

JULIANO PILOTTO ABELARDINO DA SILVA

**REPRODUÇÃO DE *Astyanax aff. fasciatus* EM TRÊS
RESERVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

CURITIBA

2009

JULIANO PILOTTO ABELARDINO DA SILVA

**REPRODUÇÃO DE *Astyanax aff. fasciatus* EM TRÊS
RESERVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

Monografia apresentada junto ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, disciplina de Estágio em Biologia Celular (BC 013), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro

CURITIBA

2009

Dedico este trabalho a cada peixe coletado para os fins desta pesquisa que, inconscientemente e involuntariamente, contribuiu para o nosso conhecimento acerca de sua biologia. Espero que o esforço para a compreensão dos processos ecológicos subsequentes do represamento de um rio possa de fato retribuir, com a garantia da vida, a muitos outros espécimes de peixes.

AGRADECIMENTOS

Todo fim de uma etapa da vida é merecedor de reflexões. Parte destas reflexões inclui o desejo de agradecer a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a concretização de uma etapa. Chego, com esta monografia concretizada no papel, ao fim de uma etapa, ao fim da minha graduação de Bacharel em Ciências Biológicas.

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais Valter e Vera, pela impressionante dedicação no meu processo educativo, me incentivando e me orientando incondicionalmente em todas as minhas dúvidas e decisões. Agradeço também pelo esforço em me proporcionar uma educação de qualidade que me deram subsídios para hoje eu estar terminando uma qualificação profissional em uma universidade de qualidade. E agradeço imensamente pelo senso ético de respeito e responsabilidade por qualquer forma de vida que eles incansavelmente têm me transmitido ao longo de minha vida. Talvez esta tenha sido a maior semente que germinou em mim a vontade de fazer-me biólogo. Agradeço também à minha irmã Mariana, pelo amor, carinho e cumplicidade que me fazem acreditar que a vida, e minha dedicação ao estudo da vida, valem a pena.

Agradeço também ao meu orientador e amigo Zão, que me fez pesquisador, me ensinou, com uma dedicação e cuidado admiráveis, quais são os passos e condutas de um processo investigativo, quais caminhos tomar e quais não tomar. Agradeço pela sua preocupação comigo, seus conselhos “extra-laboratoriais” que em muito me ajudaram a tomar decisões e amadurecer enquanto um profissional, um biólogo. Agradeço ao Elton (Bradock) pelos seus ensinamentos em Ecologia e Estatística, e pelo seu jeito companheiro e agradável de trabalhar junto. Agradeço ainda à Adriane (Nani) pelo incentivo a entrar para o Laboratório de Reprodução e Comunidade de Peixes e pela sua agradável companhia ao longo de boa parte da nossa pesquisa.

Registro aqui meu agradecimento ao Vinicius Abilhoa e toda equipe do Museu de História Natural do Capão da Imbuia pela parceria no projeto em que esta pesquisa está inserida e o esforço de coletar os peixes usados nesta pesquisa.

Por último, agradeço à minha namorada Fernanda e a todos os meus amigos que me proporcionaram amor, carinho e muita felicidade – fundamentais para minha “psiquê” e meu estado emocional estarem positivamente contribuindo com meu desempenho nos meus estudos para esta pesquisa.

Meu sincero obrigado a todos vocês.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	5
3.1 Área de Estudo.....	5
3.2 Coleta e análise dos dados.....	6
4. RESULTADOS	8
5. DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da região do Alto Rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil, localizando os reservatórios do Iraí (A), do Passaúna (B) e do Piraquara (C). (Produzido por: André Segura Tomasi)..... 5
- Figura 2.** Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí. As barras de erro indicam o desvio padrão..... 8
- Figura 3.** Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados..... 9
- Figura 4.** Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí..... 9
- Figura 5.** Corte histológico de ovário semidesovado de *Astyanax aff. fasciatus*. Folículo ovariano maduro no centro e folículos vazios (setas amarelas). Hematoxilina-Eosina, escala = 80µm.....10
- Figura 6.** Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Passaúna. As barras de erro indicam o desvio padrão 11
- Figura 7.** Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Passaúna. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras, (SD) fêmeas semidesovadas e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados..... 11
- Figura 8.** Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Passaúna..... 11
- Figura 9.** Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara. As barras de erro indicam o desvio padrão..... 12
- Figura 10.** Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras, (SD) fêmeas semidesovadas e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados..... 12
- Figura 11.** Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara..... 13

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Distribuição sazonal da proporção sexual de *Astyanax* aff. *fasciatus* nos reservatórios do Iraí, Passaúna e Piraquara. F = Fêmeas, M = Machos, *Diferença significativa..... 13
- Tabela 2.** Distribuição da proporção sexual por classes de comprimento de *Astyanax* aff. *fasciatus* nos reservatórios do Iraí, Passaúna e Piraquara. F = Fêmeas, M = Machos, *Diferença significativa..... 14

RESUMO

Reservatórios de abastecimento d'água, em contradição à sua importância sócio-econômica, têm se revelado obras de grande impacto ao ambiente em que são construídos, incidindo na composição e abundância das comunidades ictiícas ali presentes. Estudos do processo reprodutivo das espécies ictiícas destes ambientes são importantes ferramentas na compreensão de sua biologia e avaliação dos impactos gerados por tais obras. Este trabalho foi realizado em três reservatórios pertencentes à bacia hidrográfica do Alto Rio Iguaçu, sendo o mais recente o do Iraí, e os mais antigos os do Piraquara e do Passaúna, respectivamente. O estudo objetivou caracterizar a biologia reprodutiva de *Astyanax aff. fasciatus*, espécie endêmica da região. Foram realizadas coletas mensais de julho de 2006 a junho de 2007, utilizando redes de espera de malhagens distintas, com esforço de 24 horas. Dos exemplares coletados foram obtidos os dados morfométricos de comprimento total e peso total e das gônadas. Estas foram submetidas a análises macro e microscópica, determinando-se o sexo e o estágio de desenvolvimento gonadal. Através do Índice Gônado-Somático médio mensal foi traçada a curva de maturação para fêmeas da espécie. A análise temporal do processo reprodutivo de *Astyanax aff. fasciatus* determinou uma maior atividade reprodutiva nos períodos mais quentes do ano, ou seja, primavera e verão. As maiores frequências de fêmeas maduras, no reservatório do Iraí, deram-se entre os meses de Agosto a Dezembro, corroborando com as maiores médias de IGS verificadas no período de Agosto a Novembro e demonstrando um período reprodutivo bem determinado. A não observação de ovários no estágio semidesovado permitiu caracterizar desova total neste reservatório. No reservatório do Passaúna e do Piraquara ovários maduros e desovados foram observados ao longo do ano. Observou-se ainda nestes reservatórios, através da análise microscópica, ovários semidesovados, caracterizando a desova parcelada. Os valores mensais dos fatores de condição total (**K**) e somático (**K'**) mostraram-se em queda durante o período reprodutivo no reservatório do Iraí, com posterior ascensão no período pós desova. Observou-se uma maior diferença entre **K** e **K'** nos meses de Agosto a Dezembro, refletindo neste período um maior desenvolvimento gonadal. Para os reservatórios do Passaúna e do Piraquara, os valores médios dos fatores de condição **K** e **K'** apresentaram pouca variação ao longo de todo o ano. A variação entre o **K** e o **K'** reflete a variação do IGS. A pouca variação ao longo do ano (**K** e **K'**) reflete o fato de se ter capturado indivíduos reprodutivos o ano todo, não demarcando um período de recuperação da condição. No reservatório do Iraí, *Astyanax aff. fasciatus* apresentou crescimento alométrico negativo, enquanto que nos reservatórios do Passaúna e Piraquara a espécie apresentou crescimento alométrico positivo. Fêmeas predominaram sobre machos em número de indivíduos, variando a época do ano em que esta diferença mostrou-se significativa em cada reservatório. O reservatório do Passaúna não teve diferença significativa em nenhuma época. Machos predominaram nas menores classes de comprimento enquanto fêmeas, nas maiores. Os resultados permitem concluir que a espécie caracteriza-se pela sua plasticidade comportamental que a permite colonizar com sucesso ambientes represados e se manter abundante ao longo do processo de estabilização destes ambientes, desenvolvendo táticas reprodutivas distintas que refletem os diferentes graus de estabilização dos ambientes, sendo, possivelmente, a idade, os fatores bióticos e abióticos de cada reservatório predominantes na estruturação da comunidade de peixes e em cada local. A tentativa de compreender os fenômenos geradores das pressões ambientais que acabam por determinar táticas distintas para uma mesma espécie é de suma importância para qualquer ação de manejo destes ambientes alterados pelo homem.

