação direta das fêmeas desovantes. Há casos, por exemplo, em que apesar de ocorrerem várias classes de diâmetro ovocitário nos ovários não ocorre desova parcelada, pois o lote mais maduro é eliminado e o restante reabsorvido (FOUCHER & BEAMISH, 1980). Podem ocorrer também casos em que quando um lote de ovócitos atinge o desenvolvimento completo, este permanece com seu desenvolvimento estagnado até que os outros ovócitos também atinjam o mesmo grau de desenvolvimento (ANDRIANOV & LISOVENKO, 1983). Suzuki (1992) relata que este último mecanismo ocorre para 13 espécies do alto rio Paraná. No presente caso, para *C. modestus*, observa-se que lote de ovócitos menos desenvolvidos está participando

ativamente para o desenvolvimento do mais desenvolvido que será eliminado na desova única. Em *C.cf. nagelii* e *S. insculpta*, os agrupamentos das distribuições das frequências de diâmetros ovocitários apresentam apenas uma moda, no diâmetro 30 d.o.m., que por sua vez está situada em um diâmetro em que os ovócitos já são considerados maduros, ou seja, prontos para a desova. Portanto, estas duas espécies devem apresentar o mesmo tipo de desenvolvimento sincrônico em dois grupos, mas os ovários analisados não apresentaram ovócitos em fases menos desenvolvidas. Este fato, aliado a presença de um grupo pequeno de ovócitos ainda em início de vitelogênese também sugerem desova do tipo total para estas duas espécies. Segundo estudos sobre a reprodução dos curimatídeos, os peixes dessa família em geral apresentam período longo de reprodução e desova parcelada com picos nos meses que apresentam os maiores valores de temperatura e pluviosidade, como verificado por Barbieri (1995), Holzbach *et al.* (2005), Ribeiro *et al.* (2007) e Romagosa *et al.* (1984), embora Alvarenga *et al.* (2006) tenham encontrado dados que indicam desova total no caso do saguiri *Curimatella lepidura*, resultado semelhante ao constatado neste estudo para as espécies *C. modestus*, *C.cf. nagelii* e *S. insculpta*. O pequeno diâmetro dos ovócitos, a alta fecundidade e sazonalidade na desova também são características típicas dos desovadores totais (LOWE-McCONNEL, 1999) apresentadas pelas três espécies analisadas.

Vários fatores podem levar ao desenvolvimento de desova do tipo total em uma espécie. Para Wootton (1984), o sucesso reprodutivo dos peixes depende de quando e onde eles se reproduzem e dos recursos alocados. Portanto, os peixes tenderiam a escolher o período em que é maximizada a geração de descendentes. A duração e o momento da desova são dois fatores críticos da estratégia de vida dos organismos vivos, e não são influenciadas apenas pelas condições físicas e oferta de alimento, mas também pela predação e competição intra ou interespecífica. Também é bastante discutida na literatura a influência de fatores bióticos e abióticos como fotoperíodo, temperatura, nível fluviométrico e disponibilidade de alimento sobre o processo reprodutivo. A sincronização dos ciclos anuais com as estações do ano acontece em resposta às condições ambientais, sendo que seu ritmo representa uma interação entre vários fatores endógenos e exógenos. Essa sincronização é alcançada pela interpretação do sistema neuroendócrino sobre os fatores ambientais (VAZZOLER & MENEZES, 1992) e cada fase do ciclo pode ser estimulada por sinais

