
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

**BIOLOGIA E CICLO DE VIDA DE *ASTYANAX CF. SCABRIPINNIS*
PARANAE EIGENMANN, 1914 (CHARACIDAE, TETRAGONOPTERINAE),
NO RIBEIRÃO GRANDE, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR,
NÚCLEO SANTA VIRGÍNIA, SP**

URSULLA PEREIRA SOUZA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia).

Março - 2009

**BIOLOGIA E CICLO DE VIDA DE *ASTYANAX* CF. *SCABRIPINNIS*
PARANAE EIGENMANN, 1914 (CHARACIDAE, TETRAGONOPTERINAE),
NO RIBEIRÃO GRANDE, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR,
NÚCLEO SANTA VIRGÍNIA, SP**

URSULLA PEREIRA SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências do Câmpus de Rio
Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor
em Ciências Biológicas (Zoologia).

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março de 2009**

*Ao Fabio, por todo amor, pela imensa ajuda e
por acreditar em mim, mesmo nas vezes em
que eu não acreditava.*

*A meus pais Zezinho e Toninha e à minha
irmã Selma, pelo apoio em todos os momentos
da minha vida.*

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga. Obrigada pela confiança, por tudo o que me ensinou, pelo exemplo de profissional e pela grande amizade. Agradeço muito por ter me proporcionado a oportunidade de conhecer e de me encantar pelo ambiente de água doce.

À Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Depto. de Zoologia, pela infraestrutura.

Ao curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (AC: Zoologia), em especial às coordenadoras Profa. Dra. Sulene N. Shima e Profa. Dra. Maria José de O. Campos (atual) pela competência em administrar e resolver tantos problemas ao mesmo tempo.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao IBAMA pela concessão da licença de pesquisa científica.

Ao diretor do PESM, Núcleo Santa Virgínia, João Paulo Villani e a todos os funcionários do Núcleo, especialmente à D. Francisca, Alessandra, Giordano, Vagner, Vanderlei, Valdir e Ditão (*in memoriam*) pela excelente convivência e ajuda durante os dois anos de coletas.

Ao Prof. Dr. Leandro Muller Gomiero pela oportunidade de desenvolver esta tese junto de seu projeto de Pós-Doutorado. Obrigada pela ajuda nas coletas, nas análises laboratoriais, por todas as conversas e ensinamentos sobre o fabuloso mundo da biologia dos peixes.

A todos os amigos que auxiliaram em alguma das tantas coletas de campo: Leandro, Alberto, André (Ganso), Fernando, Gilberto (Gil), Fabio, Priscila, Chico, Ângela, Cris, Mariana.

Ao prof. Dr. Heraldo Britski (MZUSP) pela identificação dos peixes.

Ao prof. Dr. Edilberto Giannotti (Beto) pela identificação dos insetos, muitas vezes tão digeridos. Obrigada pela paciência e por sempre estar disposto a ajudar quando precisávamos.

À Profa. Dra Vali Pott e ao Prof. Dr. Julio A. Lombardi pela identificação das macrófitas.

Ao Sr. Alceu Faria por fornecer os dados da Estação Meteorológica do Inst. Florestal.

Ao prof. Dr. Miguel Petrere Jr., por tudo o que me ensinou nas disciplinas de Estatística e Dinâmica populacional e na convivência diária. Agradeço também à Tuca pelo carinho com que sempre me tratou. Obrigada a este casal que me acolheu sempre com muito carinho em sua casa, pelos inúmeros e deliciosos almoços e pela grande amizade.

À Prof. Dra Lúcia Mateus pelos ensinamentos sobre crescimento em peixes.

Ao Prof. Dr. Mauricio Cetra pela amizade e por todas as valiosas conversas.

Ao Prof. Dr. Yzel R. Suárez pela amizade e ensinamentos sobre as análises multivariadas.

Ao prof. Dr. Itamar Alves Martins por ter acreditado em mim desde a graduação, por tudo o que me ensinou desde que o conheci e pela grande amizade.

Ao Luis M. Giasson por enviar alguns dados abióticos do Núcleo Santa Virgínia.

À Giu, Cris, Alberto, Henrique e Fabio pela excelente convivência e por mostrarem o quanto temos a crescer quando trabalhamos em equipe. Obrigada pela forma que me receberam, por tudo o que me ensinaram e pela imensa amizade. Agradeço de forma especial a minhas grandes amigas Cris e Giu por sempre estarem dispostas a ajudar, pelos tantos “socorros” prestados durante esses anos e por serem pessoas inestimáveis. Não tenho palavras para expressar o quanto sou grata a vocês. À Cris agradeço também por ter participado desde o “sofrido” estudo para a prova da PG e pela leitura de algumas partes desta tese; obrigada por todas as sugestões. Ao Alberto agradeço por todas as conversas sobre crescimento e ajuda com o programa FISAT, além dos momentos de descontração, alegrando a todos com seu jeito “apressado” de ser.

Às amigas Dri, Tutti e Renata que me receberam de “braços abertos” quando cheguei. Obrigada meninas pela amizade, por todos os momentos de descontração e pelos deliciosos cafés. Agradeço de forma especial à Dri por ter dividido sua “imensa” Kitnet comigo por 1 mês e à Tutti que me deu “pouso” em sua casa, mesmo sem nunca ter me visto.

À eterna amiga Dani por ser uma pessoa maravilhosa que sempre me ajudou.

À Débora, pela amizade que se construiu desde o 1º dia que chegou para dividir a casa comigo, e ao Renê por serem pessoas tão queridas (Nó!!!!).

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação, Rute, Heloísa e Rose.

A todos os membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões que contribuirão muito para o trabalho.

A todos os professores do Depto de Zoologia pelo grande aprendizado e amizade, especialmente ao Beto e à Sulene, pelo carinho com que sempre me trataram.

À Cinara, Fernando, Jaime, Cristina, Nice, Lívia e a todos os funcionários do Depto. de Zoologia pela imensa ajuda. Agradeço de forma especial à Cinara e ao Fernando pela grande amizade.

A meus pais Zezinho e Toninha e à minha irmã Selma por serem uma família maravilhosa. Obrigada pelo apoio em todos os momentos, pelas orações e pelo imenso amor que, com certeza me ajudaram a chegar até aqui. Obrigada por entenderem minha ausência e por sempre estarem ao meu lado, enchendo minha vida de alegria. Amo muito vocês!

A meus queridos avós, João Furquim, Laura e Zilda, que muitas vezes sofreram com minha ausência em datas especiais, mas que mesmo sem entender muito sobre a biologia, sempre estiveram torcendo e rezando por mim. Agradeço também à minha tia Cida pela ajuda financeira enquanto estive sem bolsa.

À D. Mercedes e à Ruth por me acolherem de forma tão carinhosa, pelo grande apoio, amizade e compreensão pelas tantas reuniões familiares que tivemos que adiar por conta da redação da tese. Ao Sr. Manuel e Mateus pelo carinho e consideração. Adorei fazer parte desta família!

À madrinha Isabel Pires e à Fabrini por serem parte da minha família. Obrigada por toda força, torcida e orações para que tudo desse certo em minha vida. Vocês são muito especiais!

Aos amigos que fiz quando cheguei em Rio Claro e que, de alguma forma, ajudaram nesta caminhada: André (Ganso), Mariana, Edson, César, Cynthia, Pablo, Adriana, Silvana, Lú, Dú, Kaiser, Leslie, Dana, Mirella, Fabio (Cachorrão), Blanca, Luzia e Tatiane Moraes. Agradeço de forma especial à Blanca por ser uma pessoa encantadora e divertida que deixará saudades!

Aos “velhos” amigos que sempre estiveram torcendo por mim: Cláudia, Ana, Magoo, Fer, Pri, Léla, Dani, Carlos, Pierry, Andressa, Melissa, Murillo, Nídia, Ney, Perla, Flavia e Camila.

Aos amigos que fiz durante o mestrado em Botucatu e que continuam muito presentes em minha vida: Aline, Dri, Giovana, Allysson, Denise, Will, Japa, Xuxa, Gab, Rogério e Tony.

Ao Dr. Cantídio P. Ferreira por ajudar a controlar minha ansiedade e dores de cabeça.

A Deus pelo amor e bênçãos em toda minha vida.

Ao Zulu pelos momentos de descontração, me fazendo rir mesmo nas situações de maiores preocupações.

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho e peço desculpas se me esqueci de alguém, mas nesta etapa final de redação de tese a cabeça já não funciona tão bem. Obrigada a todos!!!!

Agradecimento especial

Ao Fabio por me fazer acreditar mais em mim, por mostrar que sou capaz e me incentivar a crescer sempre. Obrigada por todas as sugestões ao longo do meu doutorado, pela paciência na ajuda com as análises estatísticas, por tudo o que me ensinou deste fabuloso mundo dos números e da biologia! Você ajudou na construção de cada passo desta tese; ajudou em algumas coletas, me “socorreu” quando deu “pau” no arquivo da tese e em todas as cópias, e principalmente ajudou a transformar as minhas idéias em algo concreto. Obrigada pelas tantas vezes que leu esta tese, por todas as críticas e sugestões, pelas discussões dos resultados (quase que saiu briga, heim??), que, com certeza, me fizeram crescer e contribuíram muito para a concretização deste trabalho. Muito obrigada por seu amor, por encher a minha vida de alegria e me fazer sentir a melhor pessoa deste mundo! Obrigada pelas tantas vezes que me incentivou e não me deixou esmorecer. Amo demais você e agradeço todos os dias por te ter ao meu lado. Não há palavras para agradecer tudo o que fez e sempre faz por mim, muito obrigada!

SUMÁRIO	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Área de estudo	7
3.2. Variáveis ambientais	13
3.2.1. Morfometria do trecho amostrado	13
3.2.2. Variáveis físicas e químicas da água	13
3.2.3. Dados climatológicos	13
3.3. Coleta de peixes	14
3.4. Coleta de dados biológicos	15
3.5. Análise de dados	16
3.5.1. Caracterização ambiental	16
3.5.2. Estrutura da população	17
3.5.3. Estudo da dieta	17
3.5.4. Estudo da reprodução	19
3.5.4.1. Condição corporal	20
3.5.4.2. Fecundidade e desova	20
3.5.5. Crescimento	23
3.5.5.1. Determinação das coortes	23
3.5.5.2. Estimativa dos parâmetros de crescimento	25
3.5.5.3. Mortalidade	25
3.5.5.4. Estimativa dos intervalos de confiança para μ_i , L_{∞} , k , t_0 e M	26
4. RESULTADOS	27
4.1. Caracterização ambiental	27
4.2. Estrutura da população	33

4.2.1. Estrutura em comprimento	35
4.3. Estudo da dieta	40
4.3.1. Grau de repleção estomacal	40
4.3.2. Alimentação	42
4.4. Estudo da reprodução	53
4.4.1. Maturação gonadal e relação gonadossomática	53
4.4.2. Grau de gordura acumulada na cavidade visceral	58
4.4.3. Condição corporal	60
4.4.4. Fecundidade e desova	66
4.4.5. Considerações gerais sobre a reprodução	70
4.5. Crescimento e mortalidade	71
5. DISCUSSÃO	80
5.1. Caracterização ambiental	80
5.2. Estrutura da população	84
5.3. Estudo da dieta	87
5.4. Estudo da reprodução	97
5.4.1. Condição corporal	100
5.4.2. Fecundidade	102
5.5. Crescimento e mortalidade	105
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Localização do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia.....	8
Figura 2: Hidrografia do PESM, Núcleo Santa Virgínia, com destaque para a área de coleta no ribeirão Grande.....	11
Figura 3: Área de amostragem no ribeirão Grande, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia (A, B, C, D). As duas últimas figuras mostram as espécies de macrófitas encontradas no trecho amostral (<i>Potamogeton polygonus</i> e <i>Juncus</i> sp.) (E, F).....	12
Figura 4: <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> coletado no ribeirão Grande, PESM, Núcleo Santa Virgínia.....	15
Figura 5: Projeção dos escores das variáveis ambientais e dos meses amostrados em 2004, nos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (ACP). Temperatura da água (tag), temperatura do ar (tar), pluviosidade (plu), umidade relativa (UR), pH e teor de oxigênio (O ₂).....	30
Figura 6: Valores médios da temperatura do ar (A), pluviosidade (B) e umidade relativa (UR) (C), obtidos mensalmente no período de 2004 a 2006 e valores da temperatura da água (D), mensurada no ribeirão Grande durante as coletas de 2004 e de 2006.....	31
Figura 7: Valores do teor de oxigênio dissolvido (A) e do pH (B) amostrados mensalmente em 2004 no ribeirão Grande.....	32
Figura 8: Número de indivíduos (n) de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> amostrados de janeiro a dezembro de 2004 e de 2006 no ribeirão Grande.....	33
Figura 9: Número (n) de fêmeas, machos e imaturos de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> amostrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.....	34
Figura 10: Frequência numérica (n) de fêmeas, machos e total de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> amostrados em cada classe de comprimento padrão (cm) no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.....	35
Figura 11: Média, erro padrão e intervalo de confiança (95%) para os comprimentos de fêmeas e de machos amostrados nos anos de 2004 e 2006.....	36
Figura 12: Valores da mediana, percentis de 25 a 75% e valores mínimos e máximos dos comprimentos amostrados ao longo dos meses nos anos de 2004 e 2006. As setas evidenciam os meses em que o decréscimo do comprimento padrão mediano foi mais intenso.....	37
Figura 13: Frequência numérica (N) de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> por classe de comprimento padrão (cm), em cada mês de coleta nos anos de 2004 e 2006.	38
Figura 14: Graus de repleção estomacal GR = 1 (vazio), GR = 2 (parcialmente cheio) e GR = 3 (repleto) registrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.....	40
Figura 15: Graus de repleção estomacal GR = 1 (vazio), GR = 2 (parcialmente cheio) e GR = 3 (repleto), de fêmeas (A), machos (B) e imaturos (C), registrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.....	41

Figura 16: Valores de GPA dos itens encontrados nos estômagos de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> , nos períodos de mais chuvas e de menos chuvas em 2004 (A e B, respectivamente) e em 2006 (C e D, respectivamente). A legenda dos itens (1 a 40) encontra-se na Tabela 3. O item insetos (fragmentos) foi retirado dos gráficos para a melhor visualização da relação de importância dos demais itens na dieta.....	45
Figura 17: Projeção dos escores das classes de comprimento (A) e dos itens alimentares consumidos por <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> (B) nos dois primeiros eixos da AC. O tamanho dos símbolos na Figura A reflete o ponto médio das classes de comprimento padrão (cm). Na Figura B destaca-se a separação entre os itens alóctones (vermelho) e autóctones (preto). A legenda dos itens encontra-se na Tabela 3.....	48
Figura 18: Gráfico de dispersão das classes de comprimento padrão de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> ao longo do eixo 1 da análise de correspondência (AC).....	49
Figura 19: Itens encontrados nos estômagos em cada classe de comprimento em ordem crescente dos valores de GPA (1.insetos; 2.ninfa de Ephemeroptera; 3.larva de Diptera; 4.pupa de Trichoptera; 5.adulto de Trichoptera; 6.pupa de Diptera, 7.casulo de Trichoptera; 8.larva de Trichoptera; 9.Formicidae, 10.algas, 11.larva de Coleoptera, 12.adulto de Coleoptera; 13.macrófitas; 14.Thysanoptera; 15.ninfa de Odonata; 16.adulto de Heteroptera; 17.adulto de Auchenorrhyncha; 18.ovos de insetos; 19.adulto de Diptera; 20.Annelida; 21.peixe; 22.escama; 23.Araneae; 24.Nematoda; 25.Nematomorpha; 26.Mollusca; 27.Acari; 28.Crustacea; 29.Myriapoda; 30.ninfa de Heteroptera; 31.larva de Lepidoptera; 32.material vegetal; 33.Isoptera; 34.Hymenoptera; 35.frutos; 36.Dermaptera; 37.Blattodea; 38.ninfa de Plecoptera; 39.ninfa de Auchenorrhyncha; 40.adulto de Lepidoptera; 41.sementes).....	50
Figura 20: Número de indivíduos (n) nos estádios imaturo (A), em maturação (B), maduro (C) e esgotado (D) amostrados mensalmente no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.....	53
Figura 21: Número (n) de fêmeas e de machos em maturação (A) e maduros (B) e de fêmeas esgotadas (C) amostrados mensalmente no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.....	54
Figura 22: Relação gonadosomática (RGS) média para fêmeas (A) e machos (B) amostrados mensalmente no ribeirão Grande (B = gônadas em maturação, C = gônadas maduras e D = gônadas esgotadas)	56
Figura 23: Proporção de fêmeas (A) e de machos (B) adultos em cada classe de comprimento padrão (pontos) e respectivos valores esperados (linha) para os indivíduos amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e de 2006.....	57
Figura 24: Frequência de indivíduos com a cavidade visceral sem gordura (1), parcialmente preenchida com gordura (2) e repleta de gordura (3), amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.....	58
Figura 25: Frequência de fêmeas (A), machos (B) e imaturos (C) com a cavidade visceral sem gordura (1), parcialmente preenchida com gordura (2) e repleta de gordura (3), amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.....	59

Figura 26: Relação peso e comprimento para as fêmeas (A) e para os machos (B) amostrados no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e de 2006.....	61
Figura 27: Regressões lineares entre os dados de comprimento padrão e peso total de fêmeas (A) e de machos (B) amostrados em 2004 no ribeirão Grande, nos períodos de mais chuvas (linha contínua) e de menos chuvas (linha pontilhada).....	64
Figura 28: Regressões lineares entre os dados de comprimento padrão e peso total de fêmeas (A) e de machos (B) amostrados em 2006 no ribeirão Grande, nos períodos de mais chuvas (linha contínua) ($b_{\text{f}} = 3,13$; $b_{\text{m}} = 3,11$) e de menos chuvas (linha pontilhada) ($b_{\text{f}} = 2,93$; $b_{\text{m}} = 2,92$).....	65
Figura 29: Distribuição das frequências relativas das classes de diâmetros de ovócitos (μm) de <i>Astyanax cf. scabripinnis paranae</i> . As setas indicam o tamanho a partir do qual os ovócitos tornam-se maduros. O lote estoque não está representado. A: Distribuição de frequência de ovários grupados que apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento de ovócitos em fase final de maturação ($n = 103$). B: Distribuição de frequência de ovários grupados que apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento de ovócitos maduros ($n = 152$). C: Distribuição de frequência de ovários que apresentaram ovócitos em fase de desova ($n = 1$).....	67
Figura 30: Ajustes ordinário (linha contínua) e geométrico (linha pontilhada) das regressões entre o logaritmo natural da fecundidade (F) e o logaritmo natural do comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso das gônadas (PG) e relação gonadosomática (RGS) nos anos de 2004 e 2006.....	68
Figura 31: Regressões entre o logaritmo natural da fecundidade (F) e do peso das gônadas (PG) nas épocas de mais chuvas (preto) e de menos chuvas (vermelho), para os anos de 2004 (A) e 2006 (B).....	70
Figura 32: Coortes identificadas pelo pacote “MIXDIST” para a população de <i>Astyanax cf. scabripinnis paranae</i> amostrada em 2004 (A) e em 2006 (B).....	72
Figura 33: Coortes identificadas pelo método de Bhattacharya para a população de <i>Astyanax cf. scabripinnis paranae</i> amostrada em 2004 (A) e em 2006 (B).....	73
Figura 34: Distribuição de comprimento padrão (cm) das coortes obtidas no processo de re-amostragem para os anos de 2004 (A, C, E e G) e 2006 (B, D e F).....	75
Figura 35: Distribuição dos parâmetros de crescimento obtidos no processo de re-amostragem para os anos de 2004 (A, C e E) e 2006 (B, D e F). As setas indicam os valores observados e as barras em preto o intervalo de confiança a 95%.....	76
Figura 36: Valores médios e intervalos de confiança a 95% para os parâmetros L_{∞} , k e t_0 estimados para os anos de 2004 e 2006.....	77
Figura 37: Relação entre o comprimento assintótico (L_{∞}) e a taxa de crescimento (k) estimados para os anos de 2004 (A) e 2006 (B).....	78
Figura 38: Distribuição das taxas de mortalidade natural (M) nos anos de 2004 (A) e 2006 (B) obtidas pelo processo de re-amostragem. As setas indicam os valores observados e as barras em preto o intervalo de confiança a 95%.....	79
Figura 39: Valores médios e intervalo de confiança a 95% para as taxas de mortalidade estimadas nos anos de 2004 e 2006.....	79

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Análise dos componentes principais das variáveis ambientais temperatura do ar, temperatura da água, pluviosidade, umidade relativa, pH e oxigênio, amostrados em 2004 no ribeirão Grande.....	29
Tabela 2: Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis: temperatura do ar (°C) (TA), pluviosidade (mm) (PL) e umidade relativa (%) (UR), obtidas mensalmente junto à Estação Meteorológica do PESM - Núcleo Santa Virgínia no período de 2004 a 2006.....	32
Tabela 3: Relação dos itens alimentares encontrados nos estômagos de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> , frequência absoluta de estômagos contendo o item (n), soma dos valores atribuídos a cada item (S_i), grau de preferência alimentar (GPA) com sua respectiva classificação e o número total de estômagos analisados (N).....	43
Tabela 4: Itens alimentares identificados em nível de família presentes nos estômagos de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> nos anos de 2004 e 2006.....	44
Tabela 5: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas e de machos, amostrados nos anos de 2004 e 2006 no ribeirão Grande ($n = 763$; $r^2 = 0,98$).....	60
Tabela 6: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores) e nos anos de 2004 e 2006 (fatores) ($n = 398$; $r^2 = 0,98$).....	62
Tabela 7: Resultados da análise de covariância para o logaritmo, natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de machos, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores) e nos anos de 2004 e 2006 (fatores) ($n = 365$; $r^2 = 0,98$).....	62
Tabela 8: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), separando-se os anos de 2004 e 2006.....	63
Tabela 9: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de machos, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), separando-se os anos de 2004 e 2006.....	63
Tabela 10: Resultados das análises de regressão dos ajustes ordinário (RO) e geométrico (RG), relacionando-se a fecundidade (F) com o comprimento padrão (CP), o peso (PT), o peso das gônadas (PG) e a relação gonadossomática (RGS) de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> , para os anos de 2004 e 2006 ($\alpha = 5\%$).....	69
Tabela 11: Resultados da análise de correlação parcial de primeira ordem para as variáveis fecundidade (F), peso das gônadas (PG), peso total (PT) e comprimento padrão (CP), nos anos de 2004 e de 2006.....	69
Tabela 12: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural da fecundidade (F) (variável dependente) e do peso das gônadas (PG) (covariável) nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), nos anos de 2004 e 2006.....	69

Tabela 13: Média, desvio padrão (dp), proporção da população (pi) de cada coorte e resultado do teste de χ^2 , obtidos pelo pacote “MIXDIST” para os anos de 2004 e 2006.....	71
Tabela 14: Média, desvio padrão (dp), tamanho da população (N), proporção da população (pi) e índice de separação (s.i.) de cada coorte obtida pelo método de Bhattacharya para os anos de 2004 e 2006.....	71
Tabela 15: Valores do comprimento assintótico (L_{∞}) e idade hipotética quando o comprimento é 0 (t_0), taxa de crescimento (k) e mortalidade natural (M) de <i>Astyanax</i> cf. <i>scabripinnis paranae</i> , estimados para os anos de 2004 e 2006.....	73

RESUMO

O objetivo geral do presente estudo foi analisar a biologia e o ciclo de vida de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* no ribeirão Grande, um riacho de cabeceira localizado no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Santa Virgínia, SP. Os exemplares foram coletados mensalmente de janeiro a dezembro em 2004 e 2006, utilizando-se redes de espera, redinha de mão e covo. Foram coletados dados de temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH. Dados de pluviosidade, umidade relativa e temperatura do ar foram obtidos junto à Estação Meteorológica do PESM. Os peixes foram fixados em formalina a 10% e conservados em álcool 70%. No laboratório foram mensurados quanto ao comprimento total e padrão, peso e registrados os graus de repleção estomacal, de gordura acumulada, o sexo e os estádios de maturação gonadal. As correlações entre as variáveis ambientais e os meses de coletas foram verificadas por uma análise de componentes principais, que indicou uma separação entre períodos mais chuvosos (outubro a abril) e menos chuvosos (maio a setembro). A dieta foi analisada pelo grau de preferência alimentar. Diferenças no consumo de itens autóctones e alóctones e possíveis mudanças ontogenéticas ao longo do desenvolvimento da espécie foram verificadas por uma análise de correspondência. Para o estudo da reprodução foram analisadas as variações nos estádios de maturação, relação gonadossomática, grau de gordura acumulada, condição corporal, fecundidade e tipo de desova. O comprimento médio de primeira maturação gonadal foi estimado pelo ajuste não-linear e a condição corporal foi avaliada por modelos de análise de covariância. A fecundidade foi estimada pelo método volumétrico e relacionada ao comprimento padrão, ao peso total, ao peso das gônadas e à relação gonadossomática. No estudo do crescimento, a separação das coortes e obtenção das médias foram feitas pelo pacote “MIXDIST” e pelo método de Bhattacharya. Os parâmetros de crescimento foram estimados pelo método de Beverton plot e pelo ajuste não-linear da equação de von Bertalanffy. A mortalidade natural foi estimada pela equação de Pauly. Foram amostrados 1.308 exemplares, encontrados principalmente em bancos de macrófitas *Potamogeton polygonus*, correspondendo a 544 imaturos, 365 machos e 399 fêmeas, estas últimas atingindo os maiores comprimentos. Foram analisados 363 estômagos repletos e registrados 41 itens na dieta da espécie, classificada como onívora, com tendência a insetivoria. Os principais itens foram insetos (fragmentos), Formicidae, ninfas de Ephemeroptera e larvas de Diptera. Foram verificadas mudanças ontogenéticas na dieta, com peixes menores (1,5

a 6,0 cm) consumindo principalmente itens autóctones e os peixes maiores (6,5 a 8,5 cm) itens alóctones. O período reprodutivo foi longo, intensificando-se nos meses do fim e início dos anos, correspondendo a épocas de chuvas mais intensas. O comprimento de 1ª maturação gonadal foi maior em fêmeas (4,10 cm) do que em machos (3,68 cm). A fecundidade média foi de 2.589 ovócitos e a desova foi parcelada. Os valores dos parâmetros de crescimento e da taxa de mortalidade natural foram próximos nos dois anos, com L_{∞} de 12,23 cm em 2004 e de 12,39 cm em 2006. Os resultados obtidos refletem que o ribeirão Grande foi um ambiente propício à alimentação, reprodução e crescimento de jovens e adultos de *A. cf. scabripinnis paranae*. A dieta ampla da espécie, caracterizada como generalista, associada à reprodução prolongada, à desova parcelada e à maturação precoce, refletem a dinâmica do ambiente e podem estar relacionadas ao aumento do sucesso reprodutivo e do número de descendentes em ambientes inóspitos como as cabeceiras de riachos.