1 INTRODUÇÃO

A escassez da água, que era considerada no passado recente como uma hipótese restrita a regiões áridas, hoje é compreendida como uma questão sócio-ambiental que assume uma importância estratégica em todas as regiões do mundo, dada a compreensão da água como um recurso natural renovável limitado, finito. No contexto atual, os recursos hídricos começam a ser entendidos como sinônimo de oportunidade de desenvolvimento, e que muito provavelmente será o grande limitador do crescimento humano (ANDREOLI *et al.* 2000).

A limitação na disponibilidade de água tornou-se mais evidente em grandes centros urbanos, uma vez que o grande e o rápido crescimento populacional provocam crises no abastecimento de água em inúmeras regiões do mundo. Esta carência na disponibilidade de água implica na construção de reservatórios destinados a equalizar as diferenças entre o abastecimento e o consumo humano (ANDREOLI *et al.* 2005).

Segundo ROSA FILHO (2002) o grande crescimento da população da região metropolitana de Curitiba fez com que fosse necessária a construção de reservatórios destinados ao abastecimento público. Esta região está localizada próxima às cabeceiras dos rios que formam a Bacia do Iguaçu, na Serra do Mar, que é o seu principal manancial de abastecimento (ANDREOLI *et al.* 2000).

Os mananciais captados na Serra do Mar, da ordem de 120 L/s, foram suficientes para abastecer Curitiba até o ano de 1945; época em que a população não ultrapassava 150000 habitantes. Nos últimos 60 anos, a cidade sofreu um acentuado processo de inchaço populacional, com desenfreado crescimento urbano e conseqüente aumento da demanda por abastecimento de água, tendo hoje uma população estimada em 1.828.092 de habitantes (IBGE 2008). Para atender tal demanda, a cidade de Curitiba e região metropolitana utilizaram-se da construção de três reservatórios de abastecimento: Piraquara, Passaúna e Iraí. A Barragem Piraquara foi inaugurada em 1979, a do Passaúna em 1986 e a do Iraí no ano de 2000 (SANEPAR *com. pess*)

Em contrapartida a esta crescente demanda por abastecimento de água, a construção de reservatórios e os procedimentos operacionais de manutenção das barragens têm se revelado fatores de grande impacto ao ambiente em que estão inseridos, incidindo sobre a composição e abundância das comunidades ictíicas ali presentes (AGOSTINHO *et al.* 2007; CESP 1998).

Os reservatórios são ambientes artificiais de natureza e dinâmica ainda pouco conhecidas e imprevisíveis. Sua curta história de ocorrência, com menos de 70 anos, ainda não permite concluir sobre a tendência a um estado de equilíbrio ou a um contínuo e longo processo de sucessão de espécies (GIDO *et al.* 2000).

Para que procedimentos de atenuação do impacto, provocado pelo represamento de um rio, sejam empregados e bem sucedidos, os estudos em reservatórios são importantes, uma vez que nos permitem acompanhar as mudanças que estão ocorrendo no local (LOWE-McCONNELL 1999). Para isto, estudos como caracterização da ictiofauna, assim como todos os trabalhos que, de alguma forma, abordem aspectos bióticos e/ou abióticos deste novo ecossistema, são essenciais.

A reprodução das espécies ictílicas em reservatórios tem sido objeto de estudo de diversos trabalhos (ABELHA & GOULART 2008, GRAY *et al.* 2000, HOJO *et al.* 2004, LOPES *et al.* 2000, SANTOS *et al.* 2005, SANTOS *et al.* 2006, VONO *et al.* 2002), considerando que o sucesso desta etapa do ciclo de vida é fundamental para a perpetuação destes organismos e conseqüente viabilidade da população. Ademais, estes estudos contribuem para o melhor entendimento acerca da biologia das espécies analisadas e sua relação com o ambiente que habitam, possibilitando avaliar estoques, subsidiar e normatizar a pesca e implementar planos de manejo quando necessário.

Tais análises são possibilitadas porque, geralmente, os eventos reprodutivos apresentam uma natureza cíclica, onde as fases de formação dos gametas, de desenvolvimento gonadal, de esvaziamento das gônadas e a posterior fertilização, estão sincronizadas com as alterações ambientais impostas pelas estações do ano. No entanto, as mais variadas formas de intervenção antropogênica nos ambientes aquáticos causam variações nos fatores ambientais que podem influenciar a atividade endócrina, possibilitando variações no uso de diversas táticas reprodutivas, as quais modulam o ciclo dos eventos reprodutivos. Assim, avaliar e compreender tais alterações impostas pela atividade humana torna-se de fundamental importância.

Sabe-se, hoje, que a interrupção na dinâmica hidrológica de um rio gera alterações nos atributos físicos e químicos, resultando na perda de biodiversidade e na redução de habitats, comprometendo os processos de dispersão e persistência populacional (AGOSTINHO *et al.* 2005; GUBIANI *et al.* 2007). Inicialmente, após o represamento, uma reestruturação da comunidade de peixes contribuirá para a redução e/ou o desaparecimento de espécies, além de provavelmente gerar um incremento de espécies adaptadas a ambientes lênticos

(AGOSTINHO *et al.* 2007), com alta tolerância fisiológica e adaptabilidade comportamental, conferindo-lhes plasticidade e, conseqüentemente, sucesso reprodutivo (DIAS *et al.* 2005, GRAY *et al.* 2000, LOPES *et al.* 2000, MAMMOLITI 2002).

A dinâmica sucessional (inicialmente a ocupação se faz por espécies oportunistas e posteriormente pelas especialistas), característica dos ambientes represados, nos remete a pensar que represas de idades distintas, além das suas diferenças intrínsecas (tamanho, profundidade, forma, tipo de sedimento, entre outras), apresentam-se em processos de sucessão distintos, gerando pressões diferenciadas sobre a estratégia reprodutiva de uma determinada espécie, que acaba por apresentar diferentes táticas reprodutivas de acordo com a variação temporal de cada represa.

Uma das espécies de maior abundância nos reservatórios da Bacia do Rio Iguaçu e objeto de estudo do presente trabalho é o lambari *Astyanax aff. fasciatus* (Cuvier, 1819). O gênero *Astyanax* (Linnaeus, 1758) tem sido documentado com alta dominância nos ambientes represados (AGOSTINHO *et al.* 1997; ABILHOA 2005), sendo compreendido por espécies que ocupam os mais diversos habitats nas bacias hidrográficas brasileiras (GARUTTI & BRITSKI 2000). Seu amplo espectro alimentar, otimizado pela abundância de alimento disponível após o represamento, a produção de numerosos e pequenos ovos de rápido desenvolvimento (DIAS *et al.* 2005) são algumas táticas que lhe confere sucesso ao colonizar ambientes represados. A redução de seus predadores nas fases iniciais de represamento também contribui para sua alta ocorrência.