diferentes (BYE, 1984). Fotoperíodo e temperatura não devem atuar como fatores limitantes da reprodução para peixes tropicais, por isso, acredita-se que a disponibilidade de alimento tenha papel marcante na determinação do ritmo reprodutivo. Nos ambientes tropicais, alterações do nível fluviométrico podem causar alterações na disponibilidade de alimento, pois o início das cheias provoca um aumento na disponibilidade de nutrientes. Com esse aporte de nutrientes a produção primária também se eleva e o desenvolvimento das gônadas tem que começar antes para que as larvas aproveitem tais condições (VAZZOLER & MENEZES, 1992). Outros parâmetros e variáveis aos quais os peixes estão submetidos também afetam o ciclo reprodutivo. Alta condutividade (KIRSCHBAUM, 1979) e a amônia (JOHNSON, 1963; CHEN & MARTINICH, 1979) podem inibir a desova, enquanto baixa concentração de cálcio na água pode impedir a inibição (ALKINS, 1987). Por isso, especula-se que o início das chuvas e consequente diluição nos níveis de amônia podem levar à desova no período das cheias (ALKINS-KOO, 2000), como verificado por Braga *et al* (2008). Diversos estudos indicam que quando as condições físicas permitem, as vantagens de um período de reprodução longo superam as de um período curto altamente sincronizado. Contudo, os ostariofísios demonstram ser altamente sazonais, iniciando a reprodução no início da estação chuvosa (KRAMER, 1978). Esse parece ser o caso das três espécies em estudo, pois, embora sejam abundantes em ambientes represados, segundo Godoy (1975), todas apresentam migrações reprodutivas na bacia do alto rio Paraná, tendo sido observadas em migrações massivas na região de Cachoeira de Emas (Pirassununga – SP), com desova ocorrendo no período que vai de novembro a janeiro. O mesmo autor observa que estas espécies também podem se reproduzir em açudes durante o período chuvoso, realizando pequenas migrações laterais através de pequenos ribeirões que desaguam nos açudes. Ainda, de acordo com WOOTTON (1992), os padrões de história natural apresentados por um peixe não dependem apenas das circunstâncias ecológicas presentes atualmente ou num passado recente, mas também do *pool* genético. A desova total é comum em peixes potamódromos, devido à existência de um período do ciclo hidrológico que é ideal para o desenvolvimento dos ovos e larva.

Os valores encontrados para a fecundidade neste estudo para *C. modestus* (4.800 a 44.175), para *C. cf. nagelii* (11.075 a 43.275) e para *S. insculpta* (13.800 a 48.075) correspondem àqueles relatados na literatura disponível para outras

espécies da família Curimatidae. De acordo com estudos realizados, a fecundidade absoluta de certas espécies de curimatídeos pode variar de 21.666 a 61.466 ovócitos para *Curimatella lepidura* (SAMPAIO & SATO, 2007), de 4.380 a 15.880 para *Steindachnerina elegans* (NOMURA & TAVEIRA, 1979) ou 12.749 a 75.734, em *Cyphocharax gilberti* medindo de 13,2 a 20,6 cm (ROMAGOSA *et al.*, 1984). Segundo Nikolsky (1963), a disponibilidade de alimento é apontada como um dos principais fatores que interferem na fecundidade, além do número de vezes que o peixe desovou, temperatura e altitude, entre outros. Ainda, para Wootton (1992), a fecundidade também varia de acordo com o tamanho, e, em última análise, depende principalmente do volume disponível na cavidade celomática para alojar os ovários maduros. Tanto a fecundidade quanto o diâmetro dos ovócitos maduros são táticas que apresentam muitas variações. Estas variações podem ocorrer em nível inter e intra específicas, entre diferentes latitudes, entre períodos reprodutivos sucessivos e entre indivíduos de um mesmo tamanho em um mesmo período. Não há uma tendência de peixes maiores produzirem ovócitos maiores, apesar de a fecundidade aumentar com o crescimento. Se considerarmos grupos com comportamentos reprodutivos semelhantes, observa-se que os níveis de fecundidade são semelhantes dentro de cada grupo, sendo maior nas espécies migradoras e menor nas que tem fecundação interna. Em geral, as migradoras tem fecundidades elevadas e diâmetros médios, e as não migradoras tem ovócitos pequenos e fecundidades baixas (VAZZOLER, 1996).

