

**LUCIANO LAZZARINI WOLFF**

**Estrutura Populacional, Reprodução e Dinâmica Alimentar do lambari  
*Astyanax* sp. b (Characidae: Tetragonopterinae) em dois trechos do Rio das  
Pedras, Guarapuava – Paraná.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucélia Donatti

CURITIBA - PARANÁ  
2007

Dedico a minha querida mãe Lurdes H. Lazzarini pela compreensão, carinho e apoio em todos os momentos da minha vida.

Dedico também a uma pessoa muito especial que será sempre um exemplo de vida pra mim. Dozolina Bridge. “Dona Dozi”. *In memoriam*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela capacidade, discernimento e por ter me guiado sempre pelo caminho da sinceridade.

A minha querida Mãe “Véthia” por ter sido uma verdadeira leoa em minha criação e na dos meus irmãos e por sempre me apoiar na minha vida acadêmica.

A minha nobre orientadora “Lú” por ter-me alavancado na ictiologia e na iniciação científica, pela sua confiança e amizade desde os tempos de UNICENTRO.

Em especial ao amigo Vinicius Abilhoa, curador da coleção ictiológica do Museu de História Natural Capão da Imbuia, pelas inúmeras ajudas e discussões.

Ao grande amigo Gelson Felski, “carinha” sempre prestativo, seja nas coletas, ou seja, no fornecimento de mapas e diversas informações.

Ao brother Marcos Barboza “Gordo”, por ajudar e por fornecer sua Parati ano 88, para as coletas. Aos Amigos Rogério Krupek, Clerito Kaveski Peres e Fernando Capote “Capote” pela ajuda nas coletas. Agradeço a todos os nobres companheiros de guerra da República Gametas da Tradição de Guarapuava, Ricardo Gelinski - “CB”, Dener Nascimento – “O Pastor”, Durinézio José de Almeida – “Duda”, Helmel Zander – “Cumpadi” Jair Kutz – “Xampu”, André Savoldi – “Alemão”, Cleto Kaveski Peres, “Cletus” e todos os demais amigos do peito que falta espaço para citar.

À CAPES por ter possibilitado minha permanência em Curitiba sem precisar trabalhar.

Aos professores do Dpto. de Biologia da UNICENTRO, em especial a doutora Maria Luisa Tunes Buschini, pelos vários anos de aprendizagem e incentivo, e ao doutor Mauricio Moura “Free Way” por me ensinar estatística multivariada.

Aos amigos Botânicos Elton Assis, Priscila Tremarin, Eloési Machado, Júlio César Constin – Julião, Leonardo Von Linsingen e Cletus pelos momentos de festas, cervejadas e demais programas de índio.

A minha querida maninha Kasue Ikeda pelo carinho e almoços de domingo.

Ao professor Luiz F. Favaro - “Zão” e ao Msc. Jean Vitule pela ajuda na parte da reprodução e demais prosas produtivas e não produtivas.

Agradeço a Sanepar de Guarapuava pela realização das análises abióticas e pelo fornecimento de diversas informações.

Aos professores do programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação, que contribuíram para minha formação e a todos aos nobres colegas do curso.

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO GERAL.....	x
ABSTRACT.....	xi
PREFÁCIO.....	xii
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	xv

### CAPÍTULO I: ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	6
2.1.1 Pontos Amostrais.....	6
2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL.....	7
2.3 VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	8
2.4 ESTUDO DA ESTRUTURA POPULACIONAL.....	9
2.4.1 Estrutura em Comprimento.....	9
2.4.2 Proporção Sexual e Proporção entre Jovens e Adultos.....	10
2.4.3 Relação Peso – Comprimento Padrão e o Fator de Condição.....	10
3. RESULTADOS.....	12
3.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	12
3.2 ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES.....	14
Abundância.....	14
Estrutura em Comprimento.....	14
Proporção Sexual.....	17
Proporção entre Jovens e Adultos.....	18
Fator de Condição.....	20
Relação Peso - Comprimento Padrão.....	21
4. DISCUSSÃO.....	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

**CAPÍTULO II: REPRODUÇÃO DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

<b>RESUMO</b> .....	35
<b>ABSTRACT</b> .....	36
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	37
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	39
2.1.1 Pontos Amostrais.....	39
2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL.....	40
2.3 ESTUDO DA REPRODUÇÃO.....	41
2.3.1 Determinação dos Estádios de Desenvolvimento Gonadal.....	41
2.3.2 Índice Gonadossomático.....	42
2.3.3 Índice de Atividade Reprodutiva.....	43
2.3.4 Fator de Condição.....	43
2.3.5 Variáveis Abióticas e o Índice Gonadossomático.....	44
2.3.6 Comprimento Médio de Primeira Maturação Gonadal.....	44
<b>3. RESULTADOS</b> .....	45
Caracterização das Gônadas.....	45
Desenvolvimento Gonadal.....	46
Frequência de Distribuição dos Estádios Gonadais.....	47
Curva de Maturação.....	47
Atividade Reprodutiva.....	48
Condição Gonadal.....	48
Variáveis Abióticas e o Índice Gonadossomático.....	49
Curva de Primeira Maturação Gonadal.....	50
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	52
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	59

**CAPÍTULO III: DINÂMICA ALIMENTAR DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

<b>RESUMO</b> .....	63
<b>ABSTRACT</b> .....	64
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	65
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	68
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	68
2.1.1 Pontos Amostrais.....	68
2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL.....	69
2.3 ESTUDO DA ALIMENTAÇÃO.....	70
2.3.1 Análise Sazonal.....	71
2.3.2 Análise da Dieta em Relação ao Tamanho dos Indivíduos.....	72
<b>3. RESULTADOS</b> .....	73
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	84
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	90

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

FIGURA 1. Distribuição mensal dos valores de precipitação acumulada.....	12
FIGURA 2. Ordenação das variáveis abióticas conforme as estações.....	13
FIGURA 3. Distribuição das freqüências mensais de captura de <i>Astyanax</i> sp. b....	14
FIGURA 4. Distribuição das freqüências a.) absoluta e b.) percentual das classes de comprimento de <i>Astyanax</i> sp. b.....	15
FIGURA 5. Distribuição das freqüências percentuais das classes de comprimento de <i>Astyanax</i> sp. b conforme as estações.....	16
FIGURA 6. Distribuição das freqüências absolutas das classes de comprimento para sexos separados de <i>Astyanax</i> sp. b.....	17
FIGURA 7. Proporção de machos e de fêmeas.....	18
FIGURA 8. Proporção entre jovens e adultos.....	19
FIGURA 9. Proporção total de jovens e adultos <i>Astyanax</i> sp. b.....	19
FIGURA 10. Fator de condição (FC) médio mensal de <i>Astyanax</i> sp. b.....	20
FIGURA 11. Comparação entre os pontos amostrais dos valores medianos do Fator de condição (FC) de <i>Astyanax</i> sp. b.....	20
FIGURA 12. Relação entre o fator de condição (FC) médio trimestral de <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR e os escores .....	21
FIGURA 13. Diagrama de dispersão da relação entre as variáveis peso/comprimento padrão.....	22

### CAPÍTULO II

FIGURA 1. Gônadas em detalhe (setas) de <i>Astyanax</i> sp. b.....	45
FIGURA 2. Distribuição sazonal das freqüências percentuais dos estágios.....	47
FIGURA 3. Curva de maturação para <i>Astyanax</i> sp. b.....	48
FIGURA 4. Valores médios mensais da condição gonadal.....	49
FIGURA 5. Relação entre o índice gonadossomático médio de <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR e os escores.....	49
FIGURA 6. Curva de tamanho de primeira maturação gonadal.....	51

### CAPÍTULO III

FIGURA 1. Freqüência de ocorrência dos itens alimentares.....	74
FIGURA 2. Freqüência volumétrica dos itens alimentares.....	74
FIGURA 3. Composição da dieta de <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, de acordo com a origem dos itens.....	75
FIGURA 4. Procedência dos itens alimentares ingeridos por <i>Astyanax</i> sp. b.....	75
FIGURA 5. Composição da dieta de <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, levando-se em consideração as estações.....	78
FIGURA 6. Procedência dos itens alimentares ingeridos por <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, em relação as diferentes estações do ano.....	79
FIGURA 7. Representação dos padrões de similaridade na composição sazonal..	80
FIGURA 8. Composição da dieta dos indivíduos de <i>Astyanax</i> sp. b das três classes de comprimento padrão estabelecidas.....	82

FIGURA 9. Análise de correspondência da similaridade alimentar entre as diferentes classes de comprimento padrão de <i>Astyanax</i> sp. b.....	83
FIGURA 10. Representação gráfica do quociente intestinal (QI) das três classes de comprimento padrão estabelecida para <i>Astyanax</i> sp. b.....	83

#### **ANEXO 1**

FIGURA 1. Delimitação da bacia hidrográfica do Rio das Pedras e a localização dos respectivos pontos amostrais.....	98
---	----

#### **ANEXO 2**

FIGURA 1. Trecho de corredeiras do ponto de coleta A.....	99
FIGURA 2. Trecho de remanso (poção) do Ponto de coleta A.....	99

#### **ANEXO 3**

FIGURA 1. Aspecto de remanso do ponto de coleta B.....	100
FIGURA 2. Aspecto de remanso do ponto de coleta B. Destaca-se ao fundo a degradação de sua cobertura ciliar.....	100

#### **ANEXO 4**

FIGURA 1. Metodologia de coleta, utilização de redes de espera.....	101
FIGURA 2. Metodologia de coleta, utilização da armadilha do tipo covo.....	101

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

TABELA 1. Parâmetros abióticos obtidos a partir de um único registro mensal para o ponto A.....	12
TABELA 2. Parâmetros abióticos obtidos a partir de um único registro mensal para o ponto B.....	13
TABELA 3. Classes de comprimento padrão, seus respectivos intervalos (cm) e o número (n) de indivíduos.....	14
TABELA 4. Número de exemplares de cada sexo de <i>Astyanax</i> sp. b capturados nos pontos A e B.....	18
<b>TABELA 5.</b> Número de indivíduos jovens e adultos capturados a cada estação do ano nos pontos A e B.....	19

### CAPÍTULO II

TABELA 1. Síntese das principais características de cada estágio de desenvolvimento gonadal.....	46
--	----

### CAPÍTULO III

<b>TABELA 1.</b> Composição da dieta de <i>Astyanax</i> sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras.....	73
TABELA 2. Composição da dieta de <i>Astyanax</i> sp. b coletados no ponto A do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, conforme as estações do ano.....	77
TABELA 3. Composição da dieta de <i>Astyanax</i> sp. b coletados no ponto B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, conforme as estações do ano.....	77
TABELA 4. Matriz da similaridade alimentar de <i>Astyanax</i> sp. b entre cada estação do ano e os pontos amostrais.....	79
TABELA 5. Composição da dieta dos indivíduos pertencentes as diferentes classes de comprimento padrão.....	81

### ANEXO 5

TABELA 1: Discriminação de todos os itens alimentares registrados para <i>Astyanax</i> sp. b, capturados no Rio das Pedras, Guarapuava-PR.....	102
--	-----

## RESUMO GERAL

Aspectos sobre a estrutura populacional, a reprodução e a ecologia alimentar do lambari *Astyanax* sp. b foram estudados em dois trechos do Rio das Pedras, bacia hidrográfica do Médio rio Iguaçu, Guarapuava – Paraná. As fases de campo compreenderam o período de março de 2005 a fevereiro de 2006, sendo capturados 1337 exemplares. As variáveis abióticas, principalmente vazão, temperatura e precipitação, apresentaram variações sazonais com possíveis implicações sobre a estrutura, a época de reprodução e o comportamento alimentar da espécie. Diferenças na distribuição em tamanho, na abundância, na condição geral e no tipo de crescimento, demonstraram que a espécie utiliza diferentes estratégias para sua estruturação, e que provavelmente as mesmas estão relacionadas com a disponibilidade de micro-habitats e com as condições hidrodinâmicas distintas dos ambientes estudados. *Astyanax* sp. b apresentou período reprodutivo entre setembro e fevereiro, período que coincidiu com as maiores concentrações pluviométricas para a região. A distribuição dos estádios gonadais e o índice gonadossomático sugerem que a espécie tenha desova parcelada. A atividade reprodutiva foi mais intensa no trecho correspondente ao ponto A, situado a montante, indicando a importância deste sítio para a desova e o recrutamento dos juvenis. A dieta de *Astyanax* sp. b foi diversificada, destacando-se a importância tanto de itens alóctones quanto autóctones. Ocorreram variações tanto espaço-sazonal quanto relacionadas ao tamanho dos indivíduos que ressaltam seu comportamento oportunista quanto à utilização dos recursos disponíveis. As informações levantadas indicam a importância da preservação do Rio das Pedras, principalmente das regiões à montante, vitais para a realização completa do ciclo de vida desta espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dinâmica populacional, reprodução, ecologia trófica, *Astyanax*, médio rio Iguaçu.

## **ABSTRACT**

Aspects about population structure, reproduction and feeding ecology of the characin *Astyanax* sp. b were studied in two areas of Das Pedras River, Médio Iguaçu Basin, Guarapuava (PR). Field work activities comprised from March 2005 to February 2006 and 1337 specimens were collected. Abiotic variables, mainly water flow, temperature and precipitation, presented seasonal variation with possible implications on structure, time of breeding and feeding behavior of the species. Differences in size distribution, abundance, growth type and general condition demonstrated that this species performs distinct strategies for its structuring and that they are probably linked to micro-habitat availability and to different hydrodynamic conditions in the environments. *Astyanax* sp. b breeds between September and February which coincided with higher pluviometric levels in the region. Different features, among them distribution of gonad stages and gonadosomatic index, suggest that the species performs fractional spawning. Reproductive activity was more intense in area A (upstream), highlighting the meaning of this site for spawning and recruitment of juveniles. Feeding of *Astyanax* sp. b was diverse, emphasizing the importance of both alloctone and autoctone items. There were space-seasonal variations and related to size of individuals which points out their opportunist behavior related at the use of available resources. The information assessed herein demonstrates the importance of preservation of Das Pedras River, especially regarding the upstream region, vital for the life cycle of *Astyanax* sp. b.

**KEY-WORDS:** Population dynamics, reproduction, feeding ecology, *Astyanax*, Iguaçu Basin.

## PREFÁCIO

O Rio das Pedras, localizado integralmente nos limites territoriais do município de Guarapuava-Paraná, tem grande importância socioeconômica à esta cidade, uma vez que fornece recursos hídricos para o abastecimento de uma população urbana de aproximadamente 155 mil habitantes (IBGE, 2005), além de outros subsídios à indústria e agropecuária local (BATTISTELLI *et al.*, 2004).

Atualmente a situação ambiental da bacia do Rio das Pedras, principalmente no que diz respeito ao uso do seu solo pela prática agrícola, encontra-se bastante comprometida (VESTENA *et al.*, 2004). Devido às condições do relevo e da pouca utilização de técnicas de conservação dos solos, como curvas de nível, rotação de culturas, recuperação e cordão de entorno, a resposta hidrológica do rio torna-se muito rápida. Após um evento ou um período chuvoso sua vazão aumenta rapidamente em decorrência do elevado escoamento superficial através do solo desprotegido. Isso tem contribuído para o aumento da turbidez de suas águas, bem como para o carreamento de solo, de sedimentos e de agro-químicos em alguns trechos deste rio (THOMAZ, 2005).

Frente aos problemas ambientais decorrentes, esse manancial vem recebendo, a partir de 2001, maior atenção do poder público de Guarapuava e do governo federal através da Agência Nacional de Águas (ANA), no sentido de criar mecanismos que possibilitem a preservação e a utilização racional de seus recursos (BATTISTELLI *et al.*, 2004). Para tanto um programa de proteção e de manejo desta bacia foi implementado a partir de 2003, com o objetivo de manter a qualidade e a quantidade de suas águas. Este programa gerou a publicação do livro “Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras” (BATTISTELLI *et al.*, 2004) no qual são relatados diversos trabalhos, dentre eles: o monitoramento da qualidade físico-química da água (QUINÁIA *et al.*, 2004); o levantamento dos pontos críticos de poluição (HEERDT *et al.*, 2004); a caracterização dos processos de erosão (CAMARGO *et al.*, 2004); o levantamento florístico (SILVA, 2004); o tipo de uso da terra (VESTENA *et al.*, 2004) e a percepção da população ribeirinha da ictiofauna desta bacia (DONATTI, *et al.*, 2004).

As principais nascentes do Rio das Pedras encontram-se inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Esperança (Escarpa Mesozóica do terceiro planalto paranaense), instituída pela Portaria Federal nº 507/02 de 17 de dezembro

de 2002 (Portaria Federal 507/02). Já sua confluência com o rio Bananas, há aproximadamente 8 km do perímetro urbano de Guarapuava, forma o rio Jordão, um dos principais tributários do rio Iguaçu (JÚLIO JR. *et al.*, 1997).

Apesar da rede hidrográfica do rio Jordão ser a maior em área territorial (4.780 Km<sup>2</sup>) da margem direita do médio rio Iguaçu (JÚLIO JR. *et al.* 1997), pouco se conhece sobre a sua ictiofauna. WOLFF *et al.* (2005), listam para o rio Cascavel, um tributário do rio Jordão, a presença de 9 espécies das quais o lambari *Astyanax* sp. b destaca-se como aquela que apresentou maior abundância. Em março de 1999, foi realizado um levantamento da ictiofauna na porção do médio e baixo Jordão, como parte do relatório de impacto ambiental da construção das usinas hidrelétricas de Santa Clara e Fundão, atualmente operantes, entre os municípios de Pinhão e Candói. Novamente registrou-se neste relatório, a presença predominante de *Astyanax* sp. b em relação às demais espécies deste gênero (COPEL, 1999).

A ictiofauna da bacia do rio Jordão apresenta o padrão generalizado da ictiofauna do rio Iguaçu (COPEL, 1999), como detentora de poucas espécies, onde desponta um elevado grau de endemismo (GARAVELLO *et al.*, 1997). O elevado endemismo desta bacia decorre em parte, da sua grande heterogeneidade ambiental, contudo a melhor explicação para este fenômeno, parece ter sido decorrente do isolamento geográfico do rio Iguaçu, proporcionado pelas cataratas do Iguaçu. Esse isolamento segundo BIGARELLA *et al.* (1975), pode ter levado a uma compartimentalização desta bacia em relação às demais sub-bacias do rio Paraná, propiciando uma fonte de especiação para sua ictiofauna (AGOSTINHO *et al.*, 1997). Essa hipótese é reforçada pelo fato do rio Iguaçu não apresentar inúmeras famílias de peixes, inclusive de grandes migradores, as quais são muito comuns ao restante da bacia do rio Paraná (JÚLIO JR. *et al.*, 1997).

Dentre a ictiofauna encontrada na bacia do rio Iguaçu, destaca-se os caracídeos da subfamília Tetragonopterinae, com 14 espécies citadas por GARAVELLO *et al.* (1997), para o médio Iguaçu e 10 espécies listadas por INGENITO *et al.* (2004), para regiões do alto rio Iguaçu. Este grupo é popularmente conhecido como piabas no nordeste brasileiro, lambaris ou tambiús no Brasil meridional e matupiris na Amazônia (GURGEL, 2004). Quanto à sua distribuição geográfica VARI & MALABARBA (1998), comunicam sobre sua ocorrência da América Central até a Argentina. Especificamente, o gênero *Astyanax* BAIRD & GIRARD 1854, é o mais comum e diversificado da subfamília Tetragonopterinae na área de abrangência da

região neotropical. Este gênero congrega varias espécies que são abundantes nas bacias hidrográficas brasileiras (ORSI *et al.*, 2004).

A espécie *Astyanax* sp. b, endêmica e amplamente distribuída pela bacia do Iguaçu, foi primeiro discriminada por SAMPAIO (1988), que em sua dissertação de mestrado, realizou um estudo taxonômico referente aos Characiformes do rio Iguaçu e verificou a existência de seis novas espécies de lambaris do gênero *Astyanax*. Neste estudo as seis novas espécies foram sinonimizadas em *Astyanax* sp. a; sp. b; sp. c; sp. d; sp. e; e sp. f. Por se tratarem de organismos distintos, apesar destas espécies não estarem ainda formalmente descritas, vários autores tem utilizado essa nomenclatura (FUGI, 1998; ABILHOA 2004; AGOSTINHO & GOMES, 1997).

No que se refere ao entendimento das comunidades e populações de peixes dos rios brasileiros, ANDREATTA *et al.* (2002), salientam que o levantamento da ictiofauna e o conhecimento da sua estrutura são os primeiros passos para uma abordagem ecológica e de gerenciamento de uma região. Assim, a atual escassez de informações sobre a ictiofauna da bacia do rio Jordão e da região centro-oeste do Paraná, evidenciam a necessidade de esforços para o reconhecimento taxonômico de suas espécies, visto o elevado endemismo desta região (GARAVELLO *et al.*, 1997) e por conseguinte o estudo dos processos ecológicos que as estruturam.

Neste contexto o presente trabalho teve por objetivo investigar os principais aspectos bionômicos de *Astyanax* sp. b, como a estrutura populacional, a reprodução e a dinâmica alimentar, visando compreender sua interação ecológica com os dois trechos do Rio das Pedras estudados, e proporcionar informações básicas que sirvam como planos de conservação para esse ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V. **Composição, aspectos biológicos e conservação da ictiofauna do alto curso do rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 84p.
- AGOSTINHO, A. A.; BINI, L. M.; GOMES, L. C. Ecologia de comunidade de peixes da área de influência do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997. p. 97-111.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997. 387p.
- ANDREATA, V. J.; MEURER, B. C. BAPTISTA, M. G. S.; MANZANO, F. V.; TEIXEIRA, D. E.; LONGO, M. M. & FRERET, N. V. Composição da assembléia de peixes da Baía do Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19 (4): 1139-1146. 2002.
- BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. 134p.
- BIGARELLA, J.J.; LIMA, D. A. & RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoclimáticas na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, p. 411-464, 1975.
- BRASIL. Portaria Federal nº. 507 de 17/12/2002. Institui Área de Proteção Ambiental da Serra da Esperança. **Diário Oficial da União.**
- CAMARGO, G.; FILHO, M. C.; MASCARELLO, L. V. Processos de erosão em ravinas e voçorocas na bacia do Rio das Pedras – Guarapuava – PR. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.51-59.
- COPEL. **Estudo de impacto ambiental da usina hidrelétrica Fundão, rio Jordão, bacia do rio Iguaçu, estado do Paraná: relatório técnico.** IAP: Curitiba, 1999. 3v.

- DONATTI, L.; REBECA, R.; ZALESKI, T.; FELSKI, G.; WOLFF, L. L. & VIANA, D. Percepção ambiental pela população ribeirinha da ictiofauna existente na bacia hidrográfica do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.118-123.
- FUGI, R. **Ecologia alimentar de espécies endêmicas de lambaris do trecho médio do rio Iguaçu.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 1998. 88p.
- GARAVELLO, J. C.; PAVANELLI, C. S.; SUZUKI, H. I. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997. p. 61-84.
- GURGEL, H. C. B. 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**, 21 (1): 131-135. 2004.
- HEERDT, B.; BATTISTELLI, M.; ALBERTI, M.; BARONI, R.; DANIELI, J. Levantamento e análise dos pontos críticos. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.43-50.
- INGENITO, L. F. S.; DUBOC, L. F.; ABILHOA, V. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia.** UNIPAR, Umuarama, 7 (1): 23-36. 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acesso em: 09 de fevereiro de 2006.
- JÚLIO JR, H. F.; BONECKER, C. C.; AGOSTINHO, A. A. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997. p. 1-17.
- ORSI, M. L.; CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (2): 207-218. 2004.

- QUINÁIA, S. P.; MACIEL, J. M.; ROSA, M, R. Levantamento e análise dos pontos de coleta das águas da rede hidrográfica do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.35-41.
- SAMPAIO, F. A. A. **Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysa) da bacia do rio Iguaçu, com comentários sobre o endemismo desta fauna.** Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 1988. 175p.
- SILVA, D. W. A vegetação da Bacia do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.91-99.
- THOMAZ, E. L. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical, Guarapuava – Paraná.** Tese (Doutorado em Geomorfologia Ambiental). Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 2005. 283p.
- VARI, R. P. & MALABARBA, L. R. Neotropical Ichthyology: An overview. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; LUCENA, Z. M. S. & LUCEMA, C. A. S. **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes.** Porto Alegre, EDIPUCRS. p.1-12. 1998.
- VESTENA, L. R.; BERTOTTI, L. G.; GARDIM, J. C. Uso da terra na bacia hidrográfica do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras: relato de experiências.** Guarapuava: B & D, 2004. p.100-108.
- WOLFF, L. L.; VIANA, D.; ZALESKI, T.; BERTOLDI, G.; RIOS, F. S. & DONATTI, L. **Caracterização da Ictiofauna do Rio Cascavel - Parque Municipal das Araucárias - Guarapuava/PR e do rio Bonito, Turvo/PR.** In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu/MG, 2005. 1CD-ROM

## CAPÍTULO I

### **ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo o estudo da estrutura populacional de *Astyanax* sp. b coletados em dois trechos do Rio das Pedras, Guarapuava – PR. Amostragens mensais durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006, foram realizadas, sendo capturados 1337 indivíduos. Vazão e temperatura foram as variáveis físico-químicas que apresentaram maior variação ao longo do período de estudo. As taxas de capturas foram maiores no ponto A, concentrando-se principalmente nos meses de janeiro e fevereiro. A distribuição em classes de comprimento revelou que os indivíduos do ponto A foram mais freqüentes na classe 5 (5,6 — 6,5 cm) em relação aos do ponto B, que predominaram na classe 7 (7,6 — 8,5 cm). Fêmeas de ambos os pontos distribuíram-se com maior freqüência em classes de tamanho maiores quando comparadas com os machos. A distribuição da espécie demonstrou predomínio de indivíduos adultos no ponto B ( $\chi^2=53,54$ ;  $p<0,05$ ), enquanto que no ponto A as proporções foram semelhantes. A proporção sexual entre todos os indivíduos capturados no ponto A não diferiu significativamente de 1:1, enquanto que no ponto B, fêmeas predominaram ( $\chi^2=18,20$ ;  $p<0,05$ ). O fator de condição dos indivíduos capturados em ambos os pontos tendeu a diminuir durante os meses de inverno e aumentar nos meses posteriores. Esse parâmetro foi significativamente menor tanto para machos como para fêmeas do ponto B. A relação peso/comprimento apresentou diferenças no modo de crescimento entre machos e fêmeas e entre os pontos amostrais. As condições hidrodinâmicas e a maior disponibilidade de micro-habitats no ponto A parecem favorecer a estruturação de uma população com indivíduos de menor tamanho, fornecendo sítios adequados para seu recrutamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dinâmica populacional, razão sexual, recrutamento, composição em tamanho, variações espaço-sazonal.

**POPULATION STRUCTURE OF *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE:  
TETRAGONOPTERINAE) IN TWO STRETCHES OF DAS PEDRAS RIVER,  
GUARAPUAVA, PARANÁ.**

**ABSTRACT:** This study analyzed the population structure of *Astyanax* sp. b present in two different stretches of Das Pedras River in Guarapuava, Paraná State. Monthly surveys were performed from March 2005 to February 2006 and 1337 individuals were collected. Water flow and temperature were the physical factors that varied the most. Capture rates were larger in area A, with higher levels in January and February. Distribution in length classes showed that individuals from area A were more frequent in class 5 (5,6 — 6,5 cm) when compared to those from area B, which predominantly fitted in class 7 (7,6 — 8,5 cm). Females of both areas were more frequently found in larger length classes when compared to males. Species distribution showed up prevalence of adult individuals in area B ( $\chi^2=53.54$ ;  $p<0.05$ ), while proportions were similar in area A. Sexual proportion among all individuals of area A did not significantly differ from 1:1, whereas among those of area B, females prevailed ( $\chi^2=18.20$ ;  $p<0.05$ ). Condition factor of captured individuals in both areas tended to diminish along winter and to increase in the following months. This parameter was significantly lower either for males or females in area B. Weight/length ratio presented differences in the way of growth among males and females in both areas. Hydrodynamic conditions and higher availability of micro-habitats in area A seem to benefit the structure of a population with smaller individuals, providing suitable sites for their recruitment.

**KEY-WORDS:** Population dynamics, sex ratio, recruitment, length composition, space-seasonal variation.

## 1. INTRODUÇÃO

O estado do Paraná vem sendo submetido, ao longo das últimas cinco décadas, a um intenso processo de destruição e alteração de seus ecossistemas, decorrente da grande pressão por demanda de áreas cultiváveis (CASTELA & BRITTEZ, 2004). Este processo tem afetado a integridade de seus ecossistemas aquáticos, principalmente a dos rios de pequeno e médio porte que, em reflexo do desmatamento, sofrem abruptas modificações nos seus regimes hidrológicos (JÚLIO JR. *et al.*, 1997; FARIA & MARQUES, 1999).

As comunidades de peixes atingidas por essas modificações podem sofrer profundas alterações, tanto na composição de suas espécies como na estrutura de suas populações (AGOSTINHO *et al.*, 1992; ABILHOA, 2004). Dependendo das características destas modificações e de seus respectivos graus de intensidade, algumas espécies podem ser favorecidas, aumentando suas chances de sobrevivência e reprodução, enquanto que outras podem sofrer prejuízos drásticos que variam de acordo com a sensibilidade da espécie (BARRELLA *et al.*, 1999).

Neste contexto estudos sobre a estrutura envolvendo populações de diferentes ambientes são de grande importância, uma vez que trazem informações sobre os mecanismos adotados pelas espécies, diante das pressões ambientais as quais são submetidas (BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997). Algumas espécies do gênero *Astyanax* BAIRD & GIRARD 1854, por serem consideradas oportunistas (UIEDA & BARRETO, 1999; AGOSTINHO & GOMES, 1997a, ABILHOA, 2004), e capazes de manter grandes populações frente a tais efeitos, tem se mostrado como bons modelos para estudos populacionais (NOMURA, 1975; BARBIERI, 1992; RODRIGUES *et al.*, 1989; GURGEL & MENDONÇA, 2001; GURGEL, 2004).

Diferentes parâmetros são avaliados em estudos de estrutura populacional. Dentre eles o conhecimento da composição em tamanho é uma característica importante que fornece indicativos do desenvolvimento da espécie, da sua interação com o meio e com outros organismos e dos efeitos da densidade demográfica (BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997; GOMIEIRO & BRAGA, 2005). De modo geral os peixes tropicais tendem a apresentar tamanhos menores quando comparados aos de águas temperadas, isso devido as suas altas taxas metabólicas (PAULY, 1998). O tamanho que uma espécie pode atingir é determinado em partes

pela sua genética e pelas condições ambientais do meio em que vive (LOWE-MCCONNEL, 1999)

A estrutura em tamanho quando bem investigada, pode ser utilizada como meio de identificação e preservação de áreas importantes para o ciclo de vida das espécies como berçários e locais de recrutamento (NIKOLSKII 1969; VAZZOLER, 1996). Na biologia pesqueira o conhecimento do tamanho dos indivíduos do estoque é de fundamental importância, uma vez que fornece subsídios ao dimensionamento e proteção dos recursos pesqueiros. Neste sentido, o conhecimento da estrutura em tamanho, pode contribuir na mitigação de esforços pesqueiros concentrados em determinadas classes de comprimento, que poderiam comprometer seriamente o recrutamento de uma determinada espécie em anos subsequentes (AGOSTINHO & GOMES, 1997b; BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997).

O fator de condição e a relação peso/comprimento têm sido dois atributos muito utilizados em estudos de biologia populacional (BRAGA, 1986; BARBIERI & VERANI, 1987; LIZAMA & AMBRÓSIO, 1999; GOMIEIRO & BRAGA, 2003). O fator de condição fornece indicações sobre o estado de bem estar do peixe no ambiente em que está vivendo. Segundo BARBIERI & VERANI (1987), variações neste parâmetro podem estar associadas ao acúmulo de gordura, a suscetibilidade às mudanças ambientais ou ao período de desenvolvimento gonadal. Por esta razão o fator de condição tem sido muito utilizado em estudos que comparam diferentes populações que vivem em determinadas condições ambientais (ORSI *et al.*, 2004). Na piscicultura comercial esse parâmetro também pode contribuir na avaliação da atividade alimentar de uma dada espécie, verificando se ela está ou não fazendo bom uso da fonte alimentar (ZAVALA-CAMIN, 1996).

Através da relação entre as variáveis peso e comprimento é possível obter informações sobre o tipo de crescimento da espécie, podendo o mesmo ser isométrico ou alométrico (LIZAMA & AMBRÓSIO, 1999). Embora seja específico, o crescimento pode variar entre populações diferentes de acordo com as condições ambientais e da oferta de recursos alimentares (BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997). Segundo VAZZOLER (1981), essa relação pode ainda diferir entre os sexos, demonstrando diferenças no investimento energético, que normalmente estão ligadas à reprodução.