Espécies de *Astyanax* apresentam-se amplamente distribuídas geograficamente na Bacia do Rio Iguaçu, que apresenta uma ictiofauna de poucas espécies, sendo a maioria de porte pequeno e médio. O total de 38% das espécies desta bacia hidrográfica foi registrado como endêmicas (ABILHOA 2005), incluindo a espécie *Astyanax aff. fasciatus*.

A referida espécie pertence ao complexo “*fasciatus*” de espécies, determinado por análises morfológicas (GARUTTI & BRITSKI 2000) e corroborado por evidências cromossômicas (ARTONI *et al.* 2006). A diversidade do grupo é condicionada, dentre outros aspectos, pela alta capacidade de dispersão (ARTONI *et al. op cit.*), sugerindo um provável processo de especiação (GURGEL 2004).

Dadas as considerações acima, o presente trabalho buscou investigar a ocorrência de diferenças nas táticas reprodutivas de *Astyanax aff. fasciatus* em três reservatórios.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo caracterizar o processo reprodutivo de *Astyanax aff. fasciatus* em três reservatórios de abastecimento de água de Curitiba e região metropolitana, sendo os reservatórios do Iraí, do Passaúna e de Piraquara, todos localizados na Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu e com idades distintas.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a época e o tipo de desova de *A. aff. fasciatus*, em cada reservatório, através da análise microscópica de ovários, da curva de maturação de fêmeas e da distribuição da frequência dos estádios de desenvolvimento ovariano;
- Determinar o tipo de crescimento da espécie em cada reservatório, a fim de relacioná-lo com as táticas reprodutivas;
- Determinar a variação dos fatores de condição total (K) e somático(K');
- Determinar a proporção sexual sazonal e por classe de comprimento da espécie analisada em cada reservatório.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Os três reservatórios estudados localizam-se ao sul do Trópico de Capricórnio, sul do Brasil, na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, pertencente ao grande complexo da Bacia Hidrográfica dos Rios Paraná - La Plata.

O Rio Iguaçu, com cerca de 72000 km², nasce ao leste do município de Curitiba - PR, percorrendo 1060 km até a sua foz no rio Paraná (ELETROSUL 1978 *in* JÚLIO Jr *et al.* 1997). Ao longo de sua bacia inúmeros reservatórios foram construídos, devido ao seu grande potencial hidrelétrico (JÚLIO Jr *et al. op cit.*) e pela necessidade no abastecimento público em centros urbanos.

A cidade de Curitiba e região metropolitana, compostas por 23 municípios, localizam-se na região do Alto Rio Iguaçu concentram, aproximadamente, 30% da população urbana do Estado do Paraná. Para atender à demanda por água, segundo XAVIER (2005), este centro urbano conta com o abastecimento dos reservatórios do Piraquara, Passaúna e Iraí, que atendem a 8%, 22% e 62% da população (Figura 1). Os 8% restantes são provenientes do aquífero Karst, localizado ao norte de Curitiba.

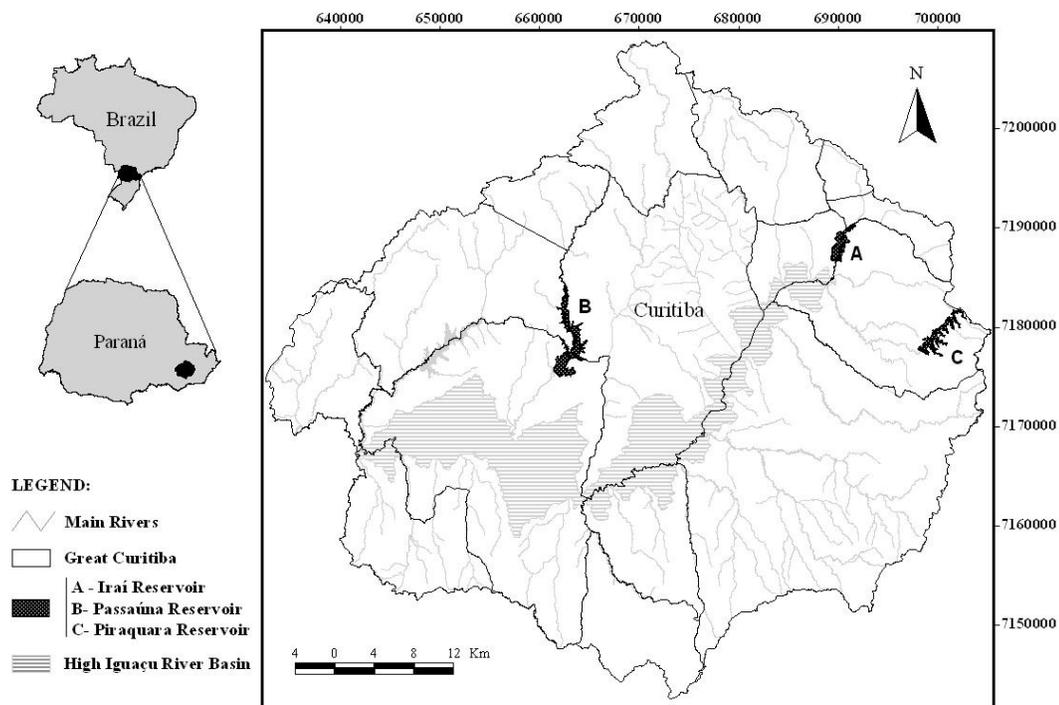


Figura 1. Mapa da região do Alto Rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil, localizando os reservatórios (A) do Iraí, (B) do Passaúna e (C) do Piraquara. (Produzido por: André Segura Tomasi)

De acordo com os dados fornecidos pela Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (*com. pess*) o Reservatório do Iraí foi formado em 2001 e apresenta uma área alagada de 14,7 km², profundidade média de 3,95 m, tempo de residência de 1,02 anos e localiza-se nas coordenadas UTM 22J 7.189.098 N e 687.061 E. O Reservatório do Passaúna foi formado em 1986, inundou uma área de 7,5 km², possui profundidade média de 6,5 m, tempo de residência de 0,8 ano e localiza-se nas coordenadas UTM 22J 7.179.264 N e 663.571 E. O reservatório do Piraquara foi inaugurado em 1979, sendo o mais antigo deles. Inundando uma área de 3,3 km², possui profundidade média de 7 m, localizado nas coordenadas UTM 22J 7.179.620 N e 699.801 E.

O clima da região analisada é subtropical úmido, mesotérmico, com verões amenos e sem uma estação seca de inverno bem definida (MAACK 1981). Segundo RIFFEL (2005), a região apresenta um regime de chuvas regular ao longo do ano, ocorrendo mais intensamente de janeiro a fevereiro, com média de precipitação anual de 1354 mm. As médias mínimas de temperatura estão entre 12°C e 13°C e as máximas entre 20°C e 21°C.

3.2 Coleta e análise dos dados

A obtenção do material biológico ocorreu através de coletas mensais realizadas em cada um dos reservatórios com a utilização de redes de espera de diferentes malhagens, armadas por 24 horas, no período de julho de 2006 a junho de 2007. Espécimes de *A. aff. fasciatus* não foram obtidos nos meses de abril e maio/2007 no reservatório do Piraquara; no mês de jun/2007 no reservatório do Passaúna e no mês de jul/2006 no reservatório do Iraí

Em laboratório, foram registrados os dados morfométricos de comprimento total (cm) e peso total (g) dos exemplares previamente identificados. Após a secção ventral dos espécimes, o sexo e o desenvolvimento gonadal foram determinados, macroscopicamente, de acordo com a escala proposta por VAZZOLER (1996) para fêmeas e por SANTOS *et al.* (2006) para machos.