No presente trabalho, os valores da relação gonadossomática aumentaram gradualmente de acordo com o grupo de desenvolvimento de ovócitos em *C. modestus*. Como a relação gonadossomática é um índice que indica o grau de desenvolvimento do ovário (WEST, 1990), grupos mais desenvolvidos apresentam valores da relação gonadossomática mais altos. Ainda, comparações entre peixes de diferentes tamanhos podem ser feitas, pois segundo Le Cren (1951), a relação gonadossomática não muda com o tamanho. Como a fecundidade está associada ao desenvolvimento dos ovários em peixes, tanto o número total de ovócitos, incluindo os em desenvolvimento (N'), como os que caminham para o desenvolvimento final (N) tende a aumentar em concordância com o aumento da RGS, fato observado nos seis grupos de *C. modestus*. Nas espécies *C. cf. nagelii* e *S. insculpta*, foi verificado nas distribuições que havia poucos ovócitos ainda imaturos, sendo que a maioria deles apresentava medidas diamétricas iguais ou

maiores do que o diâmetro mínimo estipulado em que estão prontos para serem eliminados. Em consequência disso, apresentaram valores considerados altos de RGS (16,7% e 17,4% respectivamente), próximos dos grupos mais desenvolvidos de *C. modestus* (18,11% e 19,01% para os grupos V e VI). De acordo com Vazzoler (1996), nos momentos que antecedem a desova, em geral, a RGS atinge valores entre 15% e 25%. Para os peixes da bacia do rio Paraná, VAZZOLER & AGOSTINHO (1991a) estabeleceram que os valores máximos de RGS para 80 espécies variam de 2,94% a 28,39%. A relação entre desenvolvimento dos ovócitos e a RGS corrobora a dinâmica ovocitária em decorrência do acúmulo de vitelo no ovócito (WEST, 1990) e a correlação positiva entre a fecundidade e o comprimento ou peso do peixe são evidências de fêmeas maiores serem mais fecundas (WOOTTON, 1992). Braga *et al.* (2007) encontraram forte correlação ($P < 0,05$) entre a RGS e a fecundidade para *Characidium lauroi* e *C. alipioi* e Braga *et al.* (2009) encontraram valores mais baixos da RGS em ovários em desenvolvimento e mais altos para ovários mais desenvolvidos para *Neoplecostomus microps*. Em *C. modestus*, espécie na qual a correlação entre a relação gonadossomática e o número total de ovócitos em desenvolvimento foi altamente significativa ($P < 0,01$), verifica-se o desenvolvimento sincrônico de ovócitos em diferentes etapas de amadurecimento, culminando nos grupos V e VI, nos quais predominam ovócitos maduros e com diâmetros grandes.

Houve correlação entre a fecundidade absoluta e o comprimento padrão e peso total para as três espécies de curimatídeos analisadas. Romagosa *et al.* (1984), observaram que os valores de diâmetro médio dos ovócitos, índice gonadossomático e estágio de maturação apresentam uma correlação positiva entre eles para a espécie *Cyphocharax gilberti*. Esses mesmos autores testaram a correlação entre comprimento, peso do corpo e peso da gônada em relação à fecundidade, concluindo que a melhor correlação ocorre entre fecundidade e peso da gônada, seguido pela relação entre fecundidade e peso do corpo. Nomura & Taveira (1979) observaram uma correlação negativa entre tamanho ou peso das fêmeas e número de ovócitos. A fecundidade é uma característica que apresenta-se muito variável entre indivíduos da mesma espécie nas mesmas amplitudes de comprimento ou peso (WOOTTON, 1992). Isso se deve ao fato de o processo de desenvolvimento dos ovócitos ser contínuo, fazendo com que indivíduos numa