Palavras-chave: Mata Atlântica, riachos, cabeceiras, alimentação, reprodução, crescimento, fecundidade, desova, macrófitas, mata ciliar.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the biology and ecology of *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* in the Ribeirão Grande, a headwater stream located in the Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Santa Virgínia, SP. The fishes were sampled monthly from January to December in 2004 and 2006, using gillnets, sieves and funnel traps. Temperature, dissolved oxygen and pH of the water were measured. Pluviometric data, relative humidity and temperature of the air were obtained in the Meteorological Station of PESH. The fishes were fixed in 10% formalin and conserved in 70% alcohol. In the laboratory they were measured as for the total and standard length, weighed and registered the degrees of stomach repletion, of accumulated fat, the sex and the stadiums of gonad maturation. The correlation structure among the environmental variables measured in the sampling collections was verified by a principal components analysis (PCA), which indicated a separation among rainier (October to April) and the less rainy periods (May to September). Differences in the consumption of autochthonous and allochthonous items and possible ontogenetic changes along the specimens development were verified by a correspondence analysis (CA). For the study of the reproduction the variations were analyzed at the maturation stadiums, gonadosomatic relationship, degrees of accumulated fat, corporal condition, fecundity and spawning type. The mean length of first gonad maturation was assessed by a no-linear adjustment. The corporal condition was evaluated by analysis of covariance. The fecundity was estimate by the volumetric method and related to the standard length, to the total weight, to the gonad weight and to the gonadosomatic relationship. In the study of the fish growth, the cohorts' separation and their mean lengths were obtained using the package "MIXDIST" and the Bhattacharya method. The growth parameters were estimated by Beverton plot method and by the no-linear adjustment of the von Bertalanffy equation. The natural mortality was estimated by the Pauly equation. It was sampled 1308 fishes, caught mainly in macrophyte banks of *Potamogeton polygonus*. The fishes corresponded to 544 immature, 365 males and 399 females, these last ones reaching the largest lengths. A total of 363 full stomachs were analyzed and 41 dietary items registered. The species was classified as omnivorous, with tendency the insectivore. The major items were insects (fragments), Formicidae, nymphs of Ephemeroptera and Diptera larva. Ontogenetic changes were verified in the diet, with smaller fish (1.5 to 6.0 cm) consuming autochthonous items and the larger fishes mainly (6.5 to 8.5 cm)

allochthonous items. The reproductive period was long, intensifying at the end and beginning of the years, corresponding to months of more intense rains. The length of 1st gonad maturation was larger in females (4.10 cm) than in males (3.68 cm). The average fecundity was of 2589 ovocytes and the spawning was parceled. The values of the growth parameters and of the rate of natural mortality were similar in the two years, with L_{∞} of 12.23 cm in 2004 and 12.39 cm in 2006. The obtained results reflect that the Ribeirão Grande is an environment of feeding, reproduction and growth of *A. cf. scabripinnis paranae*. The wide range of consumed items, characterized the species as generalist, associated to the extended reproduction time, to the parceled spawning and the earlier maturation, which reflects the environmental dynamics and can be related to the reproductive success in harsh headwater streams.

Keywords: Atlantic rainforest, headwater streams, feeding, reproduction, growth, fecundity, spawning, macrophytes, riparian vegetation.

1. INTRODUÇÃO

Em ambientes de Mata Atlântica, a distribuição da ictiofauna não ocorre de forma homogênea, mas representa um mosaico de vários componentes individuais, correspondentes às diversas bacias ou sistemas de bacias presentes na região. Algumas características, no entanto, são próprias da Mata Atlântica e determinadas pela influência de fatores ambientais peculiares a esta região (BUCKUP, 1996). Apesar do extenso desmatamento a que vem sendo submetida, existe pouca informação para determinadas regiões sobre os impactos nas assembléias de peixes em riachos ou sobre os processos que estruturam suas comunidades (ESTEVES et al., 2008). Nestes locais são fundamentais os estudos que viabilizem o entendimento da dinâmica das populações e comunidades (REZENDE & MAZZONI, 2003).

Ambientes de riachos exercem pressões de seleção favorecendo fortemente o pequeno porte das espécies componentes de suas ictiofaunas (CASTRO, 1999), que apresentam limitado potencial de dispersão espacial tendendo a ser mais suscetíveis à especiação, visto que as populações podem divergir geneticamente das demais com maior rapidez do que as típicas de grandes rios (BUCKUP, 1996). Situando-se nas encostas, os riachos estão sujeitos ao forte gradiente altitudinal que pode produzir micro-habitats ao longo de seus trajetos (BRAGA et al., 2009). Assim, pequenos riachos e cabeceiras são ocupados por espécies de pequeno tamanho, com distribuição geográfica restrita, elevado endemismo, pouco ou nenhum valor comercial e alta dependência da vegetação ripária como fonte de alimento e locais para reprodução e abrigo (CASTRO & MENEZES, 2001).

O tamanho reduzido destes corpos d'água os torna sujeitos a responderem de imediato às alterações antrópicas negativas em suas bacias hidrográficas, como a retirada da vegetação ripária e o despejo de poluentes. Aliado às características descritas acima para a ictiofauna residente, este fato ressalta a necessidade de se estabelecerem estratégias para a conservação destes ambientes (CASTRO, 1999; CASTRO & MENEZES, 2001). Há décadas, Böhlke et al. (1978) ressaltaram a necessidade de coletar e estudar peixes de áreas com endemismo acentuado, como as cabeceiras de rios e, atualmente, o estudo da sistemática, evolução e biologia geral dos peixes de água doce de pequeno porte ainda é considerado um desafio para a ictiologia sul-americana (CASTRO, 1999).

A manutenção de estoques de peixes tropicais e ecossistemas aquáticos requer um conhecimento da ecologia das cadeias alimentares, cuja estrutura pode ser influenciada por diversos fatores como (1) estratégias de ciclo de vida das espécies, que influenciam a dinâmica de recrutamento, (2) tamanho e densidade da população, (3) heterogeneidade espacial, que influencia fortemente as interações predador-presa, (4) distúrbios físicos no hábitat e (5) mudanças sazonais na qualidade do hábitat, influenciando a dinâmica das populações e interações entre as espécies (WINEMILLER & JEPSEN, 1998).

A presença da mata ciliar contribui para o aumento da heterogeneidade estrutural do hábitat, da disponibilidade de abrigos, de alimento, de corredores de migração e de locais de reprodução para os peixes, além do sombreamento, que ameniza as alterações de temperatura da água e do ar (MONTAG et al., 1997; BARRELLA et al., 2000; AMARAL & PETRERE JR., 2001; CASTRO & MENEZES, 2001; GOMIERO & BRAGA, 2006a). A mata ciliar protege os corpos d'água dos efeitos do assoreamento, que podem ocasionar extinções locais em escalas temporais e espaciais de espécies que dependem do substrato, formado por partículas mais grossas, para a reprodução e a alimentação, e também para espécies que requerem um volume mínimo de água para o forrageamento (CASATTI, 2004).

A família Characidae apresenta a maior diversidade dentro de Characiformes, com cerca de 950 espécies válidas descritas (REIS et al., 2003), distribuídas desde o sul dos Estados Unidos até a Argentina (OYAKAWA et al., 2006). No Brasil, Tetragonopterinae é a subfamília com maior número de espécies (BRITSKI, 1972) e muitos de seus gêneros são denominados de “*genera incertae sedis*” por constituírem grupos polifiléticos, com limitado significado sistemático (MENEZES et al., 2007). Peixes de pequeno porte como *Astyanax* e outros Characidae correspondem a grupos sujeitos a altas taxas de especiação, devido ao elevado grau de endemismo (BÖHLKE et al., 1978) e a sistemática do gênero ainda é pouco conhecida, podendo haver muitas espécies de Mata Atlântica e áreas adjacentes ainda não descritas (MENEZES et al., 2007).

Astyanax scabripinnis é uma espécie considerada típica de cabeceiras de rios, riachos e ribeirões (BRITSKI, 1972; CARAMASCHI, 1986). Peixes podem selecionar micro-hábitats para refúgio, forrageamento e reprodução, baseado nas características físicas, químicas e bióticas do riacho (ANGERMEIER & KARR, 1983; WINEMILLER & JEPSEN, 1998). Assim, a tolerância

de *A. scabripinnis* à variação dos fatores abióticos pode ser o fator determinante de sua ocupação nestes ambientes (CARAMASCHI, 1986).

Com base em diferenciações morfológicas e cariotípicas de populações de *A. scabripinnis*, Moreira Filho & Bertollo (1991) foram os primeiros a caracterizar as 6 subespécies listadas por Fowler (1948) como um complexo de espécies, denominando-o de “complexo *scabripinnis*”, cuja diversidade relaciona-se ao grau de isolamento geográfico entre as subespécies. Posteriormente, Bertaco & Malabarba (2001) incluíram 2 espécies, e Bertaco & Lucena (2006) nomearam 15 espécies como constituintes do “complexo *scabripinnis*”, sendo elas *A. microschemos* Bertaco & Lucena, 2006; *A. intermedius* Eigenmann, 1908; *A. laticeps* (Cope, 1894); *A. paranae* Eigenmann, 1914; *A. rivularis* (Lütken, 1875); *A. jenynsii* (Steindachner, 1877); *A. longirostris* (Steindachner, 1907); *A. ojiara* Azpelicueta & Garcia, 2000; *A. cremnobates* Bertaco & Malabarba, 2001; *A. brachypterygium* Bertaco & Malabarba, 2001; *A. leonidas* Azpelicueta & Garcia, 2002; *A. troya* Azpelicueta & Garcia, 2002; *A. ita* Almirón et al., 2002; *A. paris* Azpelicueta et al., 2002 e *A. totae* Haluch & Abilhoa, 2005.

Os peixes do gênero *Astyanax* nadam continuamente em várias partes da coluna d’água, apresentam o corpo comprimido lateralmente, olhos posicionados lateralmente na cabeça, pequenas nadadeiras dorsais e nadadeiras peitorais pequenas e alongadas (CASATTI et al., 2001; CASATTI & CASTRO, 2006), sendo classificadas como espécies pelágicas. São espécies generalistas, com dieta oportunista, alimentam-se de larvas aquáticas de insetos, algas, insetos terrestres e plantas, apresentando uma variedade de táticas alimentares, sendo a coleta de itens arrastados pela correnteza e na superfície da água, as formas mais importantes de forrageamento (CASATTI & CASTRO, 2006).

A ampla adaptabilidade trófica dos teleósteos se reflete no predomínio de espécies generalistas e oportunistas, particularmente em ambientes fluviais tropicais, onde a diversidade de alimentos é ampla e variável (ABELHA et al., 2001). O conhecimento da dieta, táticas alimentares e estrutura trófica são fundamentais para a compreensão da dinâmica das comunidades e para a conservação dos ecossistemas (BARRETO & ARANHA, 2006).

No Brasil, diversos estudos analisaram aspectos alimentares de *Astyanax scabripinnis* (BARBIERI, 1992a; UIEDA et al., 1997; CASTRO & CASATTI, 1997; VILELLA et al., 2002; ANDRADE, 2004; FERREIRA, 2004; MOTTA & UIEDA, 2004a; CASTRO et al., 2004; OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005; BENNEMANN et al., 2005; RONDINELI, 2007;

ABILHOA, 2007; ESTEVES et al., 2008) e outras espécies do gênero *Astyanax* (NOMURA, 1975a; COSTA, 1987; ARCIFA et al. 1991; COSTA & BRAGA, 1993; SANTOS et al., 1995; ESTEVES & GALETTI JR., 1995; ESTEVES, 1996; HARTZ et al., 1996; CASTRO & CASATTI, 1997; LUIZ et al., 1998; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; ANDRIAN et al., 2001; CASSEMIRO et al., 2002; VILELLA et al., 2002; GOMIERO & BRAGA, 2003; CASATTI et al., 2003; CASTRO et al., 2004; BENNEMANN et al., 2005; MAZZONI & COSTA, 2007; PINTO & UIEDA, 2007).

Um dos aspectos importantes ligados ao conhecimento da biologia e ecologia de peixes refere-se àqueles relacionados à reprodução, sendo as informações sobre a forma, período e locais de desova, importantes ferramentas para a compreensão de mecanismos adaptativos e, portanto, fundamentais para a elaboração de ações de conservação e manejo das espécies (GARUTTI, 1989; BRAGA, et al., 2006). Segundo Vazzoler (1996) estratégia reprodutiva é o padrão geral de reprodução mostrado por uma população, enquanto as táticas reprodutivas são as características variáveis nesse padrão geral em resposta às flutuações ambientais, influenciadas pela variabilidade e a qualidade das condições abióticas, pela disponibilidade de alimento e pela predação (VAZZOLER, 1996). Tanto a fecundidade como o diâmetro dos ovócitos maduros são táticas reprodutivas muito lábeis, apresentando variações inter e intraespecíficas, latitudinais, entre períodos reprodutivos sucessivos e entre indivíduos de mesmo tamanho em um mesmo período (VAZZOLER, 1996). Outra importante ferramenta para o estudo de biologia de peixes refere-se ao conhecimento de aspectos quantitativos como a relação peso-comprimento, fator de condição, crescimento, recrutamento e mortalidade, principalmente quando a espécie ocupa a base de níveis tróficos superiores da cadeia alimentar (LIZAMA & AMBRÓSIO, 2002).

Comparado aos diversos trabalhos referentes à alimentação de *A. scabripinnis*, poucos estudos avaliaram aspectos da reprodução da espécie (BARBIERI, 1992b; SÁ, 2000; FRAGOSO, 2000; VEREGUE & ORSI, 2003; SÁ et al., 2008). Estudos com outras espécies do gênero foram mais numerosos (NOMURA, 1975b; BARBIERI et al., 1982; BARBIERI & BARBIERI, 1988; GARUTTI, 1989; RODRIGUES et al., 1989; BARBIERI & MARINS, 1995; RODRIGUES et al., 1995; GENNARI FILHO & BRAGA, 1996; BRAGA, 2001; LIZAMA & AMBRÓSIO, 2002; GURGEL, 2004; ORSI et al., 2004; MAZZONI et al., 2005; GOMIERO & BRAGA, 2007a). Foram realizados alguns estudos sobre o crescimento em peixes da família Characidae, como em *A. scabripinnis paranae* (BARBIERI, 1992c); *A. bimaculatus* (BRAGA, 1999a); *A.*

altiparanae e *A. schubarti* (LIZAMA & AMBRÓSIO, 2004), *Moenkhausia intermedia* (BRAGA & GENNARI FILHO, 1991; LIZAMA & AMBRÓSIO, 2003) e *Brycon opalinus* (GOMIERO et al., 2007a).

Embora exista um bom número de trabalhos sobre peixes de riachos, poucos são os estudos voltados conjuntamente para a alimentação, reprodução, crescimento e dinâmica populacional de peixes nesses ambientes que, por serem geralmente frágeis e muitas vezes possuidores de ictiofaunas endêmicas, necessitam com urgência destes estudos (BRAGA, 2006).

O estado de São Paulo detém a maior área de Mata Atlântica e ecossistemas associados do país e grande parte destes remanescentes localiza-se no interior de parques estaduais, estações ecológicas e experimentais (SÃO PAULO, 1998). Nestas áreas protegidas encontra-se a maioria dos riachos preservados, onde é possível manter as características originais do curso das águas (CASATTI, 2005). Informações referentes à ictiofauna do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Santa Virgínia, eram ausentes até bem pouco tempo, consistindo de apenas três espécies (*Brycon* sp., *Neoplecostomus microps* e *Phalloceros caudimaculatus*) listadas em um relatório interno não publicado (SÃO PAULO, 1998). A composição da ictiofauna deste Núcleo só foi identificada no estudo de Gomiero & Braga (2006b). Posteriormente, estudos realizados em rios do Núcleo Santa Virgínia verificaram aspectos da biologia e ecologia de *Brycon opalinus* (GOMIERO & BRAGA, 2006c; 2007b,c; GOMIERO et al., 2007a; GOMIERO et al., 2008a), de *Rhamdia quelen* (GOMIERO et al., 2007b) e de *Oligosarcus hepsetus* (BOTELHO et al., 2007; GOMIERO et al., 2008b).

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi analisar a biologia e o ciclo de vida de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* no ribeirão Grande, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia (SP).

Objetivos específicos:

- Analisar as variações dos fatores abióticos no riacho e suas influências nas dinâmicas alimentar e reprodutiva;
- Analisar a estrutura da população, especialmente com relação às distribuições de comprimento;
- Analisar a dieta da espécie, buscando responder às seguintes questões: i) houve diferenças no consumo de itens autóctones e alóctones? ii) a dieta foi diferente entre as épocas de mais e de menos chuvas? iii) são encontradas variações ao longo do desenvolvimento da espécie?
- Analisar a dinâmica reprodutiva da espécie, bem como as variações na condição corporal;
- Determinar a fecundidade absoluta e relativa e o tipo de desova da espécie no ambiente;
- Estimar os parâmetros de crescimento e a taxa de mortalidade natural da espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A ictiofauna em ambientes de água doce no Brasil é primariamente dividida em cinco sistemas biogeográficos: o da bacia Amazônica, do Paraná, do São Francisco, do Parnaíba e da bacia do Leste (ARAÚJO-LIMA et al., 2004). A bacia do Leste estende-se da Bahia até o Rio Grande do Sul, sendo constituída por vários rios isolados, separados das grandes bacias fluviais do Brasil Central por cadeias de montanhas (MENEZES, 1972). Sua ictiofauna é caracterizada pelo elevado endemismo, devido ao isolamento geográfico e à ocorrência de grupos de peixes filogeneticamente basais, quando comparados com as demais bacias (RIBEIRO, 2006).

Como parte da bacia do Leste, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, com área de aproximadamente 57.000 km², distribui-se pelos estados de São Paulo (38%), Rio de Janeiro (38%) e Minas Gerais (24%). O curso do rio Paraíba do Sul inicia-se no município de Paraibuna (SP), a partir da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, segue pelo Vale do Paraíba (SP) e atravessa o Rio de Janeiro de sul a norte, sendo a foz situada em Atafona (RJ) (HILSDORF & PETRERE JR., 2002).

O rio Paraíba do Sul é o maior sistema hidrográfico do sudeste brasileiro, com cerca de 1.080 km de extensão e elevada importância econômica nesta unidade geográfica (ARAÚJO, 1996; BIZERRIL, 1999). Ao norte seu divisor de águas se faz entre os rios Grande (bacia do Paraná) e Doce (sistema do leste brasileiro) por intermédio da Serra da Mantiqueira e ao sul, a Serra do Mar separa esta bacia de diversos pequenos rios que fluem diretamente para o oceano Atlântico (BIZERRIL, 1999). A grande complexidade ictiofaunística resulta de sua extensão e inter-relações com as cabeceiras de diversos outros sistemas hidrográficos (BUCKUP, 1996).

O presente estudo foi desenvolvido no Núcleo Santa Virgínia, estado de São Paulo (23°17' a 23°24'S e 45°11' a 45°30'W), inserido na região reconhecida pela *UNESCO* como “Reserva de Biosfera”. Localizado no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), o Núcleo abrange uma área aproximada de 16.000 ha, nos municípios de São Luiz do Paraitinga, Natividade da Serra (até o bairro Pouso Alto), Cunha (até o bairro Palmital) e Ubatuba (Figura 1).

O Núcleo encontra-se na macrounidade geomorfológica do Planalto Atlântico Paulista, inserido na bacia hidrográfica do rio Paraibuna (SÃO PAULO, 1998).



Figura 1: Localização do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia.

O relevo do PESM – Núcleo Santa Virgínia é predominantemente escarpado, tipicamente serrano com vertentes retilíneas, sendo as declividades fortes e os vales em “V” bem marcados na paisagem. Os topos de cristas encontram-se entre 960 e 1.160 m na área do núcleo propriamente dito, mas podem atingir até 1.585 m na Serra do Alto Grande, localizada na bacia do ribeirão Grande ou do Palmital (COLÂNGELO, 1997 *apud* SÃO PAULO, 1998). Predominam na região solos dos tipos latossolo vermelho-amarelo, cambissolos e solos litólicos (RANDAMBRASIL, 1983 *apud* TABARELLI & MANTOVANI, 1999).