As gônadas foram retiradas e pesadas e somente os ovários foram destinados à análise histológica, por serem as estruturas do parênquima ovariano maiores que do testicular, a análise dos ovários possibilita melhor acompanhar as modificações no desenvolvimento gonadal, permitindo a caracterização dos estádios de desenvolvimento do ovário e do tipo de desova.

Os ovários destinados à análise microscópica foram processados com técnica de rotina para microscopia de luz, sendo fixados em ALFAC e incluídos em parafina. Os cortes

histológicos foram corados com Hematoxilina-Eosina e a análise microscópica foi baseada na escala de desenvolvimento ovariano proposta por VAZOLLER (1996).

Através da distribuição da frequência percentual mensal dos estádios de desenvolvimento ovariano, baseada nas análises microscópicas, juntamente com a análise da curva de maturação, confeccionada a partir dos valores médios mensais do Índice Gônado-Somático (IGS), caracterizou-se o ciclo reprodutivo da espécie em cada reservatório, sendo que:

$$\text{IGS} = (\text{W}_0 / \text{W}_t) \times 100$$

onde: W_0 = peso das gônadas; W_t = peso total

Para relacionar a alocação energética com a reprodução, representando o bem estar das fêmeas em cada reservatório, determinou-se os fatores de condição total (K) e somático (K'), obtidos através das respectivas equações:

$$\text{K} = \text{W}_t / \text{L}_t^b \text{ e } \text{K}' = \text{W}_c / \text{L}_t^b$$

onde: W_t = peso total; L_t = comprimento total; W_c = peso do corpo ($\text{W}_t - \text{W}_{\text{ovário}}$)

A determinação do valor de b (LE CREN 1951), utilizado para determinar o tipo de crescimento, deu-se através da regressão obtida entre os valores logaritmizados de peso total (W_t) e de comprimento total (L_t), utilizando-se da expressão:

$$\text{W}_t = a \text{L}_t^b$$

onde: a = intercepto; b = coeficiente angular

A proporção sexual foi determinada, para cada reservatório analisado, através da frequência absoluta de machos e fêmeas por estações do ano e por classes de comprimento, testadas pelo método do Qui-quadrado (χ^2), com $p \leq 0,05$, de acordo com VAZZOLER (1996):

$$\chi^2 = \sum [(F - M)^2 / (F + M)]$$

onde: F = número de fêmeas; M = número de machos

As classes de comprimento foram determinadas pelo Postulado de Sturges (SOKAL & ROHLF 1981), expresso pela fórmula:

$$h = A/K$$

onde: $A = C_{t_{\max}} - C_{t_{\min}}$; $K = 1 + 3,2222 \cdot (\log N)$; N = número total da amostra

4 RESULTADOS

A análise dos dados, através da verificação da curva de maturação e da distribuição da frequência percentual mensal dos estádios ovarianos, indicou que a maior atividade reprodutiva deu-se na primavera e/ou verão.

No reservatório do Iraí o período reprodutivo deu-se entre os meses de agosto e dezembro, caracterizado pelas maiores médias de IGS mensal e com as maiores frequências de indivíduos maduros. Após este período foram observados os menores valores de IGS médio e um aumento na frequência de indivíduos em maturação e desovados (Figuras 2 e 3). Indivíduos semidesovados não foram observados neste reservatório, sendo caracterizada a desova total.

Astyanax aff. fasciatus apresentou crescimento alométrico negativo ($b = 2,4$), caracterizado por um incremento em peso menor do que em comprimento. Os valores mensais dos fatores de condição K e K' mostraram-se em queda no período reprodutivo com posterior ascensão no período pós-desova. Observou-se uma maior diferença entre K e K' nos meses de agosto a dezembro, em concordância com o período de maior desenvolvimento ovariano (Figura 4).

As fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* do reservatório do Iraí predominaram em número de indivíduos, representando 69,5% do total amostrado, sendo a diferença entre os sexos significativa no verão e no outono. Verificou-se a dominância de machos na menor classe de comprimento e de fêmeas nas demais classes (Tabelas 1 e 2).

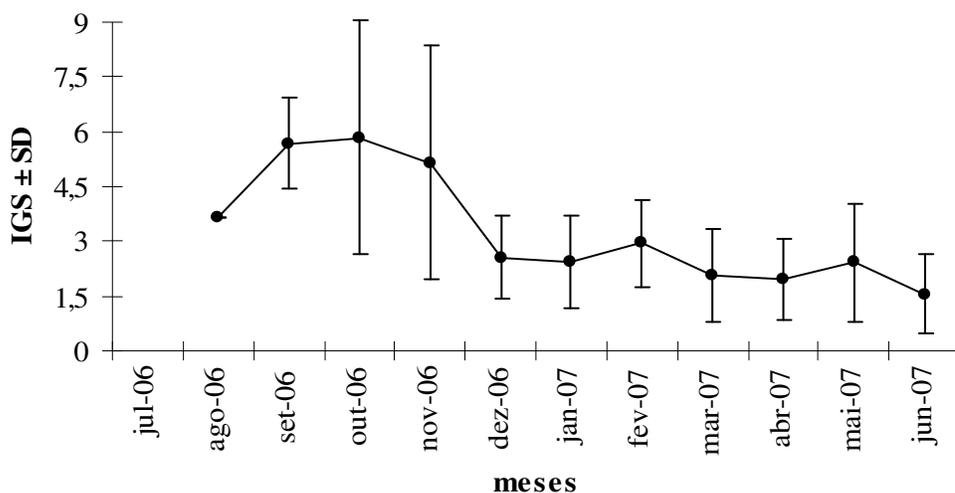


Figura 2. Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí. As barras de erro indicam o desvio padrão.

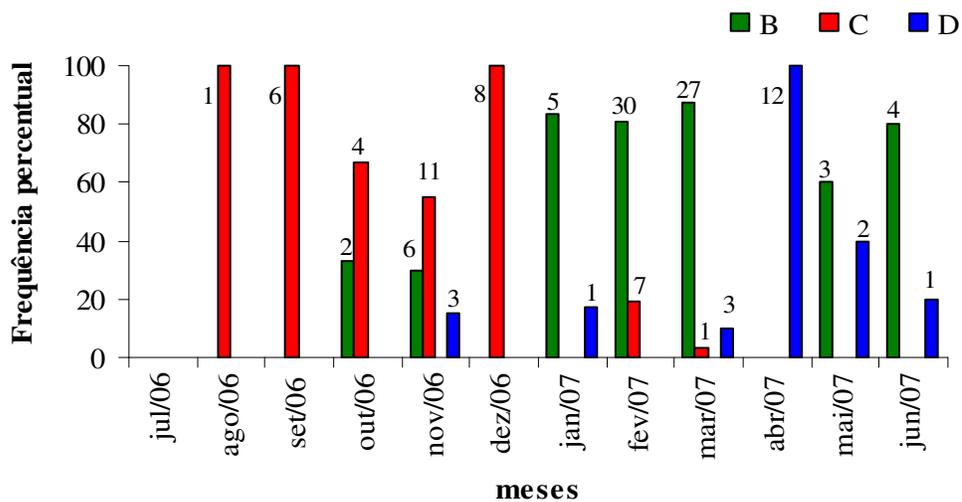


Figura 3. Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados.

