

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**

FABIANA SIMÕES MACHADO

Estratégias reprodutivas de espécies de *Astyanax* do baixo Rio Iguaçu
Paraná, Brasil

Toledo

2016

FABIANA SIMÕES MACHADO

Estratégias reprodutivas de espécies de *Astyanax* do baixo Rio Iguaçu
Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr^a. Maristela Cavicchioli Makrakis

Toledo
2016

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

MACHADO, FABIANA SIMÕES
"Estratégias reprodutivas de espécies de Astyanax do baixo Rio Iguaçu Paraná, Brasil" / FABIANA SIMÕES MACHADO; orientadora Maristela Cavicchioli Makrakis. -- Toledo, 2016. 31 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2016.

1. Reprodução. 2. Precipitação. 3. Characidae. I. Makrakis, Maristela Cavicchioli, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

FABIANA SIMÕES MACHADO

Estratégias reprodutivas de espécies de *Astyanax* do baixo Rio Iguaçu
Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca- Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr^a. Maristela Cavicchioli Makrakis
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr^a. Milza Celi Fedatto Abelha
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr^a. Elaine Antoniassi Luiz Kashwaqui
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Aprovada em: ____/____/____.

Local de defesa: Sala 15 da Unioeste/Campus de Toledo.

DEDICATÓRIA

A minha família que esteve sempre ao meu lado me apoiando e incentivando na realização dos meus sonhos e ao meu querido e amado Avô Adílio que não está mais entre nós mais sempre foi e será a fonte de inspiração para a concretização dos meus objetivos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a quem devo toda fé e perseverança na busca da realização de meus objetivos almejados. Com fé em Deus acreditei que seria possível superar as dificuldades impostas em meu caminho.

A minha querida orientadora Maristela Cavicchioli Makrakis que se dispôs a me orientar, mesmo não me conhecendo e que desde o início foi atenciosa e sempre esteve disposta para me auxiliar na elaboração desta pesquisa. Pois afirmo com toda certeza que sem seu apoio nada disso seria possível.

A minha linda Família, que mesmo longe esteve sempre ao meu lado me apoiando e incentivando a seguir em frente e, é fonte da minha alegria de viver.

Agradeço a todas as mãos amigas que Deus colocou em meu caminho para me auxiliar na busca deste objetivo. Aos meus amigos, Poliana e Rafael que me ajudaram durante todo o mestrado. Que além de amigos foram irmãos durante esta caminhada.

Ao meu grupo de pesquisa Getech, que me auxiliou durante todo o mestrado, aos quais devo parte do conhecimento adquirido durante esta etapa. As minhas amigas Suelen e Evelin, que me ajudaram a concretizar esta pesquisa, sanando todas as minhas dúvidas. As minhas amigas Ana Paula, Alcione, Adriane, Lu e Kátia, que me ensinaram muito, sempre estiveram dispostas a ajudar e ouvir minhas lamentações nas horas de desespero. Com tudo agradeço aos novos amigos que conquistei nesta etapa da minha vida! Aos quais quero levar para a vida toda.

Agradeço ao apoio financeiro do Consórcio Baixo Iguaçu-Grupo Neoenergia, a FPTI- Fundação Parque Tecnológico da Itaipu pela bolsa concedida e ao Instituto Água Viva.

Estratégias reprodutivas de espécies de *Astyanax* do baixo Rio Iguaçu Paraná, Brasil

RESUMO

A riqueza e abundância de *Astyanax* na bacia do rio Iguaçu, sugere que esse gênero obteve sucesso na colonização da região. Contudo, um dos atributos das estratégias de vida de uma população que influenciam o sucesso na colonização de um ambiente é a estratégia reprodutiva adotada pelas espécies. O objetivo deste estudo foi determinar alguns aspectos relacionados à biologia reprodutiva das espécies do gênero *Astyanax* no trecho entre jusante da barragem Salto Caxias a foz do rio Santo Antônio delimitados no baixo rio Iguaçu, relacionando-os com a precipitação para o período de estudo. Para isso foram estabelecidos 25 pontos de amostragem, sendo realizadas coletas mensais de setembro/2013 a agosto/2014. Utilizando redes de espera (2,5 a 14 cm, entre os nós apostos); feiticeira (6,0; 7,0; 8,0 cm) e pesca elétrica; expostas por 24 horas, com revistas a cada 6 horas. Em relação aos aspectos reprodutivos foi analisados a proporção sexual mensal, testado pelo teste de qui-quadrado (χ^2); frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal, os valores médios mensais da relação gonadossomática, o Índice de atividade reprodutiva (IAR) por ambiente e a precipitação pluviométrica para os meses de estudo. Foi capturado e analisado um total de 9.016 indivíduos de *Astyanax* na área amostrada. A espécie com maior captura foi *Astyanax bifasciatus* (4.151 indivíduos, 60,6% fêmeas e 39,8% machos), seguido de *Astyanax gymnodontus* (1.633 indivíduos, 67,9% fêmeas e 32% machos), *Astyanax minor* (1.386 indivíduos, 61,9% fêmeas e 38% machos), *Astyanax altiparanae* (1.288 indivíduos, 68% fêmeas e 31,9% machos), *Astyanax dissimilis* (545 indivíduos, 66,4% fêmeas e 33,5% machos) e *Astyanax gymnogenys* (13 indivíduos, 53,8% Fêmeas e 46,1% Machos). A proporção sexual mostrou predomínio de fêmeas em quase todos os meses do ano, para as espécies. A frequência dos estádios de desenvolvimento gonadal e a média mensal da relação gonadossomática, indicou que as espécies possuem atividade reprodutiva, durante todo o ano, sendo maior para os meses em que a precipitação foi mais abundante. Os valores do IAR > 20 obtidos para as espécies do gênero *Astyanax* nos ambientes, denotam uma preferência pelos tributários como ambientes de desova.

Palavras-chave: Reprodução, Precipitação, Characidae.

Strategies reproductive of species *Astyanax* in the lower Rio Iguaçú Paraná, Brazil

ABSTRACT

The richness and abundance of *Astyanax* in the Iguaçú River basin, suggests that this genre has succeeded in colonizing the region. However, one of the attributes of life strategies of a population that influence the success of the colonization of an environment is the reproductive strategy adopted by the species. The aim of this study was to determine some aspects of the reproductive biology of the genus *Astyanax* species in the stretch between the dams downstream Salto Caxias the mouth of the San Antonio River delineated in the lower Rio Iguaçú, relating them to the precipitation for the study period. For that were established 25 sampling points being conducted monthly collections September / 2013 to August / 2014. Using gill nets (2.5 to 14 cm between the nodes affixed); sorceress (6.0; 7.0; 8.0 cm) and electric fishing; exposed for 24 hours with revised every 6 hours. Regarding reproductive parameters was analyzed monthly sex ratio, tested by chi-square test (χ^2); frequency of occurrence of gonadal development stages, the average monthly values of gonadosomatic relationship, reproductive activity Index (IAR) for environment and precipitation for the months of study. It was captured and analyzed a total of 9,016 individuals of *Astyanax* in the sampled area. The species with greater capture was *Astyanax bifasciatus* (4,151 individuals, 60.6% females and 39.8% males), followed by *Astyanax gymnodontus* (1,633 individuals, 67.9% females and 32% males), *Astyanax minor* (1,386 individuals, 61.9% females and 38% males), *Astyanax altiparanae* (1,288 individuals, 68% females and 31.9% males), *Astyanax dissimilis* (545 individuals, 66.4% females and 33.5% males) and *Astyanax gymnogonys* (13 individuals, 53.8% females and 46.1% males). The sex ratio showed a predominance of females in almost every month of the year for the species. The frequency of gonadal development stages and the average monthly gonadosomatic relationship indicated that the species have reproductive activity throughout the year, being higher for the months when rainfall was more abundant. The values of $IAR > 20$ obtained for the species of the genus *Astyanax* in environments show a preference for tributary as spawning environments.

Keywords: Reproduction, Rainfall, Characidae.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
2	MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1	Áreas de estudo	11
2.2	Amostragens	13
2.3	Parâmetros meteorológicos	14
2.4	Aspectos reprodutivos	14
3	RESULTADOS	16
4	DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	25
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido como um dos países da região neotropical que possui vasta riqueza de espécies de peixes (Buckup *et al.*, 2007) distribuídas em várias famílias de pequeno a grande porte. Dentre as famílias, uma das mais especiosas é Characidae, representante da ordem Characiformes (Nelson, 2006; Buckup *et al.*, 2007 Baumgartner *et al.*, 2012). Esta família também é conhecida por apresentar alta complexidade taxonômica entre os peixes neotropicais (Nelson, 2006), grande variabilidade em sua morfologia, diversas estratégias reprodutivas e alimentares, abrangendo ampla distribuição geográfica (Lima *et al.*, 2003; Orsi *et al.*, 2004; Langeani *et al.*, 2007).