Conforme classificação climática de Köppen, o clima da região é tropical temperado, sem estação seca (SETZER, 1966 *apud* TABARELLI & MANTOVANI, 1999). A precipitação média anual é de 2.180 mm, considerada uma das mais elevadas do estado de São Paulo, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses mais chuvosos, e junho, julho e agosto, os menos chuvosos (TABARELLI & MANTOVANI, 1999).

A vegetação é caracterizada por Floresta Ombrófila Densa Montana e manchas descontínuas de floresta em vias de regeneração, além de áreas de silvicultura de eucaliptos abandonados com sub-bosque de nativas em processo de regeneração. A maior parte deste Núcleo e áreas do entorno é coberta por floresta madura, ou seja, sem alteração antrópica recente (SÃO PAULO, 1998). Dines (1997) *apud* São Paulo (1998) indica que áreas internas e do entorno do Núcleo possuem caráter rural, havendo pequenas e grandes propriedades de terra destinadas à pecuária, ao reflorestamento, aos pequenos cultivos de subsistência e ao lazer.

A região está inserida no Domínio Tropical Atlântico, cuja área é composta pelos “Mares de Morros” do Sudeste do Brasil, formados por processos erosivos que agiram sobre o complexo cristalino da Serra do Mar. A cobertura vegetal é denominada de Mata Atlântica, termo originado de sua localização na escarpa atlântica da Serra do Mar. Apesar da intensa devastação dos últimos séculos, o estado de São Paulo detém a maior área de Mata Atlântica e ecossistemas costeiros associados do país (AB’SABER, 2005), sendo que grande parte destes remanescentes localiza-se no interior de parques estaduais e estações ecológicas e experimentais, que abrangem mais de 3% do território paulista (SÃO PAULO, 1998).

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais ricos em espécies de plantas e animais de todo planeta e abriga uma grande diversidade de espécies, com cerca de 40% de espécies endêmicas que dependem da integridade da floresta para proteção e alimento (OYAKAWA et al., 2006). Este ambiente é pouco marcado pela sazonalidade, sem grandes períodos de seca devido

às influências do oceano (TONHASCA JR., 2005). Mudanças climáticas e alterações dos sistemas de drenagem que ocorreram no passado promoveram intensa especiação, originando uma fauna de peixes rica e complexa (MENEZES, 1994).

A composição ictiofaunística da Mata Atlântica é influenciada por fatores ambientais intrínsecos da região e, assim, todas as bacias possuem um forte componente de espécies adaptadas à vida nas cabeceiras da encosta Atlântica. Nestes locais, os regimes de alta pluviosidade e as demais características morfoclimáticas da Floresta Ombrófila Densa são essenciais para a preservação destes grupos (BUCKUP, 1996).

As amostragens foram realizadas no ribeirão Grande (23°26'00,4''S e 45°14'30,7''W), um riacho de cabeceira afluente do rio Paraibuna, em uma área do Núcleo próxima ao município de Vargem Grande, com altitude de 757 m. Segundo a classificação proposta por Strahler (ALLAN, 1995) e utilizando o Mapa Hidrográfico do Núcleo Santa Virgínia (escala 1:115.000), o riacho amostrado é de ordem 4 e abrange uma área de 4,59 km² (Figuras 2 e 3).

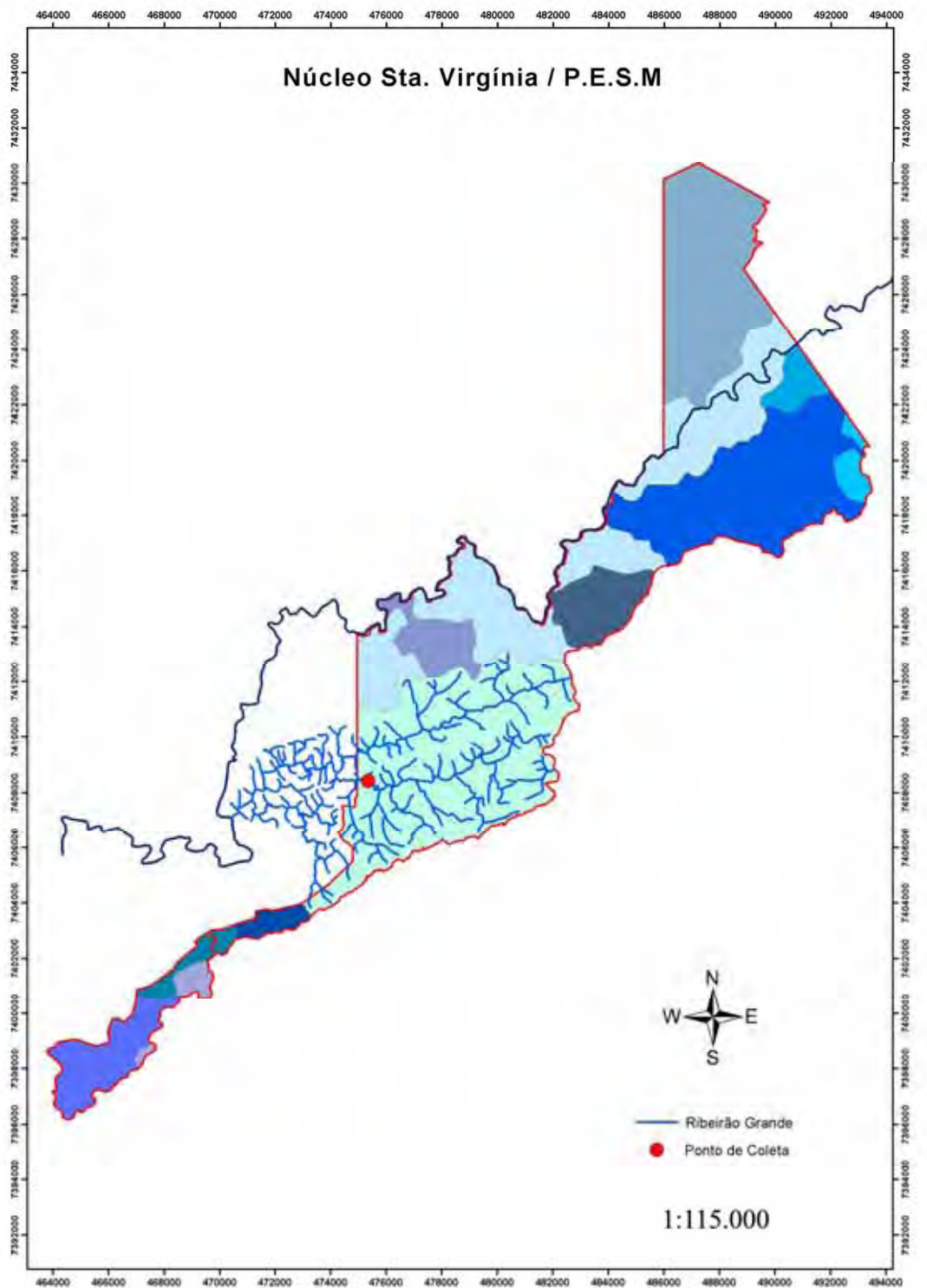


Figura 2: Hidrografia do P.E.S.M, Núcleo Santa Virgínia, com destaque para a área de coleta no ribeirão Grande.



Figura 3: Área de amostragem no ribeirão Grande, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia (A, B, C, D). As duas últimas figuras mostram as espécies de macrófitas encontradas no trecho amostral (*Potamogeton polygonus* e *Juncus* sp.) (E, F).

3.2. Variáveis ambientais

3.2.1. Morfometria da área amostrada

Ao longo da área de coleta dos exemplares (cerca de 100 m) foi caracterizada a morfometria do canal por meio de procedimentos semelhantes aos propostos por Gorman & Karr (1978) e que atualmente têm sido utilizados em diversos trabalhos (GERHARD, 2005; FERREIRA, 2007; RONDINELI, 2007; CARMASSI, 2008). Assim, foram definidos três segmentos transversais, onde foi medida a largura, utilizando-se uma trena, e a profundidade com uma haste de madeira graduada em centímetros. Em cada segmento, da esquerda para a direita, foram tomadas medidas de profundidade, de um em um metro e registrado o tipo de substrato. Para medir a velocidade da corrente, foram demarcados trechos de 3 m na margem esquerda, no meio e na margem direita de cada segmento transversal e lançada uma bola de borracha por três vezes, registrando-se o tempo gasto para fazer o percurso, em segundos.

3.2.2. Variáveis físicas e químicas da água

Os valores de oxigênio dissolvido (O_2) e pH foram mensurados mensalmente durante as amostragens de 2004 e a temperatura da água nas coletas de 2004 e de 2006.

3.2.3. Dados climatológicos

Valores diários de pluviosidade (mm), umidade relativa (%) e temperatura do ar ($^{\circ}C$), nos anos de 2004 a 2006, foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Núcleo Santa Virgínia, mantida pelo Instituto Florestal (IF) de São Paulo.

3.3. Coleta de peixes

Os exemplares de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* (Figura 4) foram coletados mensalmente por dois anos, no período de janeiro a dezembro em 2004 e 2006 no ribeirão Grande, utilizando-se redes de emalhar (1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 cm, entre nós adjacentes, num total de 60 m de rede), redinha de arrasto (2 m x 1 m), passada por 10 vezes em áreas marginais recobertas com vegetação e em bancos de macrófitas, além de quatro armadilhas do tipo covo de tamanho médio. A ocupação dos bancos de macrófitas *Potamogeton polygonus* pelos lambaris foi verificada em todos os meses. Os indivíduos que escapavam da redinha permaneciam sempre próximos destes ambientes, retornando logo que os coletores se afastavam poucos metros do local. A característica de transparência da água e profundidade e o fato de que a maioria dos indivíduos de *A. cf. scabripinnis paranae* eram frequentemente encontrados junto aos bancos de macrófitas, conduziram-nos a utilizar apenas a redinha de arrasto para as amostragens de 2006.

Após a coleta, os peixes foram colocados em sacos plásticos e fixados em formalina a 10% por 48 horas. No laboratório, os peixes foram lavados e conservados em baldes contendo álcool a 70% para as análises posteriores. Alguns exemplares foram levados ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) para a confirmação taxonômica. O material testemunho encontra-se na coleção ictiológica do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro/SP.

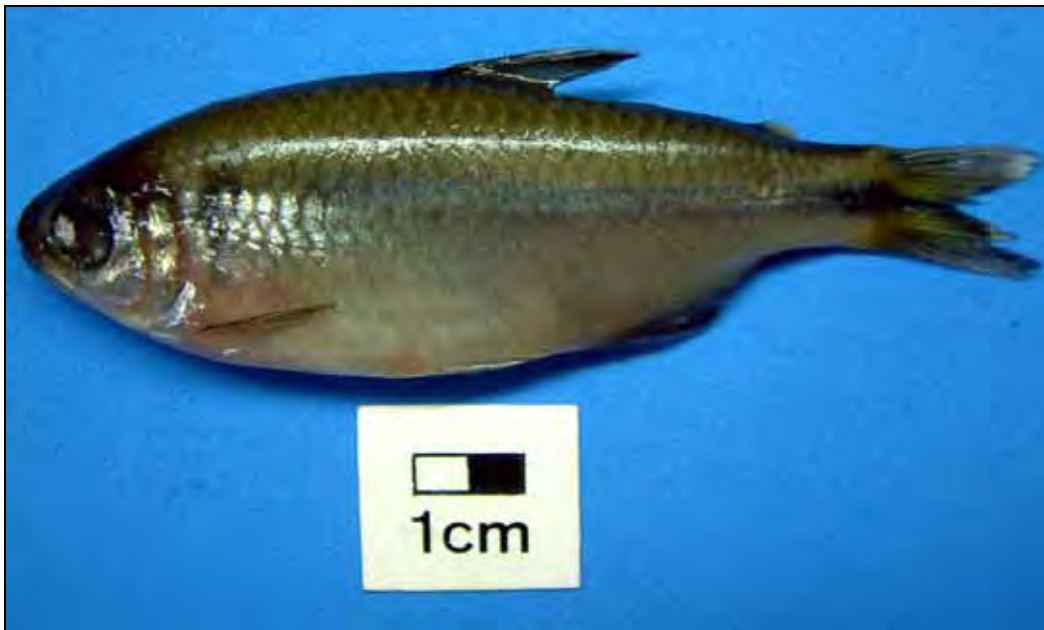


Figura 4: *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* coletado no ribeirão Grande, PESM, Núcleo Santa Virgínia.

3.4. Coleta de dados biológicos

No laboratório os peixes foram mensurados quanto ao comprimento total (CT) e padrão (CP) em centímetros, e peso total (PT) em gramas. Foram registrados os dados referentes ao grau de repleção estomacal (GR), grau de gordura acumulada na cavidade visceral (GA), sexo e estágio de maturação gonadal (EM) (BRAGA, 1990).

O grau de repleção refere-se ao estado de enchimento do estômago, sendo considerados os graus 1 para os estômagos vazios, 2 para os estômagos parcialmente cheios e 3 para os estômagos repletos de alimento. Os estômagos com grau 3, foram retirados da cavidade visceral, pesados e mantidos em álcool a 70% (ZAVALA-CAMIN, 1996), para análises posteriores.

Ao grau de gordura acumulada na cavidade visceral foram atribuídas as categorias: 1 para a cavidade sem gordura, 2 para a cavidade parcialmente preenchida com gordura e 3 para a cavidade visceral repleta de gordura.

Os estádios de maturação gonadal foram determinados macroscopicamente, segundo Vazzoler (1996), sendo classificados como A para as gônadas imaturas (jovens); B para as gônadas em maturação ou repouso (adultos); C para as gônadas maduras (indivíduos em reprodução) e D para as gônadas esgotadas (indivíduos pós-reprodução). Os ovários maduros (C) foram retirados da cavidade visceral, pesados (g) e mantidos em solução de Gilson modificada para a completa dissociação dos ovócitos das lamelas ovulíferas. Quando possível, as gônadas de machos e de fêmeas nos demais estádios de maturação foram retiradas da cavidade visceral e pesadas para posterior estimativa da relação gonadossomática (RGS). Para a grande maioria dos indivíduos denominados imaturos o sexo não pôde ser determinado devido a tamanho reduzido das gônadas.

3.5. Análise de dados

3.5.1. Caracterização ambiental

Para identificar a estrutura de correlação entre as variáveis ambientais em 2004, foi utilizada uma análise de componentes principais (ACP). As variáveis utilizadas foram as temperaturas da água e do ar, pluviosidade, umidade relativa, teor de oxigênio dissolvido e pH. Na ACP variáveis fortemente correlacionadas são descritas pelo mesmo componente principal, enquanto conjuntos de variáveis não correlacionadas entre si são descritas por componentes principais distintos. A variabilidade explicada por cada componente diminui do primeiro ao último, e o número de componentes principais é igual ao número de variáveis originais. Entretanto, quando muitas variáveis estão correlacionadas entre si, é esperado que toda a estrutura de correlação no conjunto de dados possa ser descrita por um número reduzido de componentes. Assim, a vantagem da ACP está no fato de permitir uma redução no número de “dimensões” necessárias para explicar o padrão de correlação/covariância entre um grande número de variáveis (MANLY, 2008).

A distribuição dos dados foi verificada por meio de histogramas e, quando necessário, utilizou-se a transformação Box-Cox para solucionar problemas de assimetria. Para os dados de pH foi utilizada a transformação exponencial. A matriz utilizada foi a de correlação, pois esta é mais adequada quando as variáveis estão em escalas diferentes (MANLY, 2008). As análises foram realizadas no software R - versão 2.8.1 (R Development Core Team, 2009), utilizando o pacote Vegan (OKSANEN et al., 2009).

Após identificar as principais estruturas de correlação entre as variáveis ambientais, as alterações temporais nestas variáveis isoladamente, foram verificadas por meio de análises gráficas nos períodos de 2004 a 2006.

3.5.2. Estrutura da população

A relação entre o número de indivíduos coletados nos anos de 2004 e de 2006 foi verificada pelo teste de correlação de classes de Spearman e as diferenças entre as proporções de fêmeas e de machos na população foram verificadas pelo teste do χ^2 (VIEIRA, 2004). O nível de significância adotado foi $\alpha = 5\%$.

A estrutura em comprimento de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* foi verificada por meio de análises das distribuições de comprimento por mês e por sexo. O comprimento médio entre os sexos foi comparado por um teste t e a diferença na estrutura em comprimento entre os meses foi verificada pela prova de Friedman (CAMPOS, 1983).

3.5.3. Estudo da dieta

O conteúdo estomacal foi analisado sob estereomicroscópio e identificado até o menor nível taxonômico possível, utilizando-se de bibliografia especializada como Borror & DeLong (1969), Needham & Needham (1982), Stehr (1991) e Costa et al. (2006). Em alguns casos a

identificação dos insetos foi feita pelo Prof. Dr. Edilberto Giannotti, do Departamento de Zoologia da UNESP, Rio Claro, SP.

Para o estudo da dieta, foram considerados somente os estômagos com GR = 3 e utilizado o grau de preferência alimentar – GPA (BRAGA, 1999b), em que são atribuídos valores numéricos de 1 a 4 aos itens alimentares. Após a separação e a identificação dos itens, atribuiu-se o valor 4 quando apenas um item ocorreu no estômago. Em caso de ocorrência de mais de um item, foi atribuído o valor 3 ao predominante, o valor 2 ao intermediário e o valor 1 ao item alimentar de menor abundância no estômago. O GPA para cada item alimentar é calculado pela expressão $GPA = S_i / N$, onde S_i = soma dos valores atribuídos ao item alimentar (i) nos estômagos e N = número total de estômagos analisados. Os valores estimados para o GPA em relação a cada item alimentar representam:

GPA = 4: preferência absoluta do item;

$3 \leq GPA < 4$: alto grau de preferência do item;

$2 \leq GPA < 3$: o item é preferencial, mas outros também são ingeridos;

$1 \leq GPA < 2$: preferência secundária do item;

$0 < GPA < 1$: o item em questão é ocasional.

Para a melhor interpretação dos resultados, os itens foram separados por Ordem e agrupados em categorias amplas como casulos, larvas, ninfas, pupas e adultos, e o método do GPA foi aplicado a estes grupos. Apenas a família Formicidae foi classificada como um item a parte entre os outros Hymenoptera encontrados, devido à sua elevada abundância nos estômagos em determinados períodos. Os itens também foram classificados quanto à origem, separando-se em autóctones e alóctones. A origem de alguns itens não pôde ser identificada, devido ao adiantado estado de fragmentação. O consumo dos itens por períodos foi verificado nos anos de 2004 e de 2006, entre as épocas de mais e de menos chuvas.

Uma análise de correspondência (AC) foi utilizada para verificar a associação dos itens consumidos (descritores) às classes de comprimento (objetos), buscando evidenciar mudanças ontogenéticas na dieta. As análises foram realizadas no software R - versão 2.8.1 (R Development Core Team 2009), utilizando o pacote Vegan (OKSANEN et al., 2009).

3.5.4. Estudo da reprodução

Para o estudo da dinâmica da reprodução de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* foram analisadas as variações mensais dos estádios de maturação gonadal (EM) e dos graus de gordura acumulada na cavidade visceral (GA) em fêmeas e em machos. Utilizou-se o coeficiente de correlação de classes de Spearman para verificar se havia relação entre a quantidade de machos e de fêmeas em maturação (B) e maduros (C) nos meses de coletas. Também foram analisadas as variações da relação gonadossomática (RGS) por sexo e por mês, dado por $RGS = Pg/Pp * 100$, sendo Pg o peso das gônadas e Pp o peso do peixe (VAZZOLER, 1992).

Foi calculado o comprimento médio de primeira maturação gonadal, ou seja, aquele em que 50% dos indivíduos são considerados adultos (L_{50}) (VAZZOLER, 1996). A proporção de jovens e de adultos na população foi obtida mediante os estádios de maturação gonadal em cada classe de comprimento padrão. Para o cálculo do L_{50} foram definidas as classes de comprimento padrão de 1,5 a 9,0 cm para o conjunto fêmeas + imaturos e de 1,5 a 8,5 cm para o conjunto machos + imaturos, utilizando o ponto médio de cada classe. O intervalo entre as classes foi de 0,5 cm. Embora os imaturos tenham sido utilizados duas vezes, a sua inclusão nas análises para cada sexo justifica-se pelo fato de não ser possível a identificação macroscópica do sexo nestes indivíduos. Ainda que isto possa causar algum viés no resultado final, retirá-los das análises seria um procedimento que prejudicaria o cálculo do L_{50} , pois todas as classes de comprimento iniciais seriam perdidas.

A estimativa do L_{50} foi obtida por meio de um ajuste não linear utilizando as equações (WILKINSON et al., 1996):

$$Pa = \alpha + \frac{1 - \alpha}{1 + e^{\beta - \gamma \log(pm)}} \quad \text{e} \quad L_{50} = e^{\beta/\gamma} (1 - 2\alpha)^{1/\gamma}$$

onde: Pa = proporção de adultos; pm = ponto médio de cada classe de comprimento padrão; L_{50} = comprimento em que 50% dos indivíduos são considerados adultos; α , β , γ são as constantes das equações.

O ajuste acima permitiu a estimativa do intervalo de confiança para os parâmetros de interesse. Assim, foi possível testar a hipótese de que fêmeas e machos têm valores de L_{50} significativamente diferentes a 5%.

3.5.4.1. Condição corporal

A condição corporal foi discutida a partir da relação entre o peso e o comprimento para as fêmeas e para os machos, considerando a expressão $P = a \cdot C^b$, onde P = peso (variável dependente), C = comprimento padrão (variável independente), a = valor numérico do intercepto e b = valor do coeficiente angular (LE CREN, 1951). Assim foram utilizadas análises de covariância para avaliar o comportamento do peso (variável dependente) entre os sexos, entre as épocas de mais e de menos chuvas e entre os anos de coletas (fatores), considerando o comprimento padrão como covariável. Para todas as análises o nível de significância considerado foi $\alpha = 5\%$.

3.5.4.2. Fecundidade e desova

Os ovários maduros (C) foram retirados da cavidade visceral, fixados em solução de Gilson modificada e agitados periodicamente até a completa dissociação dos ovócitos das lamelas ovulíferas. Após a total dissociação, os ovócitos foram lavados várias vezes em álcool 70% para a eliminação dos resíduos de tecidos e conservados em álcool 70% (VAZZOLER, 1996). Posteriormente, a massa de ovócitos foi homogeneizada em um frasco com volume conhecido de álcool 70% e feita uma amostra da suspensão do material com uma pipeta Stempel de volume constante (2 ml), cujo conteúdo foi colocado em uma placa reticulada para a contagem dos ovócitos e o procedimento repetido por três vezes, visando obter o número mediano de ovócitos nas três contagens. Todas as etapas foram efetuadas em estereomicroscópio com aumento de 16 vezes e utilizando-se uma ocular micrométrica num aumento de 10 vezes. Foram medidos 100

ovócitos aleatoriamente e, posteriormente, obtida uma distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos. As medidas foram obtidas em divisões da ocular micrométrica (1 d.o.m. = 61,2 μm).

O tipo de desova foi determinado pela distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos, verificando-se a presença de uma ou mais modas de ovócitos. A presença de uma moda estaria associada ao padrão de desova total, enquanto a presença de duas ou mais modas de ovócitos, à desova múltipla ou parcelada (VAZZOLER, 1996).