Mediante as respostas que as populações apresentam em relação aos seus respectivos habitats, estudos comparativos se tornam de grande importância uma vez

que podem ressaltar quanto à integridade dos respectivos ambientes de vida. Neste contexto o presente trabalho procurou caracterizar e comparar a estrutura populacional de *Astyanax* sp. b, uma espécie endêmica da bacia do rio Iguaçu, entre dois trechos do Rio das Pedras, a fim de melhor compreender como essa espécie coloniza distintos trechos de um mesmo rio. A estrutura da população no referente capítulo se ateve às diferenças nas taxas de captura, na distribuição em tamanho, na proporção sexual e entre jovens e adultos, no fator de condição, na relação peso/comprimento e na influência das variáveis abióticas sobre a condição dos indivíduos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em dois trechos do Rio das Pedras, município de Guarapuava, região centro-oeste do estado do Paraná. Guarapuava encontra-se a 246 km a oeste da capital Curitiba e está situada no terceiro planalto paranaense, mais especificadamente no planalto de Guarapuava (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O planalto de Guarapuava destaca-se por uma vegetação do tipo campestre nas colinas onde os solos são relativamente profundos, enquanto que nos vales e na região de encostas predomina a floresta ombrófila mista (RODERJAN *et al.*, 2002). Essa formação é considerada uma unidade fitoecológica típica da região sul do Brasil, onde se destaca a espécie símbolo do Paraná, *Araucaria angustifolia* ou Pinheiro-do-Paraná (RODERJAN *et al.*, 2002).

O clima desta região é caracterizado como subtropical úmido com invernos rigorosos (MAACK, 1981). O tipo climático dominante segundo Köppen é Cfb, ou seja, mesotérmico, úmido o ano todo e mês mais quente com temperatura média de 22 °C.

Neste contexto insere-se o Rio das Pedras, com aproximadamente 35 km a partir de suas nascentes, que se desenvolvem no reverso ocidental da escarpa da Boa Esperança, até sua confluência com o rio Bananas. A área de drenagem da bacia hidrográfica do Rio das Pedras possui aproximadamente 330Km<sup>2</sup>, e localiza-se entre as coordenadas 25° 13' 10" e 25° 26' 24" sul e 51° 13' 10" e 51° 28' 15" oeste.

#### 2.1.1 Pontos Amostrais

Os dois trechos do Rio das Pedras escolhidos para este trabalho, com aproximadamente 200 metros de comprimento cada, foram denominados de ponto A, situado na porção medial do rio nas coordenadas 25° 20' 01" sul e 51° 21' 27" oeste e ponto B à jusante, próximo de sua foz, nas coordenadas 25° 23' 57" sul e 51° 26' 10" oeste (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O ponto A localiza-se a 1061 metros acima do nível do mar, enquanto que o ponto B a 968 metros. A distância entre os dois pontos é de aproximadamente 10700 metros em linha reta. Não há nenhum obstáculo natural como saltos ou cachoeiras entre os pontos. No ponto B o rio ganha considerável volume, pois ao longo de seu curso, recebe os tributários, rio das Pombas e rio Guabiroba de sua margem esquerda e o rio das Mortes de sua margem direita.

No trecho correspondente ao ponto A, o rio apresenta largura de canal entre 15 e 18 metros, alternando regiões de corredeiras moderadas pouco profundas com poções de profundidades não superiores a 2 m. Suas margens são parcialmente sombreadas por uma vegetação ciliar relativamente conservada, contudo em alguns pontos essa vegetação encontra-se alterada pela atividade pecuária e/ou pelo reflorestamento com *Pinus* spp. Seu leito, segundo observações baseadas em GORDON *et al.* (1992), apresenta predomínio de seixos e matacões, entremeados por depósitos de substrato fino (areia, argila e folhiço) nas regiões de poção (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 2).

Por outro lado, o trecho correspondente ao ponto B apresenta características de remanso, pouco variáveis. Sua largura fica entre 25 e 27 metros e sua profundidade em torno de 1,5 m. A vegetação ciliar da sua margem direita encontra-se altamente degradada pelo avanço de práticas agrícolas incompatíveis. Sua estrutura em ambas as margens é bastante simplificada, com o predomínio de espécies generalistas e de início de sucessão, como taquaras, “unhas de gato” e diversas lianas. Em seu leito de acordo com GORDON *et al.* (1992), predomina substrato do tipo areno-argiloso com grande quantidade de material orgânico depositado (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 3).

É importante salientar que tais características foram tomadas durante períodos no qual o rio estava sob condições consideradas normais de regime hídrico. Durante períodos de alta precipitação as características de largura e profundidade podem sofrer significativas alterações.

## 2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL

Os exemplares do lambari *Astyanax* sp. b foram obtidos através de amostragens mensais realizadas durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006. Para a captura dos indivíduos foram utilizadas redes de espera, covos e rede de arrasto.

Para cada ponto foram instaladas 4 redes de espera das malhas 1,2; 1,5; 2,0 e 2,5 cm entre nós consecutivos, com dimensões de 20 m de comprimento por 1,5 m de altura. Além destas, uma outra rede de malha 1,5 cm e dimensões de 10 m x 1,5 m também foi instalada em cada ponto. Essas redes foram dispostas paralelamente à margem e permaneceram no rio por um período de aproximadamente 24 horas.

Os covos utilizados, um em cada ponto, confeccionados a partir de plástico transparente, com dimensões de 80x30x30 cm e boca com abertura de 5 cm, foram iscados com quireira de milho e permaneceram no rio durante o mesmo período em que as redes permaneceram instaladas (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 4).

Quanto à realização dos arrastões, foi utilizado uma rede confeccionada com tecido do tipo bag nets®, de malha 0,3 cm entre nós consecutivos e dimensões de 2m x 1,5m. Nesta metodologia o procedimento amostral seguiu-se através de arrastos consecutivos com seguida despesca, durante um período de 10 minutos para ambos os pontos de coleta.

Os indivíduos logo após serem capturados nos diferentes artefatos, foram fixados, ainda no campo, em formol a 10% e mantidos nesta solução durante 5 dias. Posteriormente o material biológico foi transferido para álcool 70% e mantido em frascos de plástico para posterior processamento.

Em laboratório os indivíduos foram devidamente identificados, etiquetados, pesados quanto ao peso total (medida em gramas), medidos quanto ao comprimento total e padrão (medida em centímetros) e dissecados para a remoção das vísceras que serviram para análises posteriores.

### 2.3 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos mensalmente a partir de uma estação meteorológica, localizada dentro da bacia hidrográfica do Rio das Pedras e gerenciada pela SANEPAR de Guarapuava. Além da precipitação foram realizadas medidas de seis outras variáveis abióticas, sendo elas, a temperatura da água, a profundidade média do canal, a vazão, a turbidez, o pH e o oxigênio dissolvido (OD). As condições abióticas foram caracterizadas a partir de um único registro mensal destas variáveis para cada ponto amostral. Para a análise das variáveis químicas (turbidez, pH e OD), amostras de água foram retiradas do rio, através de frascos devidamente esterilizados, e conduzidos ao laboratório de análise de água da SANEPAR de Guarapuava. As demais variáveis foram tomadas em campo.

A temperatura da água foi registrada com um termômetro de mercúrio manual, sob a lâmina d'água a uma profundidade não superior a 10 cm e sempre em locais sombreados. A profundidade média foi registrada com uma estaca graduada, através de oito pontos equidistantes em aproximadamente 1,5 m cada em uma sessão

transversal do rio. Para a obtenção da variável vazão, primeiramente foi calculada a velocidade média superficial da água, através do método do deslocamento do objeto flutuante (CASATTI, com. pess.). Esse parâmetro foi obtido utilizando-se uma lâmpada, e cronometrando o tempo em que ela demorava para percorrer uma distância de 10 metros no rio. Esse procedimento foi repetido 5 vezes. A velocidade média foi então obtida pela fórmula  $V_m = \Delta s / \Delta t$ , onde  $V_m$ =velocidade média,  $\Delta s$ =distância percorrida (no caso 10 m) e  $\Delta t$ = a soma de todos os tempos obtidos dividido por 5. Posteriormente foi obtida a área de transecção do rio neste trecho, através da multiplicação da profundidade média pela largura do rio. A vazão foi então obtida através da fórmula  $Q = A \cdot V_m$ , onde  $Q$ =vazão (dada em  $m^3/s$ ),  $A$ =área transversal e  $V_m$ =velocidade média.

Para melhor caracterizar a dinâmica sazonal das condições abióticas, foi utilizada uma análise de componentes principais (PCA), combinando as seis variáveis obtidas em cada ponto e as estações do ano. Nesta análise para retirar o efeito das diferentes escalas, as variáveis foram padronizadas através da raiz quadrada da soma dos seus quadrados.

## 2.4 ESTUDO DA ESTRUTURA POPULACIONAL

A estrutura da população de *Astyanax* sp. b foi analisada através da taxa de captura, da distribuição em classes de tamanho, da proporção sexual e entre jovens e adultos, do fator de condição e da relação peso-comprimento. Esses parâmetros foram sempre que possível comparados entre os pontos amostrais.

### 2.4.1 Estrutura em Comprimento

Para a análise da estrutura em comprimento, os indivíduos capturados em ambos os pontos foram enquadrados em classes de comprimento padrão, segundo metodologia proposta por Sturges (VIEIRA, 1980). A determinação das classes seguiu-se pela equação:  $k = 1 + 3,222 \cdot \log n$ , onde  $k$ =número de classes e  $n$ =número total de indivíduos. Após isso, obteve-se o intervalo das classes, através da fórmula,  $h = A/k$ , onde  $h$ =intervalo da classe,  $A$ =amplitude de variação do comprimento (maior comprimento obtido – o menor comprimento) e  $k$ =número de classes.

Nos dois pontos amostrais, a distribuição dos indivíduos em classes de comprimento foi determinada primeiramente para sexos agrupados e posteriormente

para sexos separados, com o intuito de se verificar possível dimorfismo sexual em tamanho. Além disso, com a intenção de verificar se ocorrem variações sazonais, a composição em comprimento também foi determinada para todos os indivíduos (machos, fêmeas e juvenis) capturados durante as diferentes estações do ano. Neste caso, e para todas as demais análises, as estações foram definidas da seguinte maneira: Outono (março/05, abril/05 e maio/05); inverno (junho/05, julho/05 e agosto/05); primavera (setembro/05, outubro/05 e novembro/05) e verão (dezembro/05, janeiro/06 e fevereiro/06).

A distribuição em classes de comprimento foi expressa como o número total de indivíduos capturados por classe (frequência absoluta) e como o número de indivíduos capturados em uma determinada classe dividido pelo número total de indivíduos capturados em todas as demais classes, multiplicado por 100 (frequência percentual). Essa última análise foi utilizada para comparar descritivamente a distribuição em tamanho dos indivíduos entre os pontos amostrais e entre as estações do ano.

#### 2.4.2 Proporção Sexual e Proporção entre Jovens e Adultos

A estrutura populacional no que se refere à proporção entre os sexos foi estabelecida de acordo com VAZZOLER (1996) e expressa através da distribuição das frequências percentuais de machos e de fêmeas para cada estação do ano (exceto durante o inverno no ponto A, estação em que não houve captura de indivíduos adultos). O teste  $\chi^2$  (qui-quadrado), com significância de 5%, foi aplicado sobre os valores das frequências absoluta tanto sazonal (estação), como para todo o período de estudo, com o propósito de verificar eventuais diferenças nas proporções estabelecidas.

A análise da proporção entre jovens e adultos seguiu a mesma metodologia da proporção sexual, pretendendo evidenciar variações sazonais e espaciais (entre os pontos A e B) no recrutamento dos indivíduos.

#### 2.4.3 Relação Peso – Comprimento Padrão e o Fator de Condição

A relação peso-comprimento padrão foi obtida separadamente para machos e para fêmeas de cada ponto, sendo expressa através da equação:  $Wt=a.SL^b$ , (VAZZOLER 1981), onde  $Wt$ =peso total,  $SL$ =comprimento padrão,  $a$ =intercepto da

curva (onde o eixo  $y$  é cortado pela curva) e  $b$ =seu parâmetro de inclinação. O parâmetro  $a$  para cada indivíduo foi obtido a partir da manipulação matemática da fórmula, enquanto que para a obtenção do parâmetro  $b$  foi necessário a logaritimização de ambos os lados da equação:  $(\ln W_t = \ln a + b \ln SL)$ , e subsequente ajuste de uma linha reta aos pontos através do método dos mínimos quadrados (SANTOS, 1978). Essa relação foi determinada separadamente para os sexos devido ao não cumprimento da premissa de igualdade de variâncias dos parâmetros  $a$  e/ou  $b$  entre machos e fêmeas.

Biologicamente os parâmetros  $b$  e  $a$  desta relação podem ser interpretados respectivamente como o modo de crescimento e o estado de hígidez dos indivíduos. O parâmetro  $b$ , gira em torno do valor 3 e indica como ocorre o crescimento dos indivíduos, se é do tipo isométrico com taxas iguais de incremento nas diferentes partes do corpo ou alométrico com incrementos diferenciais.

O estado de hígidez pode ser denominado de fator de condição, sendo um parâmetro muito utilizado nos estudos ictiofaunísticos, e que pode refletir possíveis influências das condições ambientais. Neste estudo o fator de condição total, que considera o peso das gônadas no peso total (VAZZOLER, 1996), foi obtido individualmente a partir do parâmetro  $a$  da relação peso/comprimento através da fórmula:  $a = W_t/L_s^b$ . Os valores médios mensais deste parâmetro, para ambos os sexos, foram multiplicados por 100, a fim de facilitar a interpretação gráfica.

Para verificar eventuais influências das condições limnológicas sobre o fator de condição, as variáveis abióticas (com escala padronizada) de cada ponto amostral foram ordenadas através de uma análise dos componentes principais (PCA), combinando-se o valor médio trimestral das variáveis com as estações do ano. Posteriormente os escores obtidos a partir do primeiro eixo de explicação (PCA1), foram relacionados com o fator de condição médio sazonal (estação) dos indivíduos de ambos os sexos de cada ponto. Para verificar possíveis diferenças espaciais, o valor médio anual do fator de condição, foi testado entre os sexos dos diferentes pontos através do teste não paramétrico  $U$  de Mann-Whitney ( $\alpha=0,05$ ), visto que os valores não apresentaram distribuição normal.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

A precipitação acumulada obtida para a bacia do Rio das Pedras durante os 12 meses de estudo foi de 2042 mm. Neste período, os meses de julho/05 e agosto/05 foram os que apresentaram a menor concentração de chuvas. Por outro lado, setembro/05 e outubro/05 foram os meses mais chuvosos para a região (FIGURA 1).

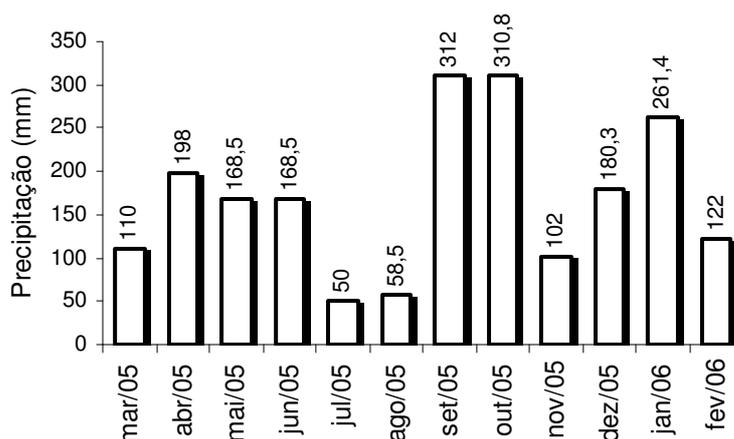


FIGURA 1. Distribuição mensal dos valores de precipitação acumulada, para a bacia hidrográfica do Rio das Pedras, Guarapuava, PR. Dados obtidos a partir da SANEPAR - Guarapuava, PR.

Vazão, turbidez, profundidade e temperatura apresentaram em ambos os pontos de coleta, a maior variação ao longo do período amostral. Os maiores valores para as três primeiras variáveis foram registradas durante os meses da primavera e verão enquanto que a temperatura atingiu os maiores valores durante o verão (TABELAS 1 e 2).

TABELA 1. Parâmetros abióticos obtidos a partir de um único registro mensal para o ponto A do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

Mês	Temperatura (° C)	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Turbidez	pH	OD mg/L
Março/05	20	1,1	0,96	8,98	7,53	8,6
Abril/05	19	1,1	2,28	13,7	6,91	9
Mai/05	11,5	1,41	12,45	15,19	7,24	8,15
Junho/05	12	1,13	2,74	10,6	7,19	8,55
Julho/05	12	1,27	4,71	10,8	7,63	9,25
Agosto/05	13	1,16	3,39	8,31	7,13	9,35
Setembro/05	14	1,66	13,26	21,3	7,02	10,15
Outubro/05	16	1,91	17,21	18,4	6,67	8,65
Novembro/05	16	1,38	6,69	9,81	7,02	7,75
Dezembro/05	18	1,13	2,4	7,96	7,19	7,55
Janeiro/06	22,5	1,13	2,75	9,71	7,07	8,6
Fevereiro/06	20	1,15	2,53	27,4	7,1	6,55

TABELA 2. Parâmetros abióticos obtidos a partir de um único registro mensal para o ponto B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

Mês	Temperatura (° C)	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Turbidez	pH	OD mg/L
Março/05	18	1	3,15	8,98	7,53	8,5
Abril/05	19,5	1,32	7,44	11,7	7,3	8,7
Mai/05	12	1,94	19,98	16,5	7,2	8
Junho/05	15	1,5	11,52	10,3	6,9	8,25
Julho/05	13	1,67	13,13	11	7,3	8,9
Agosto/05	14	1,57	10,14	7,5	7,1	10,2
Setembro/05	15,5	2,49	26,64	17,3	6,8	9,85
Outubro/05	16,5	3,32	46,21	34,6	7,1	8,5
Novembro/05	19	1,85	17,75	11,3	7,1	7,5
Dezembro/05	21	1,53	11,09	8,1	7,2	7,4
Janeiro/06	23	1,42	6,45	9	7,3	7,5
Fevereiro/06	22	1,47	7,54	20	7	6,4

Através da análise dos componentes principais (PCA), foi possível identificar um gradiente de variação sazonal no conjunto das 6 variáveis analisadas (FIGURA 2). O primeiro eixo (PCA 1) explicou 79,01 % da variação, sendo a variável vazão a que mais contribuiu positivamente para a sua formação. O segundo eixo (PCA 2) explicou 14,38% da variabilidade e teve temperatura como a variável que mais contribuiu em sua formação. Os meses da primavera foram caracterizados por apresentar maior relação positiva com a PCA1 em relação às demais estações. O eixo 2 por sua vez, tendeu a separar as estações verão (escores mais positivamente relacionados) do inverno (escores mais negativamente relacionados).

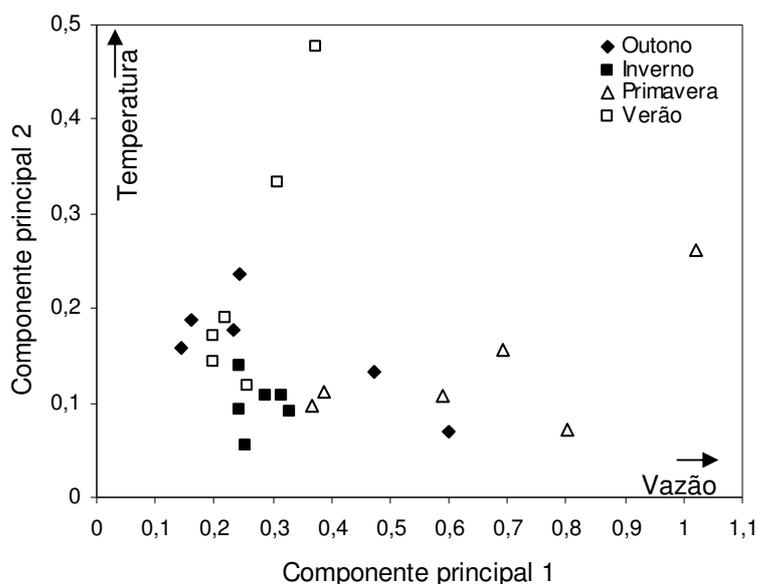


FIGURA 2. Ordenação das variáveis abióticas conforme as estações do ano, registradas em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava, PR.

### 3.2 ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES

#### Abundância

Foram capturados 1337 indivíduos, sendo 1016 (75,99%) pertencentes ao ponto A e 321 (24,01%) ao ponto B. As taxas de captura foram maiores nos meses de janeiro e fevereiro no ponto A e em abril e outubro no ponto B (FIGURA 3).

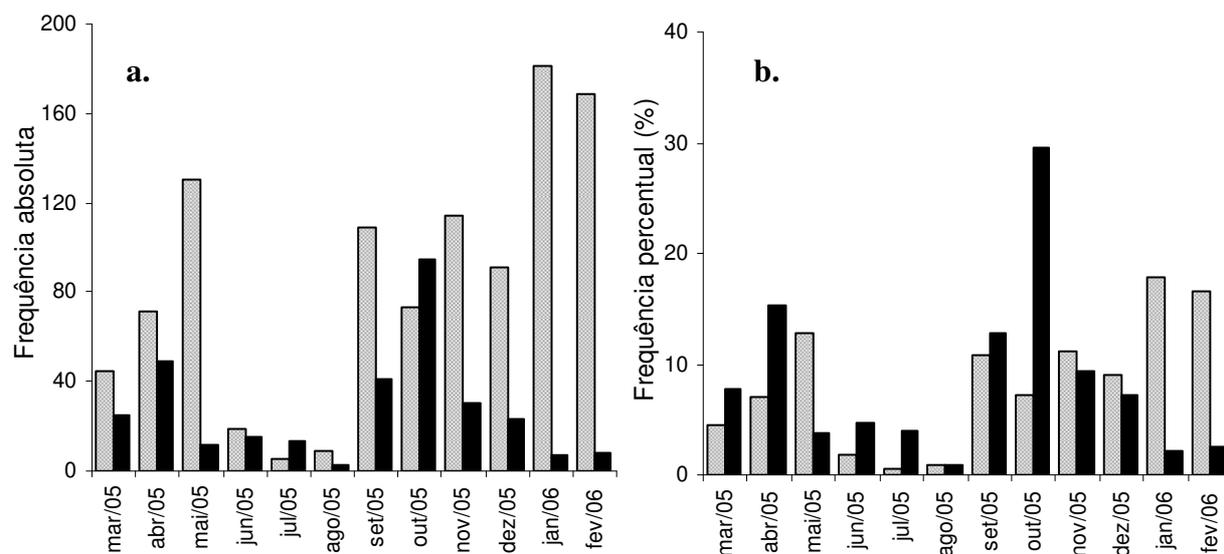


FIGURA 3. Distribuição das freqüências mensais de captura de *Astyanax* sp. b durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006 em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

a.) Freqüência absoluta e b.) freqüência percentual. ▨ Ponto A e ■ Ponto B.

#### Estrutura em Comprimento

Os indivíduos capturados nos dois pontos de coleta foram enquadrados em 11 classes de comprimento padrão com amplitude de 1 cm cada, conforme mostra a TABELA 3.

TABELA 3. Classes de comprimento padrão, seus respectivos intervalos (cm) e o número (n) de indivíduos de *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava, PR.

Classe	Intervalo (cm)	n
1	1,6 — 2,5	19
2	2,6 — 3,5	139
3	3,6 — 4,5	202
4	4,6 — 5,5	219
5	5,6 — 6,5	323
6	6,6 — 7,5	187
7	7,6 — 8,5	130
8	8,6 — 9,5	46
9	9,6 — 10,5	32
10	10,6 — 11,5	7
11	11,6 — 12,5	2

A amplitude do comprimento padrão, considerando todos os indivíduos do ponto A, variou de 2 a 11,5 cm, com média igual a 5,4 cm (n=1002). No ponto B essa amplitude variou de 1,9 a 12,2 cm e sua média foi igual a 6,6 cm (n=304).

Indivíduos do ponto A foram mais freqüentes nas classes de comprimento 5 e 4, enquanto que indivíduos do ponto B foram capturados com maior freqüência nas classes 6 e 7 (FIGURA 4a). Quanto a freqüência percentual os indivíduos do ponto A distribuíram-se com maior freqüência nas cinco primeiras classes em relação aos indivíduos do ponto B, que foram mais freqüentes nas classes 6 a 11 (FIGURA 4b).

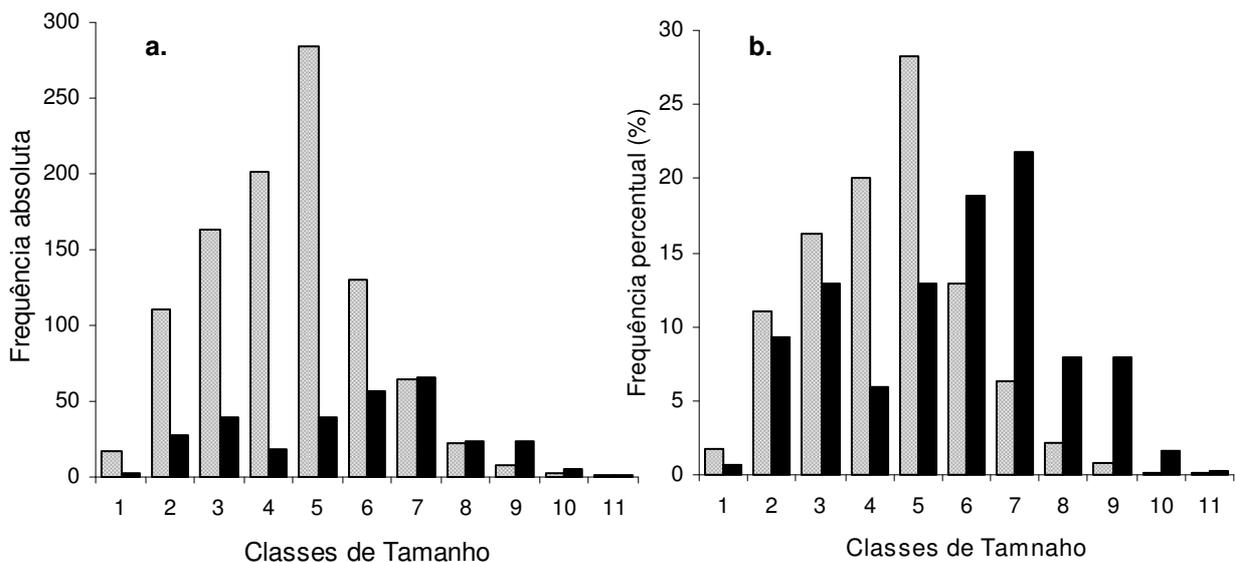


FIGURA 4. Distribuição das freqüências a.) absoluta e b.) percentual das classes de comprimento de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Ponto A e ■ Ponto B.

Em ambos os pontos amostrais durante o outono, as maiores freqüências de captura ocorreram nas classes 3 e 4. Indivíduos das classes 2, 4, 5 e 6 foram capturados com maior freqüência no ponto A em relação ao ponto B onde as capturas foram maiores nas classes 3 e de 7 a 11 (FIGURA 5a). Durante o inverno as maiores freqüências de captura ocorreram respectivamente nas classes 2 e 7 para os pontos A e B. Neste período a única classe que apresentou indivíduos capturados em ambos os pontos (classe 1), a freqüência percentual foi maior para o ponto A (FIGURA 5b). Na primavera as maiores freqüências de captura ocorreram respectivamente nas classes 3 e 6 para os pontos A e B. Indivíduos do ponto A foram capturados com maior freqüência nas quatro primeiras classes em relação aos indivíduos do ponto B, que foram mais freqüentes nas classes 5 a 10 (FIGURA 5c). No verão houve maior captura na classe 5 para indivíduos do ponto A e um aumento considerável na

freqüência de indivíduos pequenos, da classe 2, para o ponto B. Indivíduos do ponto A foram mais freqüentes nas classes 4, 5 e 6 em relação aos do ponto B que ocorreram com maior freqüência nas demais classes (FIGURA 5d).

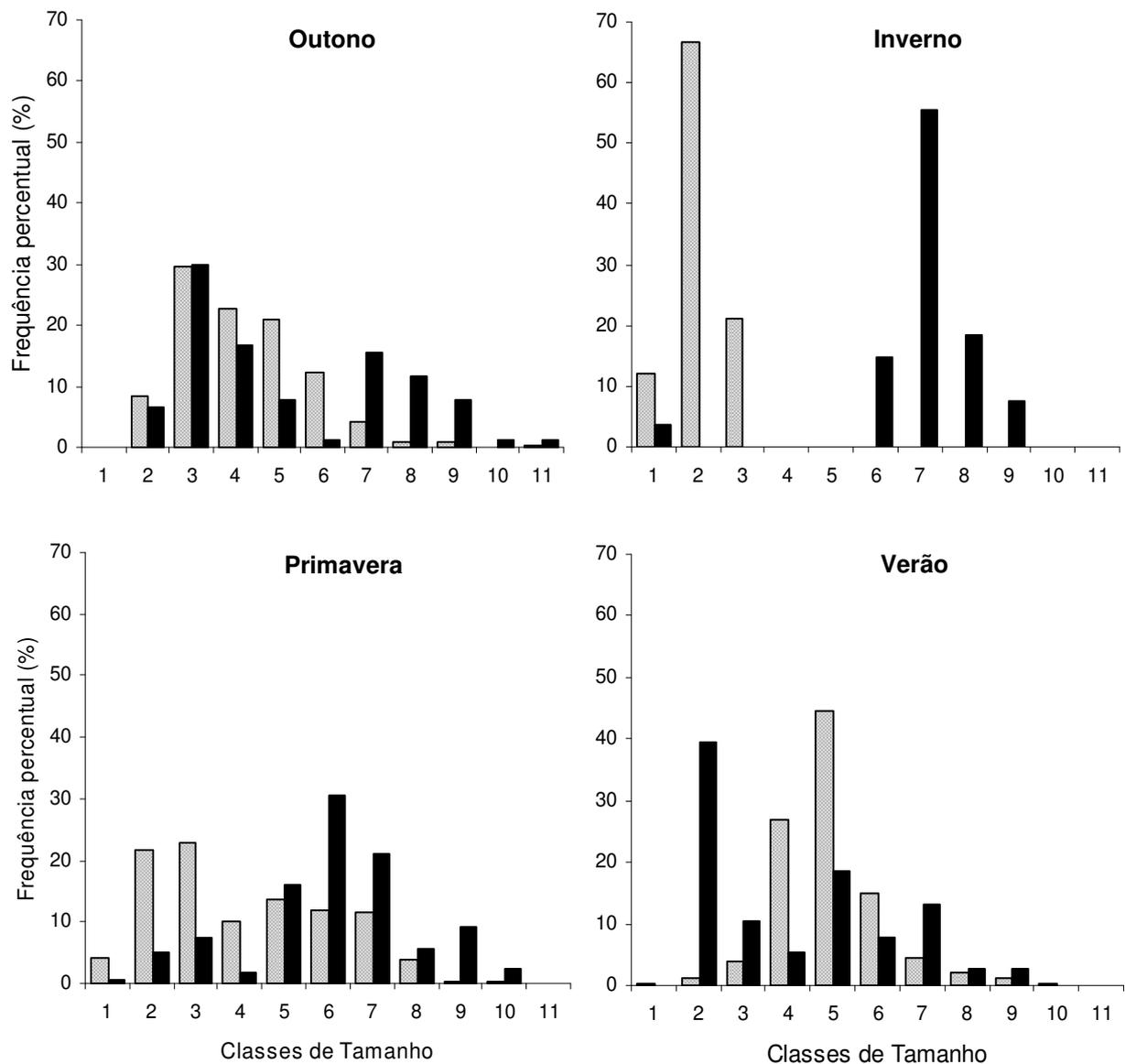


FIGURA 5. Distribuição das freqüências percentuais das classes de comprimento de *Astyanax* sp. b conforme as estações do ano, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Ponto A; ■ Ponto B.

O comprimento padrão de fêmeas no ponto A, variou de 4,2 a 11,5 cm com média igual a 6,6 cm (n=345). Já para fêmeas do ponto B essa variação foi de 4 a 12,2 cm com média de 7,86 cm (n=146). Para machos do ponto A o comprimento

padrão variou de 3,2 a 11,1 cm com média igual a 5,68 cm (n=323). No ponto B essa variação foi de 4 a 11,3 com média igual a 6,7 (n=84).

Fêmeas de *Astyanax* sp. b em ambos os pontos foram mais freqüentes nas maiores classes de comprimento quando comparadas com os machos (FIGURA 6). No ponto A elas foram mais freqüentes nas classes de 6 a 9 em relação aos machos que foram mais freqüentes nas classes 3, 4 e 5. No ponto B, as fêmeas foram mais freqüentes nas classes de 6 a 11 enquanto que os machos nas classes 3 e 4.