O gênero *Astyanax* está amplamente distribuído na região neotropical, apresentando elevada abundância (Pavanelli & Oliveira, 2009). Pertencente a ordem Characiformes, abrangendo mais de 100 espécies e subespécies (Kavalko *et al.*, 2008). As espécies de *Astyanax* constituem um item importante na alimentação dos peixes piscívoros, influenciando a sobrevivência dos piscívoros, mantendo a cadeia trófica dos ambientes de água doce (Gomeiro e Braga, 2003; Gurgel, 2004; Abelha *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2012). São consideradas espécies oportunistas, por adaptarem-se a ambientes variáveis e imprevisos, com uma elevada capacidade de dispersão e rápida taxa de crescimento populacional (Orsi *et al.*, 2004; Dias *et al.*, 2005; Bertaco & Lucena, 2010; Tenório *et al.*, 2013; Pini, 2015). Manifestando plasticidade na alimentação e reprodução (Dias *et al.*, 2005; Graça & Pavanelli, 2007). Fatos que despertam o interesse pelo o conhecimento de suas estratégias de vida.

Na bacia do rio Iguaçu a ocorrência deste gênero é elevada (Pavanelli & Oliveira, 2009), uma peculiaridade deste rio e o elevado grau de endemismo, propiciando um banco genético para espécies de peixes (Severi e Cordeiro, 1994; Agostinho & Gomes, 1997; Garavello *et al.*, 1977; Baumgartner *et al.*, 2015). Fato evidenciado também para as espécies de *Astyanax* (Julio Jr. *et al.*, 1997), em que dentre as onze espécies descritas para o baixo rio Iguaçu, dez são caracterizadas endêmicas do rio Iguaçu (Pavanelli & Oliveira, 2009; Garavello & Sampaio, 2010; Baumgartner *et al.*, 2012).

Destas, foram coletadas, neste estudo, até o presente momento no baixo rio Iguaçu seis espécies. Entre elas destaca-se a espécie *Astyanax gymnogenys*, classificada como endêmica e descrita como ameaçada de extinção no Livro Vermelho da Fauna

Brasileira Ameaçada de Extinção (Rosa & Lima, 2008; Abilhoa & Duboc, 2004), bem como está presente na Lista Nacional de Espécies de Peixes Ameaçadas (MMA, 2004).

A riqueza e abundância de *Astyanax* na bacia do rio Iguaçu, sugere que esse gênero obteve sucesso na colonização da região. Contudo, um dos atributos das estratégias de vida de uma população que influenciam o sucesso na colonização de um ambiente é a estratégia reprodutiva adotada pelas espécies (Lowe-Mc Connell, 1999; Suzuki & Agostinho, 1997).

A estratégia reprodutiva comum das espécies do gênero *Astyanax* é a presença de ovos pequenos com desenvolvimento rápido, alta taxa de fecundidade e períodos reprodutivos prolongados (Suzuki & Agostinho, 1997; Agostinho *et al.*, 1999; Suzuki *et al.*, 2005). A implantação de barramentos hidrelétricos acarreta em alterações na estrutura das comunidades de peixes, afetando espécies reofílicas (Agostinho *et al.*, 1992). Espécies que exibem uma plasticidade comportamental como o gênero *Astyanax*, tem alcançado sucesso na ocupação de ambientes represados (Agostinho *et al.*, 2007).

Como a construção da sexta barragem em cascata no rio Iguaçu, a Usina Hidrelétrica Baixo Iguaçu, poderá resultar em alterações no ambiente natural e conseqüentemente afetar as populações de *Astyanax*. Os atributos da estratégia reprodutiva destas populações que estão sujeitos a maiores mudanças são a época e o ambiente de desova (Dias, 1989).

Na região neotropical um dos fatores ambientais que interferem na época e ambiente de desova é o nível fluviométrico (Lowe-McConnel, 1999), que amplia o ambiente aquático, à disponibilidade de alimento e os ambientes propícios à desova; favorecendo a sobrevivência da prole (Vazzoler, 1996; Agostinho & Júlio, 1999; Bailly *et al.* 2011). Em ambientes lóticos como o baixo rio Iguaçu e seus tributários a atividade reprodutiva pode ocorrer em sincronia com os períodos de maior precipitação pluviométrica (Andrade & Braga, 2005), que ocasionam o aumento do nível dos rios. A construção dos empreendimentos hidroelétricos podem reduzir os ambientes lóticos e alterar as oscilações naturais do nível dos rios, ocasionando em alteração nas estratégias reprodutivas das espécies (Buckup *et al.*, 2007).

Os estudos sobre a reprodução dessas espécies de *Astyanax* no baixo rio Iguaçu e em seus tributários podem fornecer informações sobre suas estratégias reprodutivas. Permitindo verificar variações na atividade reprodutiva, em função da precipitação ao longo dos meses (Silva *et al.*, 2015), conhecimentos que são imprescindíveis para

nortear medidas de manejo e preservação das mesmas (Santos *et al.*, 2006; Gomiero *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2010; Vazzoler, 1996).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar alguns aspectos relacionados à estratégias reprodutiva das espécies do gênero *Astyanax* no trecho entre jusante da barragem Salto Caxias a foz do rio Santo Antônio delineados no baixo rio Iguaçu, relacionando-os com a precipitação para o período de estudo.

Desta forma, foram estabelecidas as seguintes questões em relação as estratégias reprodutiva das espécies: 1- Ocorre variação na estrutura populacional entre os sexos, diferindo da esperada de 1:1? 2- Ocorrem variação entre os meses nos estádios de maturidade gonadal em sincronia com fator abiótico (precipitação pluviométrica)? 3- Os meses em que as gônadas representam maior porcentagem do peso total dos indivíduos ocorrem em sincronia com os de maior precipitação pluviométrica? 4- A precipitação pluviométrica é um dos gatilhos que estimula a maturação gonadal nas espécies de *Astyanax*? Qual o período reprodutivo das espécies de *Astyanax*? 5- Quais os ambientes de desova preferenciais para as espécies de *Astyanax* no trecho entre jusante da barragem Salto Caxias a foz do rio Santo Antônio no baixo rio Iguaçu?

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

A área de estudo compreende o Baixo Rio Iguaçu e seus principais tributários, no trecho entre a jusante da barragem de Salto Caxias e a foz do rio Santo Antônio – Parque Nacional do Iguaçu (Figura 1). A subdivisão do Rio Iguaçu em três regiões: alto Iguaçu (1° planalto), médio Iguaçu (2° planalto) e baixo Iguaçu (3° planalto); está associado a formação da bacia hidrográfica do rio Iguaçu no terciário, ocasionada pelo soerguimento da Serra do Mar, que acarretou na formação dos três planaltos paranaenses (Júlio-Jr *et al.*, 1997; Severi & Cordeiro, 1994).

As coletas foram efetuadas em 25 pontos de amostragens, sendo que 5 pontos estão localizados na calha principal do baixo rio Iguaçu (4, 8, 12, 15, 19) e os demais estão distribuídos entre os seus principais tributários (Figura 1, Quadro1). As coletas nos pontos 16, 17, 18, 20, 21 e 25 localizados no Parque Nacional do Iguaçu foram realizadas mediante Autorização do Instituto Ambiental do Paraná-IAP, Licença nº 37788 e da Autorização nº 003/2014 emitida pelo ICMBio (Figura 1).