A fecundidade foi estimada pelo método volumétrico (VAZZOLER, 1996 modificado) considerando-se $N' = S \cdot n / s$, onde S é o volume de álcool utilizado para homogeneizar a massa de ovócitos e n é o número de ovócitos contados na amostra de volume s (2 ml) retirada com a pipeta Stempel. Após estimar o número total de ovócitos (N') contidos no par de ovários, a fecundidade absoluta individual foi calculada, pois esta corresponde apenas ao número de ovócitos a partir do diâmetro em que se inicia o processo de amadurecimento. Sendo assim, a fecundidade absoluta foi estimada por $N = N' \cdot P / 100$, onde P é a porcentagem de ovócitos maduros contidos nos ovários e N' é o número total de ovócitos.

Obtendo-se a fecundidade absoluta para cada fêmea analisada, estabeleceram-se as correlações entre a fecundidade e o comprimento padrão e a fecundidade e o peso total, obtendo-se desta forma a fecundidade da população para cada ano de amostragem. Foram calculadas também as correlações entre a fecundidade absoluta, o peso dos ovários e a relação gonadossomática. As correlações foram feitas utilizando-se o modelo de regressão ordinária dada por $F = A + BX$, sendo F a fecundidade, X a variável considerada, A o valor numérico do intercepto e B o coeficiente angular, estimados pelo método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica dos dados (SPARRE & VENEMA, 1997). Como nos modelos de regressão acima tanto as variáveis dependentes (Y), como as independentes (X) são variáveis aleatórias, foram calculadas também regressões geométricas visando obter melhores ajustes das relações (RICKER, 1975, 1979).

Como existe uma interdependência entre fecundidade, peso total, comprimento padrão e peso das gônadas, foram calculados os coeficientes de correlação parcial de primeira ordem (SOKAL & ROHLF, 1995) com o objetivo de verificar a significância das correlações lineares

entre duas variáveis após a eliminação do efeito de uma terceira. O coeficiente de correlação parcial pode ser obtido pela expressão:

$$r_{12;3} = \frac{r_{12} - r_{13} * r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}}$$

onde:

$r_{12;3}$ = correlação entre 1 e 2, eliminado o efeito de 3;

r_{12} = valor do coeficiente de correlação da regressão entre 1 e 2;

r_{13} = valor do coeficiente de correlação da regressão entre 1 e 3;

r_{23} = valor do coeficiente de correlação da regressão entre 2 e 3.

A significância dos valores dos coeficientes de correlação parcial foi testada pela expressão $F = \frac{r_{12;3}^2 / v_1}{(1 - r_{12;3}^2) / v_2}$, onde $v_1 = m - 1$ e $v_2 = n - m$, sendo m o número de variáveis envolvidas no cálculo do coeficiente de correlação parcial e n o número de observações (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Após identificar a variável mais fortemente correlacionada à fecundidade, desconsiderando o efeito das demais, esta variável foi utilizada como covariável em um modelo de análise de covariância. A ANCOVA visou testar o efeito das épocas de mais e de menos chuvas sobre a fecundidade média das fêmeas maduras. O nível de significância considerado nos testes estatísticos foi $\alpha = 5\%$.

3.5.5. Crescimento

3.5.5.1. Determinação das coortes

Para a estimativa dos parâmetros de crescimento, foi utilizado o método indireto de separação de coortes a partir da distribuição de frequência dos comprimentos de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*. Todas as estimativas foram realizadas separadamente para os anos de 2004 e 2006. Como não foi possível avaliar macroscopicamente o sexo de indivíduos imaturos, as análises foram feitas para fêmeas, machos e imaturos conjuntamente, utilizando as classes de comprimento padrão de 0,5 cm. Um dos pressupostos para a utilização das frequências de comprimento é de que os indivíduos cresçam de acordo com o modelo de von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1938). Deste modo, o comprimento de cada indivíduo na idade t é descrito pela equação:

$$L_t = L_{\infty} * \left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right) + \varepsilon$$

onde:

L_t = comprimento do peixe na idade t ;

L_{∞} = comprimento teórico máximo atingido pelo peixe;

k = taxa de crescimento (ano^{-1});

t = idade em anos;

t_0 = idade hipotética quando o comprimento é 0;

ε = representa a diferença (em cm) entre o tamanho de cada indivíduo na idade t e o tamanho esperado de acordo com a curva de crescimento. Assumiu-se que ε apresenta distribuição normal com média 0 e variância σ^2 (HADDON, 2001).

A separação das coortes foi feita utilizando-se o pacote “MIXDIST” (DU, 2002) para o software R (R Development Core Team, 2009), mediante a extração de i curvas normais da distribuição de frequência de comprimento para cada ano, onde i é o número de coortes na população. O pacote foi desenvolvido de acordo com as funcionalidades do programa MIX (MACDONALD & GREEN, 1988) e permite a extração e o ajuste de distribuições estatísticas variadas a partir de uma distribuição de frequência.

Para a extração das curvas normais devem-se determinar todos os valores iniciais para os parâmetros das curvas, ou seja, o número de curvas ou de coortes (i), suas médias (μ_i), seus desvios padrões (α_i) e a proporção de indivíduos (p_i) que serão inseridos em cada curva normal. Estes valores são definidos pela inspeção visual do histograma de distribuição de frequência total. Com estes valores iniciais, o programa começa um processo de otimização, buscando o melhor ajuste destas curvas à distribuição observada. A busca pelo melhor ajuste é feita utilizando-se uma medida de máxima verossimilhança. Com base no número de intervalos do histograma de frequência, o programa calcula o número de graus de liberdade e o nível de significância associado. Para o cálculo dos graus de liberdade considera-se a expressão: $gl = n_{cl} - n_p - 1$, onde n_{cl} corresponde ao número de intervalos de classes de comprimento e n_p ao número de parâmetros estimados. Ao final do processo, é fornecido um valor de qui-quadrado que compara a congruência entre as distribuições esperadas e observadas. O nível de significância considerado foi $\alpha = 5\%$.

A estimativa dos parâmetros pode ser extremamente complexa, pois além do valor de i , cada curva necessita da estimativa de três parâmetros independentes (μ_i , α_i e p_i). Este problema foi solucionado por Macdonald & Green (1988) aplicando-se certas restrições às combinações possíveis dos parâmetros durante o processo de otimização, evitando assim que este processo se tornasse extremamente custoso computacionalmente. No presente trabalho foi utilizada uma restrição sobre as médias (coortes), forçando o processo de otimização a encontrar o melhor ajuste possível, condicionado à restrição de que os valores das médias se ajustassem ao esperado para uma curva de von Bertalanffy. Neste caso, existem algumas combinações entre as médias impossíveis de ocorrerem. Por exemplo, seguindo uma curva de von Bertalanffy, é impossível que $(\mu_{i+2} - \mu_{i+1}) < (\mu_{i+1} - \mu_i)$. Isto reflete o fato de que o crescimento do peixe em um intervalo de 1 ano decresce com o aumento da idade, e assim a diferença $(\mu_{i+1} - \mu_i)$ sempre diminui com o aumento de i .

Para fins comparativos, as coortes foram estimadas também pelo método de Bhattacharya (BHATTACHARYA, 1967), utilizando o pacote computacional FISAT (FAO – ICLARM Stock Assessment Tools). Este método segue os mesmos pressupostos do anterior, baseando-se na progressão modal das distribuições de frequência de comprimento e obtendo curvas de distribuição normal, em que cada média representa uma coorte (GAYANILO JR. et al., 2005).

3.5.5.2. Estimativa dos parâmetros de crescimento

Após a definição dos comprimentos médios das coortes, a rotina para a estimativa dos parâmetros de crescimento começou pela definição de valores iniciais para L_∞ , k e t_0 . O valor inicial de L_∞ foi estimado pelo método de Pauly (1983), considerando-se $L_\infty = L_{\max} / 0,95$, onde $L_{\max}$ é o comprimento do maior indivíduo capturado. As estimativas iniciais de k e t_0 foram feitas pelo método de Beverton plot (PETRERE JR., 1983; SPARRE & VENEMA, 1997) utilizando-se a equação:

$$-\log\left(1 - \frac{L_t}{L_\infty}\right) = -kt_0 + kt;$$

onde t é a idade da coorte i e L_t é o comprimento médio da coorte i . Esta equação pode ser ajustada pela equação da reta $Y = a + bX$. Assim, $Y = -\log\left(1 - \frac{L_t}{L_\infty}\right)$, $X = t$, $b = k$ e $a = -kt_0$.

Após a definição destes valores iniciais, valores mais precisos foram definidos por um ajuste não linear de forma iterativa (PRADA-PEDREROS, 2003).

3.5.5.3. Mortalidade

A taxa instantânea de mortalidade natural (M) foi estimada utilizando-se os parâmetros de crescimento k e L_∞ e a temperatura média da água (T) para cada ano, mediante a fórmula empírica de Pauly (1983):

$$\log_{10} M = -0,0066 - 0,279 \log_{10} L_\infty + 0,6543 \log_{10} k + 0,4634 \log_{10} T$$

3.5.5.4. Estimativa dos intervalos de confiança para μ_i , L_∞ , k , t_0 e M

As equações acima fornecem os valores esperados para os parâmetros de crescimento, e mortalidade, entretanto não existe nenhuma informação a respeito da amplitude de variação destes valores.

Para que fosse possível obter um intervalo de confiança para μ_i , L_∞ , k , t_0 e M , foi utilizado o método de re-amostragem com reposição ou *bootstrap*. Isto permitiu a comparação entre os valores obtidos em 2004 e 2006. A rotina baseou-se em 999 re-amostragens com reposição das distribuições de comprimento originais. O objetivo de cada re-amostragem foi simular as distribuições de comprimento que poderiam ser obtidas ao acaso, a partir dos dados de comprimento de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* coletados no ribeirão Grande em cada ano. De cada uma das 1000 distribuições de frequência de comprimento (1 original + 999 ao acaso) foram extraídas i curvas normais com o pacote “MIXDIST” e suas médias utilizadas para a estimativa de L_∞ , k , t_0 e M pelos métodos descritos anteriormente.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização ambiental

Na área de coleta, a transparência da água foi total e o substrato foi composto principalmente por areia, com trechos de seixo, macrófitas, cascalho, argila, matacões e troncos. Verificou-se a presença das macrófitas submersas *Potamogeton polygonus* (Potamogetonaceae) e *Juncus* sp. (Juncaceae) (Figura 3). A profundidade média da área amostrada foi de 77,6 cm (75 a 80 cm), a largura foi de 15,1 m (14,2 a 15,5 m) e a velocidade foi de 0,1 m/s (0,07 a 0,1 m/s).

Na análise de componentes principais (ACP) somente o primeiro eixo explicou mais de 50% da variabilidade dos dados, enquanto o segundo eixo foi responsável por explicar 24% desta variabilidade (Tabela 1). Os demais eixos não foram considerados na análise. De forma geral, a ACP evidenciou uma separação entre os meses de maio a setembro e os meses de outubro a abril. Essa separação tem relação com maiores índices de temperaturas do ar e da água, pluviosidade e umidade relativa nos meses do início e fim do ano. De maio a setembro esses valores diminuem e ocorre um aumento do teor de oxigênio dissolvido. A variável pH não esteve relacionada com esta sazonalidade, tendo sido importante no segundo eixo da ACP, evidenciando valores elevados nos meses de fevereiro e julho e reduzidos em agosto e setembro (Figura 5).

As análises dos gráficos dos fatores abióticos, obtidos junto à Estação Meteorológica no período de 2004 a 2006, confirmaram os padrões verificados com a ACP. Nos meses de maio a agosto observou-se uma redução da temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa (Figura 6 A, B e C). Apesar de não terem sido obtidos os dados da temperatura da água em 2005, pois esta foi mensurada no momento das coletas, também foi verificada uma redução nos meses de maio a setembro de 2004 e abril a agosto de 2006 (Figura 6 D). Nas amostragens do fim e início dos anos de 2004 e 2005, verificou-se o aumento destas variáveis, principalmente no período de outubro a dezembro. Em 2006 os dados não foram registrados até dezembro devido a problemas de manutenção da Estação Meteorológica, mas observa-se um aumento da temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa no mês de outubro (Figura 6 A, B e C). A temperatura da água também foi mais elevada de outubro a dezembro de 2004 e de setembro a fevereiro de 2006

(Figura 6 D). Os valores médios e desvios padrões das variáveis fornecidas mensalmente pela Estação Meteorológica são apresentados na Tabela 2.

Baseando-se nos resultados da ACP (Figura 5), nas análises da Figura 6 e no estudo de Tabarelli & Mantovani (1999) que definem dezembro, janeiro e fevereiro como os meses mais úmidos, e junho, julho e agosto, como os menos chuvosos, foram considerados para os propósitos deste trabalho, como o período de mais chuvas os meses de outubro a abril e como o de menos chuvas os meses de maio a setembro. Estes períodos aqui definidos serão utilizados para verificar alguns aspectos referentes à dinâmica alimentar e reprodutiva de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* nas análises subsequentes.

A média do teor de oxigênio dissolvido no ribeirão Grande foi de 6,9 mg/L, com o menor valor obtido em novembro (4,84 mg/L) e o maior em setembro (8,58 mg/L). O pH foi levemente ácido em todas as amostragens de 2004, com o menor valor em setembro (5,17) e o maior em fevereiro (6,13) (Figura 7 A e B).

Tabela 1: Análise dos componentes principais das variáveis ambientais temperatura do ar, temperatura da água, pluviosidade, umidade relativa, pH e oxigênio, amostrados em 2004 no ribeirão Grande.

		Eixo 1	Eixo 2
Variáveis ambientais	Autovalores	3,170	1,441
	% de explicação	0,528	0,240
	% acumulada	0,528	0,768
	Autovetores		
	Temperatura do ar	0,997	0,077
	Temperatura da água	1,031	-0,361
	Pluviosidade	0,766	0,729
	Umidade relativa	0,963	-0,269
	pH	-0,200	1,070
	Oxigênio	-0,822	-0,255
Meses de coleta	Janeiro	0,835	0,840
	Fevereiro	0,203	1,418
	Março	-0,057	0,449
	Abril	0,490	-0,379
	Maio	-0,824	0,259
	Junho	-1,085	-0,002
	Julho	-0,901	1,188
	Agosto	-0,851	-1,192
	Setembro	-0,768	-1,078
	Outubro	0,619	-0,574
	Novembro	1,318	-0,117
	Dezembro	1,020	-0,812

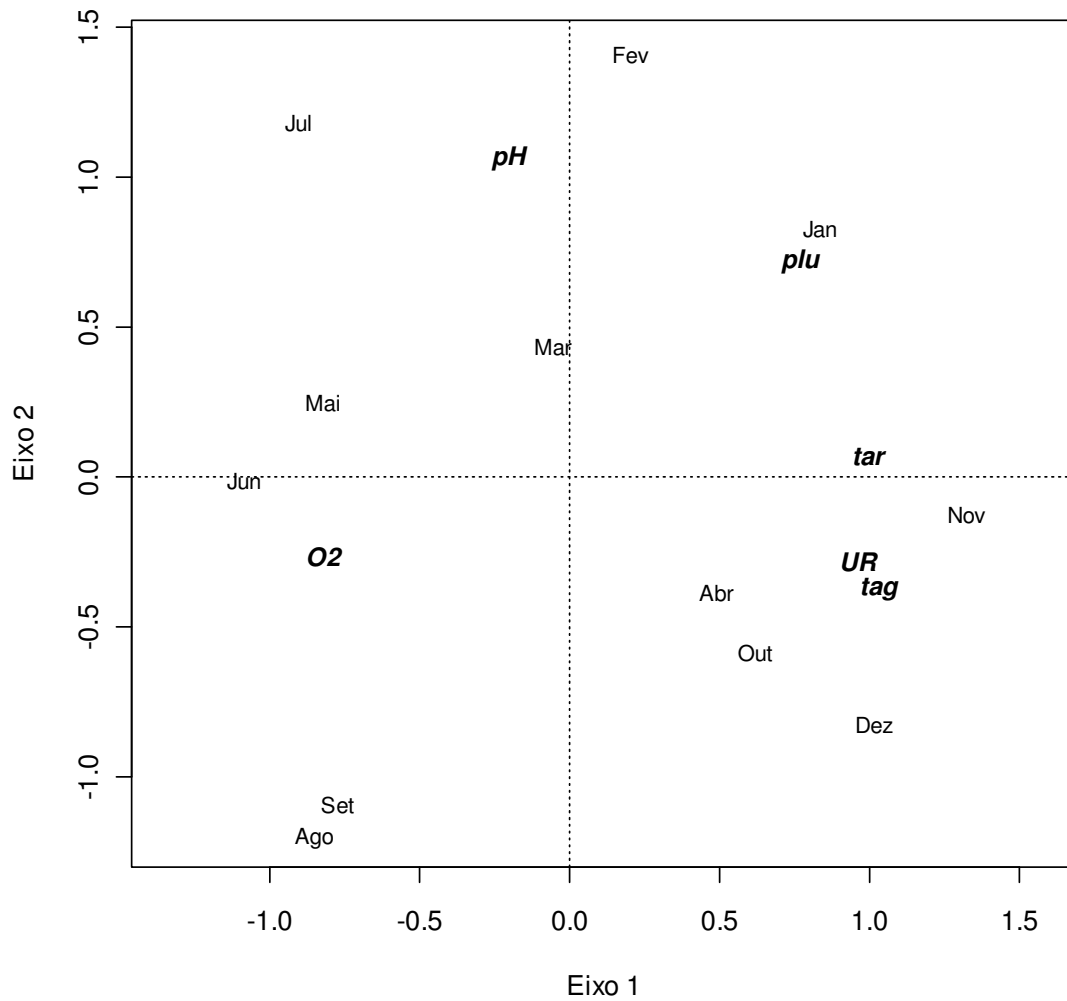


Figura 5: Projeção dos escores das variáveis ambientais e dos meses amostrados em 2004, nos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (ACP). Temperatura da água (*tag*), temperatura do ar (*tar*), pluviosidade (*plu*), umidade relativa (*UR*), pH e teor de oxigênio (*O2*).

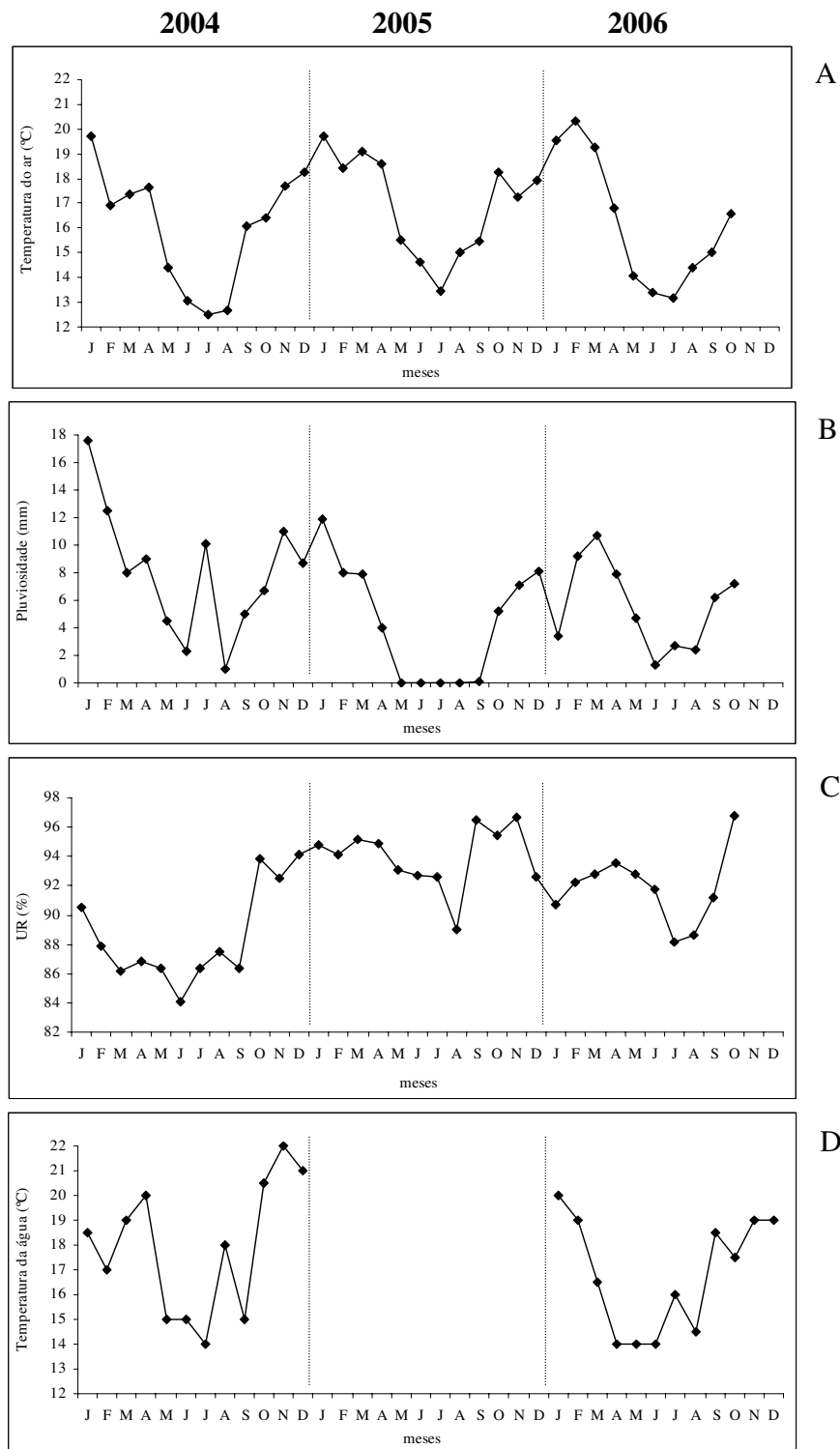


Figura 6: Valores médios da temperatura do ar (A), pluviosidade (B) e umidade relativa (UR) (C), obtidos mensalmente no período de 2004 a 2006 e valores da temperatura da água (D), mensurada no ribeirão Grande durante as coletas de 2004 e de 2006.

Tabela 2: Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis: temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) (TA), pluviosidade (mm) (PL) e umidade relativa (%) (UR), obtidas mensalmente junto à Estação Meteorológica do PESM - Núcleo Santa Virgínia no período de 2004 a 2006.