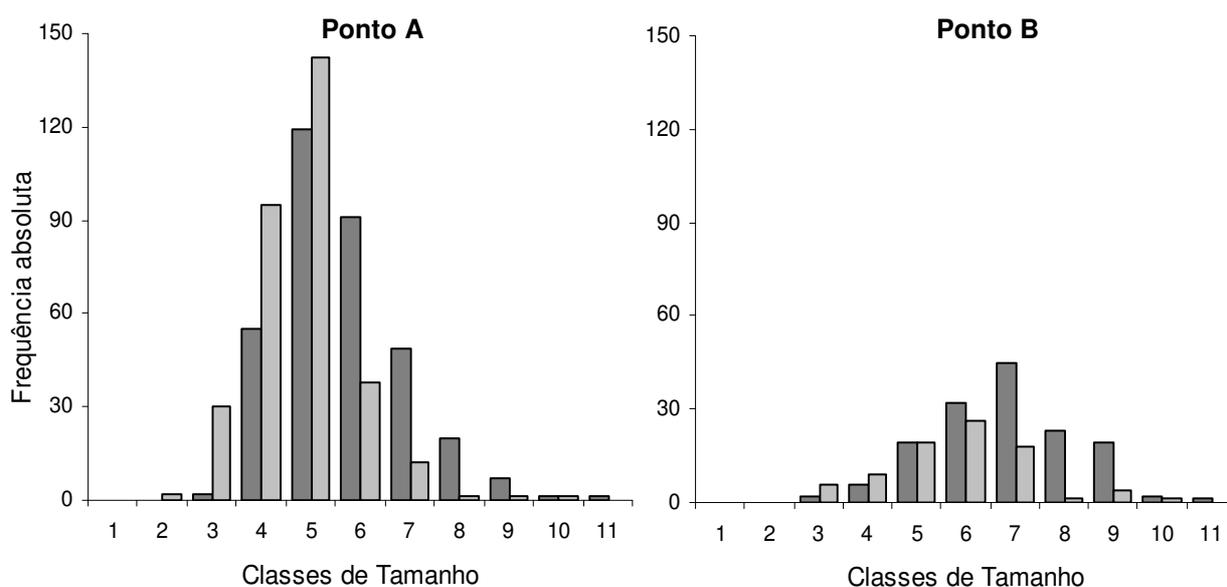


FIGURA 6. Distribuição das freqüências absolutas das classes de comprimento para sexos separados de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Fêmeas; □ Machos.

### Proporção Sexual

A proporção de fêmeas e de machos no ponto A diferiu significativamente de 1:1 durante o outono (com predomínio de machos) e a primavera (com predomínio de fêmeas) (TABELA 4 e FIGURA 7). Já no ponto B fêmeas foram significativamente predominantes durante o outono, o inverno e a primavera (TABELA 4 e Figura 7). Na análise envolvendo todos os indivíduos coletados, a proporção sexual não diferiu significativamente de 1:1 no ponto A, enquanto que no ponto B, fêmeas predominaram (TABELA 4).

TABELA 4. Número de exemplares de cada sexo de *Astyanax* sp. b capturados nos pontos A e B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, e os respectivos valores do teste de contingência ( $\chi^2$ ). \* Valores significativos a  $\alpha=0,05$ .

Mês	Ponto A		$\chi^2$	Ponto B		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos		Fêmeas	Machos	
Outono	58	89	6,54*	39	15	10,66*
Inverno	-	-	-	19	6	6,76*
Primavera	95	66	5,22*	83	59	4,06*
Verão	197	169	2,14	12	7	1,32
<b>Total</b>	<b>350</b>	<b>324</b>	<b>1,0</b>	<b>153</b>	<b>87</b>	<b>18,20*</b>

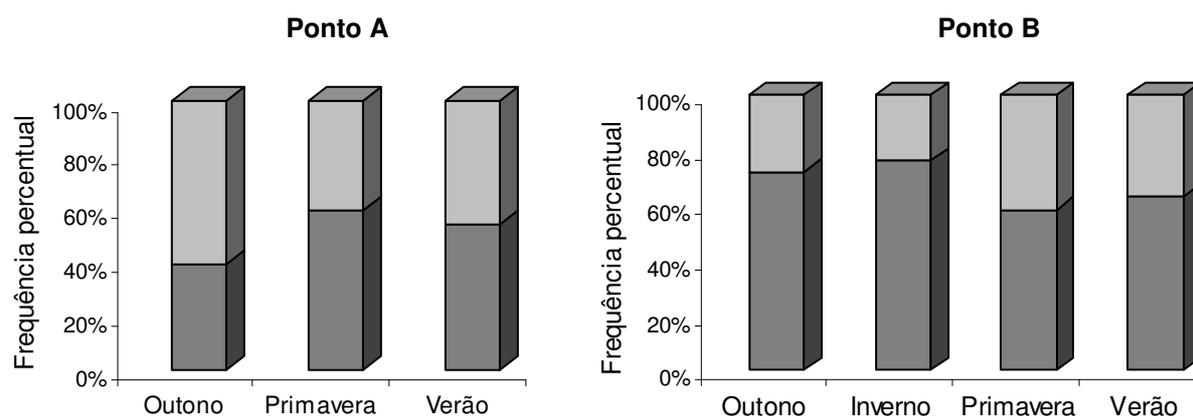


FIGURA 7. Proporção de machos e de fêmeas de *Astyanax* sp. b por estação do ano, em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Fêmeas; □ Machos.

### Proporção entre Jovens e Adultos

Na comparação entre as proporções de jovens e adultos, verificaram-se diferenças significativas na relação 1:1, durante o outono (predomínio de jovens) e verão (predomínio de adultos), para o ponto de coleta A. Quanto ao ponto B durante o inverno e a primavera adultos foram significativamente mais frequentes (TABELA 5 e FIGURA 8). Na análise envolvendo todos os indivíduos de cada ponto, não levando-se em consideração a estação do ano, verificou-se predomínio de adultos no ponto B, enquanto que no ponto A não houve diferença significativa entre as categorias (TABELA 5 e FIGURA 9).

TABELA 5. Número de indivíduos jovens e adultos de *Astyanax* sp. b capturados a cada estação do ano nos pontos A e B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, e os respectivos valores do teste de contingência ( $\chi^2$ ). \*valores significativos a  $\alpha=0,05$ .

Mês	Ponto A		$\chi^2$	Ponto B		$\chi^2$
	Jovens	Adultos		Jovens	Adultos	
Outono	142	97	8,48*	37	43	0,46
Inverno	33	0	-	1	25	22,14*
Primavera	160	130	3,10	26	136	74,70*
Verão	159	268	27,82*	25	13	3,78
<b>Total</b>	<b>494</b>	<b>495</b>	<b>0,0001</b>	<b>89</b>	<b>217</b>	<b>53,54*</b>

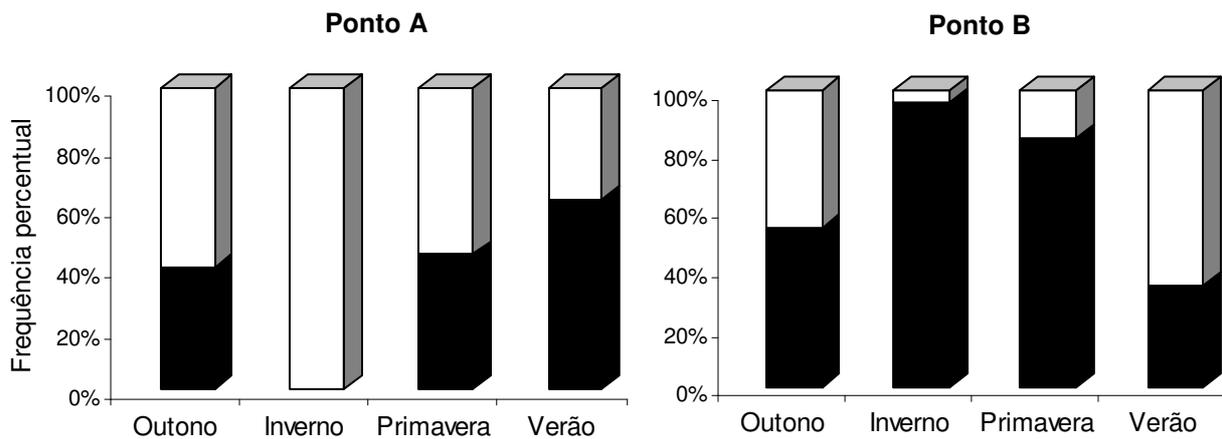


FIGURA 8. Proporção entre jovens e adultos *Astyanax* sp. b por estação do ano, coletados nos pontos A e B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Adultos; □ Jovens.

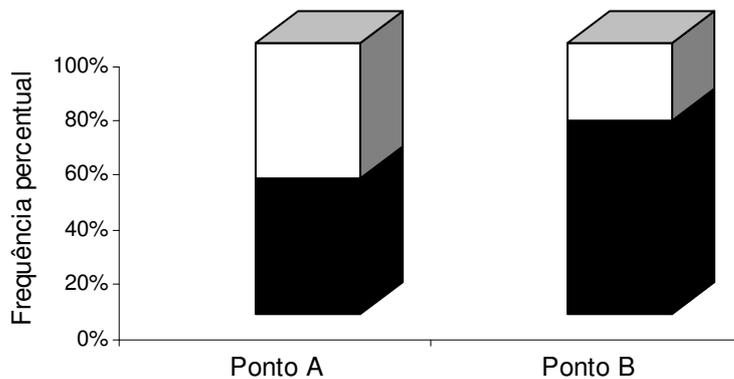


FIGURA 9. Proporção total entre jovens e adultos de *Astyanax* sp. b, coletados nos pontos A e B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Adultos; □ Jovens.

## Fator de Condição

Tanto para machos como para fêmeas do ponto A, os maiores valores médios do fator de condição foram registrados durante os meses de outubro/05 e fevereiro/06. No ponto A, durante novembro e dezembro/05 houve uma leve queda da condição dos indivíduos (FIGURA 10a). No ponto B a condição dos indivíduos, tendeu a diminuir durante os meses de inverno, com posterior aumento até novembro/05, uma leve queda em dezembro/05 e novamente um aumento nos meses subsequentes (FIGURA 10b).

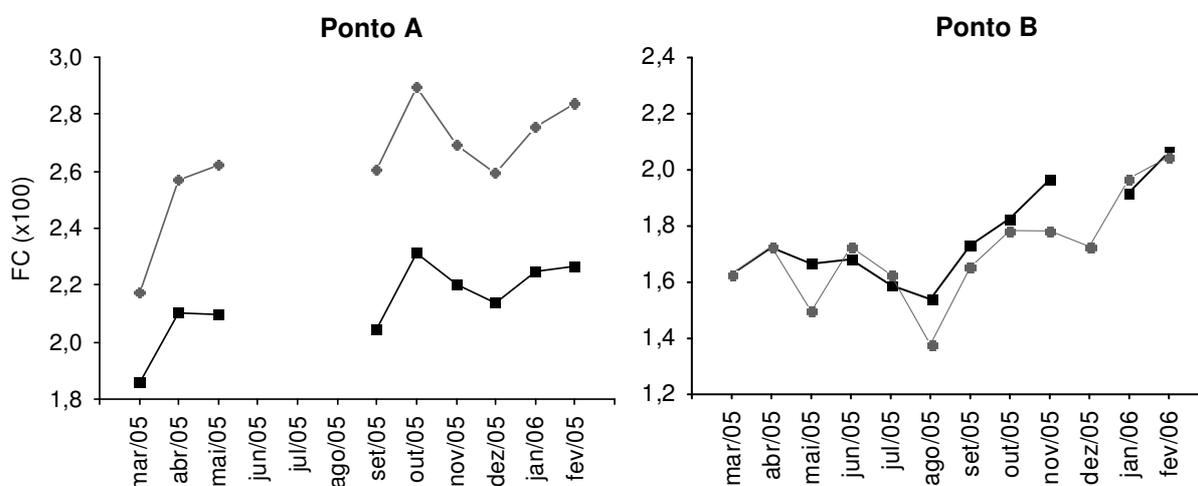


FIGURA 10. Fator de condição (FC) médio mensal de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava - PR. ● Machos ■ Fêmeas.

O fator de condição médio anual foi estatisticamente maior tanto para fêmeas ( $U=3981$ ;  $n=483$ ;  $p<0,05$ ) como para machos do ponto A ( $U=320$ ;  $n=400$ ;  $p<0,05$ ; FIGURA 11) quando respectivamente comparados com os indivíduos do ponto B.

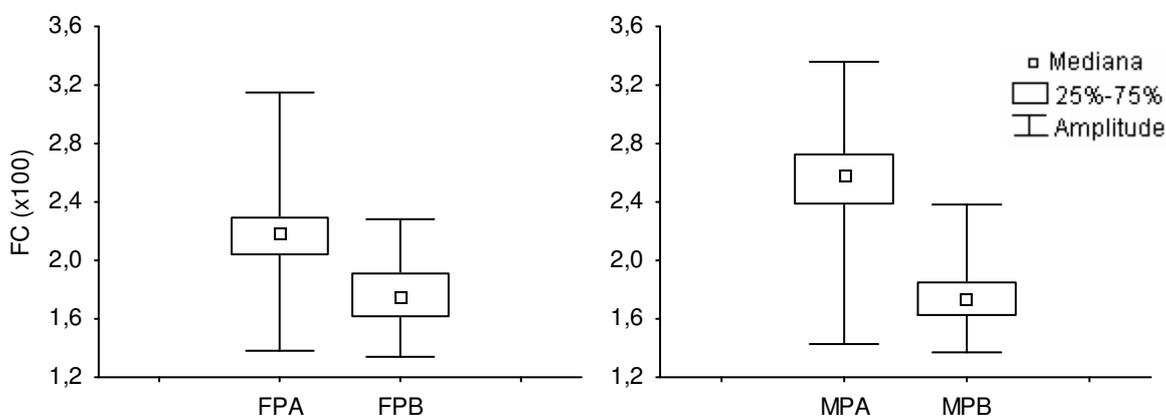


FIGURA 11. Comparação entre os pontos amostrais dos valores mediano do Fator de condição (FC) de *Astyanax* sp. b coletados no Rio das Pedras, Guarapuava-PR. FPA = fêmeas do ponto A; FPB = fêmeas do ponto B; MPA = machos do ponto A e MPB = machos do ponto B.

O primeiro eixo da PCA obtido através da redução das variáveis abióticas, explicou respectivamente 81, 57 % e 84,69 % da variabilidade sazonal nos pontos A e B. Para ambos os pontos a variável vazão foi a que mais contribuiu positivamente para a formação do eixo. Os valores médios do fator de condição tenderam a diminuir no inverno e aumentar nas estações seguintes. Os escores da PCA1 apresentaram certo sincronismo com o fator de condição, porém durante o verão, apresentaram acentuada queda devido à diminuição da precipitação (e conseqüente vazão do rio), resultando numa relação inversa (FIGURA 12).

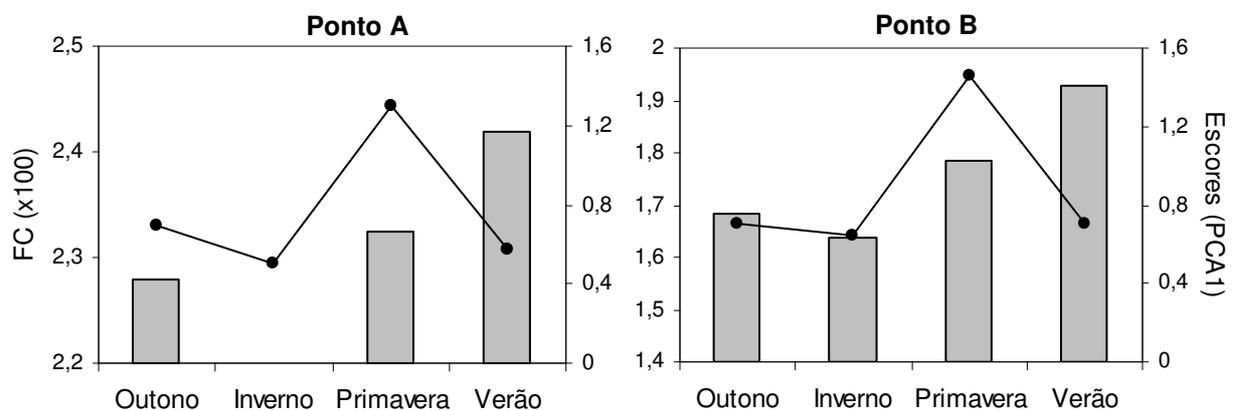


FIGURA 12. Relação entre o fator de condição (FC) médio trimestral de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, e os escores do primeiro eixo da análise dos componentes principais (PCA1).  Fator de condição  Escores.

### Relação Peso - Comprimento Padrão

A relação peso - comprimento padrão de *Astyanax* sp. b foi determinada para sexos separados de ambos os pontos e estão representadas com suas respectivas equações e coeficientes de correlação na FIGURA 13. Verificou-se que o parâmetro **b** foi sempre maior para fêmeas, quando comparados os sexos de cada ponto.

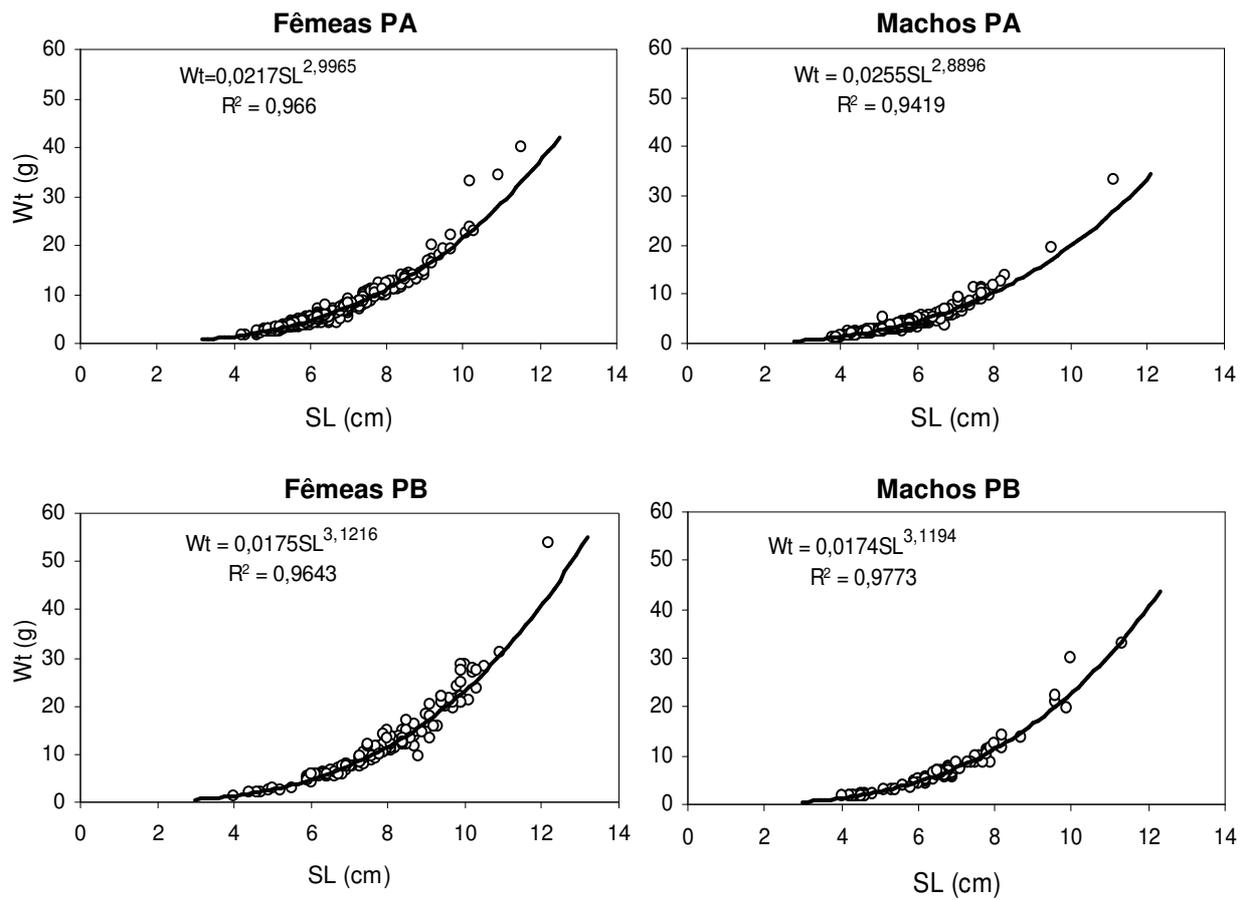


FIGURA 13. Diagrama de dispersão da relação entre as variáveis peso/comprimento padrão de *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava, PR. PA = Ponto A e PB = Ponto B.

#### 4. DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, *Astyanax* sp. b foi uma espécie freqüente e abundante, podendo ser considerada, quando comparada com outras espécies da bacia hidrográfica do Rio das Pedras, uma das mais importantes. Grande representatividade numérica tem sido comum em estudos envolvendo espécies do gênero *Astyanax* (RODRIGUES *et al.*, 1989; UIEDA & BARRETO, 1999; ORSI *et al.*, 2004). Tal característica se dá pelo fato destas espécies apresentarem ciclos de vida dinâmicos com elevado potencial reprodutivo e oportunismo trófico (FILHO & BRAGA, 1996; ESTEVES, 1996). No estudo da ictiofauna da região de influência do Reservatório de Segredo, município de Pinhão - PR, sintetizado em AGOSTINHO & GOMES (1997a), *Astyanax* sp. b foi uma das espécies de maior representatividade, sendo capturada constantemente neste reservatório e em diferentes tributários do rio Iguaçu. Em outro trabalho realizado por ABILHOA (2004) nas cabeceiras do rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, essa espécie também se mostrou muito abundante. Diante destas informações e dos resultados obtidos para o Rio das Pedras, esta espécie pode ser considerada amplamente distribuída nas porções do alto e médio Iguaçu com capacidade de ocupar diferentes rios desta região.

Apesar da grande capturabilidade, a abundância numérica total diferiu consideravelmente entre os pontos amostrais. Essas diferenças podem ter sido geradas por diferentes atributos ambientais. Segundo LOWE-MACCONNELL (1999), a presença e o sucesso de uma ou mais espécies em um determinado ambiente, não depende apenas das condições específicas do habitat em particular, mas também da disponibilidade de outros recursos como alimento, sítios de reprodução e locais de refúgio contra predadores. Este fato pode ter interferido negativamente sobre a abundância e a distribuição de indivíduos no ponto B, principalmente aqueles de menor tamanho, visto que tal trecho apresentou poucas regiões de refúgio evidentes, como bancos de vegetação marginal.

A abundância mensal da espécie expressa pela freqüência numérica e percentual de indivíduos, foi maior durante os meses da primavera e verão. Esses resultados coincidiram com o período de maior precipitação e temperatura, podendo vir a ser um indicativo do período de reprodução desta espécie (vide capítulo 2), associado a condições favoráveis como aporte de material alóctone e aumento de áreas de refúgio para os jovens. Por outro lado, os meses de inverno apresentaram

um número reduzido de indivíduos, que na sua maioria foram capturados através dos arrastões. As redes de espera no ponto A e o covão no ponto B não apresentaram nenhuma captura durante tal período. Organismos que variam sua temperatura em consequência do meio, como os peixes, quando submetidos a baixas temperaturas diminuem consideravelmente seu metabolismo basal, tendo como consequência à redução da mobilidade natatória (RANKIN & JENSEN, 1993). Neste sentido, as baixas temperaturas de inverno, que em Guarapuava atingem frequentemente valores mínimos abaixo de 0°C, estariam diminuindo a probabilidade de captura, principalmente naqueles artefatos tidos como métodos passivos de coleta.

NIKOLSKII (1969) salienta que as espécies de peixes conseguem manter-se sob condições continuamente dinâmicas e que a estrutura em comprimento assim como outras características biológicas podem ser alteradas dentro de certos limites intrínsecos. Esse processo representa um ajuste às mudanças do meio dentro das condições de sobrevivência da espécie. Desta forma é possível ressaltar que as diferenças na distribuição das classes de comprimento padrão encontradas entre os pontos amostrais, possivelmente refletiu as condições ambientais nas quais as populações de *Astyanax* sp. b se desenvolveram. Proporcionalmente as distribuições em comprimento apresentaram maior frequência nas 5 primeiras classes para o ponto A (montante) e nas 6 últimas para o ponto B (jusante). Em BENEDITO-CECILO & AGOSTINHO (1997) a distribuição em comprimento de *Astyanax* sp. b apresentou maiores valores modais (maiores classes de comprimento) em regiões de remanso e lóaticas a montante da barragem de Segredo, contrastando com os resultados aqui encontrados. Diferentemente de ambientes represados onde pode haver perda ou profunda alteração dos processos ecológicos (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996), áreas sem esse tipo de influência como é o caso do Rio das Pedras podem apresentar outros atributos físicos e biológicos, proporcionando diferentes táticas na estruturação em comprimento das populações.

A constatação da ocorrência de várias classes de comprimento nos dois pontos amostrais e durante as estações do ano, demonstra que o Rio das Pedras suporta a presença de vários grupos etários de *Astyanax* sp. b coexistindo no espaço e no tempo. De acordo com ODUM (1985), as proporções entre os vários grupos etários de uma população determinam o estado reprodutivo atual dessa população e indicam o que poderá ser esperado no futuro. De acordo ainda com esse autor, uma população em crescimento rápido conterá um grande número de indivíduos jovens,

enquanto que uma população em declínio apresentará maior quantidade de indivíduos adultos. Assim os resultados obtidos para o ponto A, onde aproximadamente 50% da população amostral constituiu-se em indivíduos jovens, caracteriza essa área como adequada para a reprodução com condições favoráveis para o recrutamento, o crescimento e a manutenção de futuros estoques. O mesmo não sendo possível afirmar para o ponto B onde a quantidade de adultos predominou consideravelmente em relação aos jovens, sugerindo uma população em declínio ou não residente.

Segundo WINEMILLER (1989) uma espécie ou população não residente é aquela que não desenvolve todo seu ciclo de vida numa determinada área em específico. De fato as espécies do gênero *Astyanax* apresentam comportamento reofílico, realizando curtas migrações reprodutivas durante os períodos de maior precipitação (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997). Considerando esse comportamento e diante da baixa capturabilidade de indivíduos jovens no ponto B, é possível afirmar que essa região não seja utilizada para a realização plena de todas as etapas do ciclo de vida de *Astyanax* sp. b, como o recrutamento e a reprodução. Sugere-se portanto que os indivíduos capturados neste local componham uma sub-população não residente, na qual os indivíduos grandes (adultos), capturados com maior frequência, dada as condições limitantes de praticamente ausência de refúgios contra predadores, conseguiriam explorar com maior sucesso (ORSI *et al.*, 2004). Por outro lado, é possível considerar que a região correspondente ao ponto B, seja uma região de rota reprodutiva (ORSI *et al.*, 2004), uma vez que houve uma elevada capturabilidade durante o mês de outubro/05, período que também apresentou o maior nível de descarga do rio. Isso corrobora com o comportamento reofílico e sugere que essa elevada capturabilidade se deva ao deslocamento de cardumes advindos de regiões mais baixas, como as do rio Jordão para reproduzir em áreas a montante do Rio das Pedras.

Por outro lado, a presença de alguns indivíduos jovens neste ponto, pode estar condicionada a eventos físicos como o arraste provocado pelas fortes chuvas durante os meses da primavera (ARANHA & CARAMASCHI 1999; VITULE, 2004). Assim diante da elevada declividade que o Rio das Pedras apresenta (8,5 m/km), os indivíduos jovens, com menor capacidade natatória, ou mesmo ovos e larvas tenderiam a ser arrastados rio abaixo a partir de regiões e tributários a montante. VITULE (2004), sugere que indivíduos pequenos de *Deuterodon langei* sejam

arrastados para regiões a jusante, através das trombas d'água (chuvas torrenciais nas cabeceiras dos rios). A hipótese do arraste ganha consistência neste trabalho, ao ser verificado maior freqüência, embora não significativa, de jovens em relação a adultos no ponto B, durante o verão, período logo após as grandes chuvas.

Predação pode ter sido outro fator diferencial na distribuição de jovens nesta área. Em estudos realizados por LOUREIRO & HAHN (1996) e HAHN *et al.* (1997), *Astyanax* sp. b foi a espécie mais predada por *Hoplias malabaricus* (traíra) na região do Reservatório de Segredo. No presente trabalho, devido à utilização de redes com vários tamanhos de malha, a espécie *H. malabaricus* também foi capturada, sendo sua freqüência de captura (dados não publicados) maior para o ponto B. Essa característica aliada à existência de poucos refúgios sugere que *Astyanax* sp. b, principalmente os indivíduos de menor tamanho estejam sofrendo forte pressão de predação neste local.

Fêmeas de *Astyanax* sp. b de modo geral foram sempre mais freqüentes nas maiores classes de comprimento quando comparadas aos machos que foram mais freqüentes nas menores classes. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por diversos autores para espécies deste mesmo gênero (NOMURA, 1975; RODRIGUES *et al.*, 1989; ABILHOA, 2004; GURGEL, 2004). Segundo GURGEL (2004), esse fenômeno pode ocorrer devido a diferenças no processo de investimento energético entre os sexos. Assim nos primeiros anos de vida machos cresceriam mais rapidamente, enquanto que fêmeas atingiriam maiores valores em comprimento durante o ciclo reprodutivo. Por outro lado ABILHOA (2004) relaciona diferentes fatores que podem direcionar a obtenção de tais resultados, como as taxas de crescimento diferenciadas, a maior mortalidade de machos, a maior longevidade das fêmeas ou até mesmo a suscetibilidade aos aparelhos de pesca.

Quanto a esse último item, é importante ressaltar que a utilização de variados aparelhos de pesca neste trabalho contribuiu de forma elucidativa quanto ao conhecimento real da composição em comprimento de *Astyanax* sp. b. GOMES *et al.* (1997), discutem sobre o grau de seletividade dos equipamentos, sendo que utilização apenas de redes de espera, mesmo aquelas de manhas mais finas, são altamente seletivas para os lambaris, principalmente quando se trata da amostragem de indivíduos pequenos.

As diferenças encontradas no tamanho entre as populações de machos e de fêmeas, podem ter influenciado a proporção sexual de *Astyanax* sp. b. Segundo

VAZZOLER (1996) o crescimento diferencial entre machos e fêmeas é um fator que contribui para as diferenças na distribuição sexual. ORSI *et al.* (2004), argumentam que fêmeas de *Astyanax altiparanae* por atingirem maiores tamanhos, podem explorar os habitats de forma mais eficaz, devido ao menor risco de predação, o que as tornariam mais vulneráveis aos aparelhos de captura. Os resultados obtidos para *Astyanax* sp. b parecem corroborar com essa idéia, uma vez que as fêmeas foram em média maiores que os machos, sendo significativamente capturadas com maior frequência no ponto B e apresentando leve predominância no ponto A. Diferentemente dos resultados obtidos por ABILHOA (2004) para *Astyanax* sp. d e para outras espécies da bacia do Paraná (VAZZOLER & MENEZES, 1992) a proporção sexual diferiu durante a época reprodutiva para *Astyanax* sp. b (vide capítulo 2). Fêmeas foram predominantes nesta época (primavera) nos dois pontos amostrais. Essa diferença pode ser explicada pelo fato das fêmeas estarem mais pesadas (devido ao peso das gônadas) sendo suscetíveis a captura por arrastão, ou mesmo mais ativas na procura de locais adequados para a desova, tornando-as mais suscetíveis a métodos passivos como as redes de espera.

O fator de condição total possibilitou verificar de modo comparativo o estado de higidez das sub-populações de *Astyanax* sp. b, sob as diferentes situações sazonais e espaciais. De modo geral esse parâmetro apresentou dois padrões de queda, um durante os meses de inverno e outro nos meses novembro/dezembro. Segundo LECREN (1951) *apud* ABILHOA (2004), a condição de “bem estar” dos peixes pode ser interpretada através de diferentes características biológicas, dentre elas o estado nutricional e a época de reprodução apresentam a maior importância. Assim a queda na condição de *Astyanax* sp. b durante o inverno pode ser reflexo da baixa variedade e disponibilidade de itens alimentares neste período (vide capítulo 3). Essa queda também corroborou com a queda dos escores das variáveis ambientais. Neste período, vazão e outras variáveis correlatas foram menores, indicando indiretamente diminuição de oferta alimentar, através de processos como incorporação de material alóctone para o sistema. Por outro lado, devido ao “stress” sazonal, (baixa temperatura) a tomada voluntária de alimento pode ter sido reduzida (ZAVALLA-CAMIM, 1996), o que contribuiria com a queda da condição neste período.