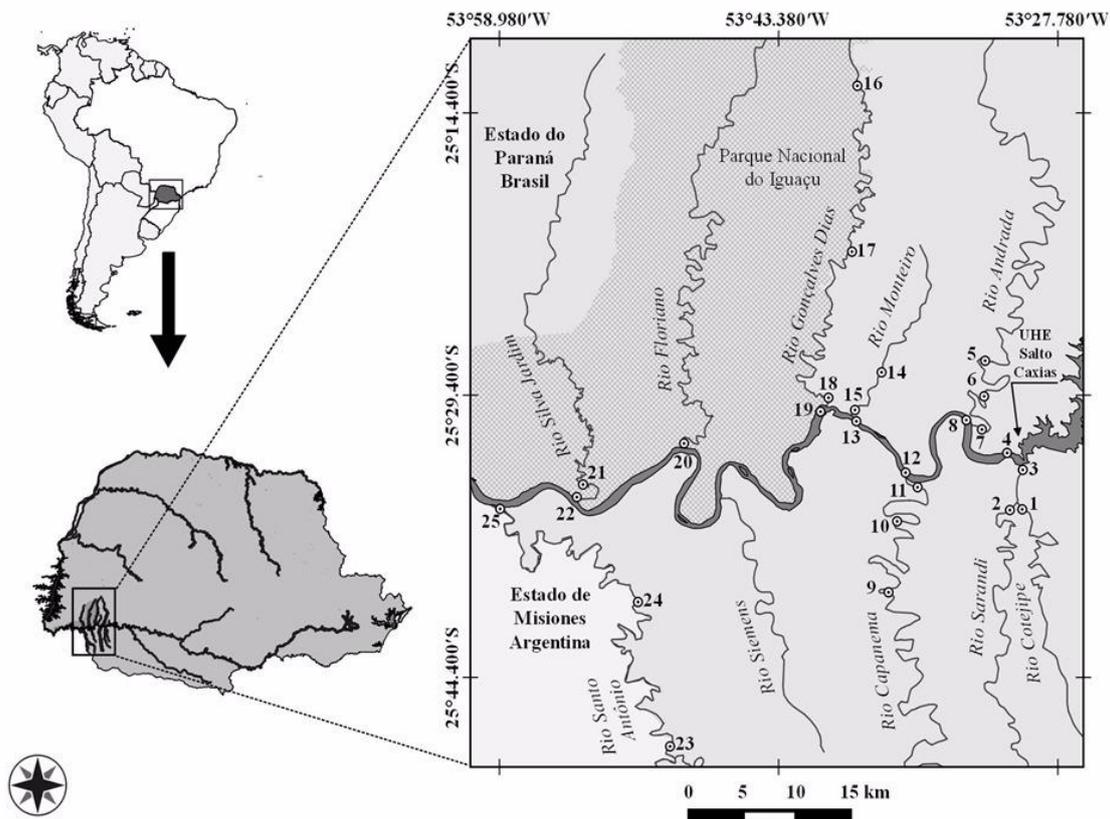


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem no baixo Rio Iguazu, Paraná-Brasil. No trecho entre a jusante da barragem de Salto Caxias e a foz do rio Santo Antônio – Parque Nacional do Iguazu.

Quadro 1. Pontos de amostragem no baixo rio Iguazu, com os respectivos rios, locais e código.			
Rios	Locais	Ponto	Códigos
Rio Cotejipe	Alto rio Cotejipe	1	ALTOCOTE
	Foz do rio Cotejipe	2	COTEFUZ
Rio Sarandi	Alto rio Sarandi	3	ALTOSARA
Rio Iguazu	Rio Iguazu da UHE Salto Caxias	4	IGUASALTO
	Médio rio Iguazu (1)	8	IGUAMED 1
	Médio rio Iguazu (2)	12	IGUAMED 2
	Baixo rio Iguazu	15	IGUABAIXO
Rio Andrada	Foz do rio Andrada	7	ANDRAFOZ
	Médio rio Andrada	6	ANDRAMED
	Alto rio Andrada	5	ALTOANDRA
Rio Capanema	Foz do rio Capanema	11	CAPAFOZ
	Médio rio Capanema	10	CAPAMED
	Alto rio Capanema	9	ALTOCAPA
Rio Monteiro	Foz do rio Monteiro	14	MONTEFOZ
	Alto rio Monteiro	13	ALTOMONTE
Rio Iguazu	Baixo Iguazu	19	IGUAJU
Rio Gonçalves Dias	Foz do rio Gonçalves Dias	18	GONÇAFOZ
	Médio rio Gonçalves Dias	17	GONÇAMED
	Alto rio Gonçalves dias	16	ALTOGONÇA
Rio Silva Jardim	Foz do rio Silva Jardim	21	FOZSILVA
	Médio rio Silva Jardim	20	SILVAMED
Rio Santo Antônio	Foz do rio Santo Antônio	24	FOZSANT
	Médio rio Santo Antônio	23	SANTMED
	Alto rio Santo Antônio	22	ALTOSANT
Rio Floriano	Rio Floriano	25	FOZFLORI

2.2 Amostragens

Durante o ano de 2013 e 2014 foram realizadas amostragens mensais (12 coletas), nos locais (25 pontos) anteriormente descritos, utilizando redes de espera (2,5 a 14 cm, entre os nós apostos); feiticeira (6,0; 7,0; 8,0 cm) e pesca elétrica. As redes foram expostas por 24 horas, com revistas a cada 6 horas.

Para este estudo foram utilizadas as cinco espécies de *Astyanax* com mais abundância durante o período de coleta: *Astyanax bifasciatus*, *Astyanax gymnodontus*, *Astyanax minor*, *Astyanax altiparanae*, *Astyanax dissimilis*.

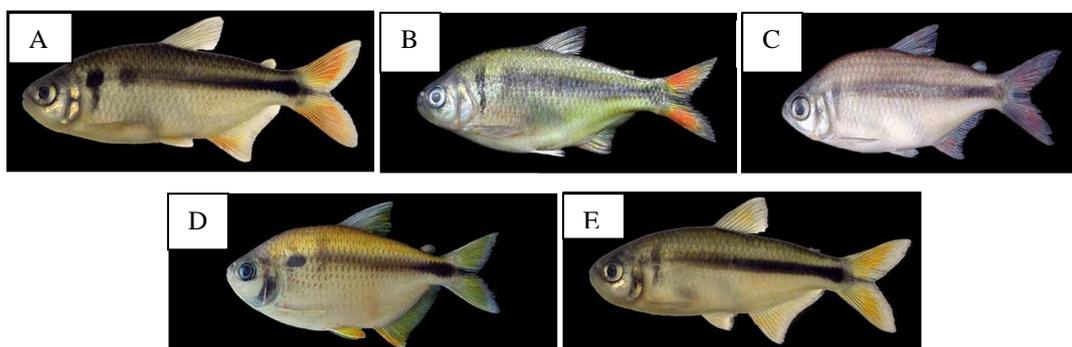


Figura 2. Cinco espécies de *Astyanax* mais abundantes coletadas no rio Iguaçu e seus principais tributários, a jusante do Reservatório de Salto Caxias, fonte Baumgartner *et al.* 2012. A- *Astyanax bifasciatus*; B- *Astyanax gymnodontus*; C- *Astyanax minor*; D- *Astyanax altiparanae* e E- *Astyanax dissimilis*.

Os peixes capturados foram submetidos à eutanásia, com benzocaína a 250mg/l, conforme o protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e Aulas Práticas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. (Unioeste).

A identificação das espécies de *Astyanax* foi realizada com base em Garavello e Sampaio (2010) e Baumgartner *et al.* (2012). Os peixes amostrados foram medidos (comprimento total e padrão), pesados e eviscerados. Para cada exemplar foi registrado o peso das gônadas (g), sexo e estágio de maturação gonadal.

A determinação do sexo e dos estádios de desenvolvimento das gônadas foi efetuada macroscopicamente (Vazzoler, 1996; Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011), avaliando-se características como: volume, vascularização, coloração, turgidez, o tamanho, a forma, a possibilidade de visualização dos ovócitos (no caso dos ovários). Foram identificados os seguintes estádios desenvolvimento gonadal: A- jovens ou imaturos, B- em desenvolvimento, C- capaz de desovar, D- regressão e E- regenerado, terminologia Universal sugerida por Lowerre-Barbieri *et al.*, (2011).

2.3 Parâmetros meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica referente ao período de estudo foram obtido através do Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR - Curitiba - Paraná – Brasil.

2.4 Análises dos aspectos reprodutivos

2.4.1 Proporção sexual

A estrutura populacional entre os sexos foi verificada pelas proporções sexuais mensais. Para verificar a ocorrência de diferenças significativas no predomínio de um dos sexos, os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Qui-quadrado (χ^2), $g.l=n-1$ (Vazzoler, 1996).

2.4.2 Estádio de desenvolvimento gonadal

A frequência de ocorrência dos indivíduos nos diferentes estádios de desenvolvimento gonadal para as cinco espécies de *Astyanax*, foi analisada por mês, agrupando os resultados nos cinco estádios proposto por Lowerre-Barbieri *et al.*, (2011).