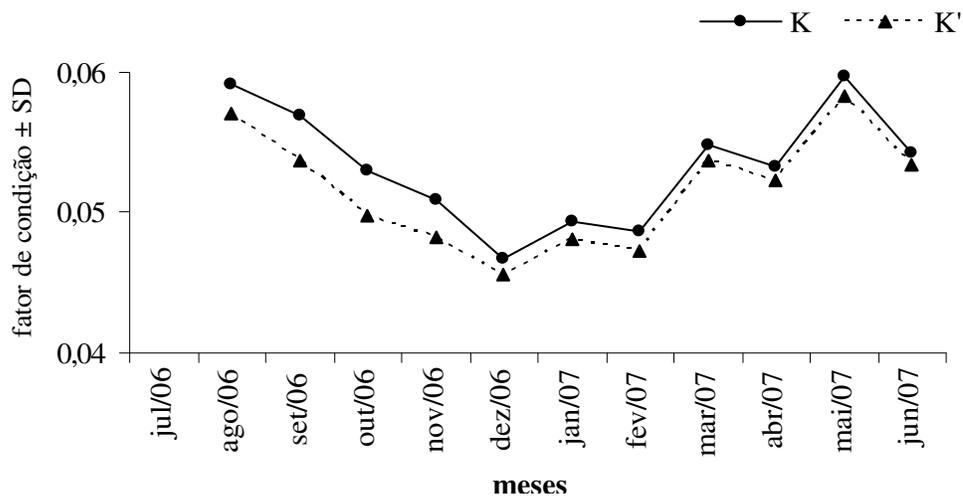


Figura 4. Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Iraí.

No reservatório do Passaúna os valores de IGS médio apresentaram-se elevados de outubro a fevereiro, caracterizando a época de maior atividade reprodutiva. Neste mesmo período verificou-se a maior frequência percentual de indivíduos maduros, ainda que presentes o ano todo. Nos períodos de julho a agosto de 2006 e de março a maio de 2007 foram observadas fêmeas semidesovadas (Figura 5) e em maturação, e uma maior frequência de desovadas, corroborando os menores valores de IGS médio mensal (Figura 6 e 7). A ocorrência de fêmeas semidesovadas permitiu caracterizar a desova como parcelada.

No reservatório do Passaúna, *Astyanax* aff. *fasciatus* apresentou crescimento alométrico positivo ($b = 3,3$), caracterizado por um maior incremento em peso do que em comprimento. Os valores médios dos fatores de condição **K** e **K'** apresentaram-se com pouca variação ao longo de todo o ano, tendo no período reprodutivo as maiores diferenças entre eles (Figura 8).

Com relação à proporção sexual, as fêmeas predominaram, em número, sobre os machos na primavera, no verão e no inverno, não havendo, entretanto, diferença significativa. O predomínio de machos foi evidenciado nas classes de comprimento menores e intermediárias, enquanto fêmeas predominaram nas maiores classes (Tabelas 1 e 2).

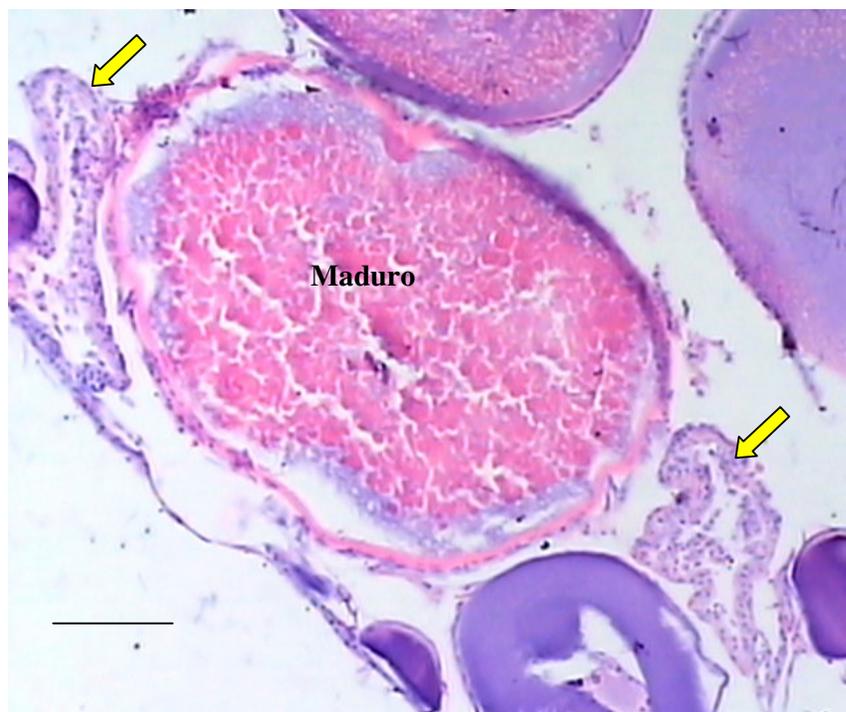


Figura 5. Corte histológico de ovário semidesovado de *Astyanax* aff. *fasciatus*. Folículo ovariano maduro no centro e folículos vazios (setas amarelas). Hematoxilina-Eosina, escala = 80 μ m.

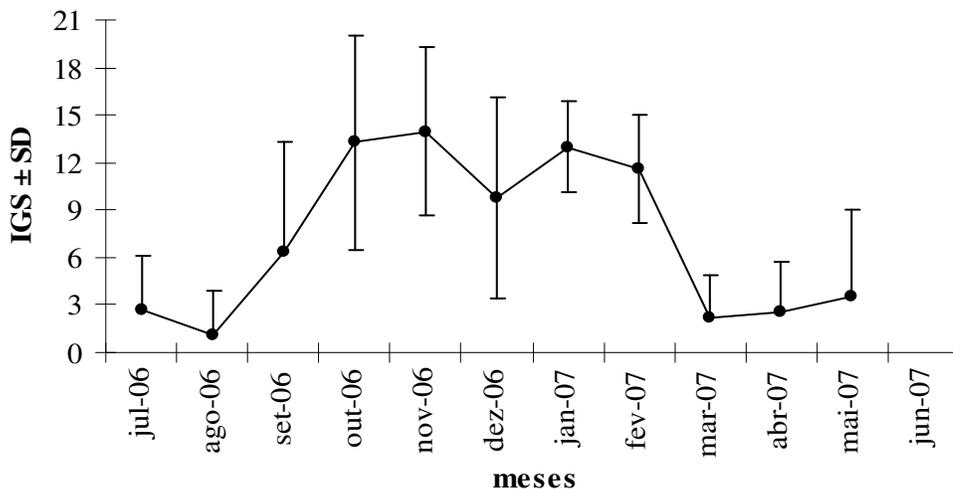


Figura 6. Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax* aff. *fasciatus* no reservatório do Passaúna. As barras de erro indicam o desvio padrão.

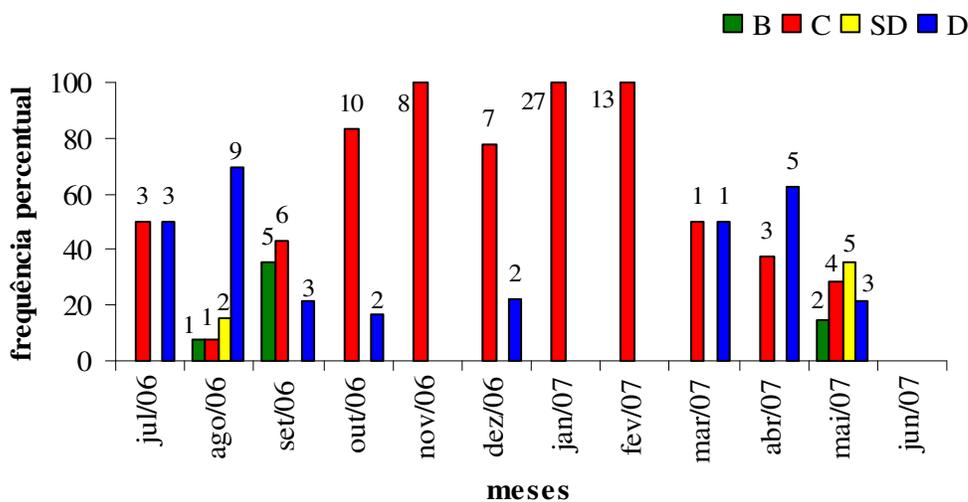


Figura 7. Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax* aff. *fasciatus* no reservatório do Passaúna. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras, (SD) fêmeas semidesovadas e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados.