mesma amplitude de comprimento apresentem ovários em diferentes fases de desenvolvimento. Contribui também o fato de que a espécie que possui desova parcelada (fracionada ou múltipla) já pode ter eliminado uma fração de ovócitos maduros, diminuindo o volume de ovócitos depositados nos ovários. Portanto, mesmo ocorrendo correlação entre a fecundidade e o comprimento ou peso, a variabilidade na correlação pode ser elevada. Nesse caso, pretendendo-se fazer a fecundidade da população, o melhor ajuste a ser feito não é o de uma regressão ordinária do tipo $Y = A + BX$, mas o de uma regressão geométrica ou funcional (RICKER, 1975; 1979), representada por $Y = \mu + VX$, que melhor irá se ajustar aos dados de fecundidade e comprimento ou peso. Gennari Filho e Braga (1996) ajustaram regressões funcionais aos dados de fecundidade e peso total, peso do ovário e comprimento padrão, para fêmeas de *Astyanax bimaculatus*, que representaram melhor forma de ajuste.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das espécies de saguirus analisadas, *C. modestus* apresentou um período reprodutivo mais longo, que se estende pelas estações seca e chuvosa, ao passo que *C. cf. nagelii* e *S. insculpta* apresentaram atividade reprodutiva mais intensa no período chuvoso. O desenvolvimento dos ovários de maneira sincrônica em dois grupos, evidente em *C. modestus*, indica a presença de ovócitos de menor diâmetro, que com o processo de amadurecimento irão compor o lote maduro, sendo posteriormente eliminados no período reprodutivo. O mesmo parece ocorrer com *C. cf. nagelii* e *S. insculpta*, nos quais o lote único de ovócitos mais desenvolvidos também indica uma desova total.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AES-TIETÊ. Disponível em: <http://www.aes-tiete.com.br> (último acesso em 14/10/2007).
- AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO JR., H.F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. p.374-400 *In: Lowe-McConnell, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.* São Paulo: EDUSP, 535p., 1999.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil.** EDUEM, Maringá, 2007.
- ALKINS, M. **Seasonality and fish reproduction in a intermittent stream.** PhD Thesis, The university of the West Indies, Trinidad. 428 pg., 1987.
- ALKINS-KOO, M. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. **Env.Biol. Fish.**, v.57, p.49-66, 2000.
- ALVARENGA, E. R.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.2, p. 314-322, 2006.
- ANDRIANOV, D. P. & LISOVENKO, L. A. New data on the reproductions on the Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus* (merluccidae). **J. Ichthyol.**, v.23, n.4, p.62-72, 1983.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M., FORSBERG, B. R., VICTORIA, R. and MARTINELLI, L. Energy sources for detritivorous for fishes in the Amazon. **Science**, v.234, n.4781, p. 1256-1258, 1986.
- BARBIERI, G. Biologia populacional de *Cyphocharax modesta* (Hensel, 1869) (Characiformes, Curimatidae) da Represa do Lobo (Estado de São Paulo). II Dinâmica da reprodução e influência de fatores abióticos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, n.2, p. 57-62, 1995.
- BOWEN, S. H. Detritivory in neotropical fish communities. **Environmental Biology of Fishes**, v.9, n.2, p.137-144, 1983.
- BRAGA, F. M. S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, estados do Maranhão e Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira Biologia**, v.50, n.3, p.547-558, 1990.
- BRAGA, F. M. S., SOUZA, U. P., CARMASSI, A. L. Dinâmica populacional de *Characidium lauroi* e *C. alipioi* (Teleostei: Crenuchidae), na microbacia do Ribeirão

Grande, Serra da Mantiqueira oriental, Estado de São Paulo. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.29, n.3, p.281-287, 2007.

BRAGA, F. M. S. GOMIERO, L. M. e SOUZA, U. P. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo). **Maringá**, v.30, n.4, pg. 455-463, 2008.

BRANDIMARTE, A. L., ANAYA, M. & SHIMIZU, G. Y. Downstream impact of Mogi-Guaçu River damming on the benthic invertebrates (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.17, n.1, p. 27-36, 2005.