	2004			2005			2006		
	TA	PL	UR	TA	PL	UR	TA	PL	UR
Janeiro	19,7 $\pm$ 1,3	17,6 $\pm$ 17,7	90,5 $\pm$ 4,1	19,7 $\pm$ 1,7	11,9 $\pm$ 22,6	94,7 $\pm$ 4,6	19,5 $\pm$ 1,2	3,4 $\pm$ 7,6	90,7 $\pm$ 5,1
Fevereiro	16,9 $\pm$ 1,0	12,5 $\pm$ 16,9	87,9 $\pm$ 6,1	18,4 $\pm$ 1,7	8,0 $\pm$ 15,1	94,1 $\pm$ 4,4	20,3 $\pm$ 1,1	9,2 $\pm$ 13,9	92,2 $\pm$ 5,0
Março	17,4 $\pm$ 1,6	8,0 $\pm$ 20,8	86,9 $\pm$ 2,7	19,1 $\pm$ 1,6	7,9 $\pm$ 26,6	95,2 $\pm$ 3,2	19,3 $\pm$ 1,4	10,7 $\pm$ 19,1	92,8 $\pm$ 3,2
Abril	17,6 $\pm$ 2,0	8,9 $\pm$ 14,8	86,8 $\pm$ 3,8	18,6 $\pm$ 2,1	3,9 $\pm$ 19,8	94,9 $\pm$ 3,5	16,8 $\pm$ 1,6	7,9 $\pm$ 32,7	93,5 $\pm$ 3,4
Maio	14,4 $\pm$ 2,2	4,5 $\pm$ 7,5	86,3 $\pm$ 6,4	15,5 $\pm$ 1,8	0,0 $\pm$ 0,0	93,0 $\pm$ 3,8	14,1 $\pm$ 1,5	4,7 $\pm$ 10,5	92,8 $\pm$ 5,0
Junho	13,1 $\pm$ 2,3	2,3 $\pm$ 5,2	84,1 $\pm$ 6,5	14,6 $\pm$ 1,4	0,0 $\pm$ 0,0	92,7 $\pm$ 4,1	13,4 $\pm$ 1,5	1,3 $\pm$ 2,5	91,8 $\pm$ 5,8
Julho	12,5 $\pm$ 2,9	10,1 $\pm$ 18,0	86,3 $\pm$ 7,1	13,4 $\pm$ 2,4	0,0 $\pm$ 0,0	92,6 $\pm$ 6,9	13,2 $\pm$ 1,6	2,7 $\pm$ 8,0	88,1 $\pm$ 6,6
Agosto	12,7 $\pm$ 2,5	0,9 $\pm$ 3,1	87,5 $\pm$ 6,5	15,0 $\pm$ 2,7	0,0 $\pm$ 0,0	89,0 $\pm$ 9,6	14,4 $\pm$ 2,5	2,4 $\pm$ 5,4	88,6 $\pm$ 9,8
Setembro	16,1 $\pm$ 2,2	5,0 $\pm$ 15,3	86,4 $\pm$ 9,3	15,5 $\pm$ 2,1	0,1 $\pm$ 0,2	96,5 $\pm$ 5,5	15,0 $\pm$ 3,0	6,2 $\pm$ 9,0	91,2 $\pm$ 8,6
Outubro	16,4 $\pm$ 2,6	6,7 $\pm$ 8,3	93,9 $\pm$ 5,4	18,2 $\pm$ 1,9	5,2 $\pm$ 12,2	95,5 $\pm$ 5,9	16,6 $\pm$ 2,1	7,2 $\pm$ 11,0	96,7 $\pm$ 4,3
Novembro	17,7 $\pm$ 2,6	10,9 $\pm$ 19,4	92,5 $\pm$ 8,7	17,2 $\pm$ 2,5	7,1 $\pm$ 13,5	96,6 $\pm$ 3,8			
Dezembro	18,3 $\pm$ 2,0	8,7 $\pm$ 16,1	94,1 $\pm$ 4,2	17,9 $\pm$ 2,5	8,1 $\pm$ 15,4	92,6 $\pm$ 6,4			

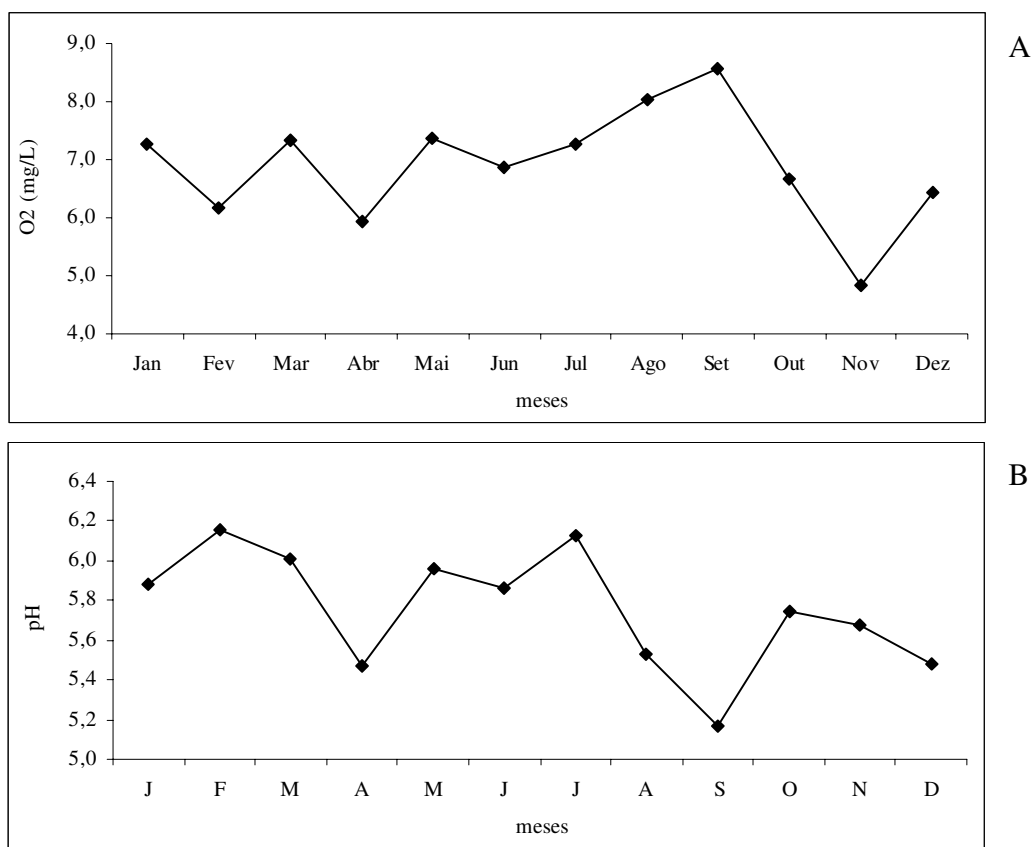


Figura 7: Valores do teor de oxigênio dissolvido (A) e do pH (B) amostrados mensalmente em 2004 no ribeirão Grande.

4.2. Estrutura da população

Foram amostrados 1.308 exemplares de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*, sendo 768 no ano de 2004 e 540 no ano de 2006, com uma biomassa total de 5.114,5 g. No primeiro ano, o maior número de indivíduos foi coletado nos meses de setembro e outubro ($n = 127$ e 141 , respectivamente) e no segundo ano, nos meses de março e dezembro ($n = 84$ e 85 , respectivamente) (Figura 8). Não houve correlação significativa entre as abundâncias nos anos de 2004 e 2006 ($r_{\text{Spearman}} = -0,17$; $p = 0,60$).

A maioria dos lambaris amostrados foi de indivíduos classificados como imaturos ($n = 544$), que ocorreram principalmente no mês de setembro. Foram amostradas 399 fêmeas, com maior abundância em outubro ($n = 66$) e 365 machos com maior abundância em dezembro ($n = 67$). No mês de fevereiro, para os dois anos, não foram amostrados indivíduos machos (Figura 9). A proporção sexual entre fêmeas e machos somando as amostras de 2004 e de 2006 foi de 1:1 ($X^2 = 1,43$; $gl = 1$; $p = 0,232$). Considerando-se os anos separadamente, houve um predomínio de fêmeas em 2004 (304 fêmeas, 215 machos; $X^2 = 15,3$; $gl = 1$; $p < 0,001$) e um predomínio de machos em 2006 (95 fêmeas, 150 machos; $X^2 = 12,35$; $gl = 1$; $p < 0,001$).

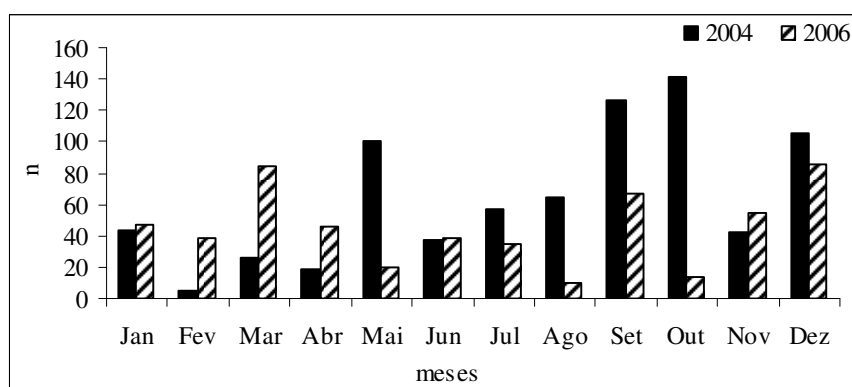


Figura 8: Número de indivíduos (n) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* amostrados de janeiro a dezembro de 2004 e de 2006 no ribeirão Grande.

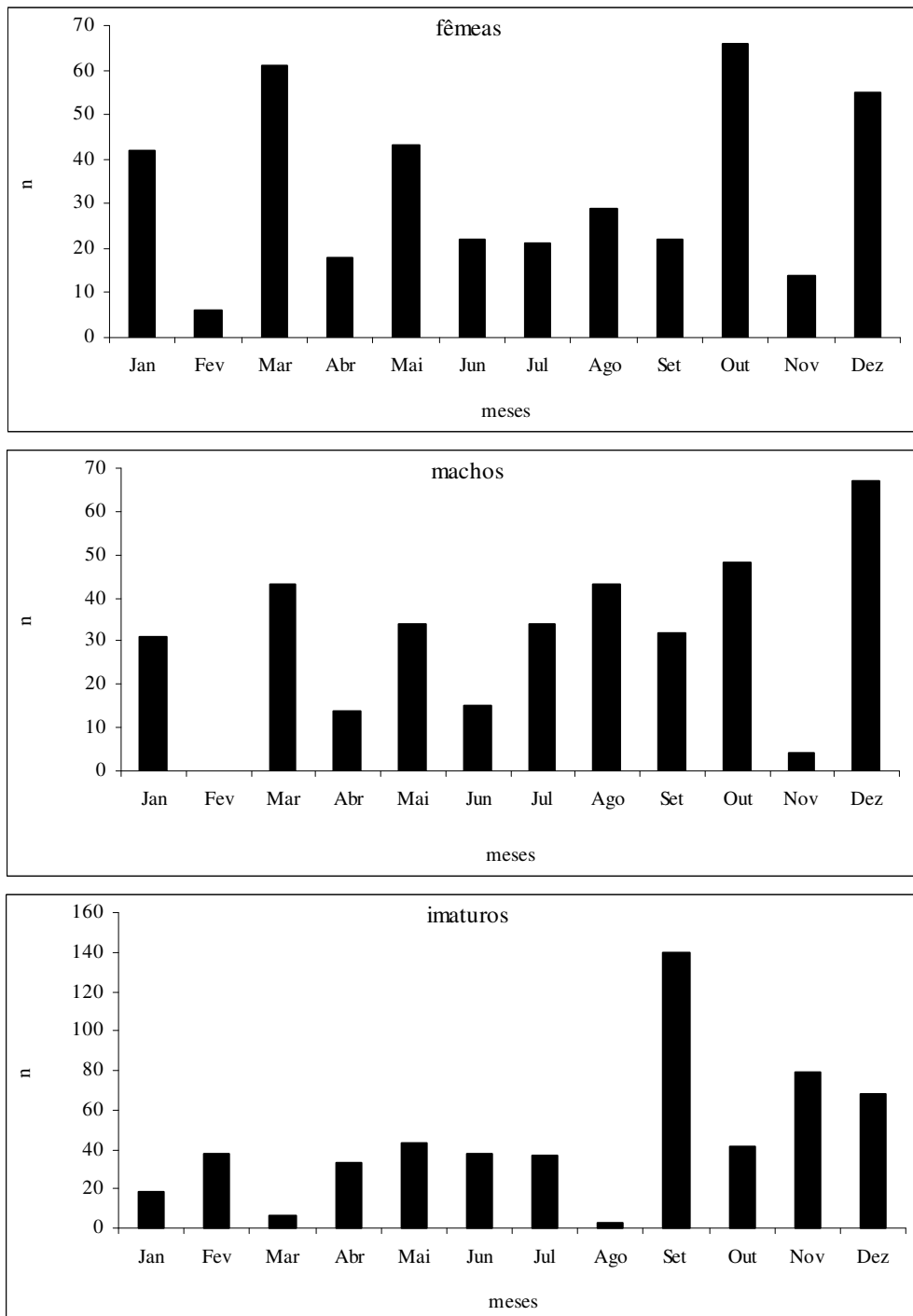


Figura 9: Número (n) de fêmeas, machos e imaturos de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* amostrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.

4.2.1. Estrutura em comprimento

Para a análise da estrutura em comprimento foram considerados separadamente fêmeas, machos e total (onde foram incluídos também os imaturos). A amplitude de variação do comprimento padrão foi de 1,5 a 9,0 cm, com as fêmeas ocorrendo principalmente nas maiores classes (7,0 a 8,5 cm), os machos nas classes intermediárias (4,0 a 6,5 cm) e os imaturos nas menores classes de comprimento (1,5 a 3,5 cm) (Figura 10). Os resultados do teste t indicaram diferenças significativas nas distribuições de comprimento entre os sexos ($\bar{x}_{fêmeas} = 6,98$ cm, $dp = 1,30$ cm; $\bar{x}_{machos} = 5,41$ cm, $dp = 1,18$ cm; $t = 17,43$; $gl = 761$; $p < 0,001$) (Figura 11).

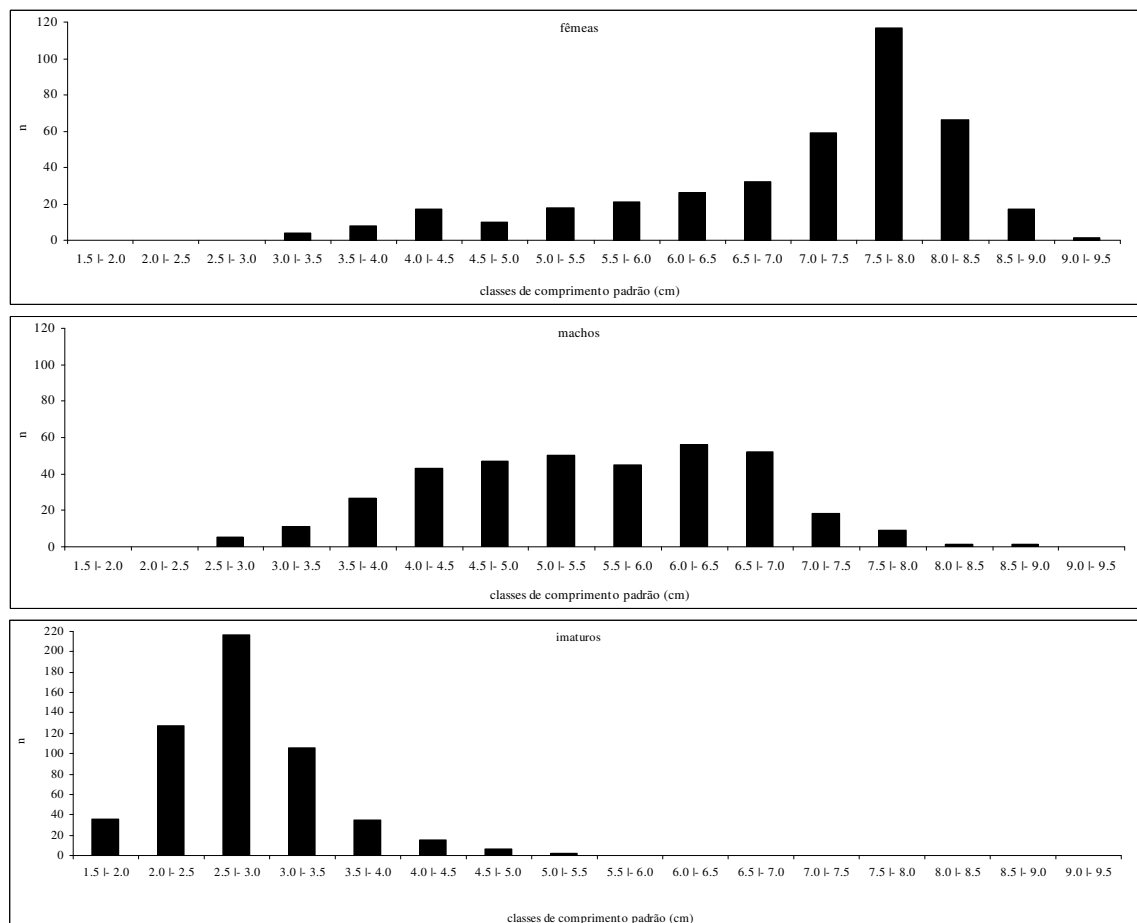


Figura 10: Frequência numérica (n) de fêmeas, machos e total de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* amostrados em cada classe de comprimento padrão (cm) no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.

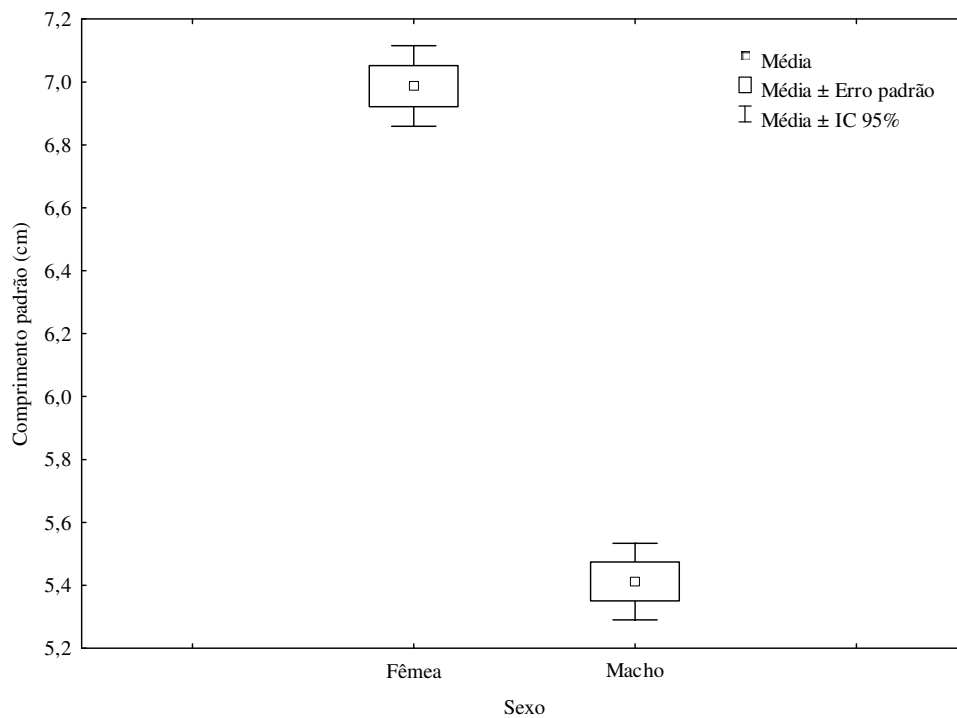


Figura 11: Média, erro padrão e intervalo de confiança (95%) para os comprimentos de fêmeas e de machos amostrados nos anos de 2004 e 2006.

Na figura 12 é apresentado um resumo das distribuições de comprimentos ao longo dos meses, evidenciando a mediana, 50% dos valores intermediários (percentis 25 a 75%) e os valores extremos. Nos meses de janeiro, março, agosto e outubro, foram capturados indivíduos maiores, enquanto que nos meses seguintes (fevereiro, abril, setembro e novembro), ocorre uma grande quantidade de indivíduos menores. Isto pode indicar épocas de maior recrutamento, seguidas de meses com atividade reprodutiva intensa, refletida na captura de peixes nas maiores classes de comprimento. Esta possibilidade será investigada no estudo da dinâmica da reprodução. Na figura 13 este mesmo padrão pode ser verificado mais detalhadamente em cada classe de comprimento amostrada. O resultado da prova de Friedman indicou que há diferenças significativas no número de indivíduos amostrados nas classes de comprimento nos meses de coletas ($X_r^2 = 36,37$; $gl = 11$; $p < 0,01$).

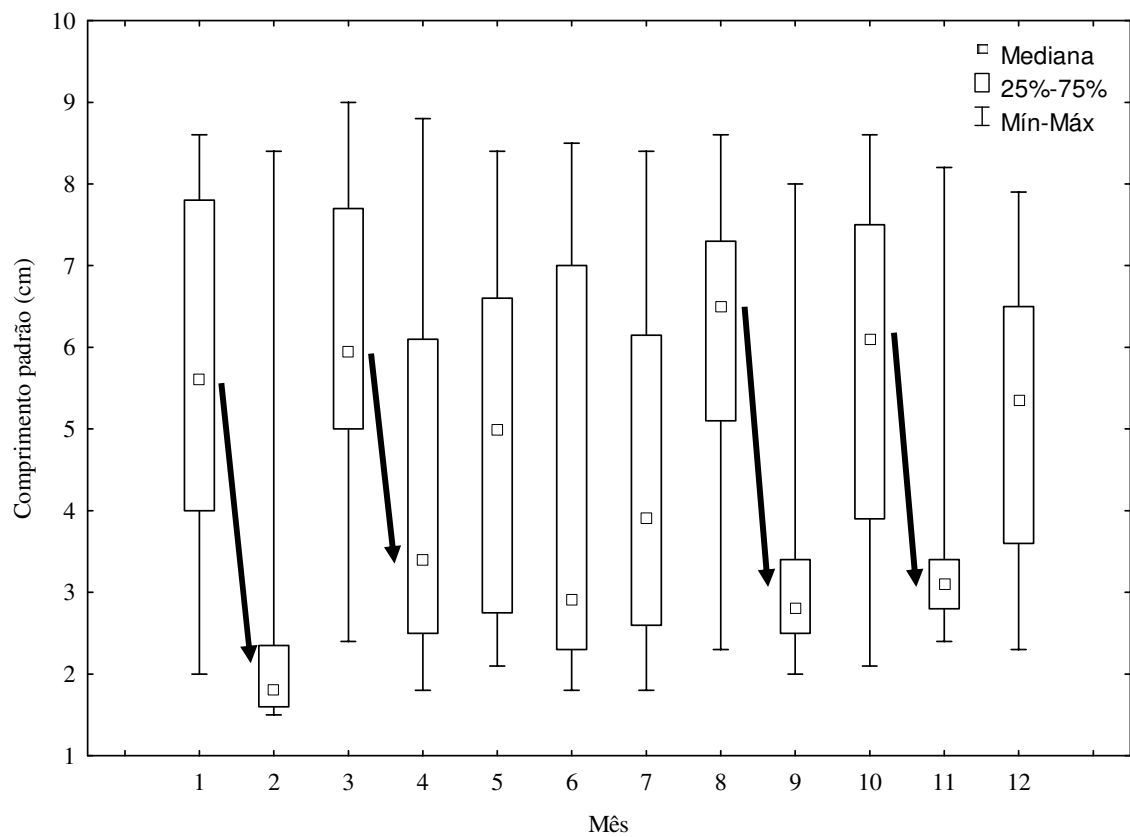


Figura 12: Valores da mediana, percentis de 25 a 75% e valores mínimos e máximos dos comprimentos amostrados ao longo dos meses nos anos de 2004 e 2006. As setas evidenciam os meses em que o decréscimo do comprimento padrão mediano foi mais intenso.