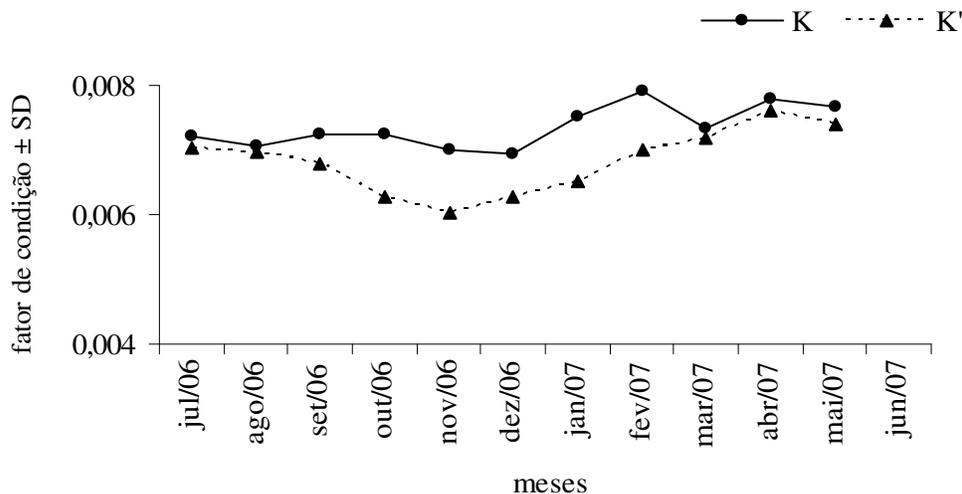


Figura 8. Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax* aff. *fasciatus* no reservatório do Passaúna.

A curva de maturação no reservatório do Piraquara mostrou as maiores médias de IGS no período de setembro a março (Figura 9). Indivíduos maduros foram observados durante todos os meses amostrados, exceto em junho, que foi representado por baixo valor de IGS médio e 100% de indivíduos desovados. Indivíduos semidesovados foram obtidos durante o estudo (Figura 10), caracterizando a desova como parcelada (Figura 5).

A espécie apresentou crescimento alométrico positivo ($b = 3,2$). Os fatores de condição K e K' mostraram queda dos valores no período de dezembro a fevereiro (Figura 11).

Fêmeas predominaram em número de indivíduos em todas as estações do ano, com diferença significativa apenas no Inverno. Indivíduos machos predominaram nas duas menores classes de comprimento, enquanto as fêmeas, nas demais (Tabelas 1 e 2).

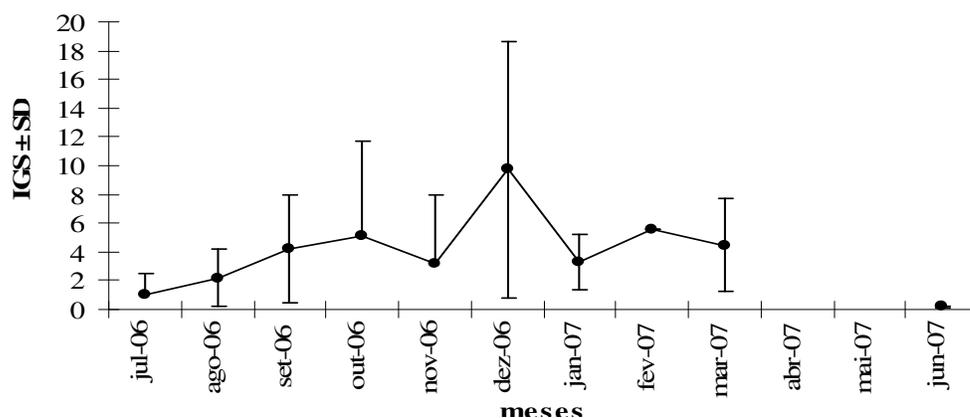


Figura 9. Curva de maturação de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara. As barras de erro indicam o desvio padrão.

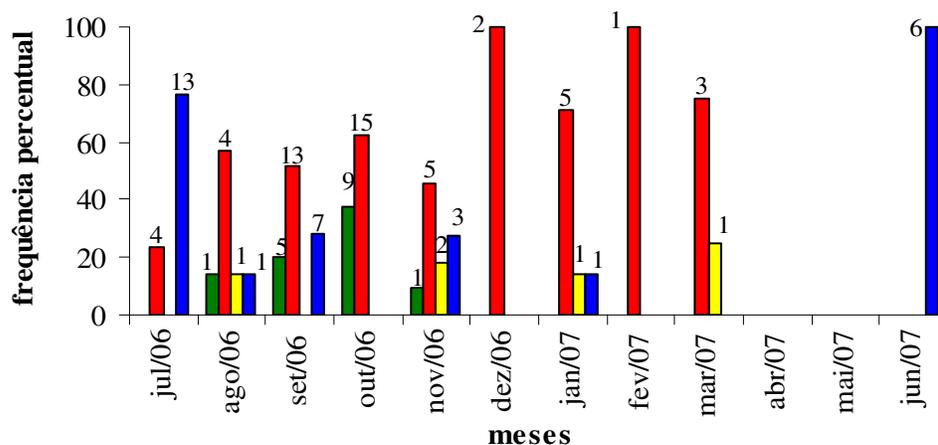


Figura 10. Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara. (B) fêmeas em maturação, (C) fêmeas maduras, (SD) fêmeas semidesovadas e (D) fêmeas desovadas. Os números em cada barra representam a frequência absoluta de indivíduos coletados.

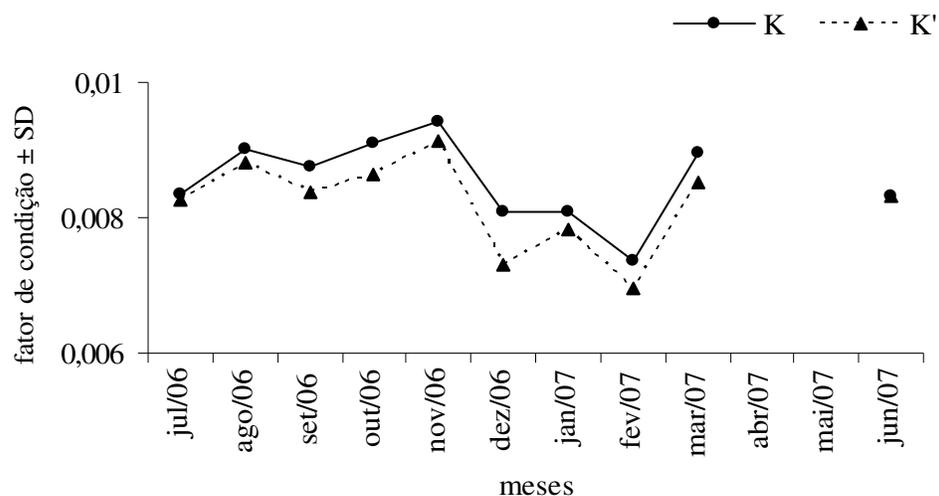


Figura 11. Distribuição mensal do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K') de *Astyanax aff. fasciatus* no reservatório do Piraquara.

Tabela 1. Distribuição sazonal da proporção sexual de *Astyanax aff. fasciatus* nos reservatórios do Iraí, Passaúna e Piraquara, de julho de 2006 a junho de 2007. F = Fêmeas, M = Machos, * Diferença significativa.