O segundo padrão de queda esteve provavelmente relacionado com o período de pós desova e/ou espermiacão (vide capítulo 2). BARBIERI & VERANI (1987), comentam que a variação no fator de condição de *Hypostomus* aff. *plecostomus*

esteve associado ao período de desova, apresentando queda em conjunto com o peso relativo das gônadas. Assim, esse padrão já bem documentado por diversos autores (MAZONI & CARAMASCHI, 1995; ARAUJO *et al.*, 2003; VISMARA *et al.*, 2004) reflete um processo fisiológico natural em peixes, diante dos custos energéticos dispensados na reprodução.

Os valores do parâmetro **b** obtidos através da relação peso/comprimento apresentaram diferenças entre os sexos e entre as sub-populações, sugerindo um tipo de crescimento diferenciado. Para as fêmeas do ponto A o valor de **b** igual a 2,9965, muito aproximado de 3, sugere um crescimento do tipo isométrico, ou seja, com volume e comprimento aumentando em igual magnitude. Já para machos do ponto A com valor de **b** igual a 2,8896 o crescimento pode ser considerado do tipo alométrico negativo, com aumento maior do comprimento em relação ao volume. Por outro lado no ponto B, os valores do coeficiente **b** foram respectivamente maiores (3,1194 e 3,1216) para machos e fêmeas em relação ao ponto A. Neste ponto a relação peso/comprimento poderia ser expressa para sexos agrupados, uma vez que os coeficientes a e b de machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas. Assim a sub-população do ponto B apresentou crescimento do tipo alométrico positivo, com maior aumento do volume em relação ao comprimento.

De acordo com GURGUEL (1995), o coeficiente **b** de uma determinada espécie pode apresentar diferenças interpopulacionais de acordo com as variações ambientais e condições nutricionais da população. Neste sentido é possível considerar que as diferenças encontradas no fator de condição entre os pontos amostrais, tenha sido um dos fatores que contribuíram para o crescimento diferenciado nos pontos A e B. Outra possível causa pode estar relacionada aos diferentes “stanzas” de crescimento, ou seja, diferentes taxas de crescimento em diferentes estágios de desenvolvimento da espécie (GURGUEL, 1995). Assim pelo fato do ponto A ter apresentado uma sub-população representativamente melhor distribuída entre as classes de comprimento (inclusive quantidade semelhante entre jovens e adultos), acredita-se que a relação peso/comprimento neste ponto esteja refletindo as condições mais próximas da realidade para a espécie. Esse argumento ganha consistência ao ser comparado com os resultados de BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO (1997), que obtiveram para essa mesma espécie um crescimento do tipo alométrico negativo, ou mesmo com os resultados obtidos por ABILHOA (2004),

ao encontrar valores de **b** iguais a 2,67 para machos e 2,72 para fêmeas de *Astyanax* sp. b.

De modo geral o conjunto de informações levantadas para *Astyanax* sp. b neste capítulo demonstraram que a espécie apresentou estrutura populacional diferenciada entre os pontos amostrais. As condições hidrodinâmicas e a oferta de micro-habitats no ponto A parecem favorecer o estabelecimento de um maior número de indivíduos pequenos (jovens) em relação ao ponto B, passando a ser considerado um local provavelmente adequado para o recrutamento da espécie. Salienta-se ainda que a *Astyanax* sp. b apresentou grande capacidade exploratória, utilizando-se de estratégias distintas, quanto a estrutura em tamanho, a condição de hígidez e modo de crescimento, na colonização dos diferentes ambientes estudados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V. **Composição, aspectos biológicos e conservação da ictiofauna do alto curso do rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 84p.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997a. 387p.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997b. p. 319-364.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F. & BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. **Unimar**, v.14. p. 89-107. 1992.
- AGOSTINHO, A. A. & ZALEWSKI, M. **A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação.** Maringá: EDUEM, 1996. 100p.
- ARANHA, J. M. R. & CARAMASCHI, E. P. Estrutura populacional, aspectos da reprodução e alimentação dos Cyprinodontiformes (Osteichthyes) de um riacho do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (1): 637-651. 1999.
- ARAÚJO, S. A. GURGEL, H. C. B. & NASCIMENTO, R. S. S. Indicadores do desenvolvimento gonadal e nutricional de *Prochilodus cearensis* (Steindachner, 1911) (Characiformes, Prochilodontidae) no açude Itnas/Caicó, Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Scientiarum**, 25 (2): 377-384. 2003.
- BARBIERI, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. I. Estrutura populacional e crescimento. **Revista Brasileira de Biologia**, 52 (4): 579-588. 1992.
- BARBIERI, G. & VERANI, J. R. O fator de condição como indicador de período de desova em *Hypostomus* aff. *plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae), na represa do Monjolinho. São Carlos, São Paulo. **Ciência & Cultura**, 39 (7): 655-658. 1987.

- BARRELA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 1999. p. 187-208.
- BENEDITO-CECILIO, E. & AGOSTINHO, A. A. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p.113-139.
- BRAGA, F. M. de S. Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia**, 46 (2): 339-346. 1986.
- CASTELA, P. R. & BRITZ, R. M. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2004.
- ESTEVES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu river, Paraná river basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 46. p. 83-101. 1996.
- FARIA, A. P. & MARQUES, J. S. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. **Ciência Hoje**, 25 (146): 57-61. 1999.
- FILHO, O. G. & BRAGA, F. M. de S. Fecundidade e desova de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax schubarti* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa Barra Bonita, Rio Piracicaba, São Paulo. **Unimar**, 18 (2): 241-254. 1996.
- GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. & LATINI, J. D. Capturas e seletividade de aparelhos de pesca no reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p. 243-258.
- GOMIERO, L. M. & BRAGA, F. M. de S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae), no reservatório de Volta Grande, rio Grande – MG/SP. **Acta Scientiarum**, 25 (1): 79-86. 2003.
- GOMIERO, L. M. & BRAGA, F. M. de S. Length structure of fishes from a protected area in the state of São Paulo, Southeastern Brazil. **Acta Scientiarum**, 27 (4): 339-346. 2005.
- GORDON, N. D.; McMAHON, T. A. & FINLAYSON, B. L. **Stream Hydrology. An introduction for ecologists**. Chichester, John Wiley & Sons. 1992.

- GURGEL, H. C. B. Estrutura da população de *Metynnis cf. roosevelti* EIGENMANN, 1915 (Characidae, Myleinae), na Lagoa Redonda, Nízia Floresta, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 22 (1): 61-71. 1995.
- GURGEL, H. C. B. 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**, 21 (1): 131-135. 2004.
- GURGEL, H. C. B & MENDONÇA, V. A. Estrutura populacional de *Astyanax bimaculatus vittatus* (Castelnau, 1855) (Characidae, Tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, Poço Branco, RN. **Ceres**, 48 (276): 159-168. 2001.
- HAHN, M. S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V. L. L.; RUSSO, M. R. & LOUREIRO, V. E. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. p.141-162.
- JÚLIO JR., H. F.; BONECKER, C. C. & AGOSTINHO, A. A. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. p.1-17.
- LIZAMA, M. L. A. P. & AMBRÓSIO, A. M. Relação peso-comprimento e estrutura da população de nove espécies de Characidae na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (3): 779-778. 1999.
- LOUREIRO, V. E. & HAHN, N. S. Dieta e atividade alimentar da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 8 p. 195-205. 1996.
- LOWE-MACCNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidade de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 535p.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 452p.
- MAZZONI, R. & CARAMASCHI, E. P. Length and weight relationship and condition factor of two species of *Hypostomus* Lacépede, 1803 (Siluroidei, Loricariidae) in the lower Paraíba do Sul river, Rio de Janeiro, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 38 (1): 135-140. 1995.

- NICOLSKII, G. V. **Theory of fish population dynamics**. Edinburgh: OLIVER & BOYD. 1969. 352p.
- NOMURA, H. Comparação da idade e crescimento de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), do rio Mogi-Guaçu, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, 35 (4): 531-547. 1975.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, INTERAMERICANA, 1985. 343p.
- ORSI, M. L.; CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (2): 207-218. 2004.
- PAULY, D. Tropical fishes: patterns and propensities. **Journal of Fish Biology**, 47 (1): 1-17. 1998.
- RANKING, J. K. & JENSEN, F. B. **Fish Ecophysiology**. London: CHAMAN & HALL, 1993. 421p.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; & HATSCHBBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, 24. p.76-92. 2002.
- RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, J. D.; CAMPOS, E. C. & FERREIRA, A. E. Aspectos da estrutura populacional e época de reprodução do tambuí *Astyanax bimaculatus* (Characiformes, Characidae) na represa de Bariri, rio Tietê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 16 (1): 97-110. 1989.
- SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: EDUSP, 1978. 129p.
- SUZUKI, H. I. & AGOSTINHO, A. A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. p.163-182.
- UIEDA, V. S. & BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecias**, 1(1): 55-67. 1999.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento**. Brasília: CNPq, 1981. 106p.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática**. Maringá, EDUEM, 1996. 169p.

- VAZZOLER, A. E. A. de M. & MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysa). **Revista Brasileira de Biologia**, 52 (4): 627-640. 1992.
- VIEIRA, S. **Introdução a Bioestatística**. Rio de Janeiro: CAMPUS, 1980. 196p.
- VISMARA, M. R.; BENEDITO-CECILIO, B. & FARIA, A. C. E. A. Efeito da maturação gonadal sobre o conteúdo calórico e condição geral de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum**, 26 (2): 189-199. 2004.
- VITULE, J. R. S. **Estrutura populacional, reprodução e alimentação de *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae) na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 88p.
- WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, 81: 225-241. 1989.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996. 129p.

## CAPÍTULO II

### REPRODUÇÃO DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo o estudo da biologia reprodutiva do lambari *Astyanax* sp. b, capturados em dois trechos do Rio das Pedras, Guarapuava - PR. No período de março de 2005 a fevereiro de 2006, foram realizadas coletas mensais, sendo que 915 indivíduos capturados foram utilizados para o estudo da reprodução. Machos e fêmeas de *Astyanax* sp. b, em ambos os pontos amostrais, apresentaram maior intensidade reprodutiva durante os meses de setembro, outubro e novembro, período no qual apresentou os maiores valores do índice gonadossomático e que coincidiu com os maiores valores de precipitação acumulada e vazão para a região. O índice de atividade reprodutiva (IAR) foi considerado como muito intenso para exemplares do ponto A e moderado para exemplares do ponto B. Os maiores valores médios da condição gonadal ocorreram durante a primavera, período no qual as gônadas apresentaram maior peso relativo e quantidade em estágio maduro. Nos meses seguintes houve queda deste parâmetro, provavelmente relacionado com a época de desova e/ou espermiacão. Os valores médios anuais da condição gonadal não apresentaram diferenças significativas entre indivíduos de mesmo sexo dos diferentes pontos amostrais. O índice gonadossomático médio sazonal, para ambos os sexos, apresentou uma forte relação com os escores obtidos através da ordenação multivariada das variáveis abióticas relacionadas. Vazão e turbidez, foram as que mais contribuíram, demonstrando-se como possíveis estimuladores ambientais do início da época reprodutiva de *Astyanax* sp. b. No ponto A, 50% das fêmeas atingiram a maturidade sexual com 6,06 cm, em relação às fêmeas do ponto B que apresentaram comprimento médio de maturação com 5,63 cm. Machos maturaram em tamanhos menores, sendo respectivamente, 4,43 e 4,93 cm para os pontos A e B. *Astyanax* sp. b mostrou-se uma espécie com tendência ao r-estrategismo, com um período reprodutivo longo, estendendo-se do mês de setembro a fevereiro, com indícios de desova parcelada e maturidade precoce.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reprodução, maturação gonadal, desova, atividade reprodutiva, maturidade sexual.

## **REPRODUCTION OF *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) IN TWO STRETCHES OF DAS PEDRAS RIVER, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

**ABSTRACT:** This study focused on the reproductive biology of *Astyanax* sp. b collected in two stretches of Das Pedras River in Guarapuava, Paraná State. Surveys were performed from March 2005 to February 2006 and 915 individuals were used for the analysis on reproduction. Males and females of both areas present higher reproductive intensity from September to November, period that the gonadosomatic index reached the highest rates and was concomitant with the highest rates of precipitation and water flow in the region. The rate of reproductive activity (IAR) was considered very intense for specimens in area A and moderate for the ones in area B. The highest average values of gonad condition occurred during spring, when gonads presented major relative weight and quantity in mature stage. There was a decrease in this parameter in the following months, probably related to breeding season. Annual average values of the gonad condition did not present significant differences among individuals of the same sex from both survey areas. Average gonadosomatic index in those three months (season) for both sexes, showed a strong relation with the scores found through multivariate ordination of related abiotic variables. Water flow and turbidity were the ones that contributed more, being possible environmental stimulators for the beginning of the reproductive season of *Astyanax* sp. b. In area A, 50% of females reach sexual maturity by 6.06 cm, while those in area B present average maturation size from 5.63 cm. Males reach maturity with smaller sizes, respectively 4.43 e 4.93 cm for areas A and B. *Astyanax* sp. b is a specie of r-strategist trends, with long period reproductive, extending from September to February, with evidence as of spawning plot and precocious maturity.

**KEY-WORDS:** Reproduction, gonadal maturation, spawning, reproductive activity, sexual maturity.

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes compreendem o grupo de organismos de maior diversificação em formas, espécies e distribuição espacial dentre os vertebrados. Essa enorme complexidade biológica reflete os mais variados padrões de ciclos de vida que as espécies adotam (VAZZOLER, 1996).

Os padrões reprodutivos em peixes são determinados tanto geneticamente quanto pelas interações específicas com o meio, constituindo as diferentes estratégias e táticas reprodutivas da espécie. Embora o conceito dos termos estratégias e táticas pareçam ser sinônimos, a estratégia reprodutiva é o padrão de reprodução tipicamente mostrado pelos indivíduos da espécie, ou seja, as adaptações anatômicas, fisiológicas e comportamentais, enquanto que as táticas reprodutivas são aquelas variações no padrão típico em que o peixe responde as flutuações do ambiente (WOOTTON, 1998).

Tanto as estratégias quanto as táticas são processos adaptativos, sendo, portanto um processo dinâmico na natureza (VAZZOLER, 1996). A adaptabilidade neste contexto depende em parte das características estruturais do meio. Comunidades sujeitas a maior instabilidade ambiental (ESTEVES & ARANHA, 1999), como riachos de cabeceiras, podem apresentar adaptações reprodutivas tipicamente oportunista dentro do contexto da teoria do “continuum r-k” estrategista (PIANKA, 1970 *apud* DUBOC, 2004), adaptado à comunidades de peixes por VAZZOLER (1996) e CASTRO (1999).

Nesta teoria, a história de vida das espécies é abordada sob pontos de vista opostos. De um lado encontram-se espécies com tendência ao r-estrategismo, as quais normalmente são de pequeno porte, com alta fecundidade, maturação precoce e elevadas taxas de crescimento e mortalidade natural. Neste caso, as estratégias estão voltadas para maximizar a produção de descendentes dentro do “pool” populacional, para que poucos futuramente consigam atingir a maturidade sexual (VAZZOLER, 1996). Por outro lado encontram-se espécies com tendência ao k-estrategismo, em que as relações reprodutivas são bem mais elaboradas, envolvendo dentre outros, rituais complexos de acasalamento e cuidado parental de suas proles. Tendência ao k-estrategismo parece ser característica de comunidades adaptadas a ambientes constantes, como os ciclídeos dos grandes lagos africanos (KOLM, *et al.*,

2006), cuja melhor estratégia seria alocar recursos no sentido de desenvolver habilidades competitivas (VAZZOLER, 1996).

Embora não se possa generalizar as espécies dentro da teoria do “continuum r-k”, devido a grande diversidade de peixes e conseqüente variedade de estratégias reprodutivas, e mesmo pela falha deste conceito em captar informações específicas acerca das variações na reprodução de certas espécies (WINEMILLER, 1989), inúmeras espécies da ictiofauna neotropical, dentro elas as pertencentes ao gênero *Astyanax* BAIRD & GIRARD 1854, parecem exibir características biológicas que as encaixam bem na definição de r-estrategistas (BARBIERI, 1992a; BARBIERI, 1992b; VAZZOLER & MENEZES, 1992; FILHO & BRAGA, 1996; AGOSTINHO & GOMES, 1997, ORSI *et al.*, 2004).

De fato, como observado na literatura (UIEDA & BARRETO, 1999; AGOSTINHO & GOMES, 1997; ABILHOA, 2004) espécies do gênero *Astyanax* BAIRD & GIRARD 1854, apresentam ampla distribuição geográfica, abundância elevada e dominância em grande parte das bacias hidrográficas brasileiras. Essas características estão provavelmente relacionadas ao seu potencial reprodutivo, que por fim favorecem a ocupação ou reocupação de micro-habitats modificados por flutuações ambientais (ESTEVES & ARANHA, 1999), ou mesmo rápida colonização em ambientes alterados por ação antrópica (AGOSTINHO & GOMES, 1997).

As espécies deste gênero segundo SUZUKI & AGOSTINHO (1997), são tipicamente reofílicas, ou seja, realizam curtas migrações reprodutivas. Este comportamento é desencadeado através de estímulos ambientais, como o aumento do fotoperíodo, da temperatura e da precipitação, dentre outros (VAZZOLER, 1996). Além destes estímulos, a reprodução depende ainda, para seu sucesso, da alocação prévia de recursos energéticos (WOOTTON, 1998).

Nesse contexto o presente trabalho procurou investigar e comparar entre os pontos estudados algumas das principais táticas reprodutivas do lambari *Astyanax* sp. b, espécie endêmica da bacia do rio Iguaçu, determinando quando ocorre seu período reprodutivo, quais as variáveis ambientais que podem influenciar esse processo, e em qual dos pontos amostrais ocorre maior atividade reprodutiva. Essas informações serão importantes para a preservação da espécie e dos seus respectivos ambientes, fornecendo subsídios para o plano de manejo e gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Pedras.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em dois trechos do Rio das Pedras, município de Guarapuava, região centro-oeste do estado do Paraná. Guarapuava encontra-se a 246 km a oeste da capital Curitiba e está situada no terceiro planalto paranaense, mais especificadamente no planalto de Guarapuava (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O planalto de Guarapuava destaca-se por uma vegetação do tipo campestre nas colinas onde os solos são relativamente profundos, enquanto que nos vales e região de encostas predomina a floresta ombrófila mista (RODERJAN *et al.*, 2002). Essa formação é considerada uma unidade fitoecológica típica da região sul do Brasil, onde se destaca a espécie símbolo do Paraná, *Araucaria angustifolia* ou Pinheiro-do-Paraná (RODERJAN *et al.*, 2002).

O clima desta região é caracterizado como subtropical úmido com invernos rigorosos (MAACK, 1981). O tipo climático dominante segundo Köppen é Cfb, ou seja, mesotérmico, úmido o ano todo e mês mais quente com temperatura média de 22 °C.

Neste contexto insere-se o Rio das Pedras, um rio com aproximadamente 35 km a partir de suas nascentes, que se desenvolvem no reverso ocidental da escarpa da Boa Esperança, até sua confluência com o rio Bananas. A área de drenagem da bacia hidrográfica do Rio das Pedras possui aproximadamente 330Km<sup>2</sup>, e insere-se entre as coordenadas 25° 13' 10" e 25° 26' 24" sul e 51° 13' 10" e 51° 28' 15" oeste.

#### 2.1.1 Pontos Amostrais

Os dois trechos do Rio das Pedras escolhidos para este trabalho, com aproximadamente 200 metros de comprimento cada, foram denominados de ponto "A", situado na porção medial do rio nas coordenadas 25° 20' 01" sul e 51° 21' 27" oeste e ponto "B" à jusante, próximo de sua foz, nas coordenadas 25° 23' 57" sul e 51° 26' 10" oeste (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O ponto A encontra-se a 1061 metros acima do nível do mar, enquanto que o ponto B está a 968 metros. A distância entre os dois pontos é de aproximadamente 10700 metros em linha reta. Não há nenhum obstáculo natural como saltos ou cachoeiras entre os pontos. No ponto B o rio ganha considerável volume, pois ao longo de seu curso, recebe os tributários, rio das Pombas e rio Guabiroba de sua margem esquerda e o rio das Mortes de sua margem direita.

No trecho correspondente ao ponto A, o rio apresenta largura de canal entre 15 e 18 metros, alternando regiões de corredeiras moderadas pouco profundas com poções de profundidades não superiores a 2 m. Suas margens são parcialmente sombreadas por uma vegetação ciliar relativamente conservada, contudo em alguns pontos essa vegetação encontra-se alterada pela atividade pecuária e/ou pelo reflorestamento com *Pinus* spp. Seu leito, segundo observações baseadas em GORDON *et al.* (1992), apresenta predomínio de seixos e matacões, entremeados por depósitos de substrato fino (areia, argila e folhiço) nas regiões de poção (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 2).

Por outro lado, o trecho correspondente ao ponto B apresenta características de remanso, pouco variáveis. Sua largura fica entre 25 e 27 metros e sua profundidade em torno de 1,5 m. A vegetação ciliar da sua margem direita encontra-se altamente degradada pelo avanço de práticas agrícolas incompatíveis. Sua estrutura em ambas as margens é bastante simplificada, com o predomínio de espécies generalistas e de início de sucessão, como taquaras, “unhas de gato” e diversas lianas. Em seu leito de acordo com GORDON *et al.* (1992), predomina substrato do tipo areno-argiloso com grande quantidade de material orgânico depositado (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 3).

É importante salientar que tais características foram tomadas durante períodos no qual o rio estava sob condições consideradas normais de regime hídrico. Durante períodos de alta precipitação as características de largura e profundidade podem sofrer significativas alterações.

## 2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL

Os exemplares do lambari *Astyanax* sp. b foram obtidos através de amostragens mensais realizadas durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006. Para a captura dos indivíduos foram utilizadas redes de espera, covos e uma rede de arrasto.

Para cada ponto foram instaladas 4 redes de espera das malhas 1,2; 1,5; 2,0 e 2,5 cm entre nós consecutivos, com dimensões de 20 m de comprimento por 1,5 m de altura. Além destas, uma outra rede de malha 1,5 cm e dimensões de 10 m x 1,5 m também foi instalada em cada ponto. Essas redes foram dispostas paralelamente à margem e permaneceram no rio por um período de aproximadamente 24 horas.

Os covos utilizados, um em cada ponto, confeccionados a partir de plástico transparente, com dimensões de 80x30x30 cm e boca com abertura de 5 cm, foram iscados com quirera de milho e permaneceram no rio durante o mesmo período em que as redes permaneceram instaladas (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 4).

Quanto a realização dos arrastões, foi utilizado uma rede confeccionada com tecido do tipo bag nets®, de malha 0,3 cm entre nós consecutivos e dimensões de 2m x 1,5m. Nesta metodologia o procedimento amostral seguiu-se através de arrastos consecutivos com seguida despesca, durante um período de 10 minutos para ambos os pontos de coleta.

Os indivíduos logo após serem capturados nos diferentes artefatos, foram fixados, ainda em campo, em formol a 10% e mantidos nesta solução durante 5 dias. Após isso o material biológico foi transferido para álcool 70% e mantido em frascos de plástico para posterior processamento.

No laboratório os indivíduos foram devidamente identificados, etiquetados, pesados quanto ao peso total (medida em gramas), medidos quanto ao comprimento total e padrão (medida em centímetros) e dissecados para a remoção das vísceras que serviram para análises posteriores.

## 2.3 ESTUDO DA REPRODUÇÃO

No intuito de refinar o conhecimento sobre o ciclo de vida de *Astyanax* sp. b, alguns aspectos da sua biologia reprodutiva, como os estádios de desenvolvimento gonadal, o índice gonadossomático e sua relação com as variáveis abióticas, o fator de condição e a curva de primeira maturação gonadal foram determinados. Para tanto, durante os procedimentos laboratoriais, as gônadas de 951 exemplares, foram removidas da cavidade celomática e pesadas com o auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,0001g. Essas gônadas foram armazenadas em frascos, onde posteriormente foram identificadas quanto aos seus estádios de desenvolvimento.

### 2.3.1 Determinação dos Estádios do Desenvolvimento Gonadal

A determinação dos estádios de maturação gonadal foi feita através de observações macro e microscópicas das gônadas, baseadas em VAZZOLER (1996), sendo os estádios definidos como imaturo, maturando, maduro, esvaziando e em repouso. Estes estádios foram expressos como freqüência percentual para cada sexo

nas diferentes estações do ano. Neste caso, a determinação das estações do ano seguiu-se da seguinte maneira: outono (março, abril e maio de 2005), inverno (junho, julho e agosto de 2005), primavera (setembro, outubro e novembro de 2005) e verão (dezembro de 2005 e janeiro, fevereiro de 2006).

Com o intuito de elucidar eventuais dúvidas quanto aos estádios de desenvolvimento gonadal e para a determinação exata dos sexos (principalmente para os imaturos), foram confeccionadas 300 lâminas histológicas das gônadas de *Astyanax* sp. b, as quais se aplicaram as técnicas de rotina para microscopia de luz. A desidratação foi feita em série alcoólica crescente, a diafanização em xileno e a inclusão em Paraplast®Plus (Sigma). As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina e fotografadas em fotomicroscópio do Laboratório de Impacto Ambiental - Departamento de Biologia Celular - UFPR.

### 2.3.2 Índice Gonadossomático

Foi calculado individualmente o índice gonadossomático somático, através da fórmula,  $IGS=(Wg.100)/(Wt-Wg)$ , onde: **IGS**=índice gonadossomático somático, **Wg**=peso da gônada e **Wt**=peso total. Esse índice representa o quanto, o peso da gônada representa em relação ao peso somático do corpo (sem as gônadas) e segundo VAZZOLER (1996) é o mais apropriado para representar o estado fisiológico das gônadas. Para os cálculos deste índice, foram utilizados apenas aqueles indivíduos considerados adultos e que participaram efetivamente do processo reprodutivo, ou seja, somente aqueles que já haviam iniciado o desenvolvimento gonadal (excluindo-se os indivíduos imaturos).

Para determinar a época de reprodução, os valores médios mensais do índice gonadossomático foram estimados e a partir da variação sazonal foi determinada a curva de maturação para machos e para fêmeas de ambos os pontos amostrais. Devido a não captura de indivíduos adultos durante o inverno para o ponto A, e de fêmeas adultas durante o mês de dezembro para o ponto B, não foi possível ser estimado os valores médios e em consequência tais curvas de maturação apresentam lacunas.

### 2.3.3 Índice de Atividade Reprodutiva

Para determinar o local (entre os pontos A e B) com maior atividade reprodutiva, foi utilizado o índice de atividade reprodutiva (IAR), proposto por AGOSTINHO *et al.*, (1991). Os cálculos deste índice são realizados pela seguinte equação:  $IAR = \ln Ni (ni / \sum ni + ni / Ni) \cdot RGSi / RGSe / [\ln Nm (nm / \sum ni + 1)] \cdot 100$ , onde: **Ni** = número de indivíduos na unidade amostral i; **ni** = número de indivíduos em reprodução (maduros) na unidade amostral i; **Nm** = número de indivíduos na maior unidade amostral; **nm** = número de indivíduos em reprodução na unidade amostral com maior n; **RGSi** = relação gonadossomática média (definida item anterior) dos indivíduos em reprodução na unidade amostral i e **RGSe** = maior valor individual encontrado da relação gonadossomática. A atividade reprodutiva foi calculada agrupando-se os sexos de cada ponto e classificada como, incipiente ( $0 < IAR < 5$ ), moderada ( $5 < IAR < 10$ ), intensa ( $10 < IAR < 20$ ) e muito intensa ( $20 > IAR$ ).

### 2.3.4 Fator de Condição

A interpretação do fator de condição neste capítulo se deu no sentido de analisar o quanto de reservas energéticas é transferido para as gônadas durante seu processo de maturação. Para tanto foi utilizado a variação entre o fator de condição total, obtido pelo parâmetro “a” da relação peso/comprimento (vide capítulo 1) e o fator de condição somático, obtido também através do parâmetro “a”, sendo que este último desconsidera o peso das gônadas em seu cálculo. As respectivas equações que os descrevem são as seguintes:  $FCt = Wt / LS^b$ , e  $FCs = (Wt - Wg) / LS^b$ , onde: **FCt** = fator de condição total; **FCs** = fator de condição somático; **Wt** = peso total; **Wg** = peso da gônada; **SL** = comprimento padrão e **b** = coeficiente angular. A variação entre estes dois fatores ( $\Delta FC$ ), denominada de condição gonadal por BARBIERI & VERANI (1987), foi definida como:  $\Delta FC = FCt - FCs$ . Segundo VAZZOLER (1996),  $\Delta FC$  expressa a parcela de reservas (acumuladas nas vísceras e/ou musculatura), mobilizadas para suprir o desenvolvimento das gônadas.

Para a representação gráfica da condição gonadal, os valores médios mensais deste parâmetro foram estimados e multiplicados por 100, afim de melhor visualizar os resultados. Assim como nos cálculos do índice gonadossomático a condição gonadal foi determinada individualmente somente para aqueles exemplares considerados adultos.

Para verificar possíveis diferenças da condição gonadal ( $\Delta FC$ ) entre indivíduos de mesmo sexo de cada ponto amostral, foi utilizado o teste não paramétrico  $U$  de Mann-Whitney ( $\alpha=0,05$ ), visto que os valores não apresentaram distribuição normal.

### 2.3.5 Variáveis Abióticas e o Índice Gonadossomático

No sentido de verificar a existência de eventuais influências dos parâmetros abióticos sobre o desenvolvimento gonadal, as variáveis obtidas mensalmente a partir de um único registro, temperatura da água, profundidade, vazão, turbidez, pH e oxigênio dissolvido (vide capítulo 1), foram associadas com os valores médios sazonais (estação) do índice gonadossomático somático. Para reduzir a dimensão destas variáveis foi utilizada uma análise de componentes principais (PCA), combinando-se o valor médio trimestral destas variáveis (de ambos os pontos), com as estações do ano. Posteriormente os escores do primeiro eixo de explicação foram associados com índice gonadossomático. Nesta análise para retirar o efeito das diferentes escalas, as variáveis foram padronizadas através da raiz quadrada da soma dos seus quadrados.

### 2.3.6 Comprimento Médio de Primeira Maturação Gonadal

O tamanho da primeira maturação gonadal foi estimado, separadamente para machos e para fêmeas de cada ponto amostral, através da curva que relaciona a frequência relativa de indivíduos adultos com o ponto médio das classes de comprimento padrão (definidas no capítulo 1). Essa curva é ajustada pela equação:  $fr = 1 - e^{-aLt^b}$ , onde  $fr$  = frequência relativa de indivíduos adultos;  $e$  = base do logaritmo neperiano;  $a$  e  $b$  coeficiente estimado pelo método dos mínimos quadrados (SANTOS, 1978), aplicado na relação linear obtida pela transformação das variáveis envolvidas e  $Lt$  = ponto médio das classes de comprimento padrão.

### 3. RESULTADOS

#### Caracterização das Gônadas

Foram analisadas as gônadas de 915 exemplares de *Astyanax* sp. b, incluindo aqueles considerados imaturos. Os demais indivíduos do total de 1337 capturados, não foram considerados por serem pequenos com gônadas muito reduzidas ou não identificáveis. Deste total, 350 fêmeas e 338 machos considerando os dois pontos amostrais estavam participando efetivamente do processo reprodutivo (excluindo-se indivíduos imaturos).

As gônadas das fêmeas quando em processo de maturação apresentam-se bem desenvolvidas, túrgidas com posição dorsolateral e ovócitos de cor amarelada a laranja escuro (FIGURA 1a). As gônadas de machos, durante essa mesma fase também são bastante desenvolvidas, com coloração esbranquiçada e posição dorsolateral (FIGURA 1b).