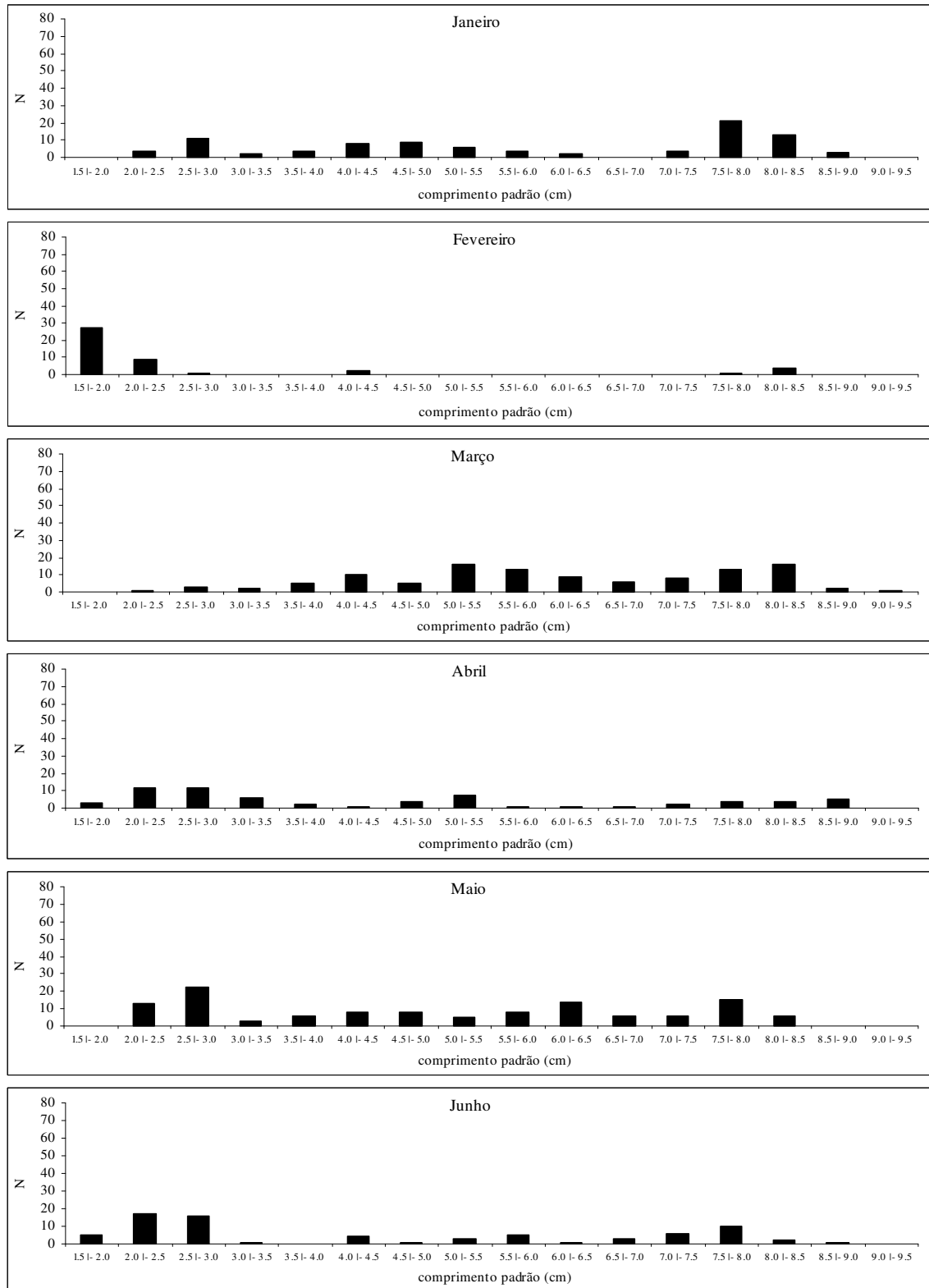


Figura 13: Frequência numérica (N) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* por classe de comprimento padrão (cm), em cada mês de coleta nos anos de 2004 e 2006.

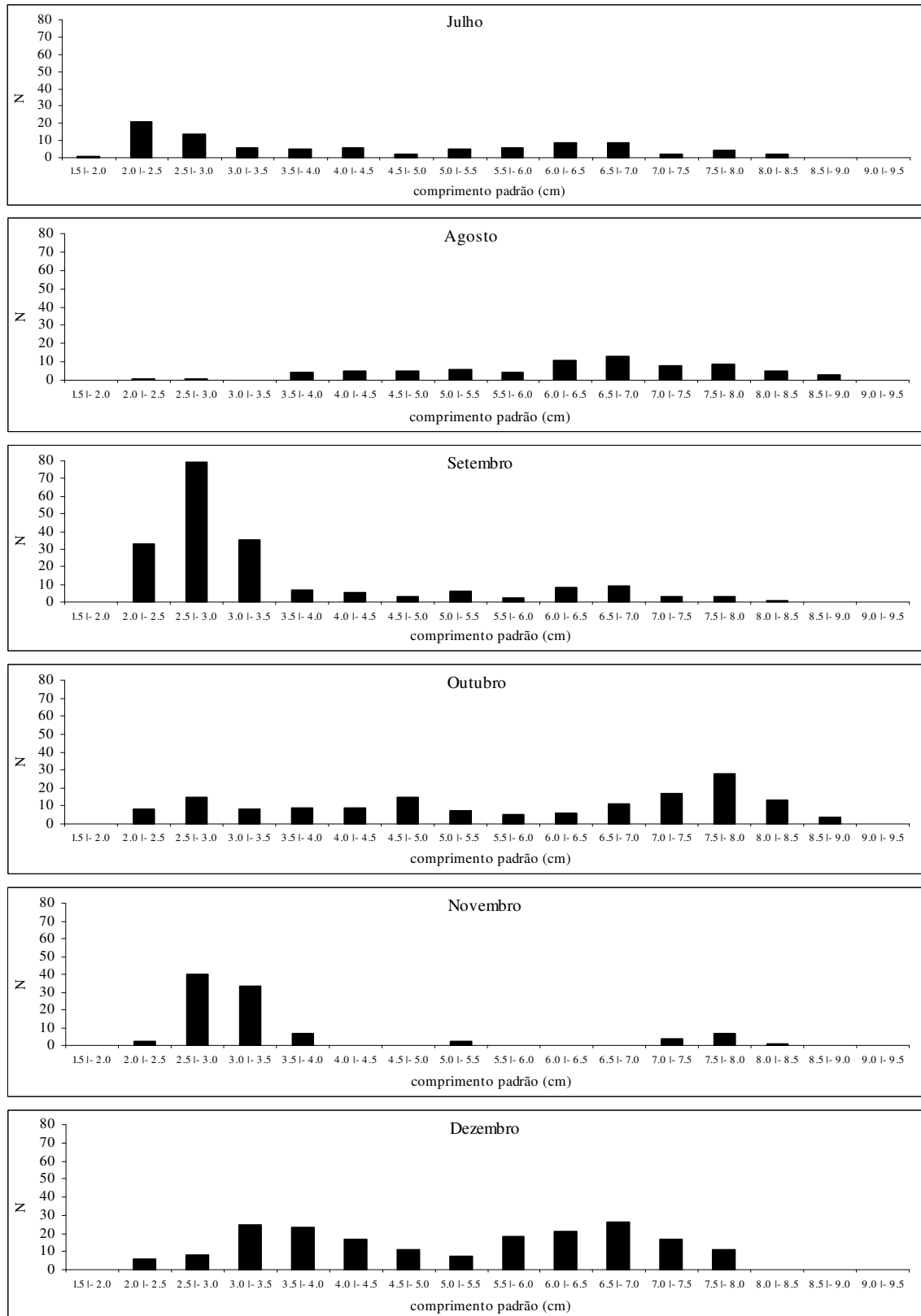


Figura 13: *continuação...*

4.3. Estudo da dieta

4.3.1. Grau de repleção estomacal

A maioria dos estômagos analisados apresentou grau de repleção estomacal 2 (55%), seguido dos estômagos 3 (29%) e 1 (17%). Em todos os meses de coletas foram registrados estômagos repletos (GR = 3), principalmente em fevereiro, julho e novembro. Estômagos parcialmente cheios (GR = 2) foram abundantes em todos os meses e os estômagos vazios (GR = 1) ocorreram principalmente em maio, agosto e outubro (Figura 14). A atividade alimentar da espécie foi considerada alta, sendo que fêmeas, machos e imaturos alimentaram-se constantemente ao longo do ano (Figura 15 A, B, C).

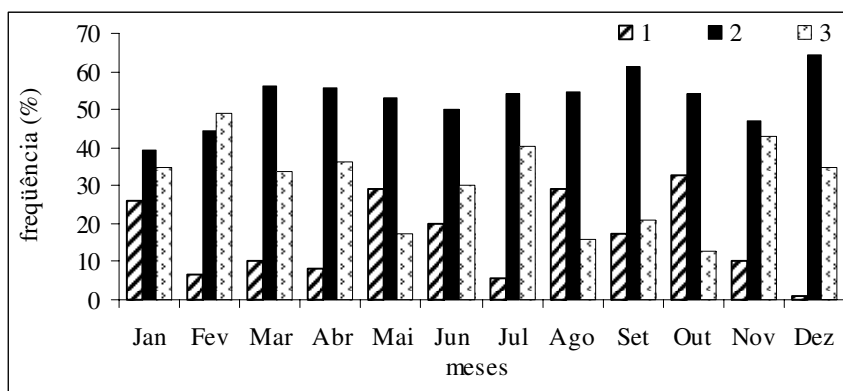


Figura 14: Graus de repleção estomacal GR = 1 (vazio), GR = 2 (parcialmente cheio) e GR = 3 (repleto) registrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.

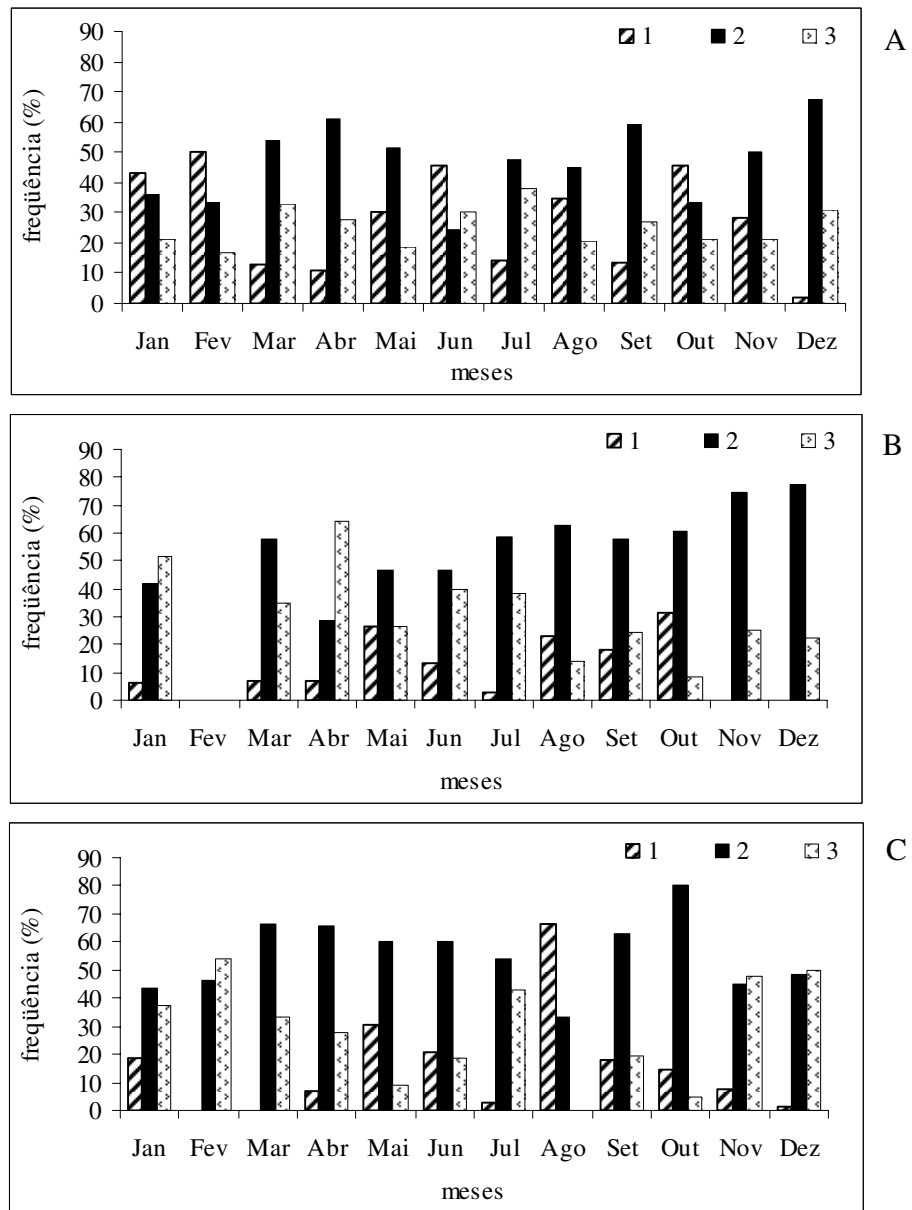


Figura 15: Graus de repleção estomacal GR = 1 (vazio), GR = 2 (parcialmente cheio) e GR = 3 (repleto), de fêmeas (A), machos (B) e imaturos (C), registrados mensalmente no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e 2006.

4.3.2. Alimentação

Foram analisados 363 estômagos repletos ($GR = 3$) e registrados 41 itens na dieta de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*. Quanto à origem, 20 itens foram autóctones, 20 alóctones e um de origem incerta. A dieta foi composta por itens animais, principalmente insetos, e por itens vegetais (macrófitas, frutos, sementes e outros), especialmente algas do gênero *Batrachospermum* sp. Apenas o item insetos (fragmentos) foi classificado como secundário e os demais foram ocasionais, caracterizando uma dieta onívora, com tendência à insetivoria (Tabela 3). Registrou-se a presença de sedimento em alguns estômagos de indivíduos adultos, que não foi incluído nas análises. Os principais itens ingeridos pelos lambaris foram insetos (fragmentos), Formicidae, ninfas de Ephemeroptera e larvas de Diptera, principalmente Chironomidae (Tabela 3). Alguns grupos que puderam ser identificados em nível de família encontram-se na Tabela 4.

Separando-se os anos, insetos (fragmentos) foi o item mais importante na dieta, sendo classificado como secundário nos períodos de mais chuvas ($GPA = 1,25$) e de menos chuvas ($GPA = 1,74$) em 2004, e como preferencial, mas com ingestão de outros itens, nos períodos mais úmido ($GPA = 2,02$) e mais seco ($GPA = 2,07$) em 2006.

No período mais úmido, houve elevado consumo de adultos de Coleoptera, Formicidae, larvas de Diptera e algas no ano de 2004 (Figura 16 A) e de Formicidae e ninfas de Ephemeroptera em 2006 (Figura 16 C). Na época menos chuvosa, larvas de Diptera foi o principal item ingerido em ambos os anos (Figura 16 B e D). Analisando-se a Figura 16, observa-se que no ano de 2004 houve um consumo semelhante de itens de origem autóctone e alóctone, nos períodos mais úmido e mais seco. Em 2006 houve uma preferência por itens autóctones em ambos os períodos, mas no período mais úmido destaca-se a preferência pelo item Formicidae em relação aos demais itens encontrados nos estômagos.

Tabela 3: Relação dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*, frequência absoluta de estômagos contendo o item (n), soma dos valores atribuídos a cada item (S_i), grau de preferência alimentar (GPA) com sua respectiva classificação e o número total de estômagos analisados (N).

	Itens alimentares	GPA = S_i/N	N = 363	n	S_i	GPA	Classificação
	Autóctones						
1	Nematoda (Nem)			16	19	0.052	ocasional
2	Nematomorpha (Nema)			1	3	0.008	ocasional
3	Mollusca (Mol)			1	3	0.008	ocasional
4	Arachnida – Acari (Aca)			3	4	0.011	ocasional
5	Crustacea – Amphipoda (Cru)			5	12	0.033	ocasional
6	Ephemeroptera – ninfas (Eni)			129	238	0.656	ocasional
7	Odonata – ninfas (Oni)			13	26	0.072	ocasional
8	Plecoptera – ninfas (Pni)			1	2	0.006	ocasional
	Hemiptera Heteroptera						
9	ninfas (Hen)			3	3	0.008	ocasional
10	adultos (Hea)			17	31	0.085	ocasional
	Diptera						
11	larvas (Dla)			180	222	0.612	ocasional
12	pupas (Dpu)			26	40	0.110	ocasional
	Trichoptera						
13	casulos (Tca)			51	86	0.237	ocasional
14	larvas (Tla)			58	84	0.231	ocasional
15	pupas (Tpu)			58	80	0.220	ocasional
16	Ovos de insetos (Ovo)			7	8	0.022	ocasional
17	Escamas (Esc)			3	3	0.006	ocasional
18	Peixe (fragmentos) (Pei)			2	5	0.014	ocasional
	Material vegetal						
19	algas (Alg)			32	51	0.140	ocasional
20	macrófitas (Mac)			3	6	0.017	ocasional
	Alóctones						
21	Annelida (Ann)			1	3	0.008	ocasional
22	Arachnida – Araneae (Ara)			10	20	0.055	ocasional
23	Myriapoda – Chilopoda (Myr)			2	2	0.006	ocasional
24	Blattodea (Bla)			2	5	0.014	ocasional
25	Isoptera (Iso)			7	16	0.044	ocasional
26	Dermaptera (Der)			2	5	0.014	ocasional
	Hemiptera Auchenorrhyncha						
27	ninfas (Aun)			1	3	0.008	ocasional
28	adultos (Aua)			10	19	0.052	ocasional
29	Thysanoptera (Thy)			1	2	0.006	ocasional
	Coleoptera						
30	larvas (Cla)			29	52	0.143	ocasional
31	adultos (Cad)			39	76	0.209	ocasional
32	Diptera – adultos (Dad)			26	37	0.102	ocasional
33	Trichoptera – adultos (Tad)			24	56	0.154	ocasional
	Lepidoptera						
34	larvas (Lla)			4	12	0.033	ocasional
35	adultos (Lad)			2	3	0.008	ocasional
36	Hymenoptera (Hym)			11	20	0.055	ocasional
37	Hymenoptera – Formicidae (For)			142	349	0.961	ocasional
	Material Vegetal						
38	caules, flores, folhas, ramos (Mav)			29	42	0.116	ocasional
39	frutos (Fru)			8	15	0.041	ocasional
40	sementes (Sem)			6	11	0.030	ocasional
	Origem incerta						
41	insetos (fragmentos) (Ins)			285	694	1.912	secundário

Tabela 4: Itens alimentares identificados em nível de família presentes nos estômagos de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* nos anos de 2004 e 2006.

Itens alimentares	Famílias
Arachnida – Acari	Hydracnidae
Blattodea	Blattidae
Isoptera	Termitidae
Ninfas de Hemiptera Heteroptera	Notonectidae
Adultos de Hemiptera Heteroptera	Gerridae
	Naucoridae
Adultos de Hemiptera Auchenorrhyncha	Cicadellidae
Larvas de Coleoptera	Elateridae
	Hydrophilidae
Adultos de Coleoptera	Chrysomelidae
	Curculionidae
	Passalidae
	Scarabaeidae
Larvas de Diptera	Ceratopogonidae
	Chironomidae
	Simuliidae
	Syrphidae
Pupas de Diptera	Chironomidae
Adultos de Diptera	Anophilidae
Hymenoptera	Apidae
	Ichneumonidae
	Vespidae
	Formicidae

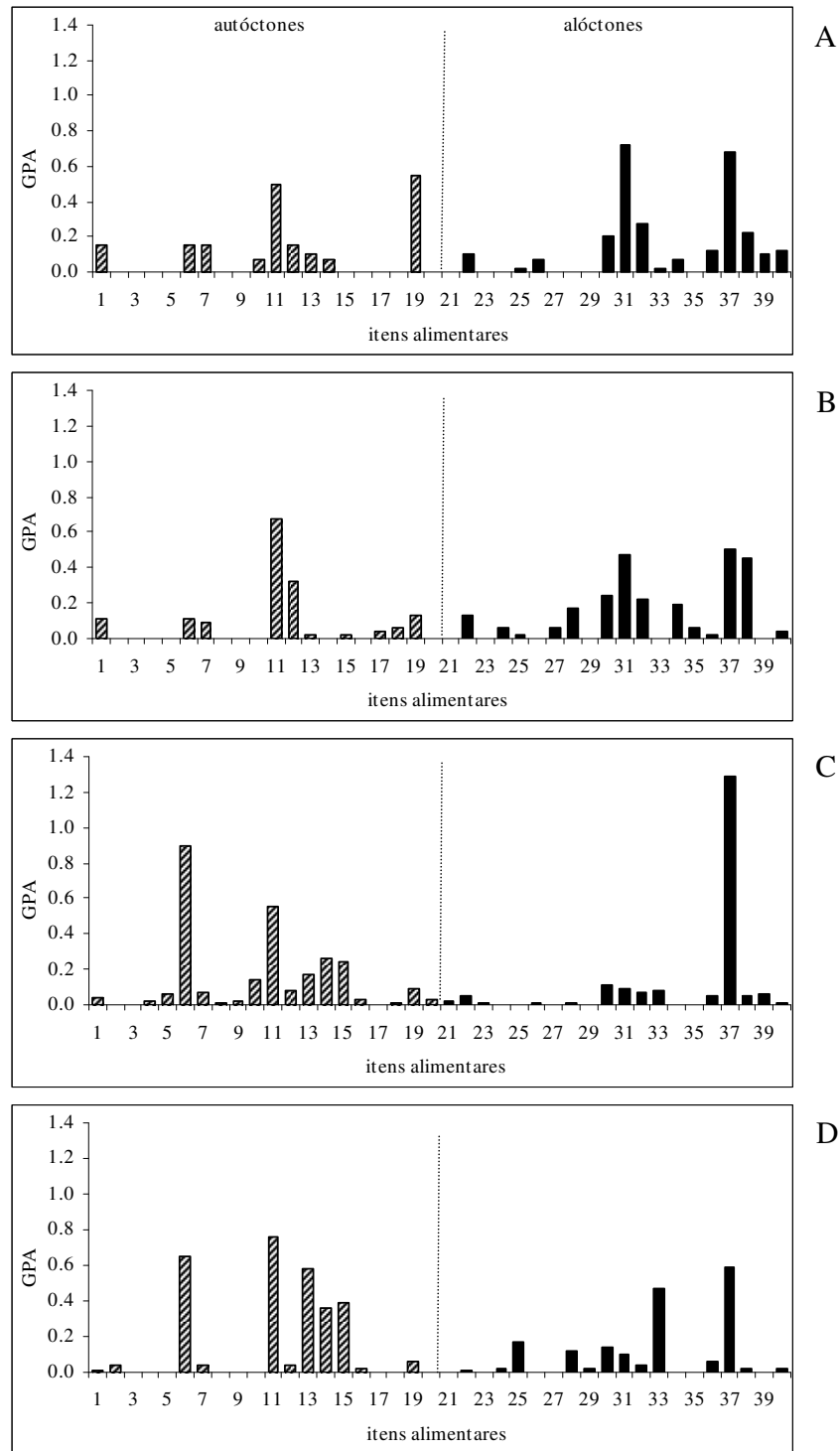


Figura 16: Valores de GPA dos itens encontrados nos estômagos de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae*, nos períodos de mais chuvas e de menos chuvas em 2004 (A e B, respectivamente) e em 2006 (C e D, respectivamente). A legenda dos itens (1 a 40) encontra-se na Tabela 3. O item insetos (fragmentos) foi retirado dos gráficos para a melhor visualização da relação de importância dos demais itens na dieta.

De forma geral, a explicabilidade de cada eixo na análise de correspondência (AC) foi baixa, o que pode ser interpretado pela dieta extremamente generalista da espécie. O primeiro eixo explicou somente 20% da inércia total e, com base nos dados disponíveis, foi o único passível de uma interpretação biológica. Verificou-se uma alteração gradual na dieta de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* associada às classes de comprimento. As maiores classes (6,5 a 8,5 cm) estiveram associadas predominantemente ao consumo de itens de origem alóctone, enquanto as demais tiveram uma dieta composta principalmente por itens de origem autóctone (Figura 17 A e B).