2.4.3 Relação gonadossomática (RGS)

A relação gonadossomática (RGS) representa a porcentagem do peso da gônada em relação ao peso total das espécies, evidenciando períodos em que houve um aumento do diâmetro dos ovócitos (Vazzoler, 1996). A RGS foi analisada pelos indivíduos agrupados por mês, afim de, identificar os meses em que as gônadas representaram maior porcentagem do peso total das espécies. Para o cálculo de RGS (Vazzoler, 1996), foi utilizado à seguinte formula: $RGS'=(Wg/Wt)*100$.

2.4.4 Período reprodutivo

O período reprodutivo das espécies foi estabelecido com base na frequência de ocorrência de indivíduos nos diferentes estádios de maturidade gonadal e na relação

gonadossomática que representou a porcentagem de maior participação do peso das gônadas no peso total dos indivíduos, evidenciado período em que as gônadas apresentaram maiores tamanhos e estavam aptas para a desova.

2.4.5 Ambiente de desova

Para determinação dos ambientes de desova para as espécies de *Astyanax*, foi utilizado o índice de Atividade Reprodutiva (*IAR*) proposto por (Agostinho *et al.*, 1991).

$$IAR = 100 \cdot \frac{\ln N_i \left(\left(\frac{n_i}{\sum_{i=1, n} n_i} \right) + \left(\frac{n_i}{N_i} \right) \right) \cdot IGS_i / IGS_e}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum_{i=1, n} n_i} + 1 \right)}$$

Sendo N_i o número de indivíduos na unidade amostral 'i', n_i o número de indivíduos em reprodução na unidade amostral 'i', N_m o número de indivíduos na maior unidade amostral, n_m o número de indivíduos em reprodução (estádios C) na maior unidade amostral, IGS_i o valor médio de IGS dos indivíduos em reprodução na unidade amostral 'i', e IGS_e o valor mais alto de IGS na unidade amostral 'i'. A atividade reprodutiva foi classificada em cinco categorias: "nula" quando $IAR \leq 2$, "incipiente" quando $2 < IAR \leq 5$, "moderada" quando $5 < IAR \leq 10$, "intensa" quando $10 < IAR \leq 20$, e "muito intensa" quando $IAR > 20$.

3 RESULTADOS

Durante setembro de 2013 a agosto de 2014 foi capturado e analisado um total de 9.016 indivíduos de *Astyanax* na área amostrada. A espécie com maior captura foi *Astyanax bifasciatus* (4.151 indivíduos, 60,6% fêmeas e 39,8% machos), seguido de *Astyanax gymnodontus* (1.633 indivíduos, 67,9% fêmeas e 32% machos), *Astyanax minor* (1.386 indivíduos, 61,9% fêmeas e 38% machos), *Astyanax altiparanae* (1.288 indivíduos, 68% fêmeas e 31,9% machos), *Astyanax dissimilis* (545 indivíduos, 66,4% fêmeas e 33,5% machos) e *Astyanax gymnogenys* (13 indivíduos, 53,8% fêmeas e 46,1% machos). A espécie *Astyanax gymnogenys* não foi utilizado neste estudo devido a sua abundância ser ínfima para a aplicação dos testes estatísticos.

A precipitação acumulada obtida para o baixo rio Iguaçu e seus tributários durante os meses de estudo foi de 2192 ml. Os maiores volumes de precipitação foram registrados em setembro/2013, março/2014 e junho/2014. Na primavera e verão, o regime de chuvas foi bem distribuído durante os meses. Já no outono e invernos grandes volumes de chuvas foram registrados para os meses de março e junho/14 (Figura 2).

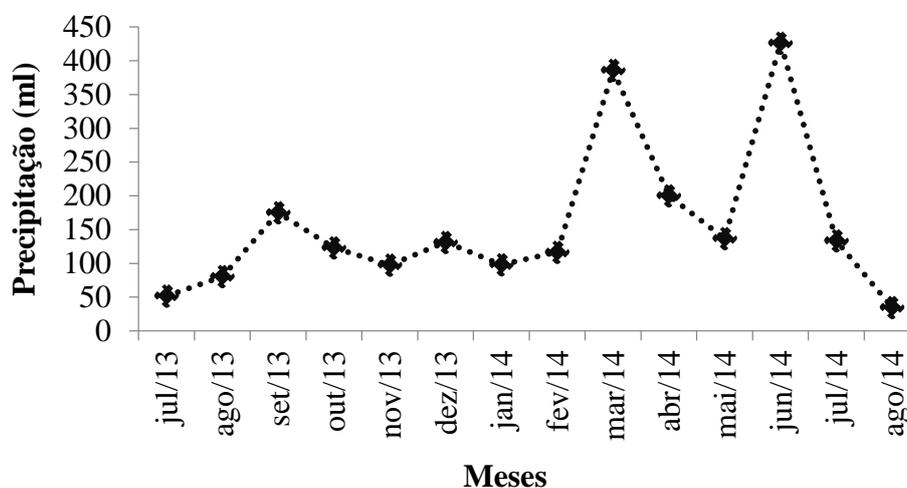


Figura 2. Precipitação pluviométrica de julho/2013 a agosto/2014, para a região do baixo rio Iguaçu no trecho entre a jusante da barragem de Salto Caxias e a foz do rio Santo Antônio – Parque Nacional do Iguaçu.

3.1 Aspectos reprodutivos

Proporção sexual

A proporção sexual mostrou predomínio significativo de fêmeas em quase todos os meses do ano, para todas as espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção sexual (F:M) mensal das espécies de *Astyanax*. Valores de X^2 em negrito foram significativos ao nível de significância $p < 0,05$.

Meses	<i>A. dissimilis</i>		<i>A. altiparanae</i>		<i>A. bifasciatus</i>		<i>A. gymnodontus</i>		<i>A. minor</i>	
	Proporção	X^2	Proporção	X^2	Proporção	X^2	Proporção	X^2	Proporção	X^2
Set/13	1,8:1	9,33	1,4:1	3,77	0,8:1	1,48	5,0:1	8	1,2:1	0,18
Out/13	3,0:1	5	1,4:1	3,72	2,0:1	38,55	1,4:1	5,09	2,6:1	17,89
Nov/13	1,1:1	0,33	1,3:1	1,98	1,5:1	14,12	2,5:1	11,26	1,6:1	8,18
Dez/13	3,1:1	13,52	1:1	1,05	1,6:1	18,41	1,9:1	8,11	1,6:1	11,81
Jan/14	2,8:1	37,55	1,1:1	0,31	1,4:1	18,04	2,6:1	11,65	1,4:1	6,64
Fev/14	0,8:1	0,56	2,1:1	20,63	1,3:1	8,51	0,83:1	0,72	1,1:1	0,28
Mar/14	6,3:1	11,63	2,6:1	16,90	1,8:1	28,83	3,7:1	28,24	1,8:1	10,77
Abr/14	1,0:0	8	4,4:1	24,06	1,3:1	3,40	2,2:1	8,34	0,7:1	0,78
Mai/14	9,0:1	6,4	3,2:1	24,82	1,2:1	2,83	1,8:0	8,32	1,2:1	1,08
Jun/14	1,0:1	0	2,1:1	15,53	1,4:1	18,64	4,4:1	46,33	1,6:1	3,95
Jul/14	-	-	2,7:1	24,58	2,2:1	50,90	2,6:1	58,97	2,7:1	35,65
Ago/14	1,0:0	4	5,3:1	97,84	1,6:1	29,14	1,9:1	53,91	1,6:1	7,94

Período reprodutivo

Em relação à frequência de ocorrência dos estádios de maturação gonadal das fêmeas de *Astyanax*, obteve-se a presença de indivíduos imaturos (estádio A) e desovados (estádio D e E) durante quase todos os meses do ano (Figura 3).

O mesmo foi obtido para os indivíduos em reprodução (estádio C), observando-se uma frequência maior para *A. bifasciatus* nos meses de dezembro (41%) e agosto (42%); *A. gymnodontus* junho (69%) e julho (37%); *A. minor* janeiro (40%) e agosto (40%); *A. altiparanae* dezembro (41%) e agosto (38%); *A. dissimilis* janeiro (64%) e junho (50%) (Figura 3). Demonstrando que para essas espécies o período reprodutivo se estende ao longo do ano, com atividade reprodutiva maior para alguns meses do ano. O aumento de indivíduos em reprodução e com gônadas em desenvolvimento ocorrem, logo após os meses de maiores precipitações pluviométricas (Figura 2 e 3).