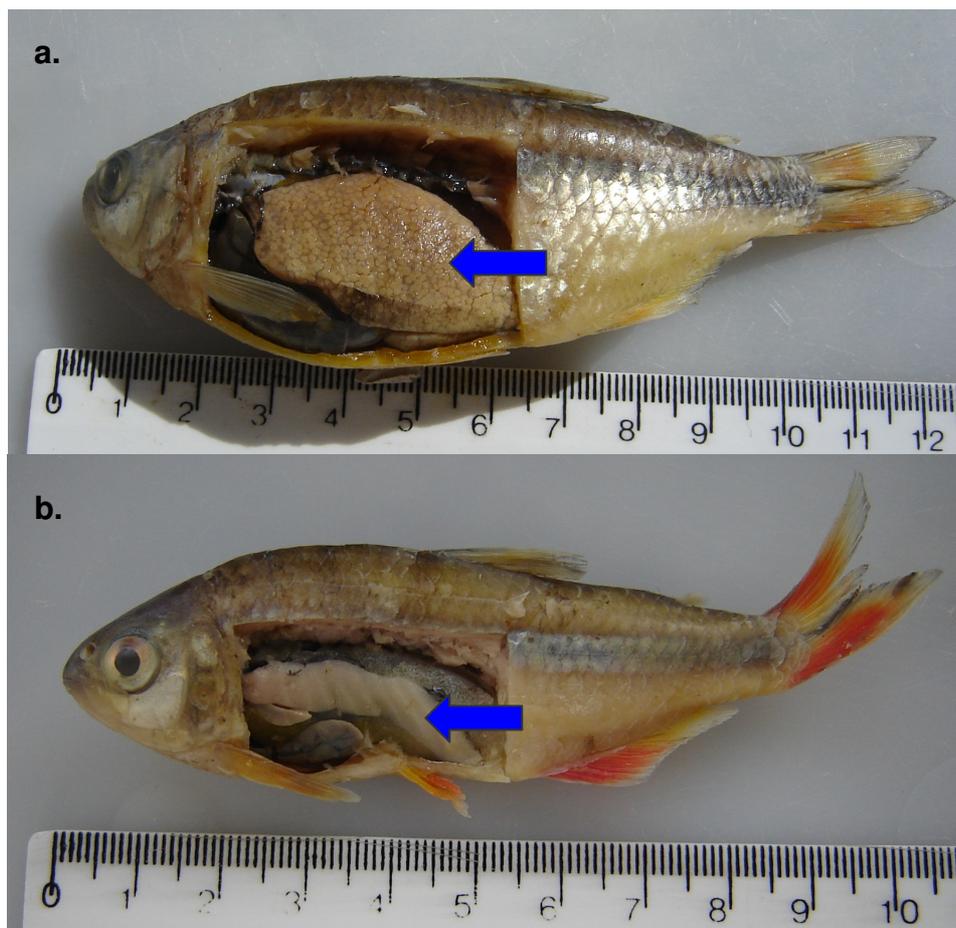


FIGURA 1. Gônadas em detalhe (setas) de *Astyanax* sp. b. a.) Fêmeas e b.) Machos.

## Desenvolvimento Gonadal

As informações geradas a partir das observações macroscópicas das gônadas de *Astyanax* sp. b, como tamanho, forma, coloração, posição e grau de vascularização possibilitaram a elaboração de uma escala geral para a identificação dos diferentes estádios de desenvolvimento das suas gônadas. Estes estádios foram determinados para ambos os sexos e estão sintetizados na estão TABELA 1.

TABELA 1. Síntese das principais características de cada estádio de desenvolvimento gonadal determinados para machos e fêmeas de *Astyanax* sp b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

<b>ESTÁDIOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DO OVÁRIO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DOS TESTÍCULOS</b>
<b>IMATURO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ovários filiformes</li> <li>- translúcidos</li> <li>- s/ vascularização evidente</li> <li>- aderidos ao peritônio</li> <li>- posição dorsal</li> <li>- ocupam menos de 10% da cavidade abdominal</li> <li>- não se observam ovócitos a olho nu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- testículos com características muito semelhantes aos ovários, distinguindo-se apenas por serem mais filiformes e com uma coloração com tonalidade translúcida a esbranquiçada</li> </ul>
<b>MATURANDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ovários foliáceos</li> <li>- de cor esbranquiçada a amarelo pálida</li> <li>- pouca vascularização</li> <li>- aderidos ao peritônio</li> <li>- posição dorsal a dorsolateral</li> <li>- ocupam de 10 a 50% da cavidade abdominal</li> <li>- observam-se ovócitos com diferentes tamanhos e de coloração branca a amarelo claro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- testículos lobulados</li> <li>- coloração esbranquiçada</li> <li>- ocupando de 10 a 30% da cavidade abdominal</li> <li>- posição dorsal a dorsolateral</li> </ul>
<b>MADURO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ovários foliáceos, grandes e túrgidos</li> <li>- secção transversal de 1/3 ou mais em relação ao comprimento</li> <li>- intensa vascularização</li> <li>- posição dorsolateral</li> <li>- ocupam de 50 a 70% da cavidade abdominal</li> <li>- ovócitos amarelos a laranja escuro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- testículos lobulados e túrgidos</li> <li>- coloração branca leitosa e as vezes com leve tonalidade rósea</li> <li>- ocupando de 30 a 60% da cavidade abdominal</li> <li>- secção transversal de 1/3 ou mais em relação ao comprimento</li> </ul>
<b>ESVAZIANDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ovários irregulares, com sulcos transversais</li> <li>- hemorragia intensa</li> <li>- pouco aderidos ao peritônio</li> <li>- se rompe facilmente com o manuseio</li> <li>- ocupam de 10 a 40% da cavidade abdominal</li> <li>- pouca presença de ovócitos maduros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- testículos menos lobulados</li> <li>- coloração esbranquiçada com regiões escurecidas</li> <li>- Observação freqüente de um dos testículos extremamente reduzido</li> <li>- ocupam 10 a 30% da cavidade abdominal</li> </ul>
<b>REPOUSO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ovários foliáceos, flácidos e translúcidos</li> <li>- diferenciando-se de imaturo pela sua maior secção transversal</li> <li>- ocupam menos de 10% da cavidade abdominal</li> <li>- pouca vascularização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- machos não foram capturados neste estádio gonadal</li> </ul>

## Freqüência de Distribuição dos Estádios Gonadais

A distribuição sazonal da freqüência percentual dos estádios de maturação gonadal revelou a existência de fêmeas e machos imaturos ou em maturação durante quase todo o período de estudo (FIGURA 2). Fêmeas e machos maduros ocorreram em maior freqüência durante a primavera. No ponto A, fêmeas esvaziando ou em estado de repouso foram mais abundantes durante o verão, enquanto que no ponto B, fêmeas esvaziando foram predominantes na primavera e em repouso no outono. Machos esvaziando foram respectivamente predominantes nos pontos A e B, durante o verão e a primavera.

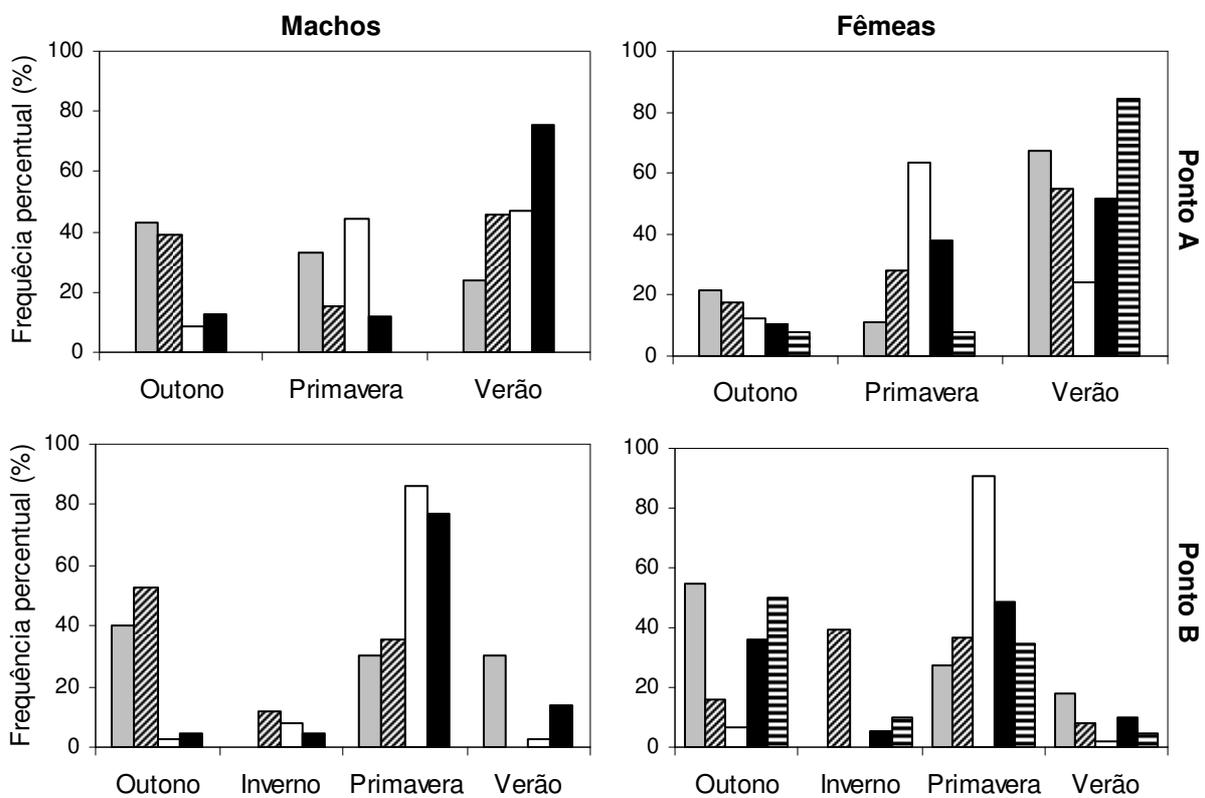


FIGURA 2. Distribuição sazonal das freqüências percentuais dos estádios gonadais de *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. □ Imaturo; ▨ Maturando; ▩ Maduro; ■ Esvaziando e ▤ Repouso.

## Curva de Maturação

*Astyanax* sp. b apresentou os maiores valores do índice gonadossomático, avaliado através da curva de maturação, durante os meses de outubro para fêmeas do ponto A e setembro para fêmeas do ponto B. Para machos de ambos os pontos os maiores valores médios do índice gonadossomático foram registrados durante o mês de outubro (FIGURA 3).

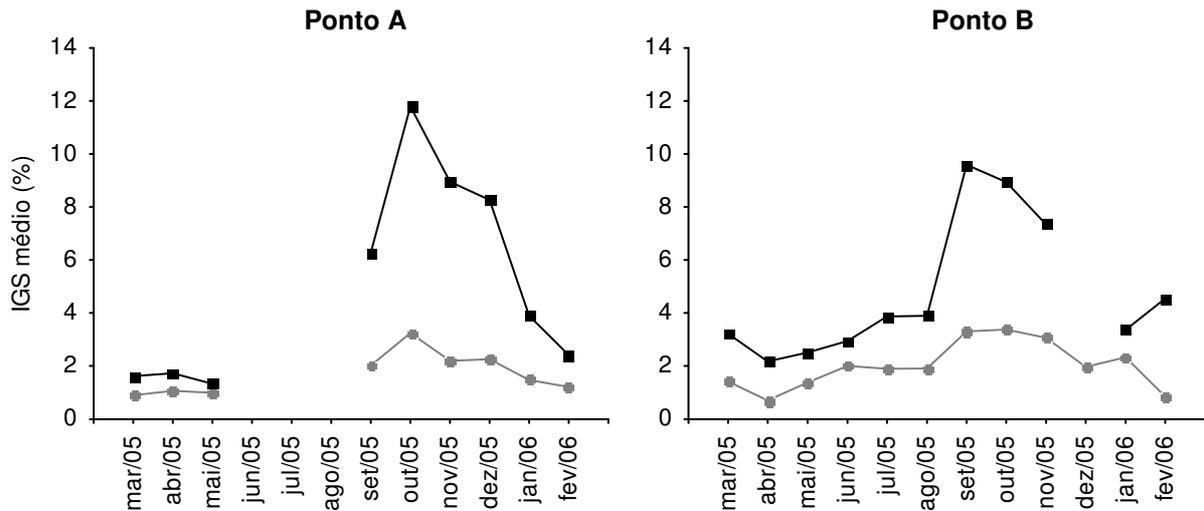


FIGURA 3. Curva de maturação para *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ● Machos ■ Fêmeas.

### Atividade Reprodutiva

O local de maior atividade reprodutiva para *Astyanax* sp. b, avaliada através do índice de atividade reprodutiva (IAR), apresentou diferenças consideráveis entre os pontos amostrais. No ponto A o IAR foi de 23,32, (considerada muito intensa) e comparativamente maior que no ponto B, onde o IAR foi de 8,88 (considerada moderada).

### Condição Gonadal

A variação mensal da condição gonadal ( $\Delta FC$ ) foi sincrônica entre machos e fêmeas ao longo do período amostral, contudo os valores médios foram sempre maiores para as fêmeas (FIGURA 4). Nos dois pontos amostrais as maiores taxas de transferência de reservas para o desenvolvimento gonadal ocorreram durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2005, com posterior queda no trimestre seguinte, em ambos os pontos analisados (FIGURA 4).

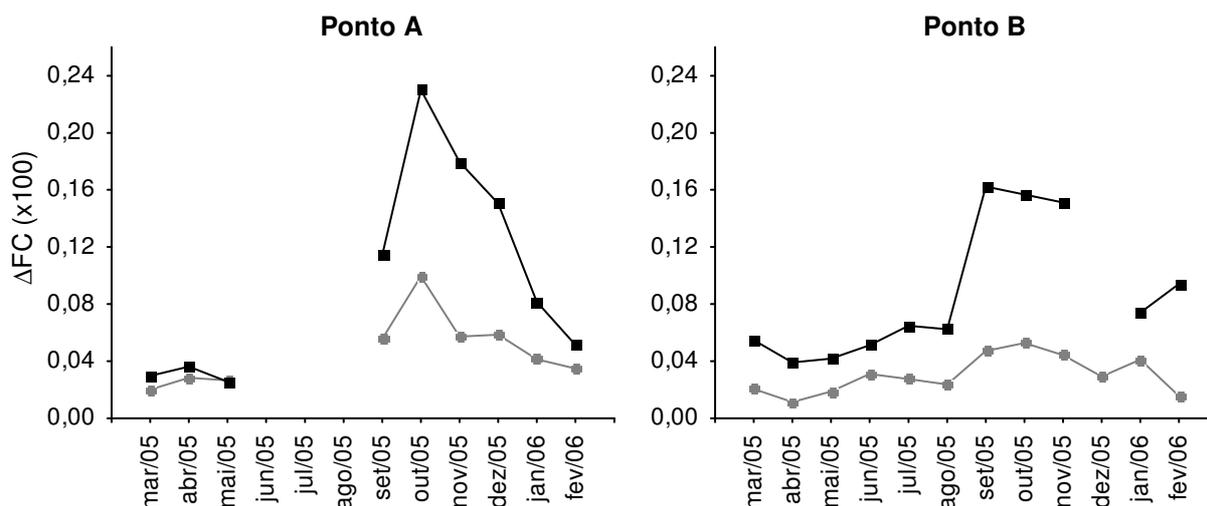


FIGURA 4. Valores médios mensais da condição gonadal ( $\Delta FC$ ) de *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ● Machos ■ Fêmeas.

Os valores medianos do  $\Delta FC$  entre os indivíduos de cada ponto amostral, não diferiram significativamente entre as fêmeas ( $U=13403$ ;  $n=350$ ;  $p>0,05$ ) e entre os machos ( $U=8178$ ;  $n=338$ ;  $p>0,05$ ), durante o período de estudo.

#### Variáveis Abióticas e o Índice Gonadossomático

Os valores médios do índice gonadossomático associados aos escores do primeiro eixo da (PCA) são apresentados na FIGURA 5. Observou-se que o IGS médio sazonal (estação) tende a aumentar durante o inverno, alcançando os maiores valores durante a primavera, período que coincidiu com os maiores valores dos escores do 1º eixo da PCA, que explicou 84,2 % da variabilidade dos dados.

As variáveis abióticas que mais contribuíram na formação do primeiro eixo da PCA foram vazão e turbidez. Neste sentido, o desenvolvimento gonadal (IGS) de *Astyanax* sp. b apresentou maior relação com essas variáveis.

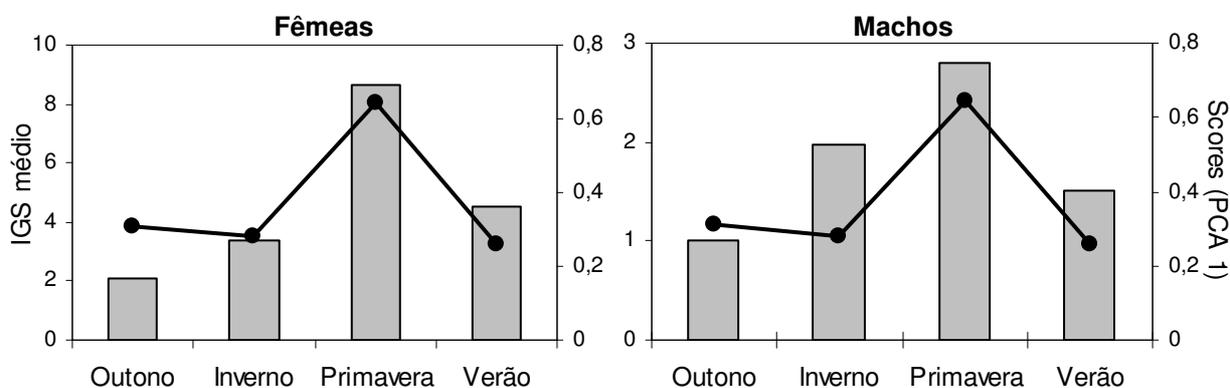


FIGURA 5. Relação entre o índice gonadossomático médio de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR e os escores do primeiro eixo da análise dos componentes principais (PCA 1) entre as variáveis abióticas relacionadas. ■ IGS ● Escores.

## Curva de Primeira Maturação Gonadal

As curvas de primeira maturação gonadal para machos e para fêmeas de *Astyanax* sp. b para os dois pontos amostrais, estão representadas graficamente na FIGURA 6, sendo o respectivo ajustamento matemático de cada uma delas, definido pelas seguintes equações:

$$fr = 1 - e^{-4,55518 \cdot 10^{-9} L_t^{10,472}} \quad (\text{Fêmeas do ponto A})$$

$$fr = 1 - e^{-2,12356 \cdot 10^{-7} L_t^{8,6749}} \quad (\text{Fêmeas do ponto B})$$

$$fr = 1 - e^{-4,30134 \cdot 10^{-5} L_t^{6,5043}} \quad (\text{Machos do ponto A})$$

$$fr = 1 - e^{-1,63152 \cdot 10^{-6} L_t^{8,1177}} \quad (\text{Machos do ponto B})$$

Verificou-se que comprimento médio em que 50% das populações atingem a primeira maturação diferiu entre os sexos e entre os pontos amostrais, sendo sempre maior para as fêmeas em ambos os pontos amostrais (FIGURA 6). No ponto A verificou-se que fêmeas e machos atingem a maturidade sexual em tamanhos estimados de 6,06 e 4,43 cm respectivamente. No ponto B a estimativa deste tamanho ficou em 5,63 cm para fêmeas e 4,93 cm para machos.

Comparativamente fêmeas do ponto B apresentaram comprimento médio de primeira maturação inferior (5,63 cm) em relação às fêmeas do ponto A (6,06). Por outro lado, esse padrão se inverteu para machos, sendo que os indivíduos do ponto A, foram os que atingiram a maturidade com menor comprimento (4,43 cm) em relação aos do ponto B (4,93 cm) (FIGURA 6).

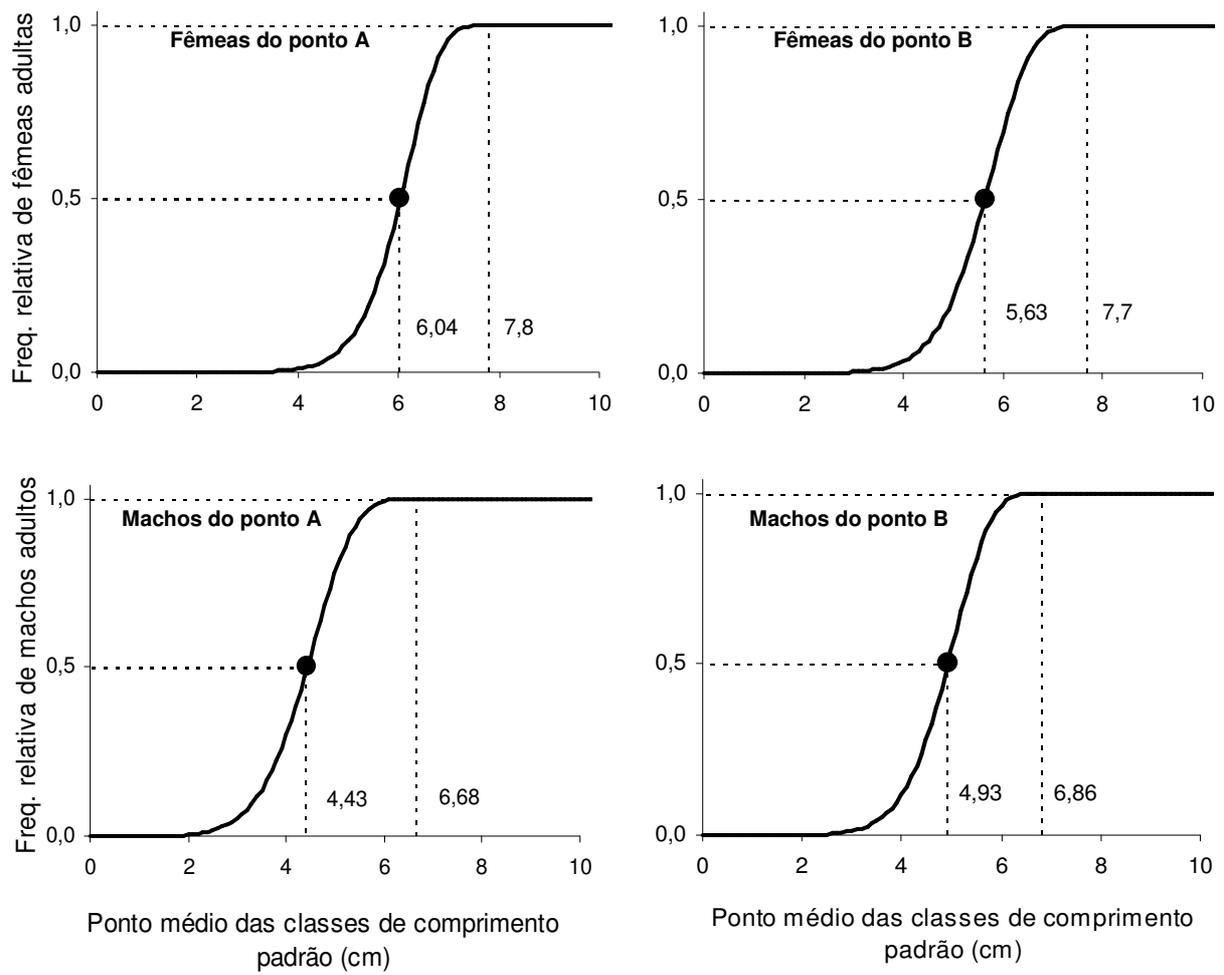


FIGURA 8. Curva de tamanho de primeira maturação gonadal para machos e fêmeas de *Astyanax* sp. b capturados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

#### 4. DISCUSSÃO

Diante do período relativamente longo no qual *Astyanax* sp. b foi reconhecido como nova espécie por SAMPAIO (1988), as informações sobre a sua biologia reprodutiva são ainda muito escassas, podendo-se citar os trabalhos de SUZUKI & AGOSTINHO (1997) e ABILHOA (2004), como os únicos realizados até o momento. Mesmo estes trabalhos, não trazem informações detalhadas sobre os aspectos macroscópicos do seu desenvolvimento gonadal. Desta forma os resultados obtidos neste trabalho, principalmente aqueles relacionados à caracterização dos estádios de desenvolvimento gonadal, perfazem uma necessidade imediata de informações para esta espécie e que certamente contribuirão para trabalhos futuros envolvendo esta ou mesmo outras espécies correlatas.

De acordo com SCHULTZ *et al.* (2002), a descrição histológica das fases da gametogênese é uma importante ferramenta que auxilia na determinação dos estádios de maturidade das espécies. Embora não tenha sido possível um detalhamento completo das modificações celulares ao longo do processo da gametogênese para *Astyanax* sp. b neste trabalho, a confecção de lâminas histológicas de suas gônadas, contribuíram de forma elucidativa quanto à determinação do sexo, para indivíduos imaturos, e quanto à determinação dos diferentes estádios do seu desenvolvimento gonadal.

As informações macroscópicas realizadas sob observação direta das gônadas aliadas as observação microscópicas (não descritas neste trabalho), possibilitaram a determinação uma escala geral para a determinação dos estádios gonadais de *Astyanax* sp. b, que por sua vez minimizou o máximo possível da subjetividade inerente às suas identificações. Contudo futuramente faz-se necessário um aprimoramento desta escala, principalmente no sentido de envolver um detalhamento a nível celular dos processos da gametogênese.

Com base nos resultados da distribuição das freqüências dos estádios de maturação gonadal e da curva de maturação, foi possível determinar a época de reprodução de *Astyanax* sp. b. Esse período foi relativamente longo estendo-se durante a primavera e o verão, com maior intensidade durante os meses de setembro, outubro e novembro, onde ocorreram os picos do índice gonadossomático e a maior freqüência de indivíduos maduros para ambos os pontos amostrais. Embora existam na literatura diferenças quanto à determinação exata do período reprodutivo

para os tetragonopteríneos (VAZZOLER & MENEZES, 1992; SUZUKI & AGOSTINHO, 1997), e mesmo para uma espécie capturada em diferentes localidades, como foi o caso do lambari *Astyanax bimaculatus* (= *altiparanae*), (NOMURA, 1975; AGOSTINHO *et al.*, 1984; GARUTTI, 1989), a atividade reprodutiva geral dos characiformes da bacia do rio Paraná, tende a se concentrar nos meses de primavera e verão, período que normalmente ocorre elevação das condições de precipitação e temperatura (VAZZOLER & MENEZES, 1992). Deste modo a época reprodutiva de *Astyanax* sp. b, coincidiu com o padrão geral descrito para outros characiformes e também para essa mesma espécie em trabalhos envolvendo sua captura em diferentes trechos do médio e alto rio Iguaçu (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997; ABILHOA, 2004).

Muito se tem discutido sobre as influências dos fatores abióticos no desencadeamento do processo reprodutivo em peixes (VAZZOLER & MENEZES, 1992; SILVANO *et al.*, 2003; ALVARENGA *et al.*, 2006). De acordo com VAZZOLER (1996), após uma espécie ter atingido a maturidade sexual, variáveis ambientais como a temperatura, o fotoperíodo e a precipitação, passam a atuar sobre os indivíduos de modo que as condições na época de desova sejam as mais favoráveis possíveis, para a sobrevivência e o crescimento da prole. SILVANO *et al.* (2003), salientam que o período reprodutivo de espécies que habitam rios localizados em baixas latitudes, próximas a linha do Equador, coincide com o período de maior precipitação. De acordo com os mesmos autores a variação do fotoperíodo em altas latitudes como nas regiões sul e sudeste do Brasil, apresenta marcada influência sobre o processo reprodutivo. Por outro lado, ANDRADE & BRAGA (2005), relacionam precipitação e temperatura como fatores que apresentaram maior correlação positiva com o índice gonadosomático da ictiofauna associada a um trecho do rio Grande – SP.

O índice gonadosomático médio sazonal de *Astyanax* sp. b, assim como em ANDRADE & BRAGA (2005), apresentou íntima associação com os escores do primeiro eixo da PCA entre as variáveis relacionadas (sintetizadas principalmente pela variável vazão). Neste sentido os maiores valores do IGS registrados durante a primavera coincidiram com a elevação da concentração das chuvas e conseqüentemente do nível de descarga do Rio das Pedras. Esses resultados indicam a importância deste período chuvoso, o qual estaria possibilitando o acesso desta espécie às regiões a montante do rio para procriarem, e pela própria expansão

das áreas adjacentes as suas margens, que possibilitariam o refugio, a alimentação e o desenvolvimento de suas primeiras fases de vida.

Assim como observado para diferentes espécies do gênero *Astyanax* (BARBIERI, 1992b; BARBIERI *et al.*, 1996; BARRETO *et al.*, 1998), o período relativamente longo de reprodução de *Astyanax* sp. b, sugere um mecanismo de desova do tipo parcelado (VAZZOLER, 1996). Presença simultânea durante a primavera e o verão de indivíduos em diferentes estádios de maturação, e de gônadas femininas com ovócitos de diferentes tamanhos, e a seqüência gradual de queda do índice gonadossomático a partir do bimestre setembro/outubro até o mês de fevereiro, indica um tipo de eliminação parcial de lotes celulares, o que reforça o conceito de mecanismo parcelado para esta espécie.

Segundo NICOLSKII (1963) *apud* BARBIERI (1992b), o parcelamento da desova consiste numa estratégia da espécie para evitar a competição pelo local de desova e pelo alimento das larvas. No Rio das Pedras foi verificado a coexistência de indivíduos de *Astyanax* sp. b em diferentes faixas etárias ao longo das estações do ano (vide capítulo 1), sugerindo novamente posturas distanciadas no tempo, as quais estariam possibilitando o desenvolvimento assíncrono destes indivíduos e evitando a competição intraespecífica pelos recursos. Por outro lado este tipo de estratégia pode ainda assegurar a manutenção das populações frente à elevada mortalidade provocada por turbulências ambientais (MAZZONI & PETITTO, 1999; ABILHOA, 2004). Embora não haja mudanças abruptas das condições abióticas no Rio das Pedras, as rápidas flutuações dos níveis de descarga durante a primavera e o verão, podem acarretar o arraste dos ovos e larvas de *Astyanax* sp. b resultando em elevadas taxas de mortalidade (NAKATANI *et al.*, 2001).

De acordo com BARBIERI & VERANI (1987), outro importante parâmetro que auxilia na identificação do período reprodutivo é o fator de condição. Neste caso o fator de condição é interpretado pela diferença entre o fator de condição total (com influência das gônadas) e o fator de condição somático (sem a influência das gônadas) e denominado de condição gonadal. Para *Astyanax* sp. b a condição gonadal atingiu seus maiores valores nos meses de setembro e outubro, coincidindo com o período de maior intensidade reprodutiva. Esses resultados indicam que o melhor estado fisiológico alcançado pelas gônadas neste período reflete toda uma aquisição energética que se inicia com os primeiros estágios de maturação gonadal, e segue até os meses de setembro/outubro, onde ocorreu maior frequência de

indivíduos maduros, sendo que posteriormente a condição gonadal decresce devido à desova e/ou espermiacão.

Segundo WOOTTON (1998), a alocação energética para o desenvolvimento dos ovários pode ser de 15 a 20% maior quando comparada ao desenvolvimento dos testículos. Maior alocação para as gônadas femininas de *Astyanax* sp. b, avaliada através da condição gonadal, foi observada durante todo o período de estudo, o que reflete um processo natural de maior investimento na formação dos ovócitos. Não houve diferenças significativas da condição gonadal entre indivíduos de mesmo sexo dos diferentes pontos amostrais. Isso indica que embora a dieta dos indivíduos do ponto B tenha sido menos diversificada e a base de recursos vegetais (vide capítulo 3), teoricamente menos energéticos, isso não interferiu no processo de investimento gonadal neste ponto. Por outro lado como observado no capítulo 1 o fator de condição total de *Astyanax* sp. b foi menor no ponto B para ambos os sexos, sugerindo que neste local os indivíduos optaram pela depleção das condições somáticas em detrimento da redução no investimento reprodutivo.

Assim como para *Astyanax fasciatus* (BARBIERI *et al.*, 1996) o fator de condição (condição gonadal) de *Astyanax* sp. b pode ser considerado um bom indicativo do seu período reprodutivo, podendo ser utilizado em conjunto com o índice gonadossomático para o levantando de informações adicionais. Embora não discutido pelos autores é provável que este parâmetro possa também ser utilizado como ferramenta para detectar possíveis falhas reprodutivas, ou seja, investimentos diferenciais quanto ao peso relativo das gônadas, uma vez que sua comparação entre populações de diferentes localidades poderia revelar diferenças nestes investimentos.

A presença de indivíduos com gônadas maduras em uma área restrita, não constitui uma evidência clara de que a desova ocorra nesse local. Tais indivíduos podem aí permanecer em detrimento de boas condições para a alimentação e para o desenvolvimento final das gônadas, deslocando-se posteriormente para desovar em áreas favoráveis ao desenvolvimento das larvas (VAZZOLER, 1996). Diversas ferramentas como a distribuição espacial da freqüência de indivíduos nos distintos estádios de maturidade e indicadores quantitativos do desenvolvimento gonadal, podem ajudar quanto à identificação das áreas de desova. Contudo, a não ser por uma análise espaço temporal de ovos e de larvas (NAKATANI *et al.*, 2001), não há uma forma precisa de se determinar as áreas de desova, sendo, a associação dos

diferentes métodos a maneira mais segura na determinação do local com a maior ou menor atividade reprodutiva (VAZZOLER, 1996).

O índice de atividade reprodutiva proposto por AGOSTINHO *et al.*, (1991), por ponderar diferentes aspectos da reprodução em peixes, como quantidade de indivíduos maduros, índice gonadossomático e número de indivíduos na população, tem sido uma importante ferramenta na distinção entre diferentes comunidades (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997) e diferentes populações (TAKEUTI, 1997), quanto às áreas e épocas de maior ou menor atividade reprodutiva. Embora esse índice tenha sido inicialmente proposto para tal fim, VITULE (2004), propõe sua utilização para a avaliação da atividade reprodutiva de sub-populações de *Deuterodon langei* capturada em diferentes trechos da bacia do rio Ribeirão, Paranaguá-PR.