Estação	Iraí		Passaúna		Piraquara	
	F	M	F	M	F	M
Primavera	32	22	34	32	60	46
Verão	51	6 *	49	35	10	4
Outono	48	24 *	24	36	4	1
Inverno	6	8	19	15	30	16 *
Total	137	60	126	118	104	67

Tabela. 2. Distribuição da proporção sexual por classes de comprimento de *Astyanax aff. fasciatus* nos reservatórios do Iraí, Passaúna e Piraquara, de julho de 2006 a junho de 2007. F = Fêmeas, M = Machos, * Diferença significativa.

IRAI			PASSAÚNA			PIRAQUARA		
Classes	F	M	Classes	F	M	Classes	F	M
8,4 – 8,8	1	3	8,9 – 9,7	5	18	* 9,3 -10,2	19	36 *
8,9 – 9,3	6	4	9,8 – 10,6	19	28	10,3 -11,2	37	24
9,4 – 9,8	25	15	10,7 – 11,5	17	24	11,3 -12,2	39	4 *
9,9 – 10,3	21	15	11,6 – 12,4	9	11	12,3 -13,2	3	1
10,4 – 10,8	21	8	* 12,5 – 13,3	0	7	* 13,3 -14,2	0	0
10,9 – 11,3	25	13	13,4 – 14,2	9	19	14,3 -15,2	2	0
11,4 – 11,8	23	1	* 14,3 -15,1	46	10	* 15,3 -16,2	3	0
11,9 – 12,3	13	1	* 15,2 – 16,0	20	0	* 16,3 – 17,3	1	1
12,4 – 12,9	2	0	16,1 – 17	1	1			

5 DISCUSSÃO

A análise de parâmetros da atividade reprodutiva de *Astyanax aff. fasciatus* permitiu visualizar uma maior atividade reprodutiva nos períodos da primavera e/ou do verão nos três reservatórios. Variações nas táticas reprodutivas da espécie em cada reservatório, entretanto, respondem às alterações ecológicas impostas pelas diferenças temporais (referentes à idade de cada represamento) e espaciais (geomorfologia: tamanho, profundidade, forma, tipo de sedimento, entre outras) dos ambientes represados analisados.

A diferença no período reprodutivo da espécie nos reservatórios analisados, possivelmente esteja relacionada à condição ambiental propícia (quantidade de alimento disponível, predação, competição, e fatores abióticos) para o desenvolvimento dos alevinos (VAZZOLER 1996; WOOTTON 1999).

A desova parcelada e a captura de fêmeas maduras e desovadas ao longo do ano, observadas nos reservatórios do Passaúna e do Piraquara, demonstram ser táticas reprodutivas comuns em ambientes pouco estáveis, com alto grau de predação e competição intra e interespecífica. Segundo GOMIERO & BRAGA (2007), condições ambientais oscilantes tendem a favorecer espécies oportunistas, com tamanho reduzido, vida curta, elevada taxa de crescimento, maturação sexual precoce e longos períodos reprodutivos.

Assim, *A. aff. fasciatus* aloca energia para uma reprodução intermitente, utilizando suas características r-estrategistas de grande potencial reprodutivo e plasticidade alimentar, na tentativa de compensar os períodos de maior estresse ambiental, quando as condições são menos favoráveis ao sucesso reprodutivo. O longo período reprodutivo foi também caracterizado para outras espécies de *Astyanax* nos trabalhos de MAZZONI *et al.* (2005); ABILHOA & AGOSTINHO (2007) e SANTOS & NOVAES (2008), onde os autores associam esta tática a uma maior ocupação do ambiente por estas espécies.

No reservatório do Iraí, o curto período reprodutivo e a desova total sugerem ser táticas que responde a uma condição ambiental de baixos graus de predação e competição, explicados pela recente construção do represamento, que beneficia espécies r-estrategistas de pequeno porte pela redução ou mesmo desaparecimento de espécies competidoras, concomitantemente ao aumento do aporte de alimento disponível para as espécies colonizadoras como *A. aff. fasciatus*.

Outra maneira de avaliar a forma com que a espécie está alocando seus recursos energéticos, estratégia intimamente associada aos custos reprodutivos, é através do fator de

condição (**K**). Há um aumento na diferença entre **K** e **K'** durante o período reprodutivo (VAZZOLER 1996). Esta diferença foi verificada nos três reservatórios, sendo mais evidenciada no reservatório do Iraí e mais tênue nos outros dois, onde a reprodução aconteceu ao longo de todo o ano estudado, ainda que com intensidades variadas.

A queda dos valores dos fatores de condição no período reprodutivo com posterior ascendência no período pós-desova, para o reservatório do Iraí, sinaliza que os recursos estocados foram intensamente utilizados para o processo reprodutivo (LOPES *et al.* 2000). Esta queda também foi verificada no Piraquara de forma mais discreta nos meses de maior atividade reprodutiva. Segundo COSTA *et al.* (2005), a redução nos valores do fator de condição no período reprodutivo foi registrada em outras espécies por vários autores.

Quanto mais recente é o reservatório, maior é a tendência de apresentar elevada produção em todos os níveis tróficos, decorrente do grande aporte de nutrientes disponibilizados pelo alagamento da área represada, portanto, a produtividade primária de um reservatório e, dentre outros aspectos, reflexo de sua idade (AGOSTINHO *et al.* 2007). Em estudo sobre os efeitos do represamento na condição corpórea e performance reprodutiva de *Macquaria australasica*, um peixe nativo da Austrália, GRAY *et al.* (2000) observou clara indicação de que o fator de condição era tanto mais alto quanto mais próximo do período de enchimento do reservatório. Dos três reservatórios analisados no presente estudo, os valores mais altos do fator de condição foram encontrados no reservatório do Iraí, o mais recente deles. Fato este que reforça o comportamento alimentar oportunista de *Astyanax aff. fasciatus*, que acaba se beneficiando em novos ambientes, tendendo a apresentar um maior fator de condição em ambientes recém represados. Em contrapartida, os menores valores do fator de condição nos dois reservatórios mais antigos evidenciam uma menor produção desses sistemas, corroborando com a necessidade de investimento reprodutivo ao longo de todo o ano observado nestes locais. O balanço entre a disponibilidade de recursos alimentares e os custos reprodutivos irá determinar a forma com que a espécie irá alocar suas reservas energéticas.

A proporção sexual demonstrou um padrão de predomínio de fêmeas sobre os machos, durante a maior parte do ano e em todos os reservatórios, corroborando os resultados encontrados por ABILHOA & AGOSTINHO (2007), que analisaram a população de *Astyanax sp. B* nas lagoas marginais do Alto Rio Iguaçu.

Taxas de crescimento diferenciadas, maior mortalidade dos machos, maior longevidade das fêmeas ou até mesmo a suscetibilidade aos aparelhos de pesca utilizados

podem explicar o predomínio de fêmeas (ABILHOA & AGOSTINHO, 2007), podendo ainda estar associado à abundância de alimento disponível, sendo uma resposta da espécie a esta condição (LOPES *et al.* 2000). Estudos realizados por ABELHA & GOULART (2008) e por SANTOS & NOVAES (2008), respectivamente para *Astyanax altiparanae* e *Astyanax* sp. B registraram a prevalência de fêmeas, podendo ser uma característica do grupo *Astyanax*.