Entre as classes de 1,5 a 2,5 cm ocorreu uma mudança rápida na dieta, que permaneceu relativamente constante entre as classes de 2,5 a 7,0 cm. A partir de 7,5 cm, foram verificadas novamente alterações rápidas no padrão de composição dos itens alimentares (Figura 18). Os itens consumidos em cada classe de comprimento são apresentados detalhadamente na Figura 19. Na classe de 1,5 cm, foram registrados apenas quatro itens, com alto grau de preferência ($3 \leq \text{GPA} < 4$) por ninfas de Ephemeroptera. Na classe de 2,0 cm foram identificados 14 itens, com insetos e ninfas de Ephemeroptera como itens de preferência secundária ($1 \leq \text{GPA} < 2$). Apenas nesta classe de comprimento foi registrado o item Thysanoptera, que aparece destacado no extremo esquerdo do primeiro eixo da AC (Figura 17 B). Os peixes das classes de 2,5 a 3,5 cm consumiram itens semelhantes, sendo insetos e Formicidae os principais. Observa-se que os itens autóctones foram importantes e que novos itens são registrados na dieta, mas com baixa representatividade. Nas classes de 4,0 a 6,0 cm, o número de itens aumentou, sendo que insetos foi preferencial ($2 \leq \text{GPA} < 3$), mas outros também foram registrados, principalmente ninfas de Ephemeroptera e larvas de Diptera. Nestas classes observa-se o aparecimento de novos itens, com valores de GPA mais elevados que nas classes anteriores. O maior número de itens foi encontrado nos estômagos dos peixes das classes de 6,5 a 8,0 cm. A preferência por insetos continua, mas estes passam a ser consumidos secundariamente. Outros itens são registrados e passam a ter uma maior representatividade na dieta, sendo importantes os itens de origem alóctone, como Formicidae, Coleoptera e material vegetal (caules, flores, folhas e ramos). Ninfas de Plecoptera e de Auchenorrhyncha e adultos de Lepidoptera foram consumidos exclusivamente por peixes destas classes de comprimento. Foram encontradas escamas em alguns estômagos das classes 4,5 | 5,0 e 7,5 | 8,0 cm. Na classe 8,5 | 9,0 cm 13 itens estiveram presentes nos estômagos analisados, sendo insetos e Formicidae classificados como secundários. Coleoptera e

material vegetal também foram importantes na dieta dos peixes desta classe. Os itens de origem vegetal (algas, caules, flores, folhas, ramos, frutos e sementes) foram consumidos principalmente pelos peixes maiores, nas classes de 7,0 | 7,5 a 8,5 | 9,0 cm. A presença de macrófitas foi observada em estômagos de peixes de diferentes tamanhos, mas com baixa representatividade. Entre os peixes da classe 9,0 | 9,5 cm nenhum estômago repleto ($GR = 3$) foi encontrado. Assim, analisando-se o consumo dos itens nas diferentes classes de comprimento, observa-se que na classe 1,5 | 2,0 cm a dieta é restrita, tornando-se um pouco mais generalista na amplitude de 2,0 a 3,5 cm, consolidando-se como tipicamente generalista nas classes de 4,0 cm a 8,5 cm.

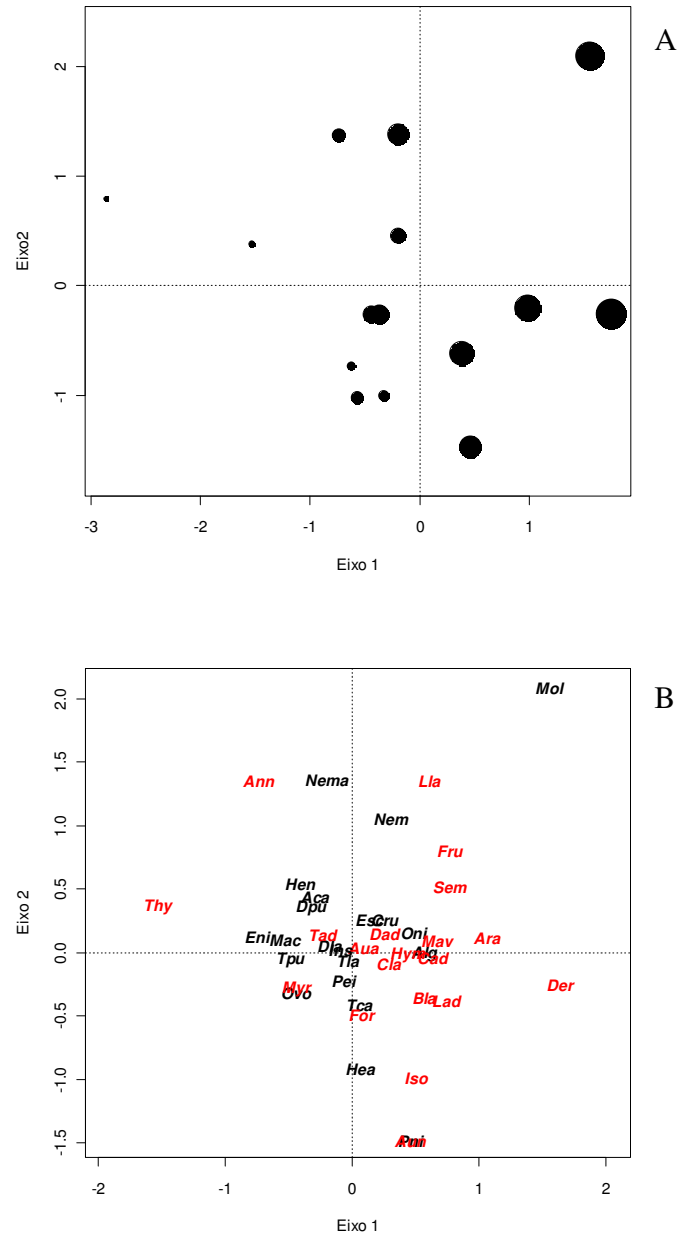


Figura 17: Projeção dos escores das classes de comprimento (A) e dos itens alimentares consumidos por *Astyanax cf. scabripinnis paranae* (B) nos dois primeiros eixos da AC. O tamanho dos símbolos na Figura A reflete o ponto médio das classes de comprimento padrão (cm). Na Figura B destaca-se a separação entre os itens alóctones (vermelho) e autóctones (preto). A legenda dos itens encontra-se na Tabela 3.

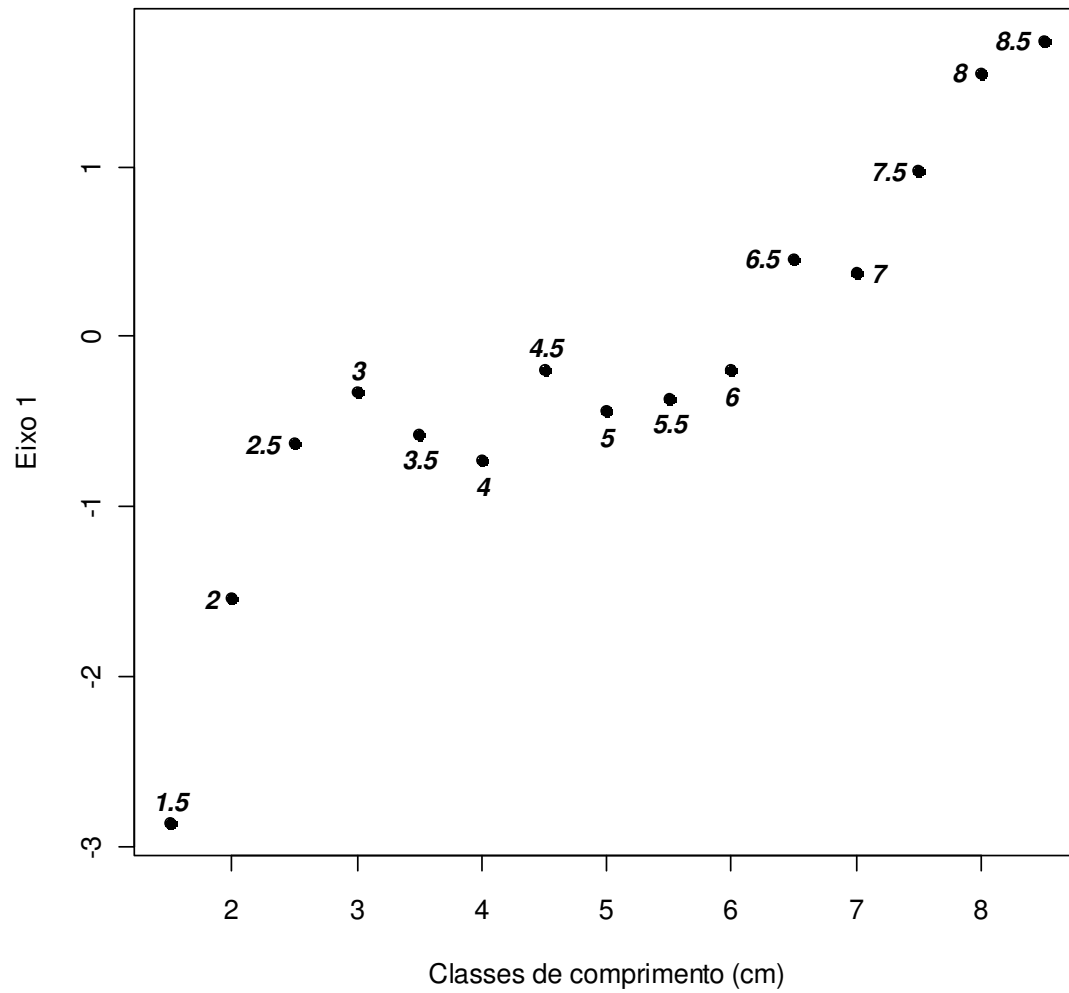


Figura 18: Gráfico de dispersão das classes de comprimento padrão de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* ao longo do eixo 1 da análise de correspondência (AC).

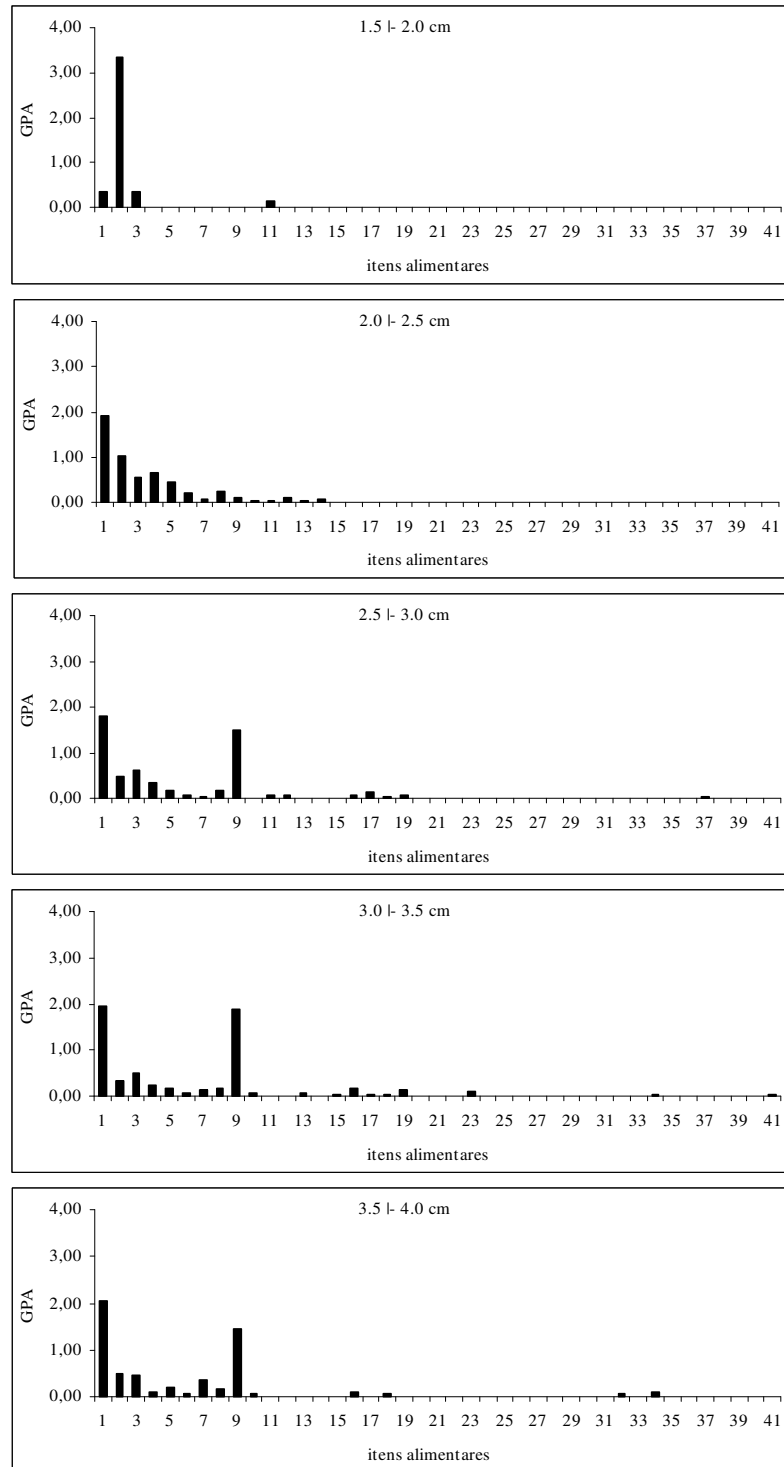


Figura 19: Itens encontrados nos estômagos em cada classe de comprimento em ordem crescente dos valores de GPA (1.insetos; 2.ninfa de Ephemeroptera; 3.larva de Diptera; 4.pupa de Trichoptera; 5.adulto de Trichoptera; 6.pupa de Diptera; 7.casulo de Trichoptera; 8.larva de Trichoptera; 9.Formicidae; 10.algas; 11.larva de Coleoptera; 12.adulto de Coleoptera; 13.macrófitas; 14.Thysanoptera; 15.ninfa de Odonata; 16.adulto de Heteroptera; 17.adulto de Auchenorrhyncha; 18.ovos de insetos; 19.adulto de Diptera; 20.Annelida; 21.peixe; 22.escama; 23.Araneae; 24.Nematoda; 25.Nematomorpha; 26.Mollusca; 27.Acari; 28.Crustacea; 29.Myrriapoda; 30.ninfa de Heteroptera; 31.larva de Lepidoptera; 32.material vegetal; 33.Isoptera; 34.Hymenoptera; 35.frutos; 36.Dermaptera; 37.Blattodea; 38.ninfa de Plecoptera; 39.ninfa de Auchenorrhyncha; 40.adulto de Lepidoptera; 41.sementes).

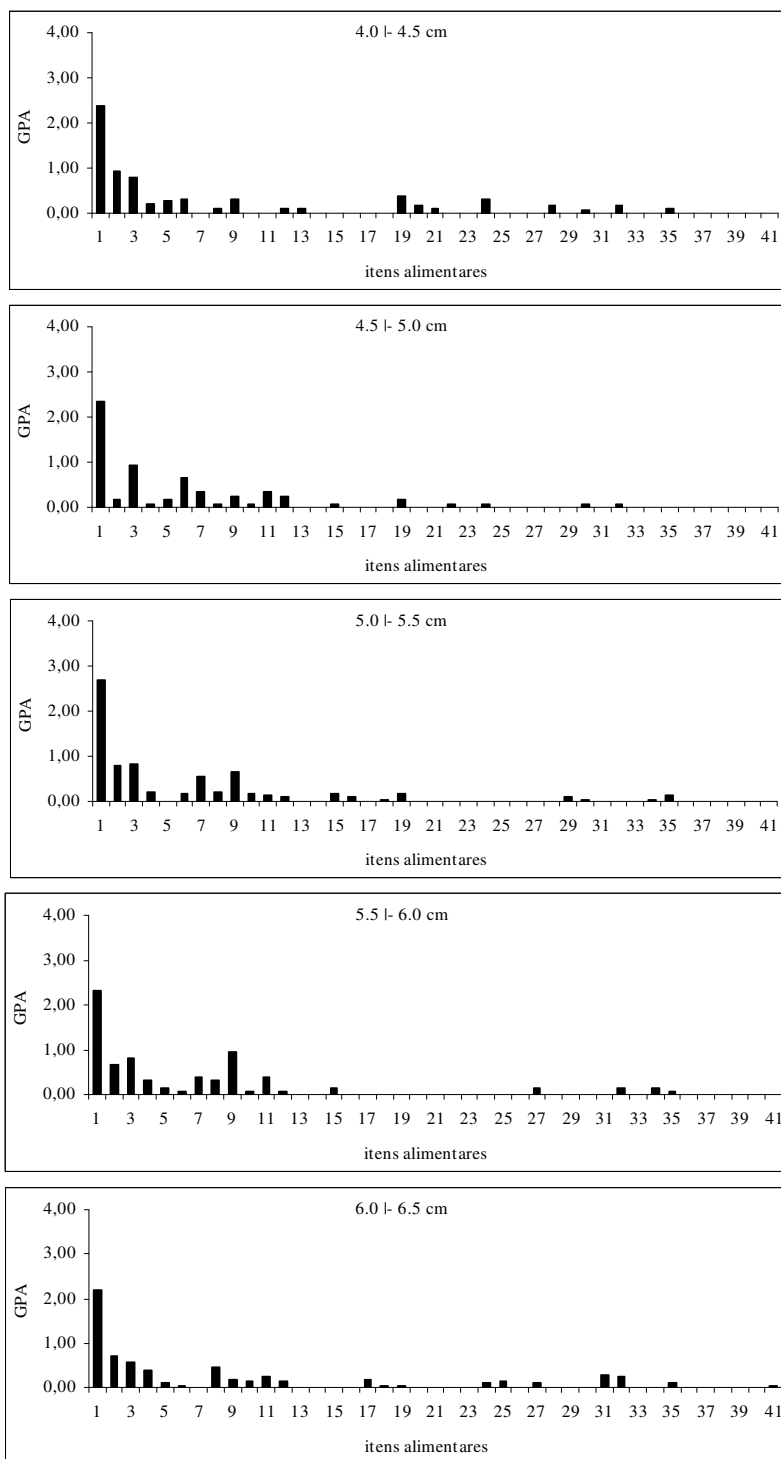


Figura 19: *continuação...*

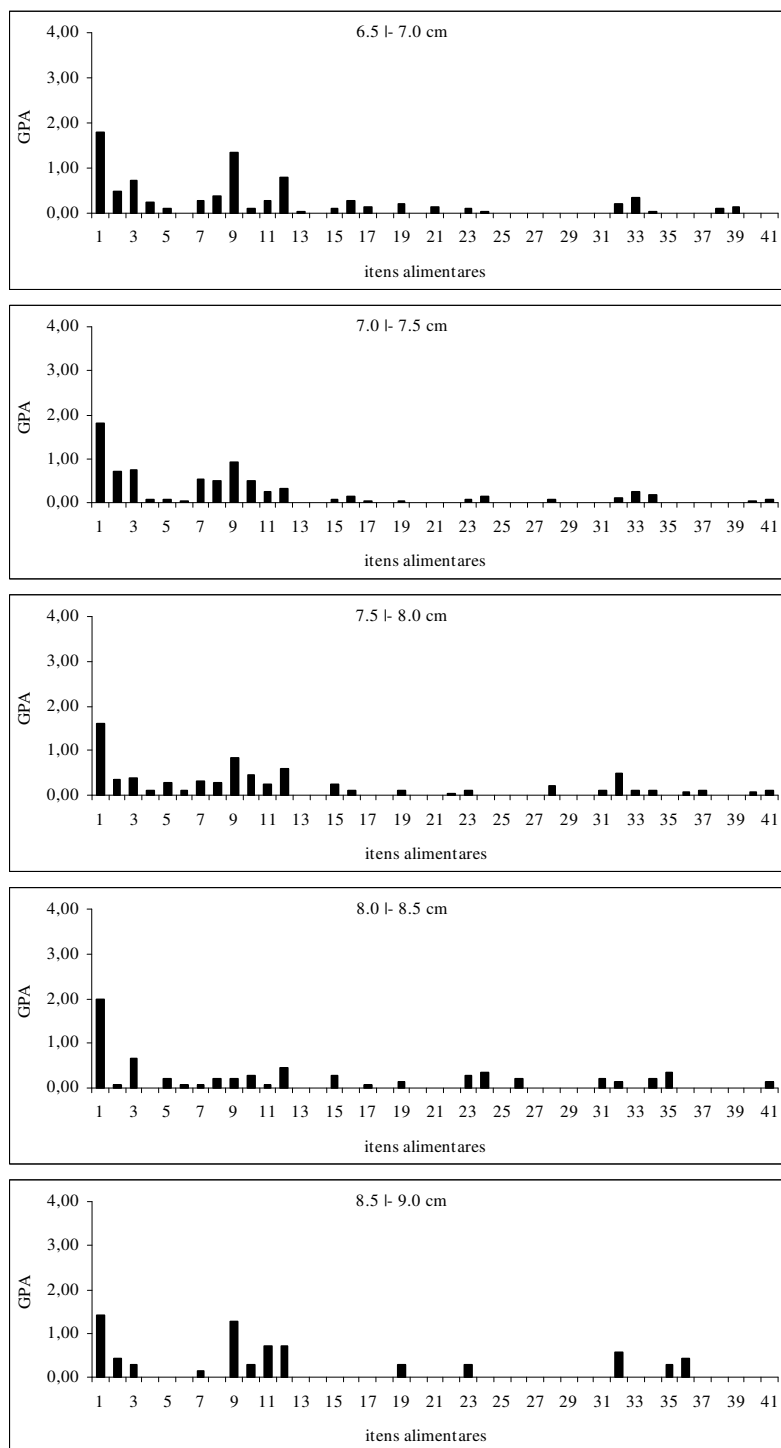


Figura 19: *continuação....*

4.4. Estudo da reprodução

4.4.1. Maturação gonadal e relação gonadosomática

Foram amostrados 544 indivíduos com gônadas no estágio imaturo (A), 244 em maturação (B), 468 maduros (C) e 33 fêmeas no estágio esgotado (D). A abundância dos indivíduos classificados como imaturos foi mais elevada em setembro, novembro e dezembro e nos demais meses verificou-se um aumento de imaturos nos meses subsequentes ao aumento de indivíduos com gônadas maduras. Exemplares com gônadas em maturação e maduras ocorreram o ano todo. No entanto, houve uma tendência no aumento da frequência de indivíduos com gônadas maduras de agosto a dezembro (Figura 20).

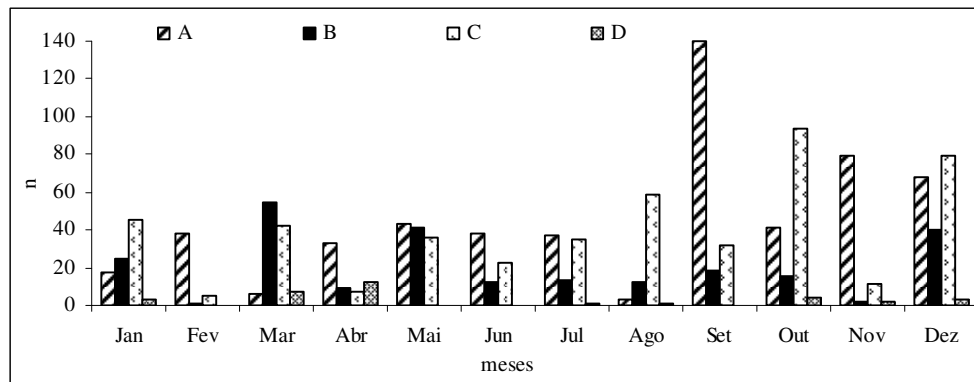


Figura 20: Número de indivíduos (n) nos estádios imaturo (A), em maturação (B), maduro (C) e esgotado (D) amostrados mensalmente no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.