BURT, A., KRAMER, D. L., NAKATSURU, K. & SPRY, C. The time of reproduction in *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Characidae) with a discussion on the biology of "multiple spawning" in fishes. **Env. Biol. Fish.**, v.22, pg.15-27, 1988.

BYE, V. J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In:WOOTTON, R. J. **Fish reproduction strategies and tactics**. New York: Chapman & Hall, pg.188-205, 1984.

CARMASSI, A. L.; SILVA, A. T.; RONDINELLI, G. R.; BRAGA, F. M. S. Population biology of *Cyphocharax modestus* (Osteichthyes, Curimatidae) in the Ribeirão Claro stream, Rio Claro (SP). **Biota Neotropica**, v.8, n.1, Jan./Mar. 2008.

CASTRO, R. M. C.; MENEZES, N. A. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Vol. 6. (R.M.C. Castro, ed.). São Paulo: WinnerGraph, p. 1-13, 1998.

CASTRO, R. M. C. & ARCIFA, M. S. Comunidades de peixes reservatórios no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.47, n.4, p.493-500, 1987.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; TRINDADE, M. L. B.; CORRÊA, M. R.; SANTOS, S. C. A. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, v.23, n.2, p.225-231, 2005.

CHEN, L. & MARTINICH, R. L. Pheromonal stimulation and metabolic inhibition of ovulation in the zebrafish, *Brachdanio rerio*. p.394-398. In: LOVE, M. S. & CAILLET, G. M. (ed) **reading in Ichthyologys**, goodyear, San Francisco, 1979.

CRIPPA, V. E. L. & HAHN, N. S. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. **Neotropical Ichthyology**, v.4, n.3, p.357-362, 2006.

- DeVLAMING, V., GROSSMAN, G. & CHAPMAN, F. On the use of the gonossomatic index. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.73A, p.31-39, 1982.
- FOUCHER, R. P. & BEAMISH, R. J. Production of non viable oocytes by Pacific hake (*Merluccius productus*). **Can. J. Fish Aquat. Sci.**, n.37, p. 41-48, 1980.
- FUGI, R.; HAHN, N. S., & AGOSTINHO, A. A. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná river. **Environmental Biology of Fishes**, v.46, p. 297-307, 1996.
- GEISLER, R. & ANNIBAL, S. R. Ecology of the cardinal-tetra *Paracheirodon axeroldi* (Pisces:Characoidea) in the river basin of the Rio Negro/Brazil as well as breeding-related factors. **Anim. Res. Dev.**, v.23, pg.7-39, 1986.
- GENNARI FILHO, O. & BRAGA, F. M. De S. Fecundidade e desova de *Astyanax bimaculatus* e *A. Schwartzi*, (Characidae, Tetragonopterinae), na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP), **Revista Unimar**, v.18, n.2, p. 241-254, 1996.
- GIORA, J. & FIALHO, C. B. Biologia alimentar de *Steindachnerina brevipinna* (Characiformes, Curimatidae) do rio Ibicuí-Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., v.93, n.3, p.277-281, 2003.
- GODOY, M. P. **Peixes do Brasil**. Subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu, v.III, p. 399-628, Ed. Franciscana, Piracicaba, 1975.
- GONÇALVES, C. S. **Biologia alimentar da ictiofauna na área de influência do reservatório da usina Mogi Guaçu e lagoas marginais da Estação Ecológica – Fazenda Campininha (SP)**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- GONÇALVES, C. S. & BRAGA, F. M. S. Diversidade e ocorrência de peixes na área de influência da UHE Mogi Guaçu e lagoas marginais, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v.8, n.2, p.103-114, 2008. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?article+bn02008022008>.
- HOLSBACH, A. J., BAUMGARTNER, G., BERGMANN, F., REZENDE NETO, L. B., BAUMGARTNER, D., SANCHES, P. V., GUBIANI, E. A. Caracterização Populacional de *Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez, 1948) (Characiformes, Curimatidae) no rio Piquiri. **Acta Scientiarum Biol. Sci.**, v.27, n.4, p.347-353., 2005.
- JOHNSON, R. P. Studies on the life history of the big mouth buffalo *Ictiobus cypinellus* (Valenciennes). **J. Fish. Res. Board Can.**, v.20, pg.1397-1429, 1963.