O predomínio de fêmeas nas maiores classes de comprimento, verificado nos três reservatórios analisados, foi também registrado para outras espécies de peixes teleósteos (LOPES *et al.* 2000; VONO *et al.* 2002). O maior comprimento das fêmeas provavelmente indica um dimorfismo sexual associado ao tamanho (LOPES *et al.* 2000). Outra hipótese está relacionada com o maior tamanho das gônadas femininas. As fêmeas, por serem responsáveis por incorporar nutrientes nos ovócitos para serem utilizados nas primeiras fases do desenvolvimento embrionário (FAVARO *et al.* 2003) e por serem as estruturas do parênquima ovariano maiores que do testicular, desenvolvem gônadas maiores e mais pesadas que exigem um tamanho corpóreo também maior. Deve-se admitir também que uma maior ou menor suscetibilidade aos aparelhos de pesca utilizados pode gerar aparentes diferenças nas taxas de crescimento entre os sexos (LOPES *et al.* 2000), o que também pode ser considerado para o predomínio de fêmeas de *A. aff. fasciatus* nas maiores classes de comprimento.

Astyanax aff. fasciatus apresentou táticas reprodutivas distintas para os três reservatórios estudados. Esta distinção chama a atenção quando tratamos de três ambientes muito próximos geograficamente, pertencentes à mesma bacia hidrográfica.

Sua capacidade de responder diferentemente a variações temporais e espaciais é o que caracteriza sua plasticidade comportamental e permite que esta espécie colonize com sucesso os ambientes represados e continue apresentando grande abundância ao longo do processo de estabilização destes ambientes e reestruturação de sua comunidade.

O estudo com reservatórios de idades distintas permitiu visualizar que as táticas reprodutivas utilizadas pela espécie parecem refletir o grau de estabilização dos ambientes, assim, possivelmente, a idade dos reservatórios influencia a reestruturação da comunidade de peixes e os fatores abióticos em cada local, resultado este que fornece subsídios para um melhor entendimento na dinâmica dos reservatórios ao longo dos anos.

6 CONCLUSÕES

- *Astyanax* aff. *fasciatus* apresentou táticas reprodutivas distintas para os três reservatórios estudados.
- A referida espécie apresenta a capacidade de responder diferentemente a variações temporais e espaciais, o que caracteriza sua plasticidade comportamental.
- A espécie coloniza com sucesso os ambientes represados, de idades distintas, portanto, em diferentes graus de estabilização.

A tentativa de compreender os fenômenos geradores das pressões ambientais que acabam por determinar táticas distintas para uma mesma espécie é de suma importância para qualquer ação de manejo destes ambientes alterados pelo homem.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. 2008. Population Structure, Condition Factor and Reproductive Period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Osteichthyes: Characidae) in a Small and Old Brazilian Reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 503-512.
- ABILHOA, V. Ictiofauna. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. 2005. **Gestão integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: Ed. Gráfica Capital Ltda, p. 437-456.
- ABILHOA, V.; AGOSTINHO, A. A. 2007. Aspectos biológicos de duas espécies de *Astyanax* (Teleostei, Characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 29, n. 66, p. 23-32.
- AGOSTINHO, A. A.; BINI, L. M.; GOMES, L. C. 1997. Ecologia de comunidades de influência do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, p. 97-111.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. 2005. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 646-652.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. 2007. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, p. 501.
- ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. 2000. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2000, Porto Seguro. **Anais**. Porto Seguro: ABES, p. 185-195.
- ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. 2005. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. 1. ed. Curitiba: Sanepar/Finep.

- ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A.; GROSS, M. C.; SCHNEIDER, C. H.; ALMEIDA, M. C.; VICARI, M. R.; BERTOLLO, L. A. C. 2006. *Astyanax* aff. *fasciatus* Curvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 197-202.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. 1998. **Conservação e manejo nos Reservatórios: Limnologia, Ictiologia e Pesca**. São Paulo: CESP, Série Divulgação e Informação, 166p.
- COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R.; JUNIOR, M. V. V.; SOUZA, G. 2005. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 789-795.
- DIAS, R. M.; BAILLY, R. R. A.; SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. 2005. Colonization of the Corumbá Reservoir (Corumbá River, Paraná River Basin, Goiás State, Brazil) by the “lambari” *Astyanax altiparanae* (Tetragonopterinae; Characidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 467-476.
- FÁVARO, L. F.; LOPES S. C. G.; SPACH H. L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 501-506.
- GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. 2000. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, Porto Alegre, v. 13, p. 65-88.
- GIDO, K. B.; MATTHEWS, W. J.; WOLFINBARGER, W. C. 2000. Long-Term Changes in a Reservoir Fish Assemblage: Stability in an Unpredictable Environment. **Ecological Applications**, v. 10 n. 5, p. 1517-1529.

- GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. 2007. Reproduction of a fish assemblage in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n.2, p. 283-292.
- GRAY, S. C.; DE SILVA, S. S.; INGRAM, B. A.; GOOLEY, G. J. 2000. Effects of river impoundment on body condition and reproductive performance of the Australian native fish, Macquarie perch (*Macquaria australasica*). **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 5, p. 281-291.
- GUBIANI, É. A.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A.; OKADA, E. K. 2007. Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. **Ecology of Freshwater Fish**. p. 1-7.
- GURGEL, H. C. B. 2004. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 131-135.
- HOJO, R. E. S.; SANTOS, G. B.; BAZZOLI, N. 2004. Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann)(Pisces, Characiformes) in Itumbiara Reservoir, Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 519-524.
- IBGE, 2008. Estimativas das Populações Residentes, em 1º de Julho de 2008, segundo os Municípios. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Curitiba. Acesso em: 22/06/2009. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP_2008_TCU.pdf>
- JULIO JR, H. F.; BONECKER, C.C.; AGOSTINHO, A. A. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). 1997. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, p. 387.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. **Journal Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-219.

- LOPES, C. A.; BENEDITO-CECILIO, E.; AGOSTINHO, A. A. 2000. The reproductive strategy of *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) in the Paraná river basin: the effect of reservoirs. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 255-266.
- LOWE-McCONNEL, R. H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, p. 536.
- MAACK, R. 1981. Geografia física do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, José Olímpio Editora, 450 p.
- MAMMOLITI, C. S. 2002. The effects of small watershed impoundments on native stream fishes: a focus on the Topeka Shiner and Hornyhead Chub. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, Kansas, v. 105, n. 3/4, p. 219-231.
- MAZZONI, R.; MENDONÇA, R. S.; CARAMASCHI, E. P. 2005. Reproductive Biology of *Astyanax janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá, RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 4, p. 643-649.
- RIFFEL, S. B. 2005. Curva hipsométrica no mapeamento de Paleosuperfícies: abordagem quantitativa. Unpublished Dissertation, Universidade Federal do Paraná, 76 p.
- ROSA FILHO, E.F.; HINDI, E.C.; LUCENA, L.R.F. 2002. Os aquíferos que contribuem no abastecimento de Curitiba-Paraná. **Revista Águas Subterrâneas**, n. 16.
- SANTOS, R. N.; ANDRADE, C. C.; SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N.; ARAÚJO, F. G. 2005. Histological analysis of ovarian development of the Characiform *Oligossarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in a brazilian reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 1, p. 169-177.
- SANTOS, R. N.; ANDRADE, C. C.; SANTOS, L. N.; SANTOS, A. F. G. N.; ARAÚJO, F. G. 2006. Testicular maturation of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier) (Actinopterygii, Characidae) in a brazilian tropical reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 143-150.

- SANTOS, A. C. A.; NOVAES, J. L. C. 2008. Population Structure of two *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Teleostei, Characidae) species from Upper Paraguaçu River. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 1, p. 105-112.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1981. **Biometry**. New York: W. H. Freeman. p.959.
- VAZZOLER, A. E. M.de M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, p. 196.
- VONO, V.; SILVA, L. G. M.; MAIA, B. P.; GODINHO, H. P. 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 819-826.
- WOOTTON, R. J. 1999. **Ecology of teleost fishes**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 392.
- XAVIER, C. F. 2005. Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná. Dissertação (Mestrado em Solos) – Setor de Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 157 p.