Indivíduos com gônadas em desenvolvimento (estádio B) foram mais frequentes nos primeiros meses de estudo de setembro a dezembro, exceto para a *A. dissimilis* que a fase também foi predominante em março e abril. (Figura 3).

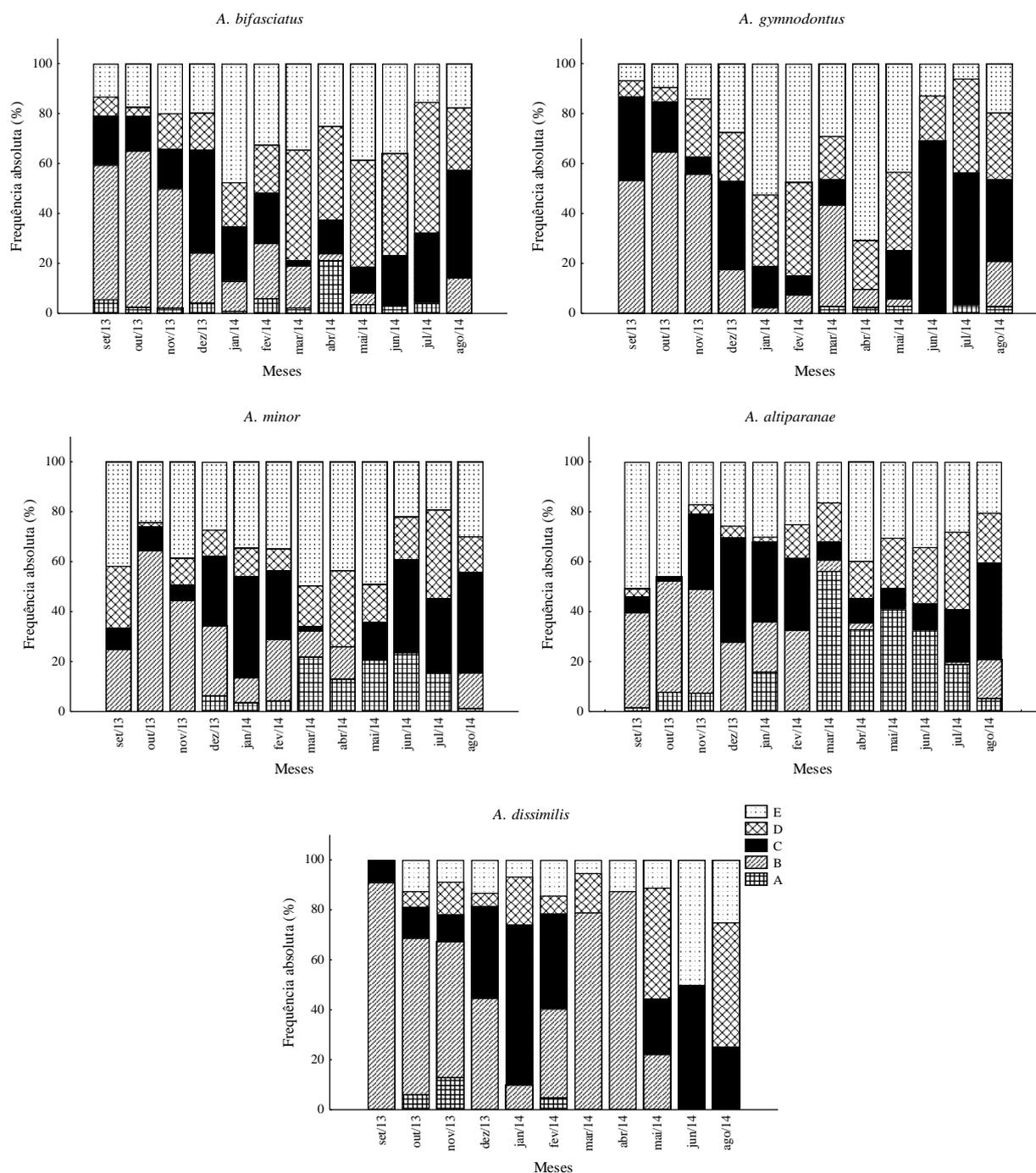


Figura 3. Variação mensal das fases de desenvolvimento gonadal das fêmeas das espécies de *Astyanax*. A: Imaturo, B: Desenvolvimento, C: Capaz de desovar, D: Regressão e E: Regenerado.

Para a relação gonadossomática, os valores médios mensais das espécies de *Astyanax* apresentaram dois ou três picos, indicando os meses em que as gônadas

representaram maiores porcentagem do peso total dos indivíduos. As maiores médias de RGS coincidiram com os meses em que as espécies apresentaram maiores frequências na ocorrência de indivíduos com gônadas em desenvolvimento e capaz de desovar (Figura 3 e 4). As médias de RGS menores foram obtidas nos meses seguintes aos de maior atividade reprodutiva para as espécies.

O aumento da precipitação pluviométrica para os meses de março e junho, potencialmente, desencadearam o desenvolvimento das gônadas para os meses seguintes, fato evidenciado pela representação da porcentagem do peso da gônada em relação ao peso total das espécies maiores para esses meses, demonstrando um aumento do diâmetro dos ovócitos (Figura 2 e 4).

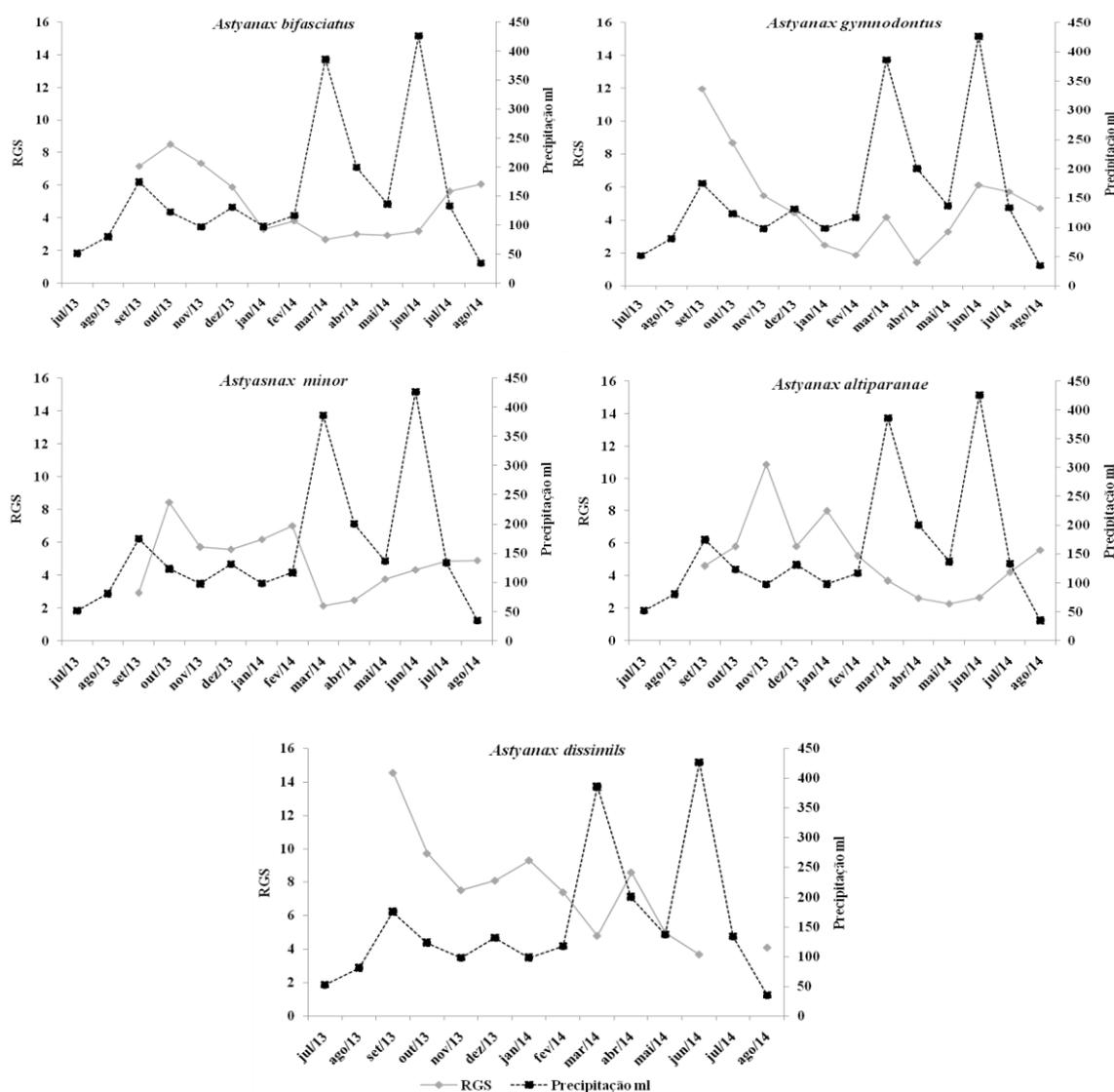


Figura 4. Variação dos valores mensais da Relação Gonadossômica (RGS) para as fêmeas das espécies de *Astyanax* coletadas e precipitação para o período de estudo.