- KIRSCHBAUM, F. Reproduction of the weakly electric fish *Engenmania virescens* (Rhamphichthyidae, Teleostei) in captivity. **Beh. Ecol. Sociobiol.**, v.4, pg.331-355, 1979.
- KRAMER, D.L. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, v.59, n.5, pg.976-985, 1978.
- LANGANI, F., CASTRO, R. M. C., OYAKAWA, O. T., SHIBATTA, O. A., PAVANELLI, C. S. & CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotrop.** v.7, n.3, 2007. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn03407032007>.
- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Animal Ecology**, v.20, n.2, pg.201-219, 1951.
- LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora USP, 535pg., 1999.
- MIOTO, J. A.; SIMÕES, N. S.; MANO, V. G. T. **Caracterização das pequenas centrais hidrelétricas**. In Pequenas centrais hidrelétricas no estado de São Paulo. Páginas e Letras, São Paulo, 281p., 200.
- NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. Academic press, London and New York, 352p., 1963.
- NIKOLSKII, G. V. **Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources**. Oliver & Boyd. Edin Burgh, 323p, 1969.
- NOMURA, H. & TAVEIRA, A. C. D. Biologia do Sagüiru *Curimatus elegans* Steindachner, 1874 do rio Mogi Guaçu, São Paulo (Osteichthyes, Curimatidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.39, n.2, p.331-339, 1979.
- PAIVA FILHO, A. M. & ROSSI, L. Estudo sobre a fecundidade e desova de *Paralichthys brasiliensis* (Steindachner, 1875), população SP (Osteichthyes, Sciaenidae). **Rev. Bras. Biol.**, v.40, n.2, p.241-247, 1980.
- RIBEIRO, V. M. A., SANTOS, G. B. & BAZZOLI, N. 2007. Reproductive biology of *Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez) (Teleostei, Curimatidae) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24(1): 71-76.
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations, **Bull. Fish Res. Board Can.**, n.191, 382p. Ottawa, 1975.

- RICKER, W. E. Growth rates and models. *In*: "Fish physiology, vol VIII. Bioenergetics and growth" (HOAR, W. S., RANDALL, D. J. & BRETT, J. R., eds). Academic Press, New York and London, p 677-743, 1979.
- ROMAGOSA, E., GODINHO, H. M., NARAHARA, M. Y. Tipo de desova e fecundidade de *Curimatus gilberti* (Quoy e Gaimard, 1824), da Represa de ponte Nova, alto Tietê. **Revista Brasileira de Biologia**, v.44, n.1, p.1-8, 1984.
- SAMPAIO, E. V. & SATO, Y. 2007. Desova induzida e aspectos reprodutivos de *Curimatella lepidura* (Eig. & Eig., 1989) (Osteichthyes, Characiformes), espécies endêmica da bacia do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Zoociências** v.9, n.2, p137-144, 2007.
- SELMAN, K., WALLACE, R.A. Gametogenesis in *Fundulus heteroclitus*. **Amer. Zool.**, v.26, p.173-192, 1986.
- SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 350p., 1975.
- SILVA, N. B., GURGEL, H. C. B. & SANTANA, M. D. Histologia do sistema digestório de Sagüiru *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.31, n.1, p.1-8, 2005.
- SLOTTE, A. Differential utilization of energy during wintering and spawning migration in the Norwegian spring-spawning Herring. **Journal of Fish Biology**, v.54, p.338-355, 1999
- SMITH, W. S., ESPÍNDOLA, E. L. G., PEREIRA, C. C. G. F. & ROCHA, O. Impactos dos reservatórios do médio e baixo rio Tietê (SP) na composição das espécies de peixes e na atividade de pesca. *In*: Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado (Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, orgs.). RIMA, São Carlos, p. 57-72, 2002.
- SMITH, W. S., PEREIRA, C. C. G. F., ESPÍNDOLA, E. L. G. & ROCHA, O. A importância da zona litoral para a disponibilidade de recursos alimentares à comunidade de peixes. *In*: Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos (R. Henry, org.). RIMA, São Carlos, p. 233-248, 2003.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Roma: FAO Documento Técnico Sobre as Pescas. Rev. 2, 404p., 1997.
- SUZUKI, H. I. **Variações na morfologia ovariana e no desenvolvimento de folículo de espécies de peixes telósteos da bacia do rio Paraná, no trecho entre**