Neste trabalho as populações do ponto A e do ponto B, assim como em VITULE (2004), podem ser consideradas pequenas sub-populações, dada a pequena distância entre os pontos amostrais e pelas próprias dimensões que o Rio das Pedras oferece quanto a possibilidade de comunicação entre essas populações. Neste trabalho portanto o índice de atividade reprodutiva foi trabalhado a partir da perspectiva de avaliar atividade reprodutiva entre duas sub-populações sob condições espaciais distintas. Neste contexto, tal análise evidenciou atividade reprodutiva de *Astyanax* sp. b nos dois pontos amostrais, no entanto, de acordo com a escala proposta, o ponto A apresentou maior atividade, sendo considerada muito intensa, o mesmo não sendo considerado para o ponto B, onde a atividade reprodutiva foi moderada.

Maior atividade reprodutiva constatada no ponto A corrobora com os resultados obtidos por SUZUKI & AGOSTINHO (1997), para diferentes espécies, incluindo *Astyanax* sp. b da zona de influência do Reservatório de Segredo, e com os resultados de VITULE (2004) para *D. langei*. Nestes casos a atividade reprodutiva tendeu a ser maior em regiões lóxicas a montante. Um fator que poderia explicar a diferença discrepante da atividade reprodutiva entre os pontos amostrais, é o fato do ponto B ser caracterizado como um trecho com poucos locais de refúgio, como bancos de vegetação marginal, o que acarretaria um menor esforço reprodutivo nesta área, visto a baixa probabilidade de sobrevivência dos ovos e das larvas. Esse resultado segue de acordo com a baixa quantidade de indivíduos jovens capturados neste trecho (vide capítulo 1).

Outra possível explicação baseia-se no fato da espécie, durante sua época reprodutiva, estar utilizando o ponto B como via de acesso para locais à montante, favoráveis ao desenvolvimento das larvas. Como essa espécie é tida como reofílica, ou seja, realiza pequenas migrações reprodutivas no início do período chuvoso, isso sugere que populações vindas do rio Jordão subam em direção as cabeceiras do Rio das Pedras e de seus tributários para realizarem a desova. Fato que é corroborado com o grande número de indivíduos capturados no ponto B durante os meses de setembro e outubro, período de maior precipitação e intensidade reprodutiva (vide capítulo 1).

O início da maturidade sexual representa uma transição crítica na vida de um indivíduo (WOOTTON, 1998) e de acordo com ARAUJO (1983), seu conhecimento é um elemento fundamental na adequação dos métodos de exploração e na tomada de decisões que visem à proteção dos estoques naturais. *Astyanax* sp. b apresentou diferenças quanto ao tamanho médio de primeira maturação entre os sexos e entre os pontos amostrais. No ponto A, 50% da população de fêmeas e de machos atingem respectivamente a maturidade com 6,06 e 4,43cm de comprimento padrão. Por outro lado no ponto B fêmeas e machos atingem respectivamente a maturidade sexual com 5,63 e 4,69 cm de comprimento.

Variações interpopulacionais da idade e comprimento de maturação sexual podem ser geradas em decorrência das diferenças genéticas, ambientais ou pelo efeito da densidade populacional, constituindo-se em diferentes táticas reprodutivas (WOOTTON, 1998). Embora tenha sido pequena a diferença, fêmeas do ponto B maturaram com comprimento menor quando comparadas a fêmeas do ponto A. Isso sugere algum tipo de pressão diferencial entre os pontos, provavelmente relacionada com maior predação e menor qualidade alimentar no ponto B, uma vez que a densidade populacional não foi grande, fato confirmado com a baixa capturabilidade. Diante destas pressões, fêmeas do ponto B estariam maturando mais precocemente e assumindo uma tática diferenciada. Quanto a análise dos machos, as relações se inverteram. Machos do ponto A, apresentaram comprimento de primeira maturação inferior quando comparados com machos do ponto B. É possível, que dada a maior densidade populacional no ponto A, seus efeitos sejam mais seletivos sobre os machos, fazendo-os maturarem em comprimentos inferiores.

Como a análise do comprimento de primeira maturação envolveu um ajustamento das variáveis, isso tornou sua determinação mais refinada,

diferentemente daquela quando se é determina apenas a classe de comprimento onde ocorre o início da maturação. Portanto, não são desconsideradas as possíveis imprecisões quanto a medida do comprimento padrão e da própria subjetividade na determinação da escala gonadal, que pudessem gerar as pequenas diferenças encontradas entre os pontos.

De modo geral os dados de comprimento de primeira maturação obtidos neste trabalho, seguem de acordo com os trabalhos envolvendo espécies da subfamília tetragonopterinae (BARBIERI, 1992b; AGOSTINHO *et al.*, 1984; FILHO & BRAGA, 1996; VITULE, 2004), mostrando que a maturação precoce, assim como outras táticas reprodutivas adotadas, como elevada fecundidade, tamanho pequeno e período reprodutivo longo, sugerem que tais espécies tendam fortemente ao r-estrategismo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V. **Composição, aspectos biológicos e conservação da ictiofauna do alto curso do rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 84p.
- AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I.; SAMPAIO, A. A. & BORJES, J. D. R. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para a avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In: **IX Encontro Brasileiro de Ictiologia**. Maringá: Unimar. 1991. p. 53.
- AGOSTINHO, C. A.; MOLINARI, S. I.; AGOSTINHO, A. A. & VERANI, J. R. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas do lambari, *Astyanax bimaculatus* (Osteichthyes, Characidae) do rio Ivaí, estado do Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**, 44 (1): 31-36. 1984.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para manejo. Maringá: EDUEM, 1997. 387p.
- ALVARENGA, E. R.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G. B. & RIZZO, E. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pices, Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23 (2): 314-322. 2006.
- ANDRADE, P. M. & BRAGA, F. M. S. Reproductive seasonality of fishes from a lotic stretch of the Grande river, high Paraná river basin, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, 65 (3): 387-394. 2005.
- ARAUJO, A. M. L. V. **Aspectos reprodutivos de fêmeas de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann, 1907) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, Norte do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 1983. 73p.
- BARBIERI, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. I. Estrutura populacional e crescimento. **Revista Brasileira de Biologia**, 52 (4): 579-588. 1992a.

- BARBIERI, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. II. Aspectos quantitativos da reprodução. **Revista Brasileira de Biologia**, 52 (4): 589-596. 1992b.
- BARBIERI, G.; HARTZ, S. M. & VERANI J. R. Fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Iheringia, Série Zoológica**, (81): 97-100. 1996.
- BARBIERI, G. & VERANI, J. R. O fator de condição como indicador de período de desova em *Hypostomus aff. plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae), na represa do Monjolinho. São Carlos, São Paulo. **Ciência & Cultura**, 39 (7): 655-658. 1987.
- BARRETO, B. P.; RATTON, T. F.; RICARDO, M. C. P.; ALVES, C. B. M.; VONO, V.; VIEIRA, F.; RIZZO, E. & BAZZOLI. Biologia reprodutiva do lambari *Astyanax bimaculatus* (Pices, Characidae) no rio do Carmo, bacia do rio Grande, São Paulo. **Bios**, 6 (6): 121-130. 1998.
- CASTRO, R. M. C. Evolução da Ictiofauna de Riachos Sul-Americanos: Padrões Gerais e Possíveis Processos Causais. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P.R. **Ecologia de Peixes de Riachos. Oecologia Brasiliensis vol. VI**. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Instituto de Biologia. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. p.157-182. 1999.
- DUBOC, L. F. **Ecologia de bagres Heptapterídeos no rio Morato, Guaraqueçaba – PR. (Siluriformes: Heptapteridae)**. Tese (Doutorado em Zoologia). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 2004. 191p.
- ESTEVES, K. E. & ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P. R. **Ecologia de peixes de riachos. Oecologia Brasiliensis vol. VI**. Rio de Janeiro, programa de pós-graduação em ecologia – Instituto de biologia UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 157-182. 1999.
- FILHO, O. G. & BRAGA, F. M. de S. Fecundidade e desova de *Astyanax bimaculatus* e *A. schubarti* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa Barra Bonita, Rio Piracicaba, São Paulo. **Unimar**, 18 (2): 241-254. 1996.

- GARUTTI, V. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* (Ostariophysi, Characidae), em cursos de água da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**, 49 (2): 489-495. 1989.
- GORDON, N. D.; McMAHON, T. A. & FINLAYSON, B. L. **Stream Hydrology. An introduction for ecologists**. Chichester, John Wiley & Sons. 1992.
- KOLM, N.; GOODWIN, N. B.; BALHINE, S. & REYNOLDS, J. D. Life history evolution in cichlids 1: revising the evolution of life histories in relation to parental care. **Journal of Evolutionary Biology**, 19. p.66-75. 2006.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 452p.
- MAZZONI, R. & PETITTO, J. Reproductive biology of a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from Ubatiba river, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 63 (1): 69-74. 1999.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. & PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001.
- NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gonado-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista Brasileira de Biologia**, 35 (4): 775-789. 1975.
- ORSI, M. L.; CARVALHO, E. D. & FORESTI, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) no médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (2): 207-218. 2004.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; & HATSCHBBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, 24. p.76-92. 2002.
- SAMPAIO, F. A. A. **Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysi) da bacia do rio Iguaçu, com comentários sobre o endemismo desta fauna**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 1988. 175p.
- SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: EDUSP, 1978. 129p.

- SCHULTZ, Y. D.; FAVARO, L. F. & SPACH, H. L. Aspectos reprodutivos de *Sephoeroides greeleyi* (Gilbert), Pices, Osteichthyes, Tetraodontidae, da gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19 (1): 65-75. 2002.
- SILVANO, J.; OLIVEIRA, C. L. C.; FIALHO, C. B. & GURGEL, H. C. B. Reproductive period and fecundity of *Serrapinnus piaba* (Characidae, Cheirodontinae) from the rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 1(1): 61-66. 2003.
- SUZUKI, H. I. & AGOSTINHO, A. A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. p.163-182.
- TAKEUTI, D. F. **Estrutura populacional e estratégias reprodutivas de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae) em três rios litorâneos do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 1997. 89p.
- UIEDA, V. S. & BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Zociências**, 1(1): 55-67. 1999.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. & MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Revista Brasileira de Biologia**, 52 (4): 627-640. 1992.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática**. Maringá, EDUEM, 1996. 169p.
- VITULE, J. R. S. **Estrutura populacional, reprodução e alimentação de *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae) na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 88p.
- WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, 81: 225-241. 1989.
- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleostei fish 2th ed. fish and fisheries series 24**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 386p. 1998.

### CAPÍTULO III

#### **DINÂMICA ALIMENTAR DE *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE) EM DOIS TRECHOS DO RIO DAS PEDRAS, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo descrever a dieta do lambari *Astyanax* sp. b, em dois trechos do Rio das Pedras, Guarapuava – PR, verificando-se possíveis diferenças em sua composição, conforme o tamanho dos indivíduos e o período sazonal. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006, sendo 291 exemplares utilizados para a análise do conteúdo estomacal. A dieta de *Astyanax* sp. b foi constituída basicamente por vegetais e insetos, especialmente fragmentos de folhas, sementes e frutos, algas filamentosas, fragmentos de insetos e insetos aquáticos ou terrestres. No ponto A os itens de maior importância alimentar (IA<sub>i</sub>) foram respectivamente, resto de insetos e restos vegetais. No ponto B esse padrão se inverteu, com maior representatividade do item restos vegetais. De modo geral, todos os itens de origem animal apresentaram valores do IA<sub>i</sub> maiores para o ponto A, enquanto que no ponto B os itens detrito e gramíneas foram comparativamente mais abundantes. Nos dois pontos houve uma quantidade elevada de itens de origem incerta, contudo itens alóctones foram mais representativos no ponto A, enquanto que itens autóctones não apresentaram diferenças relevantes entre os pontos. A composição dos itens variou ao longo das estações do ano, sendo que a primavera apresentou para ambos os pontos a composição de maior variedade. Indivíduos de tamanhos menores exibiram preferência alimentar por itens de origem animal, ocorrendo o inverso para indivíduos maiores, que tiveram preferência por itens vegetais. *Astyanax* sp. b mostrou-se uma espécie com tendência a onívoria, contudo sua dieta pode ser flexível, apresentando ampla variação de acordo com a disponibilidade espacial e/ou temporal dos recursos. Isso lhe caracteriza como uma espécie oportunista, quanto à obtenção e uso dos recursos alimentares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dieta, variações espaço-sazonais, variações ontogenéticas, disponibilidade de recursos, flexibilidade alimentar.

**FEEDING DYNAMICS OF *Astyanax* sp. b (CHARACIDAE: TETRAGONOPTERINAE)  
IN TWO STRETCHES OF DAS PEDRAS RIVER, GUARAPUAVA, PARANÁ.**

**ABSTRACT:** This study described feeding habits of *Astyanax* sp. b, verifying possible differences in composition and quantity according to size of individuals and seasonal period in two stretches of Das Pedras River in Guarapuava, Paraná State. Monthly surveys were performed from March 2005 to February 2006 and 291 specimens had their stomach contents assessed. Feeding habit of *Astyanax* sp. b is basically composed of plants and insects, especially leaf fragments, seeds, fruits, filamentous algae, aquatic or terrestrial insects and other insect fragments. In area A, the most relevant items were remains of insects and plants, respectively. There was an inversion in area B, being plant remains more representative. In general, all items of animal origin presented higher values of IAI in area A, whereas in area B debris and grass items were more abundant. In both areas there was a high amount of items of uncertain origin, even though alloctone items were more representative in area B and autoctone ones did not show significant differences between both areas. The composition of items varied along seasons, being spring the one which presented, for both areas, the composition of higher variety. Smaller individuals preferred items of animal origin and larger ones, plant origin. A general point of view suggests that *Astyanax* sp. b is a species of omnivorous trends; nevertheless, its feeding habits may be flexible, showing large variation according to the spatial and/or temporal availability of resources. This characterizes it as an opportunist species in respect to acquisition and use of feeding items.

**KEY-WORDS:** Fish diet, resources availability, spatial-season variation, ontogenetic variation, feeding flexibility.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre ecologia alimentar de peixes em águas continentais no Brasil têm aumentado (SABINO & CASTRO, 1990; ARCIFA *et al.*, 1991; ESTEVES, 1996; HAHN *et al.*, 1997a; POMPEU, 1999; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; VITULE & ARANHA, 2002; DUFECH *et al.*, 2003), especialmente pela demanda de informações para a avaliação e monitoramento da ictiofauna frente a alterações ambientais provocadas por empreendimentos hidrelétricos (ARCIFA & MESCHIATTI, 1993; SANTOS *et al.*, 1995; LOUREIRO & HAHN, 1996; HAHN *et al.*, 1997b; HAHN *et al.*, 1998; GAMA & CARAMACHI, 2001; GALINA & HAHN, 2003).

A fauna de peixes da região neotropical, estimada em aproximadamente 8000 espécies (VARI & MALABARBA, 1998), tem exibido uma grande plasticidade alimentar. Diversas comunidades de peixes alimentam-se de uma ampla gama de recursos que se estendem desde detrito, sementes e vegetais até protozoas, crustáceos, insetos e outros peixes (ARCIFA & MESCHIATTI, 1993; HAHN *et al.*, 1997b).

Diferentes estratégias são adotadas na obtenção do alimento, e para isso as espécies exibem os mais variados atributos comportamentais e morfológicos (ZAVALA-CAMIN, 1996). Sob essas condições as espécies podem ser classificadas em categorias tróficas, de acordo com o item alimentar predominante nas suas dietas (ZAVALA-CAMIN, 1996). As espécies onívoras, como por exemplo, grande parte dos caracídeos da subfamília Tetragonopterinae, combinam a ingestão de alimento tanto animal quanto vegetal (GRACIOLLI *et al.*, 2003) de origem autóctone ou alóctone (MAZZONI & REZENDE, 2003) e ainda podem apresentar interações particulares com o meio onde vivem, podendo refletir um comportamento alimentar oportunista. Por esse motivo uma mesma espécie pode apresentar dietas diversificadas, dependendo da região ou época do ano (HAHN *et al.*, 1997b; ABILHOA, 2004).

Diferentemente das comunidades de peixes de regiões subtropicais, onde as espécies apresentam maior especificidade trófica (WOOTTON, 1998), os peixes tropicais tendem a apresentar uma dieta pouco específica e com uma lista variada de itens (ESTEVES & ARANHA, 1999). Diante disto, ocorre uma grande sobreposição no uso dos recursos alimentares entre inúmeras espécies, sejam elas taxonomicamente relacionadas (GRACIOLLI *et al.*, 2003) ou não muito próximas (LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000). No entanto, essa sobreposição não parece impedir que as

espécies coexistam, uma vez que os recursos devem estar suficientemente disponíveis no ambiente para serem compartilhados (ROSS, 1986). De fato, segundo MATHEWS (1998) *apud* DUBOC (2004), existe maior possibilidade de ocorrer partilha de recursos nas regiões tropicais em relação às regiões de clima temperado, devido a maior abundância e diversidade desses recursos.

Por outro lado, pouco se sabe sobre essas interações tróficas a nível específico de população. Variações ontogenéticas associadas à alimentação, que podem ser importantíssimas na interpretação das dinâmicas populacionais, bem como na conservação dos ecossistemas (HAHN *et al.*, 2000), não tem recebido devida atenção nos estudos sobre ecologia trófica. Embora poucos resultados demonstrem evidências de segregação alimentar entre indivíduos de tamanho e de fases de vida diferentes (VITULE & ARANHA, 2002), não se pode afirmar se tais mudanças são provocadas por competição intraespecífica, por demandas energéticas diferenciais ou mesmo por recursos diferentemente disponíveis no ambiente. Além disso, a relativa escassez de pesquisas sobre seleção de micro-habitat (DUBOC, 2004) em peixes de riachos, dificulta o entendimento do comportamento alimentar entre indivíduos da mesma espécie.

A vegetação ciliar associada às bacias hidrográficas, através de sua complexidade estrutural e taxonômica tem mostrado grande influência na manutenção e na sustentação das relações tróficas entre as espécies de peixes (BARRELLA *et al.*, 1999). No que tange a Mata Atlântica, no domínio oriental do país, mais especificadamente a floresta ombrófila densa, essa interação entre a vegetação ciliar e o ecossistema aquático tem se mostrado fundamental para a aquisição dos mais variados itens alimentares pela ictiofauna (SABINO & CASTRO, 1990; ESTEVES & ARANHA, 1999).

Embora as pesquisas no campo da ecologia trófica tenham aumentado, elas têm se concentrado em grande parte nas regiões do alto rio Paraná (HAHN *et al.*, 1997a; LUZ & OKADA, 1999; HAHN *et al.*, 2000) e na Mata Atlântica costeira (SABINO & CASTRO, 1990; VITULE & ARANHA, 2002; GRACIOLLI *et al.*, 2003). Por sua vez, outras regiões, como a floresta ombrófila mista, formação florística típica da região sul do Brasil, especialmente no estado do Paraná (RODERJAN *et al.*, 2002) tem sido pouco investigada.

Infelizmente essa formação vegetacional tem sofrido extrema degradação antrópica ao longo das últimas décadas (CASTELA & BRITZ, 2004). Neste sentido,

as comunidades de peixes dos rios e riachos deste bioma podem estar sendo submetidas a mudanças drásticas nas condições limnológicas de seus habitats com conseqüências ainda não conhecidas (ABILHOA, 2004). Identificar através de padrões biológicos possíveis conseqüências destas alterações ambientais se faz necessário para se conhecer os fatores que estruturam essas comunidades e, por conseguinte preservar o pouco que ainda resta deste bioma.

Por outro lado WOOTTON (1998) considera os peixes como bons “indicadores”, assim através da análise da dieta, seria possível inferir quanto à qualidade do ambiente. Deste modo o estudo da dieta do lambari *Astyanax* sp. b, espécie endêmica e amplamente distribuída na bacia do Rio Iguaçu (SAMPAIO, 1988), além de contribuir para um melhor conhecimento da ictiofauna nesta região, traz importantes informações que podem subsidiar o plano de gestão dos recursos hídricos da bacia do Rio das Pedras, uma vez que tal bacia é o principal manancial de abastecimento da cidade de Guarapuava.

Diante do exposto este estudo teve por objetivo investigar a dieta do lambari *Astyanax* sp. b, através da identificação dos itens alimentares consumidos, das variações espaço/sazonais em sua composição e das diferenças alimentares entre indivíduos de diferentes tamanhos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em dois trechos do Rio das Pedras, município de Guarapuava, região centro-oeste do estado do Paraná. Guarapuava encontra-se a 246 km a oeste da capital Curitiba e está situada no terceiro planalto paranaense, mais especificadamente no planalto de Guarapuava (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O planalto de Guarapuava destaca-se por uma vegetação do tipo campestre nas colinas onde os solos são relativamente profundos, enquanto que nos vales e região de encostas predomina a floresta ombrófila mista (RODERJAN *et al.*, 2002). Essa formação é considerada uma unidade fitoecológica típica da região sul do Brasil, onde se destaca a espécie símbolo do Paraná, *Araucaria angustifolia* ou Pinheiro-do-Paraná (RODERJAN *et al.*, 2002).

O clima desta região é caracterizado como subtropical úmido com invernos rigorosos (MAACK, 1981). O tipo climático dominante segundo Köppen é Cfb, ou seja, mesotérmico, úmido o ano todo e mês mais quente com temperatura média de 22 °C.

Neste contexto insere-se o Rio das Pedras, com aproximadamente 35 km a partir de suas nascentes, que se desenvolvem no reverso ocidental da escarpa da boa esperança, até sua confluência com o rio Bananas. A área de drenagem da bacia hidrográfica do Rio das Pedras possui aproximadamente 330Km<sup>2</sup>, e localiza-se entre as coordenadas 25° 13' 10" e 25° 26' 24" sul e 51° 13' 10" e 51° 28' 15" oeste.

#### 2.1.1 Pontos Amostrais

Os dois trechos do Rio das Pedras escolhidos para este trabalho, com aproximadamente 200 metros de comprimento cada, foram denominados de ponto "A", situado na porção medial do rio nas coordenadas 25° 20' 01" sul e 51° 21' 27" oeste e ponto "B" à jusante, próximo de sua foz nas coordenadas 25° 23' 57" sul e 51° 26' 10" oeste (FIGURA 1 do ANEXO 1).

O ponto A encontra-se a 1061 metros acima do nível do mar, enquanto que o ponto B a 968 metros. A distância entre os dois pontos é de aproximadamente 10700 metros em linha reta. Não há nenhum obstáculo natural como saltos ou cachoeiras entre os pontos. No ponto B o rio ganha considerável volume, pois ao longo de seu

curso, recebe os tributários, rio das Pombas e rio Guabiroba de sua margem esquerda e o rio das Mortes de sua margem direita.

No trecho correspondente ao ponto A, o rio apresenta largura de canal entre 15 e 18 metros, alternando regiões de corredeiras moderadas pouco profundas com poções de profundidades não superiores a 2 m. Suas margens são parcialmente sombreadas por uma vegetação ciliar relativamente conservada, contudo em alguns pontos essa vegetação encontra-se alterada pela atividade pecuária e/ou pelo reflorestamento com *Pinus* spp. Seu leito, segundo observações baseadas em GORDON *et al.* (1992), apresenta predomínio de seixos e matacões, entremeados por depósitos de substrato fino (areia, argila e folhiço) nas regiões de poção (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 2).

Por outro lado, o trecho correspondente ao ponto B apresenta características de remanso, pouco variáveis. Sua largura fica entre 25 e 27 metros e sua profundidade em torno de 1,5 m. A vegetação ciliar da sua margem direita encontra-se altamente degradada pelo avanço de práticas agrícolas incompatíveis. Sua estrutura em ambas as margens é bastante simplificada, com o predomínio de espécies generalistas e de início de sucessão, como taquaras, “unhas de gato” e diversas lianas. Em seu leito de acordo com GORDON *et al.* (1992), predomina substrato do tipo areno-argiloso com grande quantidade de material orgânico depositado (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 3).

É importante salientar que tais características foram tomadas durante períodos no qual o rio estava sob condições consideradas normais de regime hídrico. Durante períodos de alta precipitação as características de largura e profundidade podem sofrer significativas alterações.

## 2.2 PROCEDIMENTO AMOSTRAL

Os exemplares do lambari *Astyanax* sp. b foram obtidos através de amostragens mensais realizadas durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2006. Para a captura dos indivíduos foram utilizadas redes de espera, covos e rede de arrasto.

Para cada ponto foram instaladas 4 redes de espera das malhas 1,2; 1,5; 2,0 e 2,5 cm entre nós consecutivos, com dimensões de 20 m de comprimento por 1,5 m de altura. Além destas, uma outra rede de malha 1,5 cm e dimensões de 10 m x 1,5 m

também foi instalada em cada ponto. Essas redes foram dispostas paralelamente à margem e permaneceram no rio por um período de aproximadamente 24 horas.

Os covos utilizados, um em cada ponto, confeccionados a partir de plástico transparente, com dimensões de 80x30x30 cm e boca com abertura de 5 cm, foram iscados com quirera de milho e permaneceram no rio durante o mesmo período em que as redes permaneceram instaladas (FIGURAS 1 e 2 do ANEXO 4).

Quanto a realização dos arrastões, foi utilizado uma rede confeccionada com tecido do tipo bag nets®, de malha 0,3 cm entre nós consecutivos e dimensões de 2m x 1,5m. Nesta metodologia o procedimento amostral seguiu-se através de arrastos consecutivos com seguida despesca, durante um período de 10 minutos para ambos os pontos de coleta.

Os indivíduos logo após serem capturados nos diferentes artefatos, foram fixados, ainda em campo, em formol a 10% e mantidos nesta solução durante 5 dias. Após isso o material biológico foi transferido para álcool 70% e mantido em frascos de plástico para posterior processamento.

No laboratório os indivíduos foram devidamente identificados, etiquetados, pesados quanto ao peso total (medida em gramas), medidos quanto ao comprimento total e padrão (medida em centímetros) e dissecados para a remoção das vísceras que serviram para análises posteriores.

### 2.3 ESTUDO DA ALIMENTAÇÃO

Para o estudo da alimentação de *Astyanax* sp. b, os estômagos de 291 indivíduos, sendo 155 do ponto A e 136 do ponto B, foram removidos da cavidade abdominal dos exemplares e preservados em álcool a 70% para posterior identificação do conteúdo. Os itens alimentares encontrados foram analisados sob estereomicroscópio e identificados quando possível até o menor nível taxonômico. Para tanto foram utilizados manuais, chaves de identificação (PÉREZ, 1988; BUZZI, 2002) e consulta a especialistas.

Devido à baixa representatividade, grande parte dos itens foi agrupada em categorias taxonômicas ou ecológicas mais amplas. Essas categorias, que continuaram sendo denominadas de itens para facilitar a interpretação dos dados, foram as seguintes: Resto Vegetal, Resto Inseto, Semente/Fruto, Gramínea, Macroalga, Formicidae/Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera Adulto, Diptera Imaturo,

Aranae, Coleoptera, Odonata, Ephemeroptera, Hemiptera, Nematoda, Plecoptera, Detrito, Sedimento e Material não Identificado.

A dieta de *Astyanax* sp. b foi analisada combinando os métodos de frequência de ocorrência, em que o número de exemplares (estômagos) que contem um determinado item (i) é expresso como frequência percentual do total de exemplares analisados (HYNES, 1950); e frequência volumétrica (volume relativo), onde a contribuição quantitativa de cada item foi determinada pela proporção de quadrículos ocupados pelo item (i) sobre uma superfície de papel milimetrado (método de pontos), em relação ao número total de quadrículos ocupados por todos os demais itens (HYSLOP, 1980). O índice alimentar (IA<sub>i</sub>) proposto por KAWAKAMI & VAZZOLER (1980), cujos fatores acima citados são multiplicativos, foi utilizado para analisar a efetiva importância entre a presença e o volume de cada item em específico. Os valores deste índice foram expressos em percentagem.

No estudo da dieta de *Astyanax* sp. b entre os pontos, além de serem comparados os valores da frequência de ocorrência, volumétrica e do índice alimentar, os itens foram agrupados de acordo com sua origem (animal ou vegetal), para posterior análise. Os demais itens como Sedimentos, Detrito e Material não Identificado foram enquadrados na categoria outros. Esse critério também foi adotado na comparação da composição alimentar entre indivíduos de diferentes tamanhos, como descrito a seguir. Os itens também foram identificados quanto aos seus locais de origem (alóctone, autóctone ou de origem incerta).

### 2.3.1 Análise Sazonal

Frente a dificuldades decorrentes da baixa capturabilidade de *Astyanax* sp. b durante alguns meses e da inviabilidade do uso dos indivíduos capturados no covo, devido à ingestão de quirera, os dados foram agrupados e analisados de acordo com as estações do ano para ambos os pontos, no intuito de verificar possíveis mudanças sazonais na alimentação. As estações foram definidas da seguinte maneira: outono (março/05, abril/05 e maio/05); inverno (junho/05, julho/05 e agosto/05); primavera (setembro/05, outubro/05 e novembro/05) e verão (dezembro/05, janeiro/06 e fevereiro/06). Além disso, os itens foram novamente agrupados em categorias maiores denominadas de: Resto Vegetal, Resto de Inseto, Invertebrados Terrestres, Invertebrados Aquáticos, Vegetação Terrestre, Vegetação Aquática e

Detrito/Sedimentos, o que facilitou a representação gráfica e possibilitou melhor parâmetro de comparação entre as estações.

Para o cálculo da similaridade alimentar entre os pontos e as estações do ano, foi utilizado o índice de similaridade de Morisita-Horn (KREBS, 1998), (recomendado para dados expressos em proporção), aplicado sobre os valores do índice alimentar. Para determinar esse padrão de similaridade, a matriz de similaridade dos valores do  $IA_i$ , foi reduzida através da análise da cluster, tendo-se o algoritmo da distância euclidiana como critério de agrupamento.

### 2.3.2 Análise da Dieta em Relação ao Tamanho dos Indivíduos

Foram determinadas três classes de comprimento padrão para o estudo da sobreposição alimentar entre os indivíduos. Essas classes foram respectivamente representadas como CCP1 (classe de comprimento padrão 1): indivíduos com até 50mm; CCP2 (classe de comprimento padrão 2): indivíduos de 51mm a 75mm; e CCP3 (classe de comprimento padrão 3): indivíduos acima de 76mm. A primeira classe foi estabelecida com base na curva de maturidade sexual (vide capítulo 2), sendo, portanto considerados na sua maioria indivíduos jovens. As outras duas classes foram determinadas arbitrariamente.

Os padrões de similaridade da dieta entre os indivíduos das três classes de tamanho foram identificados através da análise correspondência destendenciada (DCA). Essa análise ordena os objetos no espaço multivariado e através do gráfico de dispersão facilita a interpretação do gradiente (neste caso o gradiente alimentar entre as classes). Nesta análise os valores do índice alimentar de cada item consumido pelas três classes foram combinados entre os pontos de coleta e as diferentes estações do ano. Ainda para identificar possíveis causas da alteração do comportamento alimentar entre as classes, foi calculado o quociente intestinal (QI; ZAVALA-CAMIN, 1996) de 20 exemplares de cada classe. O quociente intestinal é o resultado da divisão do comprimento do intestino (aqui medido em centímetros) e o comprimento padrão do peixe. O QI das diferentes classes foi testado através da análise de variância (ANOVA), assumindo-se os pré-requisitos de normalidade e homogeneidade das variâncias, e com nível de significância estabelecido em 5 %.

### 3. RESULTADOS

Um total de 42 itens alimentares de procedência alóctone, autóctone ou de origem incerta quanto ao ambiente, foram registrados para o conteúdo estomacal de 291 exemplares de *Astyanax* sp. b analisados (TABELA 1 do ANEXO 5).

Através do método de frequência de ocorrência, foi verificado que a espécie apresenta um amplo espectro alimentar, sendo sua dieta constituída basicamente por vegetais e insetos, especialmente fragmentos de folhas, sementes e frutos, algas filamentosas, fragmentos de insetos e insetos aquáticos ou terrestres. Contudo houve uma nítida diferenciação na exploração destes recursos entre os pontos amostrais. Isso foi evidenciado através dos valores do índice alimentar, que apontaram como principais itens Resto de Inseto para o ponto A e Resto Vegetal para o ponto B. Além disso, todos os itens de origem animal apresentaram valores do índice ligeiramente maiores para os indivíduos coletados no ponto A (TABELA 1).

TABELA 1. Composição da dieta de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. IAI = Índice alimentar (%); PA = ponto A e PB = ponto B.