Os valores obtidos da relação gonadossomática entre as espécies apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$). Em relação à variação dos valores da Relação Gonadossomática das espécies, apenas *A. dissimilis* diferiu significativamente das demais, apresentando valores mais elevados de relação gonadossomática (Figura 5).

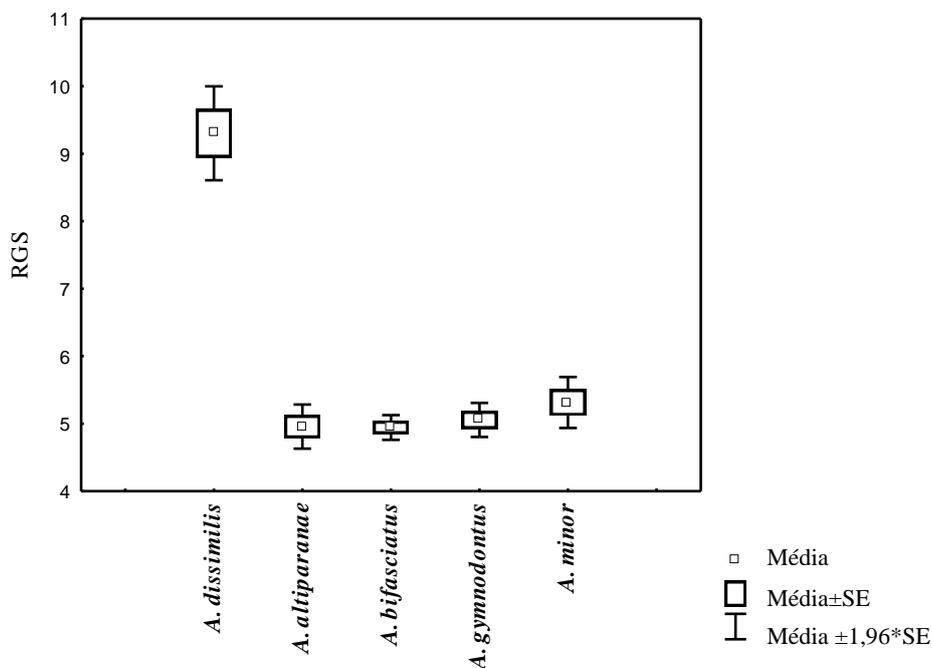


Figura 5. Valores médios da Relação Gonadossomática entre as fêmeas das espécies de *Astyanax* coletadas.

3.3.3 Ambientes de desova

O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) evidenciou a ocorrência de atividade reprodutiva em todos os ambientes amostrados para a espécie *A. gymnodontus*, com maior atividade reprodutiva nos tributários a jusante do local de construção da Usina Hidrelétrica Baixo rio Iguaçu. A espécie *A. bifasciatus* não apresentou indivíduos em atividade reprodutiva nos ambientes Gonçalves Dias e Floriano, preferindo os ambientes a montante da Usina (Figura 6).

A. altiparanae, apresentou maior atividade reprodutiva nos ambientes a montante da barragem da Usina, sendo que a jusante somente o ambiente Santo Antônio apresentou indivíduos em atividade reprodutiva $IAR > 20$ (Figura 6). A espécie *A. minor*, obteve-se indivíduos em atividade reprodutiva nos ambientes Monteiro $IAR > 20$, seguido do Andrada, Cotejipe, Sarandi a montante da Usina e Iguaju a jusante. *A. dissimilis* os valores de $IAR > 20$ foram obtido a montante no ambiente Capanema,

Iguasalto, Cotejipe; e a jusante da Usina nos ambiente Santo Antônio, seguido de Gonçalves Dias, e Iguaju (Figura 6).

Os altos valores do IAR > 20, obtidos para as espécies do gênero *Astyanax* nos tributários, denotam a sua preferência como ambientes de desova. A espécie *A. minor* mostrou uma preferência pelo rio Monteiro que junto com o Gonçalves Dias, são os tributários do rio Iguazu que serão mais impactados pela construção da Usina (Figura 6).

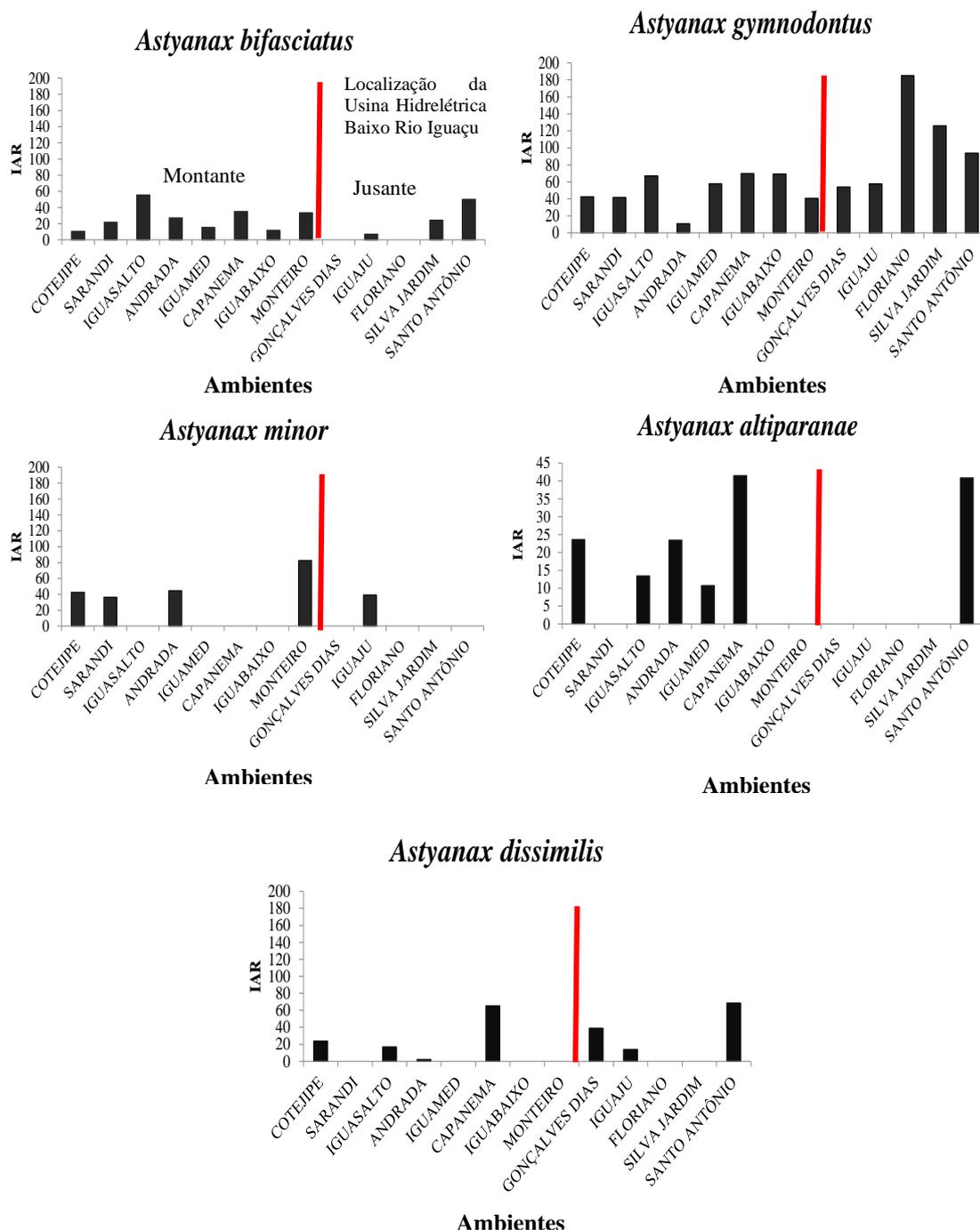


Figura 6. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das fêmeas de *Astyanax* para os ambientes.