a foz do rio Paranapanema e a do rio Iguaçu. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, 140p., 1992.

Suzuki, Hl., Pelicice, FM., Luiz, EA., Latini, JD. and Agostinho, AA. Estratégias reprodutivas da assembléia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. In Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD. (Org.).

A planície alagável do rio Paraná: estrutura e processos ambientais. Maringá: PELD, 2002. Relatório anual. Available from: <<http://www.peld.uem.br>>. Access in: 01 de outubro de 2010.

TEIXEIRA, J. L. A. & GURGEL, H. C. B. Dinâmica da nutrição e alimentação natural de *Steindachnerina notonota* (Miranda-Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), Açude de Riacho da Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. **Rev. bras. Zoociências**, Juiz de Fora, v. 6, n.1, p.19-28, julho 2004.

VARI, R. P. **A Phylogenetic study of the neotropical characiform family Curimatidae (Pisces: Ostariophysi).** Smithsonian Contributions to Zoology, Washington, n. 471, 71p, 1989.

VARI, R. P. **Systematics of the Neotropical Characiform Genus Steindachnerina Fowler (Pisces: Ostariophysi),** Smithsonian Contributions to Zoology, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., n.507, 148p., 1991.

VARI, R. P. **Systematics of the Neotropical Characiform Genus Cyphocharax Fowler (Pisces: Ostariophysi).** Smithsonian Contributions to Zoology, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., n.529, 128p. 1992.

VARI, R. P. Family Curimatidae – toothless characiforms. In: **Check list of the freshwater fishes of south and central America** (REIS, R. E. KULLANDER, S. O. & FERRARIS Jr. C. J., orgs.). Edipucrs, Porto Alegre, p. 51-64, 2003.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes – reprodução e crescimento.** CNPq, Programa Nacional de Zoologia, Brasília, 108p, 1981.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** EDUEM, Maringá, 169p., 1996.

VAZZOLER, A. E. A. de M. & AGOSTINHO, A. A. Uma nova abordagem da relação gonadossomática aplicado a teleósteos do alto rio Paraná. In: Encontro Brasileiro de ictiologia, 9, Maringá/PR, 1991. Resumos. Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, p.51, 1991a.

VAZZOLER, A. E. A. de M. & MENEZES, A. N. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei:Ostariophysi). **Rev. Brasil. Biol.**, v.52, n.4, pg.627-640, 1992.

WALLACE, R. A. & SELMAN, K. Celular and dynamics aspects of ovocyte growth in teleosts. **Amer. Zool.**, v. 21, p. 325 – 343, 1981.

WEST, G. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. **Aust. J. Mar. Freshwater res.**, v. 41, p. 199-222, East Melbourne, 1990.

WOOTTON, R. J. Introduction: Strategies and tactics in fish reproduction. *In*: **Fish Reproduction strategies and tactics**. New York: Chapman & Hall, pg.2-12, 1984.

WOOTTON, R. J. **Fish Ecology**. New York: Chapman & Hall, 210p., 1992.

Orientador - Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga

Co- orientadora - MSc. Cristina Silva Gonçalves

Autor - Alexandre Peressin