Item	PA (IAi%)	PB (IAi%)	Item	PA (IAi%)	PB (IAi%)
Resto Vegetal	19,75	<b>65,83</b>	Coleoptera	0,79	0,13
Resto Inseto	<b>55,81</b>	19,38	Odonata	0,12	*
Sementes/Fruto	4,49	4,23	Ephemeroptera	2,58	0,68
Gramínea	0,45	3,8	Trichoptera	0,3	0,03
Macroalga	1,12	0,35	Hemiptera	0,1	0,02
Formicidae/Hymenoptera	10,32	2,45	Nematoda	0,04	0
Lepdoptera	0,72	0,17	Plecoptera	0,31	*
Diptera Adulto	0,96	0,34	Detrito	1,33	2,23
Diptera Imaturo	0,61	0,08	Sedimento	0,02	0,17
Aranae	0,08	0,01	Material n. Identificado	0,08	0,08

\* Valores do IAI inferiores a 0,01

Para o ponto A o item Resto de Inseto esteve presente em 73,55% dos estômagos analisados, seguido pelos itens Resto Vegetal com 40% e Formicidae/Hymenoptera com 38,71% (FIGURA 1). Já no ponto B, Resto Vegetal foi o item mais freqüente, estando presente em 67,65% dos estômagos, seguido de Resto de Inseto com 66,18% e Gramínea com 27,21% (FIGURA 1).

Os itens que apresentaram maior volume para os indivíduos capturados no ponto A, foram Resto de Inseto com 30,27%, seguido de Resto Vegetal com 16,7% e Formicidae/Hymenoptera com 10,63% do volume total dos estômagos analisados (FIGURA 2). Por outro lado, para os indivíduos capturados no ponto B os maiores volumes registrados foram para Resto Vegetal com 46,29%, seguido de Resto de Inseto com 13,93% e Semente/Fruto com 10,13% (FIGURA 2).

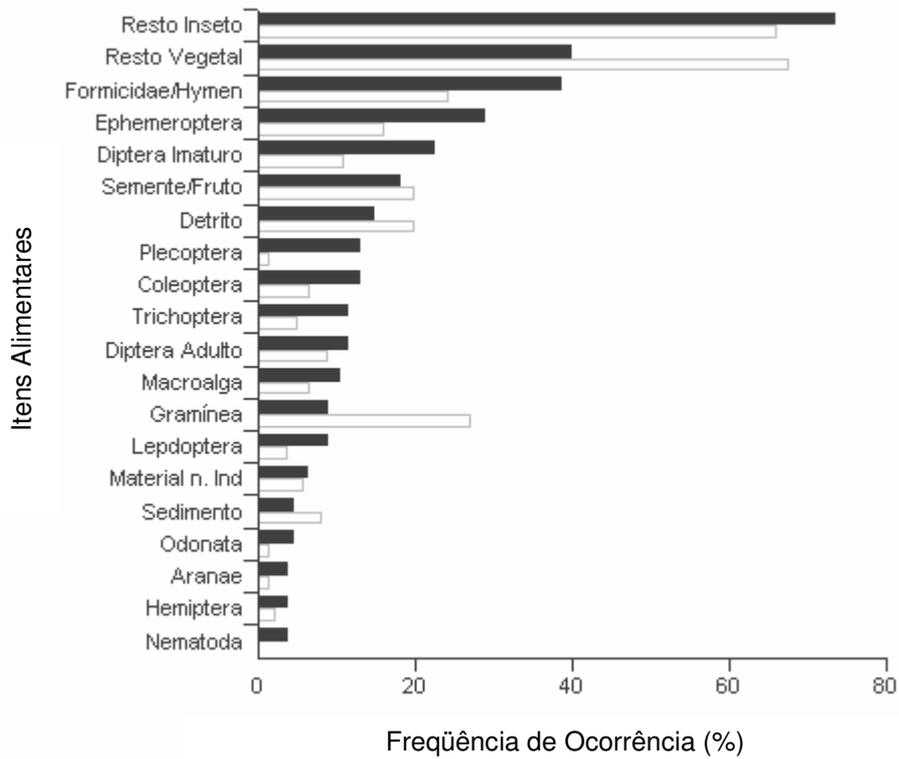


FIGURA 1. Frequência de ocorrência dos itens alimentares registrados para *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Ponto A e □ Ponto B.

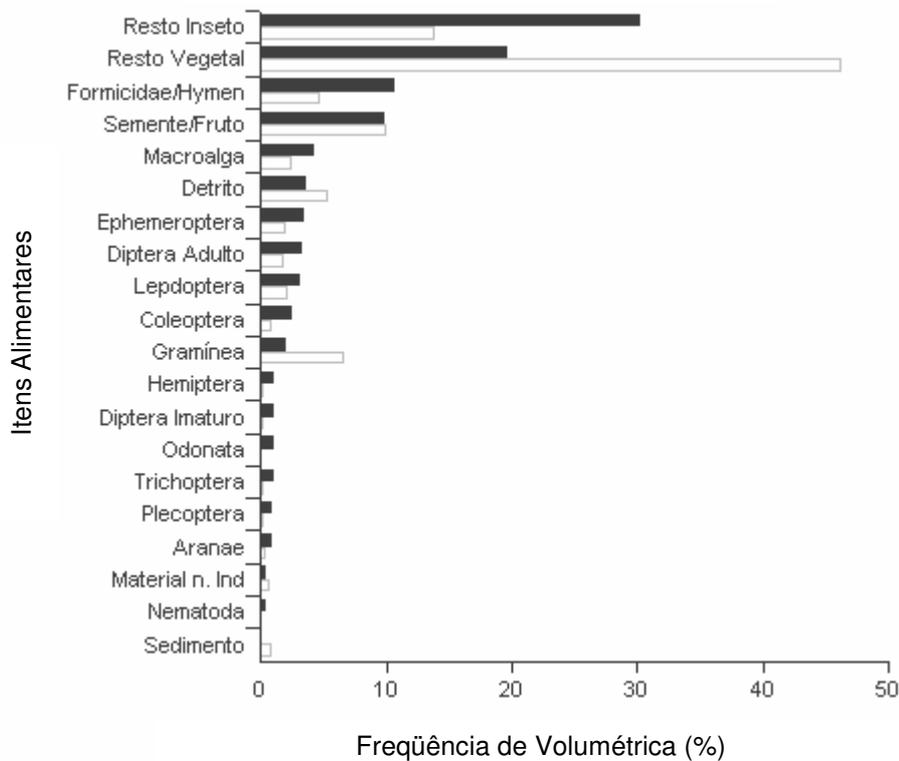


FIGURA 2. Frequência volumétrica dos itens alimentares registrados para *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. ■ Ponto A e □ Ponto B.

Agrupando-se os itens conforme a sua origem, vegetal, animal e outros, foi verificado maior consumo de itens de origem animal para os indivíduos do ponto A enquanto que no ponto B o consumo de vegetais foi maior (FIGURA 3).

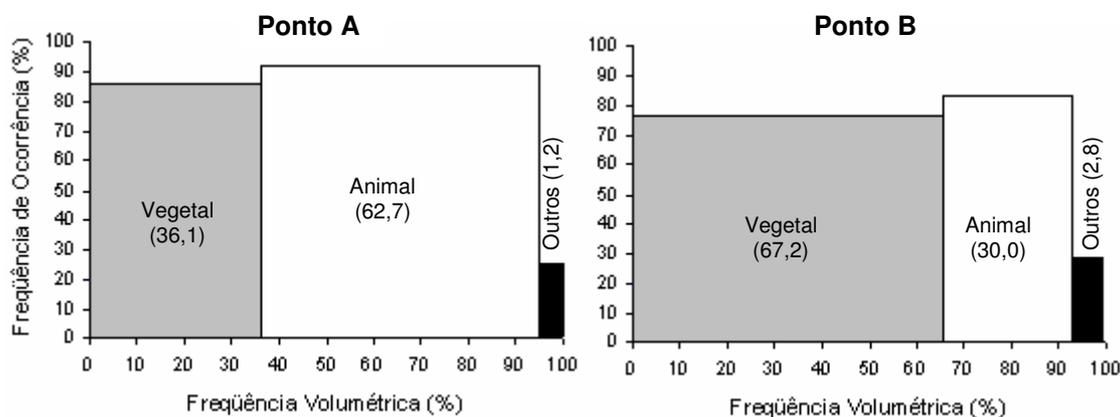


FIGURA 3. Composição da dieta de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, de acordo com a origem dos itens ingeridos. Os valores entre parênteses correspondem aos valores (%) do índice alimentar de cada categoria.

Quanto à procedência dos itens utilizados por *Astyanax* sp. b, os dois pontos apresentaram índices alimentar acima de 50% para conteúdo de origem incerta. Isso ocorreu devido ao fato de que os dois principais itens utilizados por essa espécie, resto vegetal e resto de inseto, não terem sido possíveis de identificação quanto as suas origens. No entanto itens de origem alóctone ocorreram com maior frequência no ponto A, enquanto que itens de origem autóctone foram consumidos em praticamente igual frequência entre os pontos (FIGURA 4).

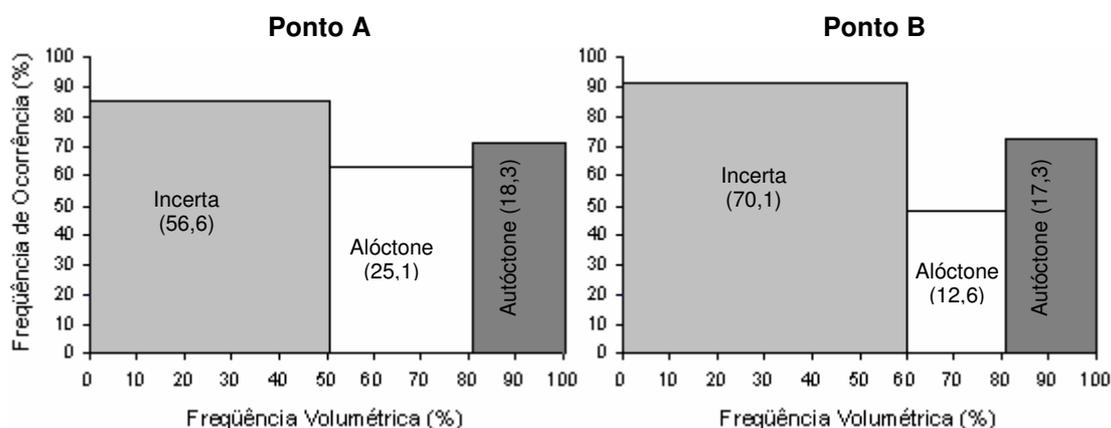


FIGURA 4. Procedência dos itens alimentares ingeridos por *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. Os valores entre parênteses correspondem aos valores (%) do índice alimentar de cada categoria.

Analisando o conteúdo estomacal segundo as estações do ano, foi verificado maior variedade de itens alimentares no período da primavera tanto para o ponto A quanto para o ponto B. Os maiores valores do índice alimentar no ponto A foram para Resto de Inseto na primavera e outono e Resto Vegetal no verão, além de uma contribuição expressiva do item Ephemeroptera durante o inverno (TABELA 2). No Ponto B o item Resto Vegetal foi maior em todas as estações, contudo o inverno seguido da primavera apresentou maior importância (TABELA 3). Quanto aos demais itens de maior frequência, Semente/Fruto foram maiores no outono, e Formicidae/Hymenoptera na primavera tanto no ponto A quanto no ponto B (TABELAS 2 e 3).

Na análise dos itens agrupados em categorias, resto vegetal não foi registrado apenas durante o inverno no ponto A, nas demais estações e em ambos os pontos essa categoria e a categoria Resto de Inseto estiveram sempre presentes em grandes quantidades (FIGURA 5). Invertebrados terrestres apresentaram maior importância durante a primavera e o verão no ponto A, e verão no ponto B, enquanto que Invertebrados Aquáticos foram expressivamente frequentes para o inverno no ponto A, e em relação às demais estações e pontos, se mantiveram pouco frequentes (FIGURA 5). A categoria Vegetação Terrestre apresentou maior frequência no outono e no verão para ambos os pontos, já Vegetação Aquática pouco consumida no ponto A, foi um pouco mais frequente na primavera e no outono no ponto B. Uma outra categoria que esteve ausente apenas para o inverno no ponto A foi Detrito e Sedimentos, que, contudo foi pouco registrado durante todo o período de estudo (FIGURA 5).

Itens de origem incerta foram predominantes em ambos os pontos, exceto para o inverno e o verão no ponto A onde as frequências do índice alimentar desta categoria foram inferiores a 50% (FIGURA 6). Itens de origem autóctone foram consumidos significativamente durante o inverno no ponto A, mas nas demais estações e em ambos os pontos, contribuíram com menor frequência. Por outro lado, os itens de origem alóctone apresentaram frequências maiores durante o verão em ambos os pontos (FIGURA 6).

TABELA 2. Composição da dieta de *Astyanax* sp. b coletados no ponto A do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, conforme as estações do ano. IAI = Índice alimentar (%) e n = ao número de exemplares analisados.

Itens Alimentares	Outono	Inverno	Primavera	Verão
	IAi	IAi	IAi	IAi
Restos Vegetais	26,03	-	6,36	<b>47,6</b>
Restos de Insetos	<b>50,98</b>	24,12	<b>70,33</b>	12,63
Sementes/Frutos	12,81	-	0,15	10,48
Gramínea	0,15	-	0,96	0,02
Macroalga	1,63	-	-	7,95
Formicidae/Hymenoptera	4,0	0,11	13,18	11,02
Lepidoptera	0,26	-	1,20	0,25
Diptera Adulto	-	-	0,83	5,42
Diptera Imaturo	0,21	0,05	1,11	0,21
Aranae	0,18	0,26	0,06	-
Coleoptero Adulto	0,08	-	0,86	1,98
Odonata	0,03	-	0,25	0,01
Ephemeroptera	0,79	<b>75,04</b>	1,59	1,87
Trichoptera	0,01	-	0,66	0,26
Hemiptera	0,03	-	0,27	-
Nematoda	-	0,11	0,12	-
Plecoptera	-	-	1,08	0,04
Detrito	2,48	-	0,94	0,26
Sedimentos	0,01	-	0,03	-
Material n. Identificado	0,32	0,31	0,02	-
<b>n</b>	47	12	60	36

† Itens não registrados para o período

TABELA 3. Composição da dieta de *Astyanax* sp. b coletados no ponto B do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, conforme as estações do ano. IAI = Índice alimentar (%) e n = ao número de exemplares analisados.

Itens Alimentares	Outono	Inverno	Primavera	Verão
	IAi	IAi	IAi	IAi
Restos Vegetais	<b>43,82</b>	<b>83,74</b>	<b>71,34</b>	<b>47,50</b>
Restos de Insetos	30,44	8,80	13,15	21,45
Sementes/Frutos	14,19	0,7	0,52	8,51
Gramínea	2,10	2,45	8,42	-
Macroalga	1,84	0,04	-	0,27
Formicidae/Hymenoptera	0,90	1,57	3,99	2,15
Lepidoptera	0,18	0,09	0,03	0,64
Diptera Adulto	-	0,06	0,38	7,69
Diptera Imaturo	0,26	-	0,02	0,18
Aranae	-	-	0,11	-
Coleoptero Adulto	-	-	0,07	5,23
Odonata	0,01	-	-	-
Ephemeroptera	0,63	0,92	0,42	0,96
Trichoptera	0,04	-	0,07	-
Hemiptera	0,02	-	0,03	-
Nematoda	-	-	-	-
Plecoptera	-	-	0,05	-
Detrito	4,97	1,55	1,4	0,08
Sedimentos	0,19	-	-	5,34
Material n. Identificado	0,41	0,08	-	-
<b>n</b>	54	18	44	20

† Itens não registrados para o período

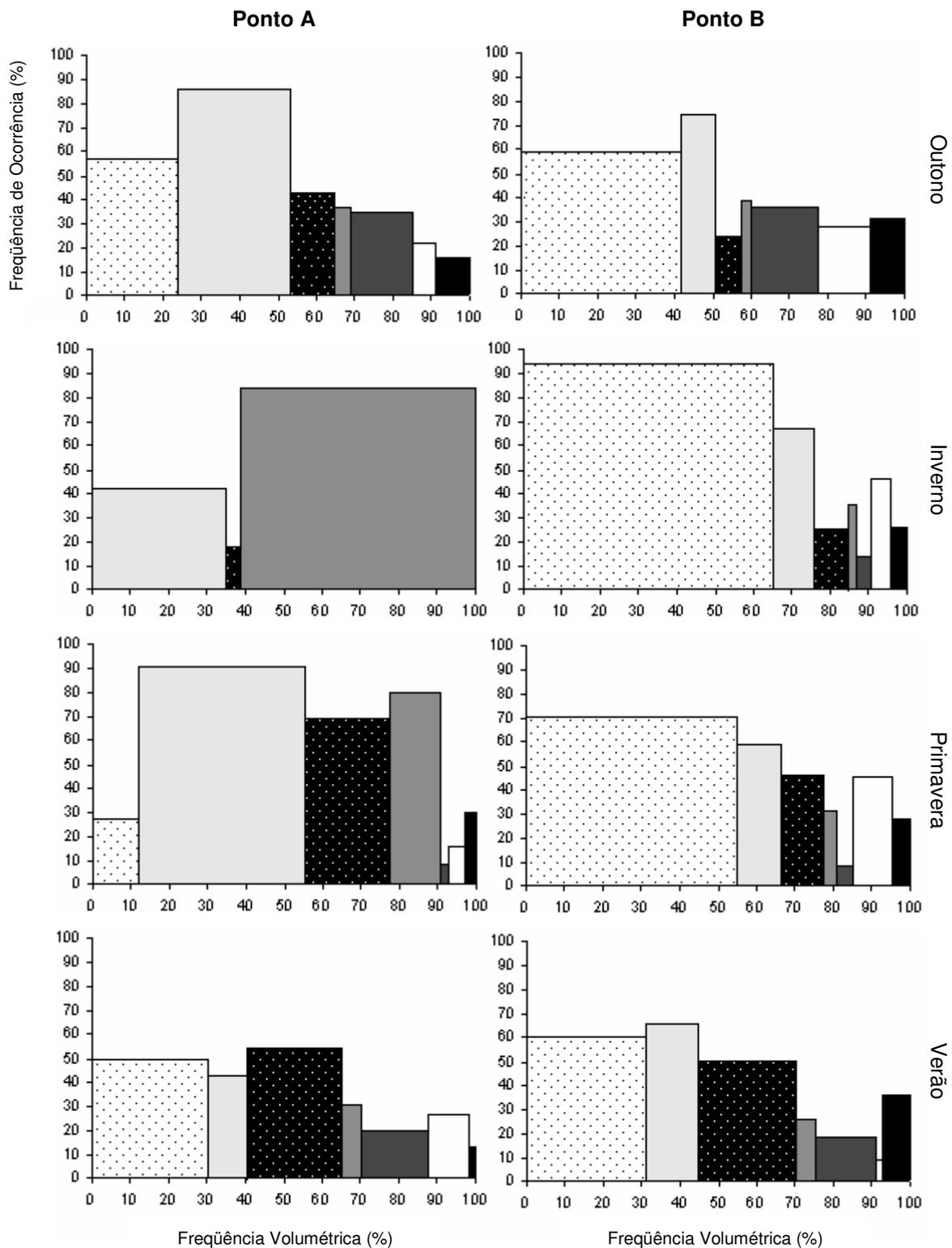


FIGURA 5. Composição da dieta de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, levando-se em consideração as estações do ano. Categorias: Resto Vegetal; Resto de Inseto; Invertebrado Terrestre; Invertebrado Aquático; Vegetação Terrestre; Vegetação Aquática e Detrito e Sedimento.

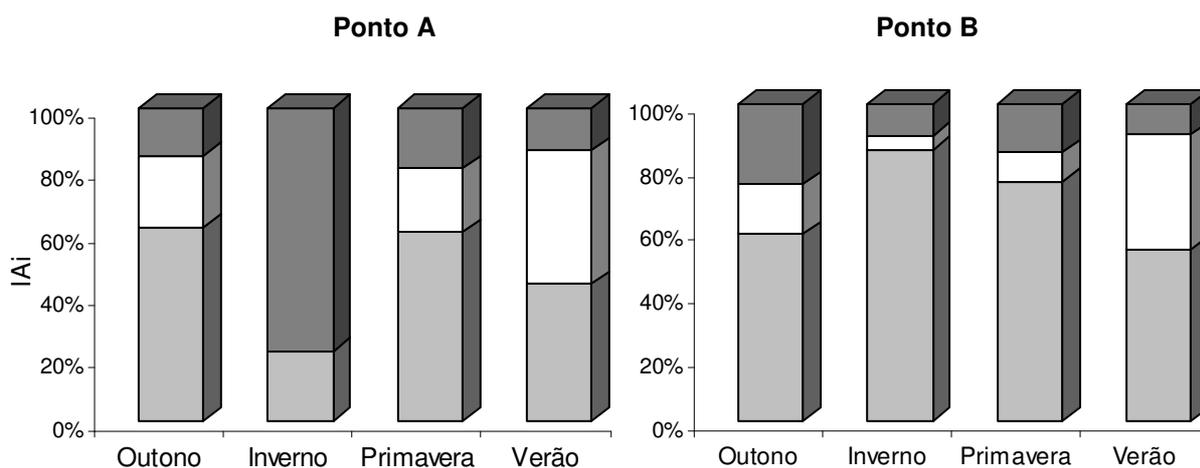


FIGURA 6. Procedência dos itens alimentares ingeridos por *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, em relação as diferentes estações do ano. IAi = índice alimentar; Procedência: ■ Incerta; □ Alóctone e ■ Autóctone.

Apesar da composição específica da dieta de *Astyanax* sp. b não ter diferido qualitativamente entre os pontos, exceto a ausência do item nematoda para o ponto B, as estações do ano apresentaram entre si e entre os pontos, diferenças na quantidade e na variedade dos itens ingeridos. Assim o índice de similaridade de Morisita-Horn indicou grande similaridade alimentar, biologicamente significativa, entre os pontos amostrais e os diferentes períodos (estação) do ano (TABELA 4).

TABELA 4. Matriz da similaridade alimentar de *Astyanax* sp. b entre cada estação do ano e os pontos amostrais, calculada a partir dos valores de IAi. (Out=outono; Inv=inverno; Pri=primavera; Ver=verão; PA=ponto A e PB=ponto B).

	Out - PA	Inv - PA	Pri - PA	Ver - PA	Out - PB	Inv - PB	Pri - PB
Inv - PA	0,27	-	-	-	-	-	-
Pri - PA	0,88*	0,32	-	-	-	-	-
Ver - PA	0,67*	0,1	0,34	-	-	-	-
Out - PB	0,88*	0,17	0,59	0,91*	-	-	-
Inv - PB	0,5	0,04	0,19	0,84*	0,78*	-	-
Pri - PB	0,58	0,06	0,27	0,89*	0,84*	0,98*	-
Ver - PB	0,77*	0,13	0,46	0,95*	0,95*	0,83*	0,89*

Valores acima de 0,65 são considerados biologicamente significativos

De acordo com a matriz de similaridade da dieta entre as estações de cada ponto e entre as estações dos diferentes pontos, foi possível através da análise de cluster estabelecer três agrupamentos distintos. O primeiro foi caracterizado por todas as estações do ponto B mais o verão do ponto A (FIGURA 7).

O segundo grupo foi composto pelas estações outono e primavera do ponto A, enquanto que o terceiro grupo foi formado pelo inverno do ponto A, o qual apresentou baixa similaridade com os demais grupos (FIGURA 7).

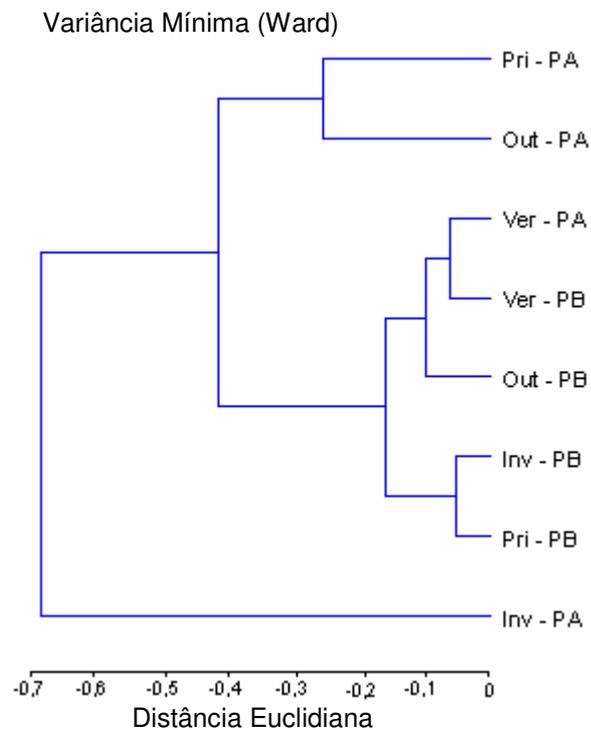


FIGURA 7. Representação dos padrões de similaridade na composição sazonal e espacial da dieta de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR.

No estudo do conteúdo estomacal dos indivíduos de diferentes classes de comprimento padrão, verificou-se que há uma tendência à medida que os indivíduos crescem em diminuir a preferência alimentar por itens de origem animal em substituição a itens de origem vegetal (TABELA 5).

TABELA 5. Composição da dieta dos indivíduos pertencentes as diferentes classes de comprimento padrão estabelecidas para *Astyanax* sp. b, coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. (CCP1:  $\geq 50$ mm; CCP2: 51-75mm e CCP3:  $\leq 76$ mm; n=ao número de exemplares analisados). Valores representam o índice alimentar ( $IAI_{\%}$ ).

Itens Alimentares	Ponto A			Ponto B		
	CCP1	CCP2	CCP3	CCP1	CCP2	CCP3
Restos Vegetais	3,68	13,51	<b>38,14</b>	4,0	<b>74,28</b>	<b>74,49</b>
Restos de Insetos	<b>72,17</b>	<b>61,23</b>	31,65	<b>74,97</b>	18,74	9,5
Sementes/Frutos	0,24	5,18	6,43	7,07	0,65	4,14
Gramínea	0,18	0,06	1,48	0,03	2,14	6,07
Macroalga	1,82	2,66	-	0,46	0,04	0,35
Formicidae/Hymenoptera	1,39	10,19	16,96	2,33	1,61	1,84
Lepidoptera	0,37	0,51	1,21	-	-	0,44
Diptera Adulto	1,25	0,8	0,9	0,35	0,05	0,45
Diptera Imaturo	3,89	0,33	0,05	0,89	0,15	-
Aranae	0,04	0,16	0,03	-	-	0,04
Coleoptero Adulto	0,07	1,58	0,59	1,41	0,05	0,03
Odonata	0,13	0,07	0,15	0,06	-	-
Ephemeroptera	11,4	1,44	0,74	1,02	1,5	0,31
Trichoptera	0,13	0,23	0,52	-	0,03	0,05
Hemiptera	0,02	0,03	0,33	0,18	-	0,01
Nematoda	0,07	-	0,11	-	-	-
Plecoptera	0,25	0,46	0,2	-	0,03	-
Detrito	2,65	1,48	0,47	6,15	0,33	2,17
Sedimentos	0,03	0,03	-	0,98	0,13	0,07
Material n. Identificado	0,22	0,05	0,04	0,1	0,27	0,04
<b>n</b>	54	59	42	38	38	60

Essa substituição por itens vegetais é mais bem evidenciada para os indivíduos coletados no ponto B em relação aos do ponto A, onde também ocorreu diminuição na ingestão de itens de origem animal, embora esta categoria não tenha sido a mais freqüente nos indivíduos de maior tamanho (FIGURA 8).

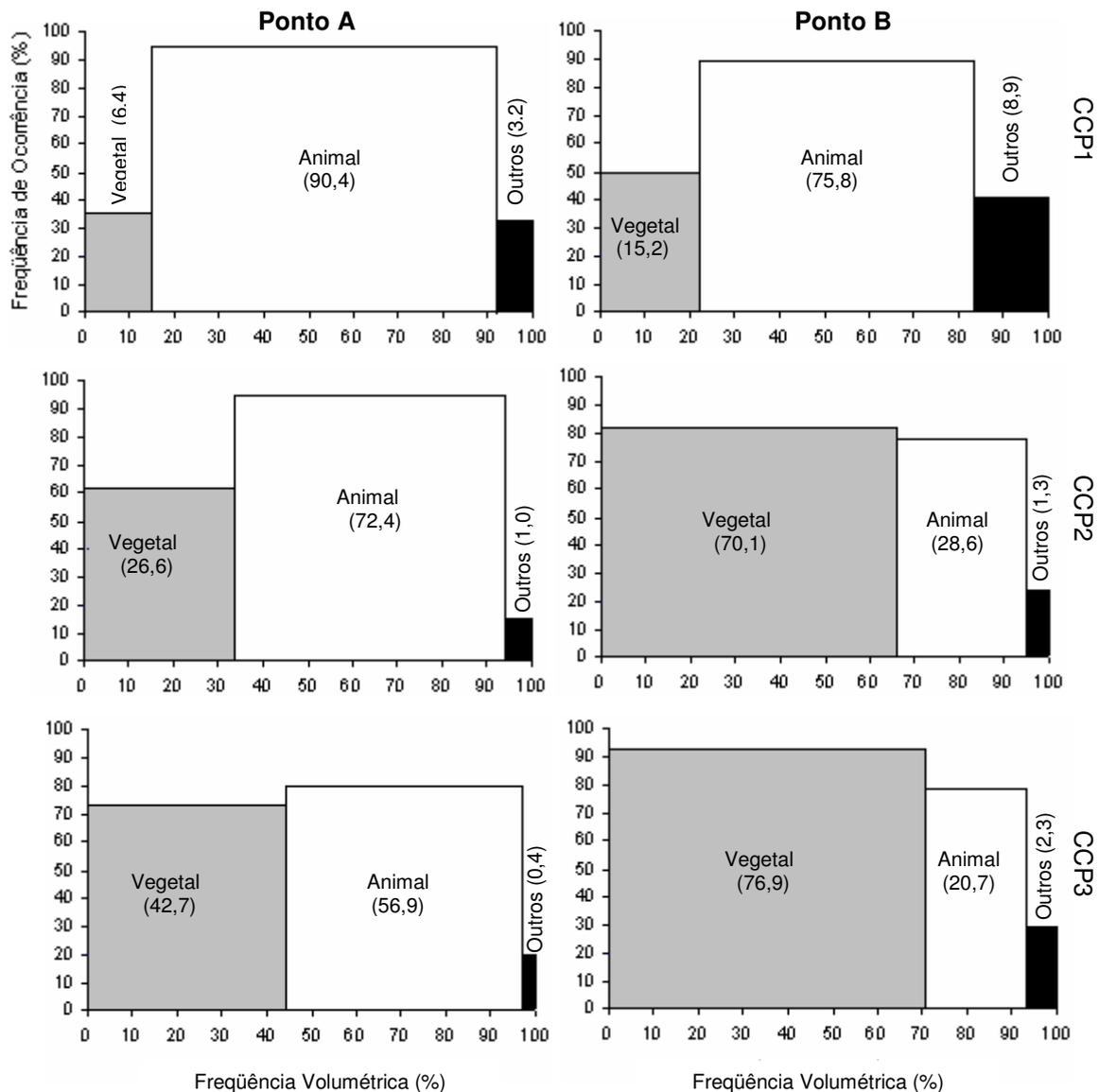


FIGURA 8. Composição da dieta dos indivíduos de *Astyanax* sp. b das três classes de comprimento padrão estabelecidas, conforme as categorias de origem dos itens. (CCP1:  $\geq 50$ mm; CCP2: 51-75mm e CCP3:  $\leq 76$ mm) Valores entre parênteses correspondem aos valores (%) do índice alimentar de cada categoria.

Embora a dieta entre indivíduos das diferentes classes de comprimento padrão tenha apresentado grande similaridade entre algumas fases do ano, a análise de correspondência demonstrou que no geral ocorre uma distinta segregação alimentar entre os indivíduos das diferentes classes (Figura 9). O primeiro eixo da DCA, explicou 54,3 % da variabilidade dos dados, e dividiu as classes em dois grupos, sendo o grupo com os maiores scores representado pelos indivíduos de CCP1, os de menores scores pelos de CCP3 e os de scores intermediários pelos indivíduos de CCP2. Este eixo foi influenciado positivamente pelos itens Ephemeroptera e Diptera imaturo e negativamente pelos itens Gramínea e Resto Vegetal. Para o segundo eixo,

com apenas 12,5 % da explicação da variabilidade, sedimento foi o item que mais contribuiu positivamente para sua formação, por outro lado macroalgas foi o item que mais contribuiu negativamente (FIGURA 9).