4 DISCUSSÃO

O sucesso de colonização dos mais variados ambientes pelos peixes depende das suas estratégias reprodutivas apresentadas diante das flutuações dos ambientes, essas estratégias incluem os seguintes aspectos reprodutivos: proporção sexual, tamanho e tempo de maturação dos ovócitos, fecundidade, duração do período reprodutivo, ambiente e época de desova, entre outros (Wootton, 1984; Lowe-Mc Connell, 1999; Suzuki & Agostinho, 1997).

As espécies de *Astyanax* apresentaram similaridade em seus aspectos reprodutivos analisado. A proporção sexual de peixes que varia ao longo do ciclo de vida, atuou de modo distinto sobre indivíduos de cada sexo (Vazzoler, 1996), que apresentaram um predomínio de fêmeas para as espécies de *Astyanax* no baixo rio Iguaçu. Os eventos como a mortalidade, dimorfismo sexual, aspectos comportamentais, susceptibilidade aos aparelhos de captura em virtude do período reprodutivo prolongado e fatores ambientais; podem ter determinado a abundância de fêmeas para o período de estudo (Vazzoler, 1996; Gurgel, 2004; Dala-Corte & Azevedo, 2010; Silva *et al.*, 2012). Essas proporções maiores de fêmeas já foram evidenciadas em estudos realizados com espécies de *Astyanax* (Gurgel, 2004; Orsi *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2012).

A susceptibilidade das fêmeas pode estar ligada ao longo período reprodutivo que as espécies apresentaram, pois as fêmeas podem apresentar tamanhos maiores durante o ano, devido a presença de gônadas maiores em relação as dos machos, além do aumento em comprimento das fêmeas para favorece a fecundidade; e o fato das fêmeas estarem mais ativas na busca de ambientes propícios a desova durante a reprodução (Agostinho & Julio Jr., 1999; Wolff, 2007; Orsi *et al.*, 2004; Vogel, 2012).

As espécies de *Astyanax* apresentam uma periodicidade em seus aspectos reprodutivos como já foi citado por Veregue & Orsi, (2003) para este gênero. Os indivíduos com gônadas maduras (estádio Capaz de desovar) ocorreram em quase todos os meses do ano, evidenciando o longo período reprodutivo, e mais intenso para os meses de novembro a dezembro e junho a agosto. Estudos anteriores no Reservatório de Segredo, localizado no rio Iguaçu, para essas espécies obtiveram resultados semelhantes (Suzuki & Agostinho, 1997). Alguns estudos com este gênero também evidenciou maiores atividade reprodutiva nos meses mais quentes do ano (Suzuki & Agostinho, 1997; Suzuki, 1999; Lampert *et al.*, 2004; Gonçalves *et al.*, 2005; Dala-Corte & Azevedo, 2010; Baumgartner *et al.*, 2016).

O longo período reprodutivo, o desenvolvimento rápido das gônadas logo após os meses chuvosos das espécies de *Astyanax*, pode evidenciar caracteres oportunistas que incluem o pequeno porte, amadurecimento rápido dos ovócitos e longo período reprodutivo; permitindo o aumento populacional mesmo em condições ambientais desfavoráveis e com alta taxa de predação na fase adulta (Winemiller, 1989; Suzuki & Agostinho, 1997; Agostinho *et al.*, 1999; Suzuki *et al.*, 2005, Vogel, 2012).

Períodos longos de reprodução, já foram evidenciados em estudos anteriores para as mesmas espécies, demonstrando eficiência no aumento da prole, aumentando as chances de sobrevivência e ocupação do ambiente, que estar favorecendo a riqueza e abundância destas espécies no rio Iguazu (Veregue & Orsi, 2003; Mazzoni *et al.*, 2005; Abilhoa & Agostinho, 2007; Abelha & Goulart, 2008). Além disso, a ocorrência dos estádios maduros e desovados durante todo o ano, podem caracterizar estas espécies como r-estrategistas, como mencionado por Veregue e Orsi, 2003 para *Astyanax scabripinnis paranae* no ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná.

Em ambientes lóticos a atividade reprodutiva pode ocorrer em sincronia com os períodos de maior precipitação pluviométrica (Andrade & Braga, 2005), que amplia o ambiente aquático, à disponibilidade de alimento e os ambientes propícios à desova; favorecendo a sobrevivência da prole (Vazzoler, 1996; Agostinho & Júlio, 1999; Bailly *et al.* 2011). A atividade reprodutiva das espécies mostrou uma relação com o aumento da precipitação pluviométrica para o período de estudo, como evidenciado com o aumento de indivíduos em reprodução e dos valores de relação gonadossomática para os meses subsequentes aos meses chuvosos, evidenciando um aumento do tamanho dos ovócitos representando maiores porcentagem do peso total dos indivíduos de setembro a dezembro, com acréscimo a partir do mês de junho/2014. Isso evidencia que a intensidade reprodutiva e o período podem variar no tempo, sendo determinada pelas condições ambientais favoráveis a sobrevivência da prole (Vazzoler, 1996). Os maiores valores de RGS para *A. dissimilis* difere das demais espécies, pois apresentam menor porte, e com gônadas grandes e representativas no peso dos indivíduos. O maior valor médio mensal de RGS evidenciaram períodos em que as gônadas se encontram em maior tamanho e propicia à desova (Vazzoler, 1996). O mesmo ocorrido foi evidenciado para espécie *Astyanax paranae* no Reservatório de Alagados, Paraná (Abelha & Goulart, 2008).

Os maiores valores de IAR nos tributários evidenciou a preferência das espécies pelos tributários como ambiente de desova, fato que já foi evidenciado em

outro estudo (Suzuki & Agostinho, 1997). As espécies *A. gymnodontus* e *A. bifasciatus*, demonstraram os valores de $IAR > 20$ em quase todos os ambientes. Este resultado justifica-se, pelo fato de que os ambientes amostrados propiciam condições ideais para realizar a desova, bem como uma melhor adaptação destas espécies aos ambientes amostrados (Suzuki, 1999). A espécie *A. minor* mostrou uma preferência pelo rio Monteiro que junto com o Gonçalves Dias, são os tributários do rio Iguaçu que serão mais impactados pela construção da Usina. A construção do empreendimento hidroelétrico poderá reduzir os ambientes lóticos preferencias para essas espécies e alterar as oscilações naturais do nível dos tributários do rio Iguaçu, constituindo um fator de risco para a espécie, que vão depender de sua plasticidade adaptativa para manter suas populações (Buckup *et al.*, 2007).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que para as cinco espécies de *Astyanax* houve um predomínio de fêmeas durante quase todo o ano. A ocorrência dos diferentes estádios de maturidade gonadal, e dos maiores valores de relação gonadossomática mostrou estar correlacionados ao aumento dos volumes de precipitação, que possivelmente desencadeou o processo de maturação para os meses seguintes aos de maior precipitação. As espécies apresentaram longos períodos reprodutivos, com picos de desovas para os meses de novembro a fevereiro e junho a agosto, evidenciado pela frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal e maiores valores de relação gonadossomática. Os valores de $IAR > 20$ mostrou uma preferência das espécies de *Astyanax* pelos tributários como ambiente de desova.

6 REFERÊNCIAS

- Abelha, M. C. F., E. Goulart. 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*, 51(3): 503-512.
- Abilhoa, V.; L. F. Duboc. Peixes. 2004. In: Mikich, S. B., R. S. Bérnils. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, 764p.
- Abilhoa, V, A. A. Agostinho. 2007. Aspectos biológicos de duas espécies de *Astyanax* (Teleostei, Characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. *Estudos de Biologia*, 29(66): 23-32.
- Andrade, P. M. & F.M.S. Braga. 2005. Reproductive seasonality of fishes from a lotic stretch of the Grande River, High Paraná River Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(3):387-394.
- Agostinho, A. A.; H. F. Júlio Jr. 1999. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: Lowe-McConnel, H. (Ed.) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp: 374-400.
- Agostinho, A. A., H. I. Suzuki, A. A. Sampaio, J.D. Borges. 1991. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para a avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, Maringá, 53p.
- Agostinho, A. A., H. F. Júlio JR, J. R. Borghetti. 1993. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR* (14): 89-107.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes. 1997. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 387p.
- Agostinho, A. A. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi, J.G.; M. Straskraba. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: Backhuys Publishers, 11:227-265.
- Agostinho, A.A., L. C. Gomes & F. M. Pelice. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, Eduem, 501p.
- Barbieri, G., S. Hartz, J. R. Verani. 1996. O fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, da Represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 81:97-100.
- Baumgartner, G., C. S Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona, V. A. Frana. 2012. *Peixes do Baixo Rio Iguaçu*. Maringá, Eduem, 203p.