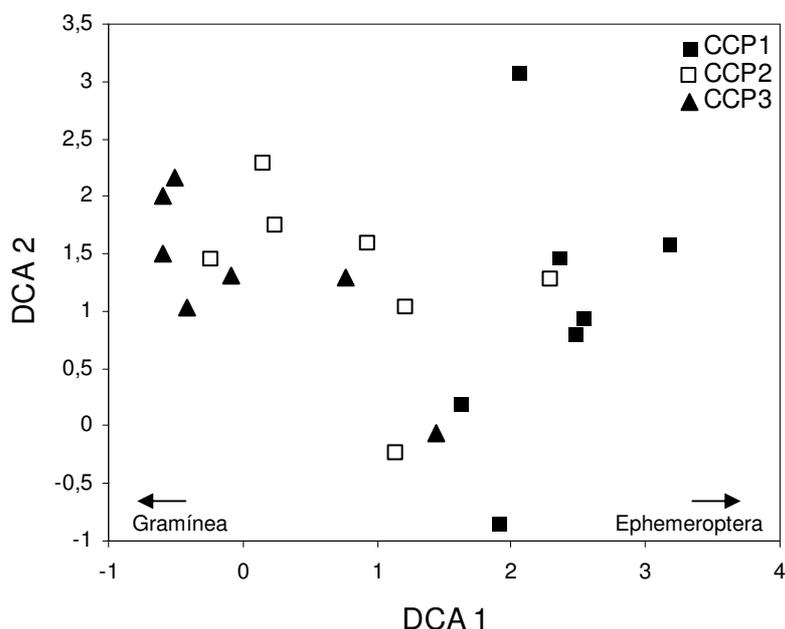


FIGURA 9. Análise de correspondência da similaridade alimentar entre as diferentes classes de comprimento padrão de *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. (CCP1:  $\geq 50$ mm; CCP2: 51-75mm e CCP3:  $\leq 76$ mm)

Apesar de o modelo ter explicado pouco da variância dos dados, os indivíduos da classe de comprimento 1 (CCP1), apresentaram quociente intestinal (QI) significativamente menor ( $F_{2,57} = 28,1$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,50$ ; FIGURA 10).

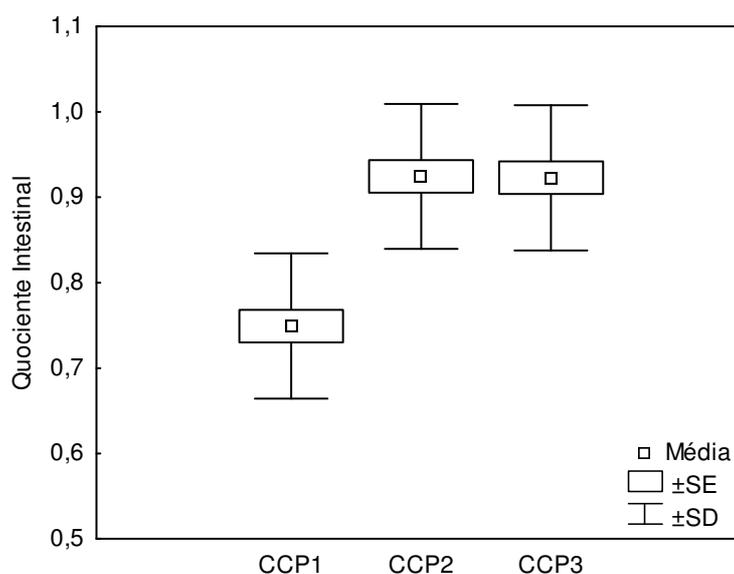


FIGURA 10. Representação gráfica do quociente intestinal (QI) das três classes de comprimento padrão estabelecida para *Astyanax* sp. b coletados em dois pontos do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. (CCP1:  $\leq 50$ mm; CCP2: 51-75mm e CCP3:  $\geq 76$ mm).

#### 4. DISCUSSÃO

A existência de uma marcada plasticidade trófica entre as espécies pertencentes ao gênero *Astyanax* já é bem retratada por diversos autores (NOMURA, 1975; ARCIFA *et al.*, 1991; HAHN *et al.*, 1997b; LUZ & OKADA, 1999; VILELLA *et al.*, 2002; GOMIERO & BRAGA, 2003). Normalmente essas espécies utilizam diversos itens, que variam desde algas e vegetais superiores até insetos e outros artrópodes. Neste trabalho, os resultados não foram diferentes. *Astyanax* sp. b apresentou uma dieta onívora com um total de 20 itens alimentares agrupados, tanto de origem animal quanto vegetal. Contudo, esses resultados não permitem a definição de uma categoria trófica exclusiva, visto que a espécie apresentou modificações espaciais e sazonais na composição de sua dieta, assim como já constatada para outras espécies de tetragonopterinae (LUZ & OKADA, 1999; MAZZONI e REZENDE, 2003; VITULE 2004).

ZAVALA-CAMIN (1996), considera onívoros aqueles peixes que se utilizam de alimento animal e vegetal, em partes equilibradas. Por outro lado ANDRIAN *et al.*, (1994), salientam que quando ocorre predomínio de certos itens, as espécies podem ser designadas como onívoras com tendência à herbívora, ou à carnívora. Neste trabalho *Astyanax* sp. b pode ser considerada onívora, contudo apresentou variações espaciais na sua dieta, que podem ser classificadas como tendência a insetivoria para o ponto A e tendência à herbívora para o ponto B, dada à importância dos diferentes itens em cada local.

Mesmo HAHN *et al.* (1997b), ao classificarem *Astyanax* sp. b como espécie herbívora, consideram que esse comportamento pode ser temporário em consequência do seu oportunismo trófico, frente à utilização de gramíneas, abundantemente disponível durante o alagamento do Reservatório de Segredo, Pinhão - PR. Tal comportamento oportunista também é retratado neste trabalho, onde *Astyanax* sp. b fez uso diferencial dos itens alimentares nos pontos estudados, o que provavelmente refletiram as condições de oferta de cada ambiente.

De acordo com ABELHA *et al.* (2001), a dieta dos peixes pode ser regulada por modificações espaciais e sazonais do habitat, levando-se em conta que locais e períodos distintos dispõem de diferentes condições abióticas e de disponibilidade de alimento. Diferenças espaciais na dieta de *Astyanax* sp. b foram marcantes, de modo que todos os itens de origem animal apresentaram maior importância para os exemplares capturados no ponto A, em relação ao ponto B, onde resto vegetal,

gramíneas e detrito apresentaram maior importância. Essa plasticidade alimentar pode estar condicionada a diferentes fatores, dentre eles o grau de alteração da vegetação ciliar e as características físicas do canal entre os trechos estudados do Rio das Pedras.

Áreas ripárias apresentam importantes funções tanto hidrológicas quanto ecológicas para a integridade da biota aquática (BARRELA *et al.*, 1999), constituindo-se como uma das principais fontes de recursos alimentares para os peixes (ESTEVES & ARANHA, 1999). Apesar do trecho correspondente ao ponto B, apresentar cobertura ciliar densa, sua estrutura é bastante simplificada, predominando principalmente vegetação arbustiva como “unhas de gato”, taquarais e diversas lianas. Diante desta menor complexidade estrutural, a entrada de recursos alóctones oriundos da vegetação adjacente, como insetos e outros artrópodes, pode ser reduzida (UIEDA & KIKUCHI, 1995), o que contribuiria para explicar a dieta predominantemente herbívora da espécie neste local.

As diferenças quanto ao espectro alimentar de *Astyanax* sp. b podem ainda estar relacionadas à disponibilidade diferencial de macroinvertebrados entre os pontos estudados. Os padrões de distribuição e abundância de insetos aquáticos são determinados principalmente pelo tipo e quantidade do substrato (ASSIS *et al.*, 2004). Segundo DORNFELD & FONSECA-GESSNER (2005), a presença de vegetação num ecossistema aquático resulta num aumento considerável da riqueza e abundância destes organismos. Esse aumento é condicionado pela expansão de suas áreas de abrigo, de oviposição e de obtenção de recursos alimentares.

Diferentemente do ponto B, onde o trecho é caracterizado por margens com pouca vegetação de interface água-terra, o trecho correspondente ao ponto A apresenta maior quantidade de vegetação constituída principalmente por gramíneas e macrófitas nas regiões de poções. Diante destas características, é possível que o desenvolvimento da comunidade de macroinvertebrados seja favorecido no ponto A, tornando-a possivelmente mais disponível para a alimentação da ictiofauna associada a esse trecho.

A análise sazonal da dieta de *Astyanax* sp. b, revelou diferenças tanto na proporção quanto na variedade dos itens ingeridos. De modo geral, a variedade foi maior durante a primavera para os dois pontos amostrais. Mudanças sazonais na dieta dos peixes podem ser influenciadas pela expansão ou contração das áreas disponíveis para o forrageamento (WOOTTON, 1998). Em regiões tropicais, os

padrões de variação do regime hidrológico, provocam o alagamento de áreas adjacentes aos rios, que resultam em expansões sazonais destes ecossistemas (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996). A vegetação inundada durante este processo fornece grande quantidade de material orgânico para a alimentação da ictiofauna, por outro lado durante a fase de águas baixas essa disponibilidade torna-se restrita (ABELHA *et al.*, 2001).

Mudanças sazonais no hábito alimentar de *Astyanax* sp. b também foram constatadas por ABILHOA (2004), evidenciando sua plasticidade alimentar, assim como seu comportamento oportunista em explorar alimentos sazonalmente disponíveis. Apesar das alterações temporais, consumo elevado das categorias Resto Vegetal e Resto de Inseto foram sempre constatados para essa espécie, exceto Resto Vegetal durante o inverno no ponto A. Assim como observado por FUGI (1998), é esperado que haja um elevado consumo destes recursos pelas espécies de lambaris, tendo em vista que são normalmente abundantes e muito explorados por diferentes espécies de peixes em rios tropicais.

A categoria Invertebrado Terrestre consumida durante todas as estações do ano, apresentou maior importância durante a primavera e o verão em ambos os pontos estudados. Formicidae/Hymenoptera foi o item com maior representatividade nesta categoria. O consumo deste item é mencionado para outras espécies deste gênero, sendo importante componente de suas dietas, principalmente nos períodos de primavera e verão (ESTEVES, 1996; GRACIOLLI *et al.*, 2003). O consumo deste item por *Astyanax* sp. b, principalmente durante a primavera, pode estar condicionado a época de reprodução das formigas. Grande quantidade de formigas aladas (tanajuras) foram encontradas no conteúdo estomacal desta espécie durante tal período. Provavelmente durante suas revoadas reprodutivas muitas delas acabam caindo na lamina d'água, sendo aproveitadas como alimento pelos lambaris.

A categoria Vegetação Terrestre composta especialmente por sementes e frutos foi utilizada por *Astyanax* sp. b com maior frequência durante o verão e o outono em ambos os pontos amostrais. Esse fato também é retratado por FUGI (1998), que registrou para *Astyanax* sp. b capturados na região do Reservatório de Segredo, consumo de sementes e frutos durante o outono, época que coincidiu com a frutificação das canelas *Nectandra* spp e *Ocotea* spp. No presente trabalho foi registrado a presença de sementes da espécie *Schinus* sp. (aroeira), árvore comum no estado do Paraná, cujos frutos maduros ocorrem entre janeiro e maio (SPVS,

1996), período que coincide com a maior utilização do recurso Semente/Fruto por *Astyanax* sp. b. Sementes de outras espécies também foram registradas, contudo não foi possível identifica-las dado o estágio avançado de digestão. Cabe ressaltar a presença de sementes de aroeira intactas, inclusive no trato intestinal desta espécie, o que sugere, assim como para outras espécies de tetragonopterinae (VILELLA *et al.*, 2002, VITULE, 2004, GOMIERO & BRAGA, 2003) potencial para a dispersão.

Invertebrados Aquáticos foram consumidos expressivamente durante o inverno no ponto A. Este fato esteve provavelmente relacionado com a captura e a análise do conteúdo estomacal apenas de indivíduos pequenos (CCP1). Em indivíduos pequenos o consumo de recursos de origem animal foi maior, fato constatado através da comparação da dieta entre indivíduos com diferentes tamanhos. Isso certamente influenciou as análises, não representando toda a amplitude de itens que a espécie poderia utilizar durante esse período. Nas demais estações e em ambos os pontos essa categoria foi menos representativa.

Vegetação Aquática categoria composta por algas filamentosas e gramíneas, foi outro componente que exceto durante o inverno no ponto A, esteve sempre presente na dieta de *Astyanax* sp. b. Particularmente, algas filamentosas compuseram uma parcela considerável da dieta desta espécie no ponto A durante o verão. Este fato deve-se provavelmente a disponibilidade deste item, pois coincide com o registro das algas filamentosas verdes, *Oedogonium* sp. e *Spirogyra* sp. realizado neste mesmo trecho do Rio das Pedras por KRUPEK, (2006) em sua dissertação de mestrado. Análises mais detalhadas sobre as espécies de algas filamentosas ingeridas por essa espécie (não apresentadas neste trabalho), revelaram a presença de 10 diferentes espécies, figurando *Oedogonium* sp. e *Spirogyra* sp. como as de maior representatividade em biomassa.

Gramíneas foram pouco utilizadas por *Astyanax* sp. b no ponto A, contudo apresentaram considerável importância durante a primavera para o ponto B. É possível que esse fato tenha ocorrido mediante a expansão das áreas de forrageamento (WOOTTON, 1998). A elevada concentração de chuvas durante esse período provavelmente contribuiu para o extravasamento das águas do Rio das Pedras para fora da sua calha normal, inundando áreas adjacentes, o que facilitaria o acesso deste lambari a tais recursos.

Detrito e Sedimento apresentaram baixa relevância durante quase todo o período de estudo, destacando o outono entre as demais estações, com maior

importância alimentar para os dois pontos estudados. Detritos podem constituir a dieta de muitas espécies de lambaris, no entanto sua contribuição tem sido inexpressiva na maioria dos trabalhos realizados (MESCHIATTI, 1995; ESTEVES, 1996). FUGI (1998), ressalta que a ingestão deste item pode ocorrer de modo acidental durante o forrageio, ou mesmo ser utilizado temporariamente quando outros recursos preferenciais são escassos.

*Astyanax* sp. b apresentou acentuadas modificações sazonais na sua dieta que estiveram intimamente relacionadas com a disponibilidade dos itens alimentares nas diferentes estações do ano. Esses resultados evidenciam uma considerável plasticidade trófica apresentado pela espécie, como já retratado por outros autores (HAHN, *et al.*, 1997b; FUGI, 1998; ABILHOA, 2004). Ressalta-se ainda a importância das matas ciliares como fontes de recursos alóctones, principalmente de sementes e invertebrados terrestre para a dieta desta espécie.

Verificou-se que há uma tendência à medida que os indivíduos de *Astyanax* sp. b crescem em diminuir o consumo de itens de origem animal, substituindo-os por itens de origem vegetal. Nos indivíduos da classe de comprimento 1 (CCP1), de ambos os trechos estudados, o item com maior importância alimentar foi Resto de Insetos, ao contrário apresentado pelos indivíduos da classe de comprimento 3 (CCP3), que em ambos os trechos tiveram Resto Vegetal como seu principal item alimentar. Resultados semelhantes foram encontrados por ANDRIAN *et al.*, (2001) para *Astyanax bimaculatus*, onde indivíduos pequenos alimentaram-se preferencialmente de insetos, enquanto que indivíduos médios e grandes alimentaram-se com maior frequência de dicotiledôneas.

Além de ANDRIAN *et al.* (2001), outros autores têm relatado que o hábito alimentar pode variar em consequência do crescimento do peixe, principalmente na passagem do estado jovem para o adulto (ESTEVES, 1996; HAHN *et al.*, 2000; VITULE & ARANHA, 2002). De acordo com BARBIERI *et al.* (1994), a composição alimentar de uma espécie pode apresentar variações decorrentes das diferentes fases de vida e que isso pode provocar modificações marcantes na morfologia do seu tubo digestivo.

O quociente intestinal (QI), que pode ser uma ferramenta importante na detecção de mudanças na morfologia intestinal (BARBIERI *et al.*, 1994), e muito útil para verificar variações interespecíficas ou ontogenéticas da composição alimentar (VITULE, 2004; ZAVALA-CAMIM, 1996), foi significativamente menor para indivíduos

de CCP1. Este resultado corrobora com os resultados obtidos por SABINO & CASTRO (1990), para *Deuterodon iguape* e por VITULE (2004), para *D. langei*, indicando que os menores valores do QI em indivíduos jovens podem estar associados a sua dieta predominantemente insetívora. Por outro lado indivíduos das classes CCP2 e CCP3 apresentaram comprimento do intestino significativamente maior, indicando a possibilidade de lidarem com itens maiores e de difícil digestão como fragmentos vegetais, sementes com parede celular rígida, e formigas com espesso exoesqueleto quitinoso.

Dietas distintas entre os diferentes estádios de desenvolvimento de uma espécie podem ser decorrentes das demandas energéticas diferenciadas ou mesmo das limitações morfológicas de cada fase (ABELHA *et al.*, 2001). Para WOOTTON (1998), um fator limitante quanto à ingestão de determinados itens é a morfologia da boca. Em larvas ou juvenis o forrageamento é seletivo, sendo que a ingestão de algumas partículas é limitada pela abertura da boca (ABELHA *et al.*, 2001). Essa limitação pode ser ressaltada para *Astyanax* sp. b, uma vez que itens maiores, como Resto Vegetal, Sementes/Frutos e Formicidae tenderam a apresentar menor importância alimentar na fase de jovens, em relação a itens como Diptera Imaturo e Ephemeroptera que foram itens com maior importância e considerados pequenos.

Outro aspecto levantado por ANDRIAN *et al.* (2001), e que cabe ser ressaltado neste trabalho, é que os indivíduos jovens de *Astyanax* sp. b foram na sua maioria, capturados com redes de arrasto junto à vegetação da margem do rio, onde como indicado por DORNFELD & FONSECA-GESSNER (2005), os insetos aquáticos são mais abundantes. Diante disso, é possível que os indivíduos pequenos façam maior uso de insetos, o que reflete a maior importância alimentar registrada para esse item.

A caracterização da dieta de *Astyanax* sp. b neste trabalho, com 20 itens registrados, incluindo muitos de origem alóctone, e considerável variação tanto espaço-sazonal quanto relacionado ao tamanho dos indivíduos, reforça o caráter oportunista apresentado por esta espécie, e já identificado por outros autores (HAHN, *et al.*, 1997b; FUGI, 1998; ABILHOA, 2004). *Astyanax* sp. b pode ser considerada uma espécie onívora, contudo com tendências ora a insetivoria, ora a herbívora. Assim através das diversas análises realizadas, é evidente a existência de diferentes estratégias alimentares, e de uma aparente segregação alimentar entre os indivíduos das diferentes classes de comprimento estabelecidas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A. & GOULARD, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, 23 (2): 425-434. 2001.
- ABILHOA, V. **Composição, aspectos biológicos e conservação da ictiofauna do alto curso do rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 84p.
- AGOSTINHO, A. A. & ZALEWSKI, M. **A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação.** Maringá: EDUEM, 1996. 100p.
- ANDRIAN, I. F.; DORIA, C. R. C.; TORRENTE, G. & FERRETTI, C. M. Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná, Brasil. **Unimar**, 16 (3): 96-106. 1994.
- ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R. PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, 23 (2): 435-440. 2001.
- ARCIFA, M. S. & MESCHIATTI, A. J. Distribution and feeding ecology of fishes in a Brazilian reservoir: Lake Monte Alegre. **Interciência**, 18 (6): 302-313. 1993.
- ARCIFA, M. S.; NORTHCOTE, T. G. & FROEHLIGH, O. Interactive ecology of two cohabiting characin (*Astyanax fasciatus* e *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. **Journal of Tropical Ecology**, 7 (1): 257-268. 1991.
- ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L. & NESSIMIAN. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 48 (2): 273-282. 2004.
- BARBIERI, G. PERET, A. L. & VERANI, J. R. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies de peixes da região de São Carlos (SP). I Quociente intestinal. **Revista Brasileira de Biologia**, 54 (1): 63-69. 1994
- BARRELA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 1999. p. 187-208.

- BUZZI, J. Z. **Entomologia Didática**. 4 ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2002.
- CASTELA, P. R. & BRITZ, R. M. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2004.
- DORNFELD, C. B. & FONCECA-GESSNER, A. A. Fauna de Chironomidae (Diptera) associada à *Salvinia* sp. e *Myriophyllum* sp. num reservatório do córrego do espraído, São Carlos, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, 12 (2): 181-192. 2005.
- DUBOC, L. F. **Ecologia de bagres Heptapterídeos no rio Morato, Guaraqueçaba – PR. (Siluriformes: Heptapteridae)**. Tese (Doutorado em Zoologia). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 2004. 191p.
- DUFECH, A. P. S.; AZEVEDO, M. A. & FIALHO, C. B. Comparative dietary analysis of two populations of *Mimagoniates rheocharis* (Characidae, Glandulocaudinae) from two streams of Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 1(1): 67-74. 2003.
- ESTEVES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from floodplain Lake of Mogi-Guaçú River, Paraná River basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 46: 83-101. 1996.
- ESTEVES, K. E. & ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P. R. **Ecologia de peixes de riachos. Oecologia Brasiliensis vol. VI**. Rio de Janeiro, programa de pós-graduação em ecologia – Instituto de biologia UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. p 157-182. 1999.
- FUGI, R. **Ecologia alimentar de espécies endêmicas de lambaris do trecho médio do rio Iguaçu**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 1998. 88p.
- GALINA, A. B. & HAHN, N. S. Comparação da dieta de duas espécies de *Triporthus* (Characidae, Triporthinae), em trechos do reservatório de Manso e lagoas do rio Cuiabá, estado do Mato Grosso. **Acta Scientiarum**, 25 (2): 345-352. 2003.
- GAMA, C. S. & CARAMASCHI, E. P. Alimentação de *Triporthus albus* (Cope, 1971) (Osteichthyes, Characiformes) face à implantação do AHE Serra da Mesa no rio Tocantins. **Revista Brasileira de Zociências**, 3 (2): 159-170. 2001.
- GOMIERO, L. M. & BRAGA, F. M. S. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes? **Acta Scientiarum**, 25 (2): 353-360. 2003.

- GORDON, N. D.; McMAHON, T. A. & FINLAYSON, B. L. **Stream Hydrology. An introduction for ecologists.** Chichester, John Wiley & Sons. 1992.
- GRACIOLLI, G. AZEVEDO, M. A. & MELO, F. A. G. Comparative study of diet of Glandulocaudinae and Tetragonopterinae (Ostariophysi, Characidae) in a small stream I southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 38 (2): 95-103. 2003.
- HAHN, N. S.; ALMEIDA, V. L. L. & LUZ, K. D. G. Alimentação e ciclo alimentar diário de *Hoplosternum littorale* (Hancock) (Siluriformes, Callichthyidae) nas lagoas Guaraná e dos Patos da planície do alto rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14 (1): 57-64. 1997a.
- HAHN, N. S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V. L. L.; RUSSO, M. R. & LOUREIRO, V. E. Dieta alimentar de peixes do reservatório de segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo.** Maringá: EDUEM, 1997b. p.141-162.
- HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. & BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná – Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, 23 (5): 299-305. 1998.
- HAHN, N. S.; PAVANELLI, C. S. & OKADA, E. K. Dental development and ontogenetic diet shifts of *Roeboides paranensis* Pignatelli (Osteichthyes, Characinae) in pools of the upper Rio Paraná floodplain (state of Paraná, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, 60 (1): 93-99. 2000.
- HYNES, H. B. N. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* e *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food fishes. **Journal of Animal Ecology**, 19: 36-58. 1950.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429. 1980.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa do índice alimentar aplicado no estudo da alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 29 (2): 205-207. 1980.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology.** Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1998. 620p.

- KRUPEK, R. A. **Estudo das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, Guarapuava, Paraná: Flora e dinâmica sazonal.** Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2006. 101p.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. & BENNEMANN, S. Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric, neotropical, omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* and *Pimelodus maculatus* in Rio Tibagi (Paraná, Southern Brazil). **Archiv für Hydrobiologie**, 149 (2): 285-306. 2000.
- LOUREIRO, V. E. & HAHN, N. S. Dieta e atividade alimentar da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. **Acta Limnológica Brasiliensia**. v. 8 p.195-205. 1996.
- LUZ, K. D. G. & OKADA, E. K. Diet and dietary overlap of three sympatric fish species in lakes of the upper Paraná River floodplain. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42 (4): 441-447. 1999.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 2ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 452p.
- MAZZONI, R. & REZENDE, C. F. Seasonal diet shift in a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, RJ, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, 63 (1): 69-74. 2003.
- MESCHIATTI, A. J. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçú, SP. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 7: 115-137. 1995.
- NOMURA, H. Alimentação de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) do rio Mogi Guaçú, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 35 (4): 595-614. 1975.
- PERÉZ, G. R. **Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos de Departamento de Antioquia.** Fen Colombia: Colciências, 1988. 217p.
- POMPEU, P. S. Dieta da pirambeba *Serrasalmus branditii* Reinhardt (Teleostei, Characidae) em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (2): 19-26. 1999.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; & HATSCHBBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, 24. p.76-92. 2002.

- ROSS, S. T. Resource partitioning in fish assemblages: A review of field studies. **Copéia**, 2: 352-388. 1986.
- SABINO, J. & CASTRO, R. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho de floresta atlântica (sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, 50 (1): 23-36. 1990.
- SAMPAIO, F. A. A. **Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysa) da bacia do rio Iguaçu, com comentários sobre o endemismo desta fauna**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 1988. 175p.
- SANTOS, R. A.; GIAMAS, M. T. D.; CAMPOS, E. C.; CAMARA, J. J. C. & VERMULM JR., H. Dinâmica da nutrição do tambuí *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Pices, Characiformes, Characidae) na represa de Ibitinga, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 22 (1): 115-124. 1995.
- SPVS. **Nossas Árvores: manual para a recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba: FNMA, 1996. 84p.
- UIEDA, V. S. & KIKUSHI, R. M. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na cueira de Botucatu, São Paulo. **Acta Limnológica Brasiliensis**, 3: 105-114. 1995.
- VARI, R. P. & MALABARBA, L. R. Neotropical Ichthyology: An overview. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; LUCENA, Z. M. S. & LUCEMA, C. A. S. **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.1-12. 1998.
- VILELLA, F. S.; BECKER, F. G. & HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 45 (2): 223-232. 2002.
- VITULE, J. R. S. **Estrutura populacional, reprodução e alimentação de *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae) na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2004. 88p.
- VITULE, R. S. V. & ARANHA, J. M. R. Ecologia alimentar do lambari, *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), de diferentes tamanhos em um riacho da Floresta Atlântica, Paraná (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, 31 (1,2,3,4): 137-150. 2002.

- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleostei fish 2th ed. fish and fisheries series 24.**  
Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 386p. 1998.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes.** Maringá: EDUEM, 1996. 129p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou entender os principais aspectos bionômicos do lambari *Astyanax* sp. b, frente às características ambientais e sazonais dos trechos amostrados do Rio das Pedras. Neste contexto, os parâmetros abióticos como a vazão, a temperatura e a precipitação, apresentaram variações sazonais em ambas as áreas estudadas, que possivelmente implicaram sobre a estrutura, a reprodução e a composição alimentar da espécie. Diferenças na estrutura em comprimento, na proporção entre os sexos e entre jovens e adultos, na condição geral e no tipo de crescimento entre as sub-populações amostradas, sugerem que a espécie faça uso diferenciado dos habitats deste rio. Grande quantidade de jovens foi registrada para o ponto A, o que sugere dada às condições de presença de áreas de refugio, como bancos de vegetação marginal, que esse ponto possa estar servindo como área de desova e de recrutamento para essa espécie.

*Astyanax* sp. b apresentou período reprodutivo que se estendeu de setembro a fevereiro, com indicações de desova parcelada. Atividade reprodutiva foi registrada em ambos os pontos, contudo, no ponto B ela foi moderada, enquanto que no ponto A foi muito intensa. Este último resultado corrobora com a maior quantidade de indivíduos jovens capturados neste ponto, indicando novamente a prioridade de conservação desta área, vital para ciclo biológico da espécie.

*Astyanax* sp. b apresentou uma dieta diversificada, com a presença de 20 itens de origem animal e vegetal, tanto de procedência alóctone quanto autóctone. Contudo a importância alimentar dos variados itens na sua dieta, esteve intimamente relacionado com o trecho amostrado, com as variações sazonais e com o tamanho dos indivíduos. Neste contexto, exemplares do ponto A apresentaram uma dieta com predomínio de itens de origem animal, como restos de insetos e formigas, enquanto que os exemplares do ponto B apresentaram dieta composta predominantemente de itens de origem vegetal, como restos vegetais e gramíneas. Durante o período da primavera foi registrada a maior variedade de itens, possivelmente relacionados com a entrada de recursos alóctones, carregados pela enxurrada das chuvas ou pela própria expansão do rio, possibilitando para a espécie o forrageio em novas áreas adjacentes. Indivíduos de menor tamanho apresentaram uma dieta predominantemente insetívora comparada aos indivíduos maiores que apresentaram dieta predominantemente herbívora. A obtenção dos resultados referente à

alimentação de *Astyanax* sp. b permitem lhe identificar como uma espécie onívora, contudo sua categoria trófica não é exclusiva, visto as diferenças apresentadas, com tendência ora a insetivoria, ora à herbívora.

O conhecimento das interações ecológicas, da bionomia e da história natural de uma espécie, é o primeiro passo para a adoção de medidas aplicáveis à sua proteção e conservação de seu hábitat. No entanto essas informações são em muitas das vezes, totalmente negligenciadas nos planos de gestão e manejo ambiental das bacias hidrográficas brasileiras. Em particular pequenos e médios rios sofrem com esse descaso, perdendo-se importantes informações sobre seu componente biótico. Tratando-se da bacia hidrográfica do Rio das Pedras, manancial de abastecimento de Guarapuava, as informações levantadas neste trabalho, passam a consistir em mais uma ferramenta para administração e uso racional de seus recursos.

## ANEXO 1



FIGURA 1. Delimitação da bacia hidrográfica do Rio das Pedras e a localização dos respectivos pontos amostrais. -- ► Direção do Fluxo. Fonte: adaptada de SANEPAR, 2004.

## ANEXO 2



FIGURA 1. Trecho de corredeiras do ponto de coleta A. Ao fundo observa-se a presença de matacões emersos sob a lâmina d'água.



FIGURA 2. Trecho de remanso (poção) do Ponto de coleta A. No fundo observa-se a degradação de sua mata ciliar pela prática da pecuária.

### ANEXO 3



FIGURA 1. Aspecto de remanso do ponto de coleta B. Observa-se cobertura ciliar densa, contudo dominada em sua margem direita (esquerda na figura), por taquarais.



FIGURA 2. Aspecto de remanso do ponto de coleta B. Destaca-se ao fundo a degradação de sua cobertura ciliar, decorrente da implantação do centro de captação de água.

## ANEXO 4



FIGURA 1. Metodologia de coleta, utilização de redes de espera com disposição paralela à margem do rio.



FIGURA 2. Metodologia de coleta, utilização da armadilha do tipo covo. Detalhe, indivíduos de *Astyanax* sp. b capturados.

## ANEXO 5

TABELA 1: Discriminação de todos os itens alimentares registrados para *Astyanax* sp. b, capturados no Rio das Pedras, Guarapuava-PR. AU – item autóctone; AL – item Alóctone; OI – item com origem incerta.

<b>Itens</b>					
<b>Algas Filamentosas</b>		<b>Insecta-Lepidoptera</b>		<b>Insecta-Ephemeroptera</b>	
Cyanophyta	AU	Larvas	AL	Fragmentos/larva	AU
Chlorophyta	AU	Adulto	AL	Baetidae/larva	AU
<b>Vegetal Superior</b>		<b>Insecta-Trichoptera</b>		Oligoneuridae/larva	AU
Fragmentos	OI	Casulo	AU	Leptophebiidae/larva	AU
Gramíneas	AU	Hydropsychidae/larva	AU	<b>Insecta-Plecoptera</b>	
Sementes	AL	Hydrobiosidae/larva	AU	Fragmentos/larva	AU
Frutos	AL	Hydrophilidae/larva	AU	Perlidae/larva	AU
<b>Arachnidae</b>		<b>Insecta-Hemiptera</b>		<b>Insecta-Odonata</b>	
Araneae	AL	Veliidae/larva	AU	Ninfa	AU
Pseudoescorpiones	AL	Notonectidae/larva	AU	<b>Insecta</b>	
<b>Insecta-Hymenoptera</b>		Belostomatidae/larva	AU	Fragmentos	OI
Fragmentos	AL	<b>Insecta-Diptera</b>		<b>Crustacea</b>	
Formicidae	AL	Fragmentos/adulto	AL	Amphipoda/ <i>Hyaella</i> sp	AU
Apidae	AL	Culicidae/adulto	AL	<b>Nematoda</b>	AU
<b>Insecta-Coleoptera</b>		Chironomidae/larva	AU	<b>Detrito</b>	AU
Fragmentos/adulto	AL	Chironomidae/pupa	AU	<b>Sedimento</b>	AU
Elmidae/adulto	AL	Simulidae/larva	AU	<b>Outros</b>	
Psephenidae/adulto	AL	Ceratopogonidae/larva	AU	Material não identificado	OI