- Baumgartner, M. T., P. R. L. Silva, G. Baumgartner. 2016. Population structure and reproductive biology of *Astyanax gymnodontus* (Characiformes: Characidae), a poorly known endemic fish of the Iguaçu River basin, Brazil. *Revista Biologia Tropical*, 64(1): 69-77.
- Bailly, D., Batista-Silva, V. F., Abelha, M. C. F., Kashiwaqui, E. A. L., Fernandes, C. A., Carvalho, E. D. 2011. Relative abundance and reproductive tactics of a Loricariidae species at Saraiva Lagoon, Ilha Grande National Park, MS-PR, Brazil. *Biota Neotropica*, 11(3): 171-178.
- Bertaco, V. A., C. A. S. 2010. Lucena. Redescription of *Astyanax obscurus* (Hensel, 1870) and *A. laticeps* (Cope, 1894) (Teleostei: Characidae): two valid freshwater species originally described from rivers of Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(1).
- Buckup, P. A., N. A. Menezes, M. S. Ghazzi. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 195p.
- Dala-Corte, R. B., M. A. Azevedo. 2010. Biologia reprodutiva de *Astyanax henseli* (Teleostei, Characidae) do curso superior do rio dos Sinos, RS, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 100(3): 259-266.
- Dias, J. F. 1989. Padrões reprodutivos em teleósteos da costa brasileira: uma síntese. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade de São Paulo. São Paulo. 105p.
- Dias, R. M., D. Bailly, R. R. Antônio, H. I. Suzuki ; A. A. Agostinho. 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*, 48(3): 467-476.
- Garavello, J.C., C. S. Pavanelli, H. I. Suzuki. 1997. Caracterização da Ictiofauna do Rio Iguaçu. In: Agostinho, A. A., L. C. Gomes (Eds.) Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, 4: 319-364.
- Garavello, J. C., F. A. A. Samapiao. 2010. Five new species of genus *Astyanax* Baird & Girard, 1854 from Rio Iguaçu, Paraná, Brazil (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 70(3): 847-865.
- Gomiero, L. M., L. Garuana, & F. M. S. Braga. 2008. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1): 187-192.
- Gomiero, L.M., G. A. Villares Junior, F. M. S. Braga. 2010. Length-weight relationship and condition factor for *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in Serra do Mar State Park - Santa Virgínia Unit, Atlantic Forest, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 10(1): 101-105.
- Gonçalves T. K., M. A. Azevedo. L. R. Malabarba & C. B. Fialho. 2005. Reproductive biology and development of sexually dimorphic structures in *Aphyocharax anisitsi* (Ostariophysi: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 3(3): 433-438.

- Graça, W.J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p.
- Gurgel, H. C. B. 2004. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Curvier) (Characidae: Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Grande, Rio Grande do Norte, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 21(1): 131-135.
- Júlio, Jr. H. F., C. C. Bonecker, A. A. Agostinho. 1997. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. In: Agostinho, A. A., L. C. Gomes. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 387p.
- Kavalco, K. F. 2008. Estudos evolutivos do gênero *Astyanax* (Pisces: Characidae). Tese de Doutorado: Departamento de genética e evolução Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo. 197p.
- Lampert, V. R., M. A. Azevedo, C. B. Fialho. 2004. Reproductive biology of *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) from rio Vacacaí, RS, Brazil. Neotrop. Ichthyology, 2(4): 209-215.
- Langeani, F., R. M. C. Castro, O. T. Oyakawa, O. A. Shibatta, C. S. Pavanelli, L. Casatti. 2007. Diversidade da ictiofauna do alto rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. Biota Neotropical, 7(3).
- Lima, F. C. T. 2003. General Incertae Sedis in Characidae. In: Reis, R. E., S. O. Kullander, C. J. Ferraris Jr. (Eds). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 106-169p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 584p.
- Lowerre-Barbieri, S. K., N. J. Brown-Peterson, H. M. Tomkiewicz, J. Wyanski, M. W. David, F. Saborido-Rey. 2011. Emerging Issues and Methodological Advances in Fisheries Reproductive Biology, Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science. American Fisheries Society, 3(1):32-51.
- Mazzoni, R., R. S. Mendonça, E. P. Caramaschi. 2005. Reproductive biology of *Astyanax janeiroensis* (OSTEICHTHYES: CHARACIDAE) from the Ubatiba river, Maricá, RJ, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 65(4): 643-649.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2004. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção. Instrução Normativa nº. 5, de 21 de maio de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- NELSON, J.S. 2006. **Fishes of the World**. Canada: Publishing house John Wiley & Sons, fourth Edition. 600p.

- Orsi, M. L., E. D. Carvalho, F. Foresti. 2004. Biologia populacional de *Astyanax altiparane* Garuti e Britiski (Teleostei: Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 207-218.
- Pavanelli, C. S. & A. M. A. Oliveira. 2009. Redescription of *Astyanax gymnodontus* (Eigenmann, 1911), a new combination, a polymorphic characid fish from the rio Iguazu basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 569-578.
- Pini, S. F. R. Estrutura e padrão de distribuição espacial de espécies de *Astyanax* do Baixo rio Iguazu, Paraná, Brasil. 2014. 24 f. Exame Geral de Qualificação – Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, Toledo. 2015.
- Rosa, R. S., F. C. T. Lima. Os Peixes Brasileiros Ameaçados de Extinção. In: MONTEIRO, Angelo Barbosa; DRUMMOND, Gláucia Moreira; PAGLIO, Adriano Pereira. 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília-DF: MMA Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte-MG, 2(1): 1420p.
- Santos, R. N., C. C., L. N. Andrade, A. F. G. N, Santos, F. G. Santos. 2006. Testicular maturation of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier) (Actinopterygii, Characidae) in a Brazilian tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1): 143-150.
- Severi, W., A. A. M. Cordeiro. 1994. Catálogo de peixes da Bacia do Rio Iguazu. IAP/GTZ. Curitiba, 128p.
- Silva, J. P. A.; A. E. Muelbert, E. C. Oliveira, L. F. Fávaro. 2010. Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguazu River. *Neotropical Ichthyology*, 8(4): 885-892.
- Silva, D. A. D., E. K. R. Pessoa, S. A. Gavilan, L. Costa, N. T. Chellappa, S. Chellappa. 2012. Ecologia reprodutiva de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assú, Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônica*, 2(2): 54-61.
- Suzuki, H. I., A. A. Agostinho. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A., L. C. Gomes. 1997. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, 387p.
- Suzuki, H.I. 1999. Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguazu, Brasil. São Carlos. Tese (Doutorado) em Ecologia de Recursos Naturais - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 97p.
- Suzuki, H. I., C. K. Bulla, A. A. Agostinho & L. C. Gomes. 2005. Estratégias reprodutivas de Assembléias de dos Peixes em reservatórios. In: Recursos biológicos em reservatórios: Padrões espaciais e temporais. Rodrigues, L., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho, L. C. Gomes. Rima Editora, São Carlos, 223-236p.
- Tenório, R. C. C. O., C. A. Vitorino, I. L. Souza, C. Oliveira, C. Venere. 2013. Comparative cytogenetics in *Astyanax* (Characiformes: Characidae) with focus on the cytotaxonomy of the group. *Neotropical ichthyology*, 11(3): 553-564.

Vazzoler, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Editora UEM, 196p.

Veregue, A. M. L., M. L. Orsi. 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes: Characidae) do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. Revista Brasileira de Zoologia, 20(1): 97-105.

Wolff, L. L. Estrutura populacional, reprodução e dinâmica alimentar do lambari *Astyanax* sp. b em Dois Trechos do Rio das Pedras, Guarapuava-Paraná. 2007. 119 f. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Curitiba. 2005.

WINEMILLER, KO 1989. Os padrões de variação na história de vida entre os peixes da América do Sul da América do Sul em ambientes sazonais. Oecologia 81: 225-241.