Analisando-se os sexos separadamente e considerando-se os estádios B, C e D, verifica-se uma maior ocorrência de indivíduos com gônadas em maturação em março e maio, com gônadas maduras em outubro e com gônadas esgotadas em abril, o que corrobora que a espécie tenha uma atividade reprodutiva o ano todo, intensificando-se no fim do ano (Figura 21). A correlação entre

machos e fêmeas nos meses de coletas foi significativa tanto para indivíduos em maturação ($r_{\text{Spearman}} = 0,68$; $p = 0,014$) quanto para indivíduos maduros ($r_{\text{Spearman}} = 0,76$; $p = 0,005$), indicando que o amadurecimento das gônadas ocorre no mesmo período.

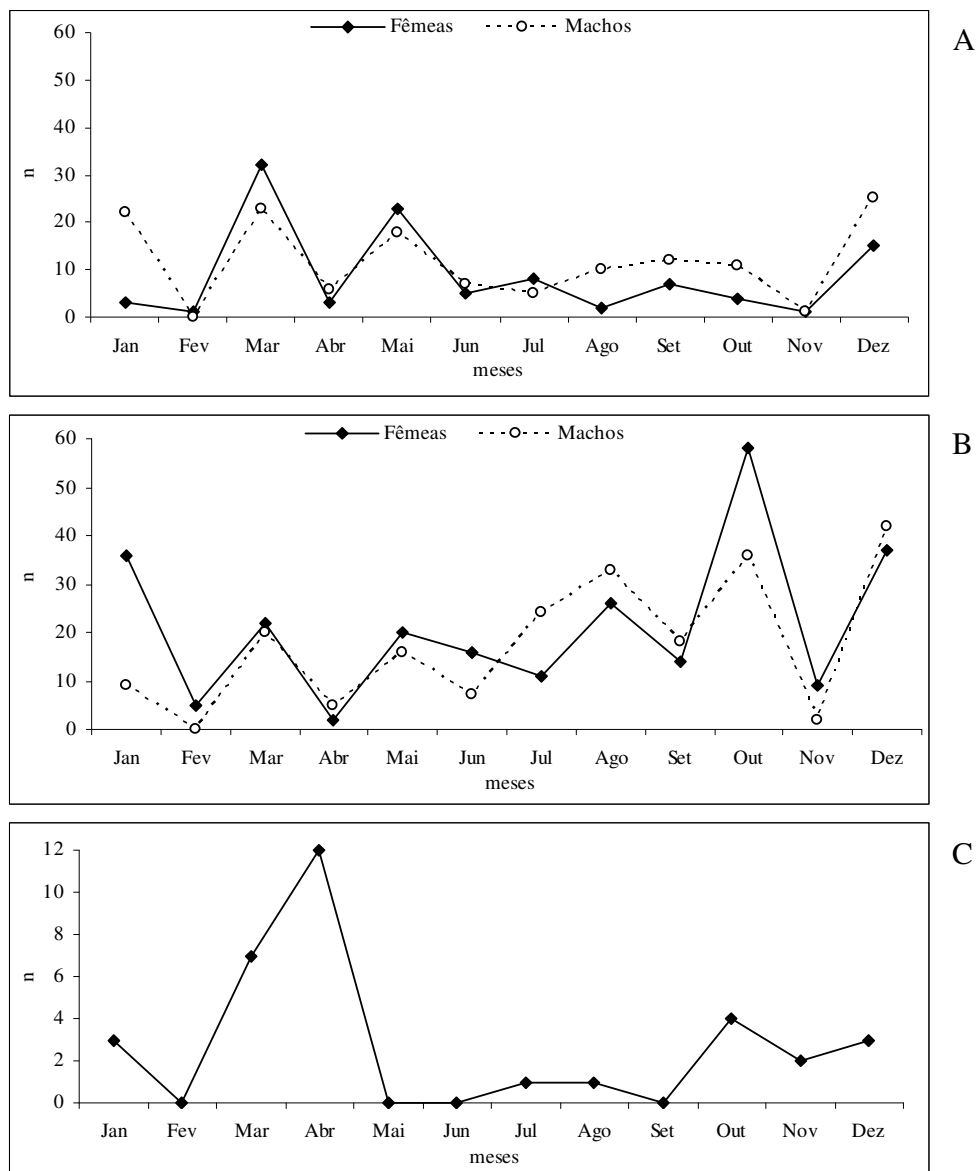


Figura 21: Número (n) de fêmeas e de machos em maturação (A) e maduros (B) e de fêmeas esgotadas (C) amostrados mensalmente no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.

A existência de diferentes picos nas frequências de indivíduos maduros, esgotados e em maturação, sugere uma desova do tipo parcelada, onde lotes de ovócitos serão depositados em diferentes períodos, resultando em diferentes grupos de jovens em desenvolvimento.

O predomínio de indivíduos aptos à reprodução do fim ao início do ano foi evidenciado pela relação gonadosomática das fêmeas maduras, elevada no período de outubro a janeiro (Figura 22 A) e dos machos maduros elevado em novembro (Figura 22 B). A relação gonadosomática do estágio em maturação foi mais elevada em janeiro para as fêmeas (Figura 22 A) e em agosto para os machos (Figura 22 B).

O comprimento médio da primeira maturação gonadal (L_{50} , comprimento padrão) foi significativamente maior para as fêmeas ($L_{50} = 4,105$ cm; IC 95%: 4,021 a 4,188 cm) do que para os machos ($L_{50} = 3,681$ cm; IC 95%: 3,640 a 3,721 cm) (Figura 23 A e B).

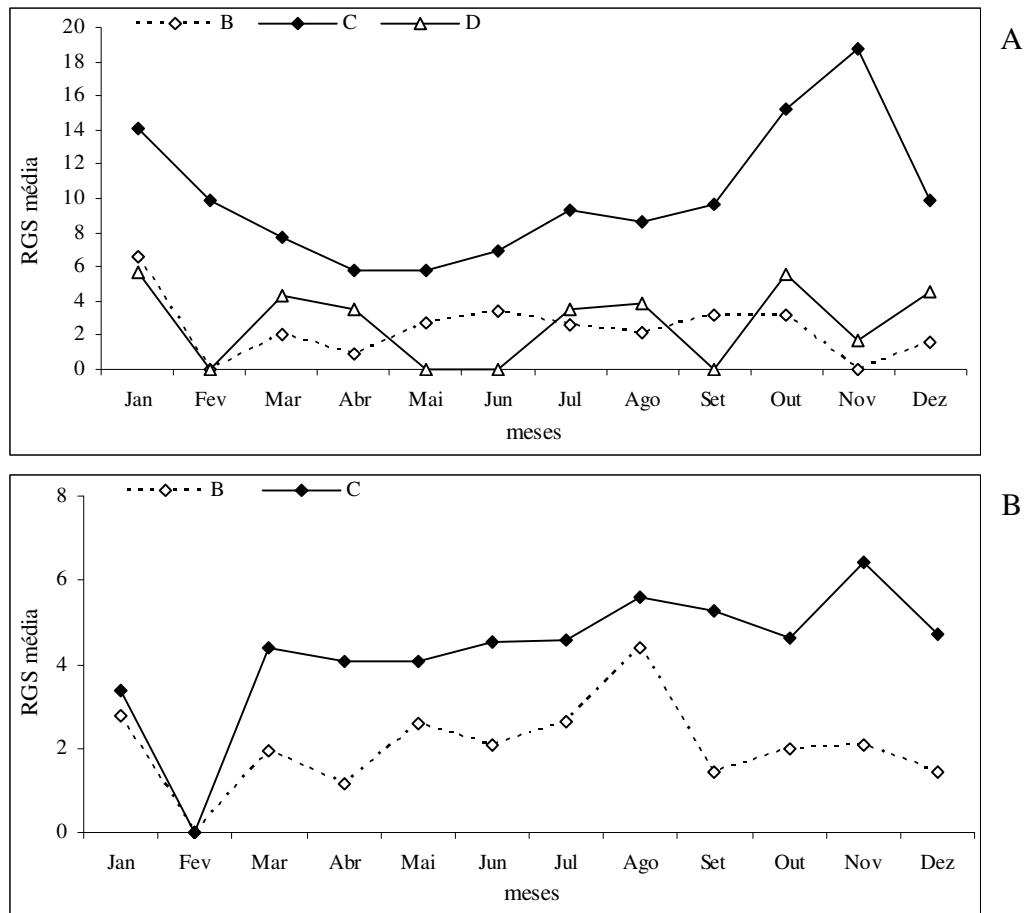


Figura 22: Relação gonadosomática (RGS) média para fêmeas (A) e machos (B) amostrados mensalmente no ribeirão Grande (B = gônadas em maturação, C = gônadas maduras e D = gônadas esgotadas).

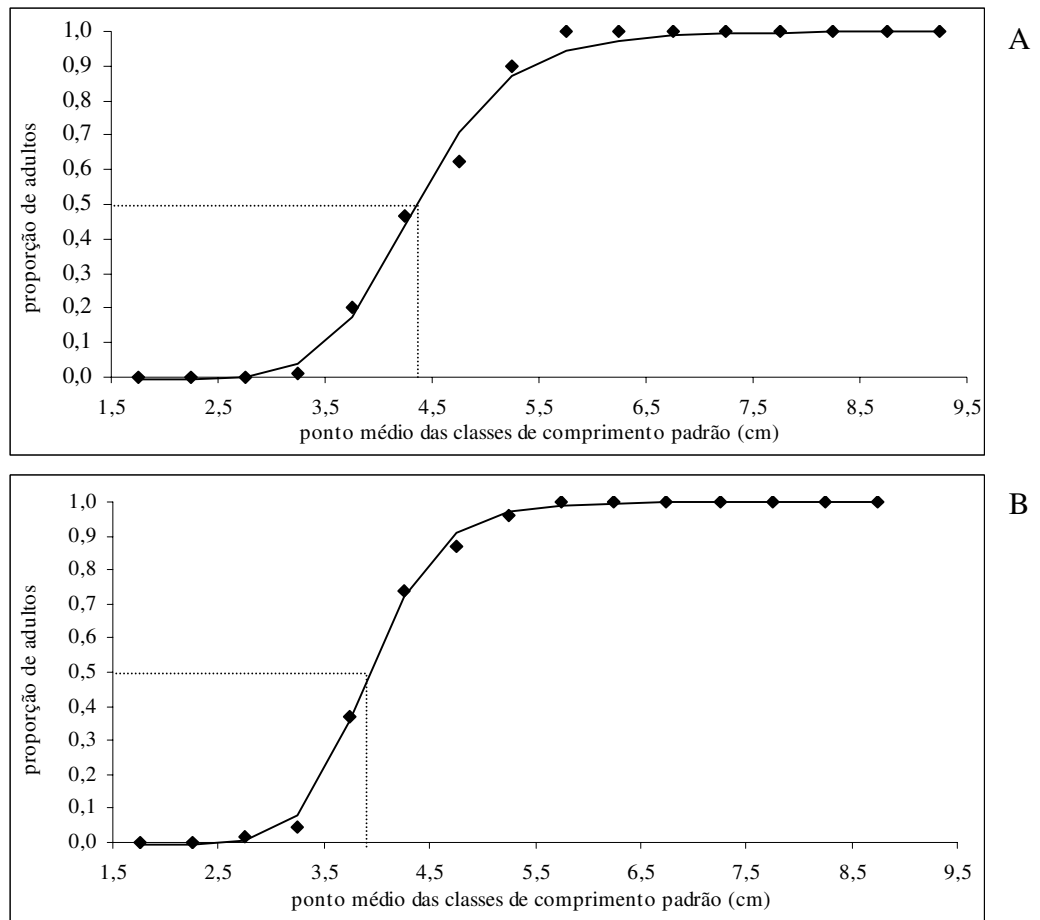


Figura 23: Proporção de fêmeas (A) e de machos (B) adultos em cada classe de comprimento padrão (pontos) e respectivos valores esperados (linha) para os indivíduos amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e de 2006.

4.4.2. Grau de gordura acumulada na cavidade visceral

A maioria dos peixes analisados apresentou a cavidade visceral parcialmente preenchida de gordura (48%), seguidos daqueles com a cavidade repleta (31%) e vazia (21%). As variações no acúmulo de gordura foram semelhantes ao verificado nos graus de repleção estomacal. Em todos os meses de coletas foi possível encontrar a cavidade repleta, principalmente em fevereiro, com ligeira queda nos meses seguintes. Peixes com a cavidade visceral parcialmente preenchida com gordura foram abundantes em todos os meses, com poucos registros em fevereiro, e com a cavidade sem gordura principalmente em janeiro e agosto (Figura 24). A quantidade de gordura acumulada na cavidade visceral de fêmeas foi maior em março e junho, com diminuição nos meses seguintes (Figura 25 A). Em machos, a gordura acumulada foi alta nos meses de março, abril e junho, decrescendo nos meses seguintes (Figura 25 B). Entre os imaturos, registrou-se gordura na cavidade visceral o ano todo, com exceção do mês de agosto (Figura 25 C).

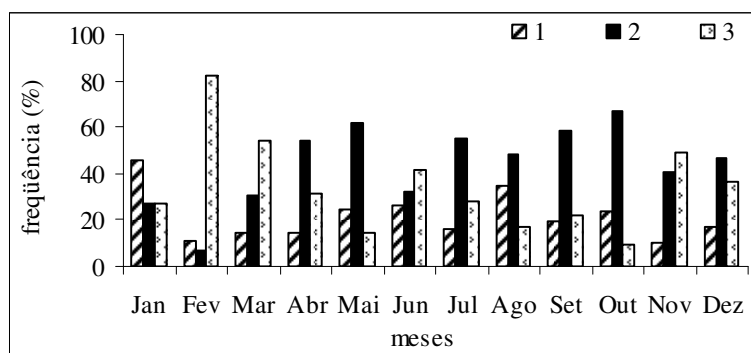


Figura 24: Frequência de indivíduos com a cavidade visceral sem gordura (1), parcialmente preenchida com gordura (2) e repleta de gordura (3), amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.

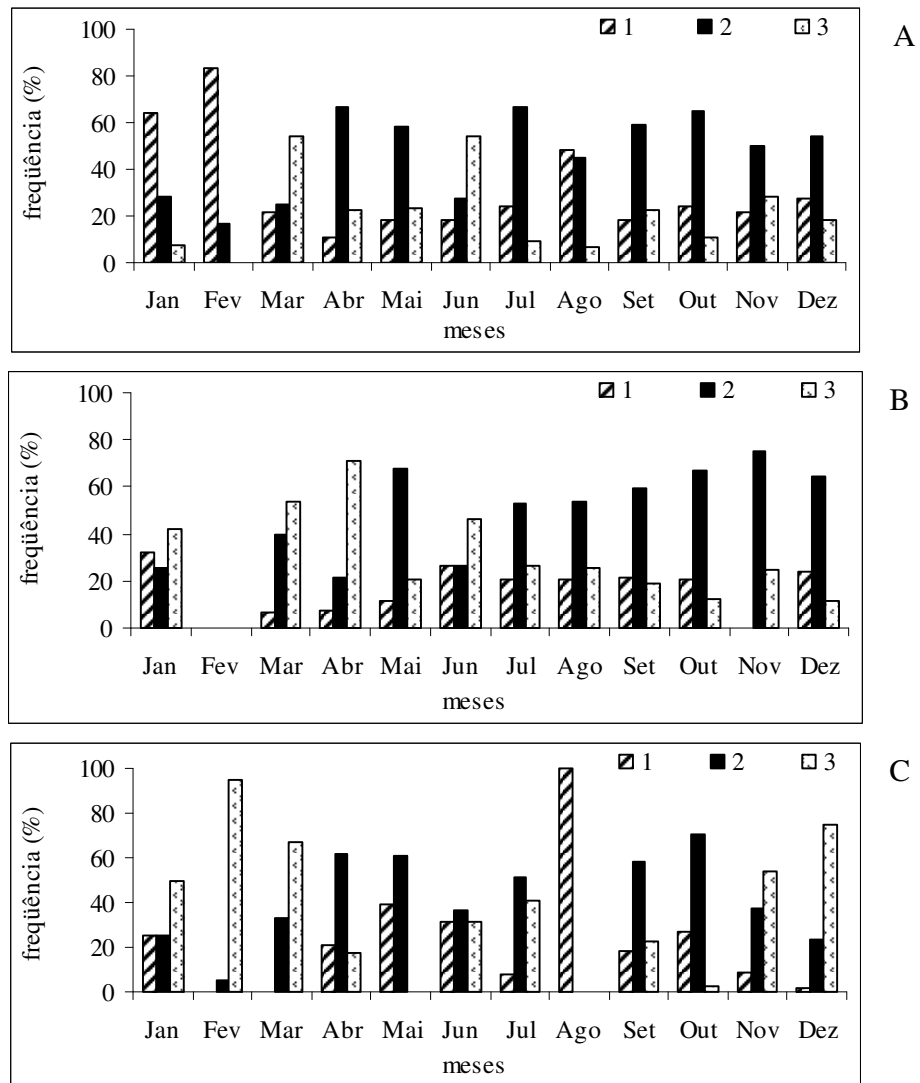


Figura 25: Frequência de fêmeas (A), machos (B) e imaturos (C) com a cavidade visceral sem gordura (1), parcialmente preenchida com gordura (2) e repleta de gordura (3), amostrados no ribeirão Grande nos anos de 2004 e 2006.

4.4.3. Condição corporal

A condição corporal foi analisada para cada sexo separadamente, pois é esperado que fêmeas e machos apresentem uma relação entre o peso e o comprimento distinta. Essa hipótese foi confirmada pelo modelo de análise de covariância (ANCOVA) descrito na Tabela 5. A interação significativa indica que a relação alométrica entre peso e comprimento é diferente para fêmeas e machos, sendo esta relação mais inclinada nas fêmeas (Figura 26 A e B).

A partir destes resultados, buscou-se identificar diferenças na relação entre o peso e o comprimento dentro de cada sexo, que estivessem associadas às épocas de mais e de menos chuvas, considerando ainda que as coletas foram realizadas ao longo de 2 anos. Assim em um modelo que incorporou os dois fatores (épocas e anos), as interações significativas observadas nas Tabelas 6 e 7, sugeriram que, para cada ano, a relação peso/comprimento foi diferente. Isto levou à simplificação do modelo final, incluindo-se apenas o efeito das duas variáveis de interesse direto na condição corporal da espécie, ou seja, as épocas (fatores) e o comprimento (covariável), para cada ano.

Tabela 5: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas e de machos, amostrados nos anos de 2004 e 2006 no ribeirão Grande ($n = 763$; $r^2 = 0,98$).

Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p
LnCP	378,480	1	378,480	28805,926	<0,001
Sexo	0,076	1	0,076	5,765	0,017
LnCP * Sexo	0,091	1	0,091	6,955	0,009
Resíduo	9,972	759	0,013		

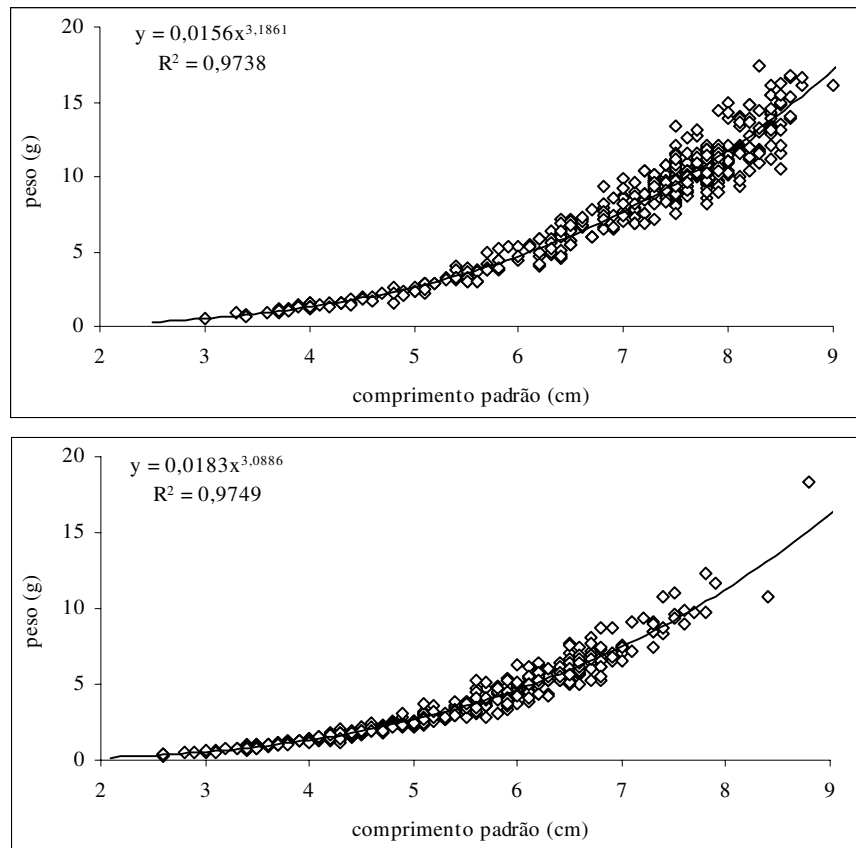


Figura 26: Relação peso e comprimento para as fêmeas (A) e para os machos (B) amostrados no ribeirão Grande, nos anos de 2004 e de 2006.

Tabela 6: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores) e nos anos de 2004 e 2006 (fatores) ($n = 398$; $r^2 = 0,98$).

Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p
LnCP	0,091	1	0,091	8,34	0,004
Ano	0,039	1	0,039	3,598	0,059
Época	0,001	1	0,001	0,054	0,817
LnCP * Ano	0,088	1	0,088	8,060	0,005
LnCP * Época	0,008	1	0,008	0,659	0,042
Época * Ano	0,001	1	0,001	0,054	0,816
LnCP * Época * Ano	0,007	1	0,007	0,661	0,417
Resíduo	4,261	390	0,011		

Tabela 7: Resultados da análise de covariância para o logaritmo, natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de machos, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores) e nos anos de 2004 e 2006 (fatores) ($n = 365$; $r^2 = 0,98$).

Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p
LnCP	0,036	1	0,036	3,195	0,075
Ano	0,006	1	0,006	0,556	0,456
Época	0,046	1	0,046	4,132	0,043
LnCP * Ano	0,034	1	0,034	2,986	0,085
LnCP * Época	0,065	1	0,065	5,761	0,017
Época * Ano	0,047	1	0,047	4,134	0,043
LnCP * Época * Ano	0,065	1	0,065	5,762	0,017
Resíduo	4,016	357	0,011		

Em 2004 não foram verificadas diferenças significativas da condição corporal entre as épocas de mais e de menos chuvas para nenhum dos sexos (Tabelas 8 e 9, Figura 27 A e B). Para 2006 observou-se uma relação alométrica diferente entre os períodos de mais chuvas e de menos chuvas tanto para as fêmeas (Tabela 8; $p = 0,030$) quanto para machos (Tabela 9; $p = 0,033$). Em ambos os casos, a inclinação da reta é mais elevada no período de mais chuvas (Figura 28 A e B).

Tabela 8: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de fêmeas, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), separando-se os anos de 2004 e 2006.

2004						2006				
n = 303; $r^2 = 0,97$						n = 95; $r^2 = 0,99$				
Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p	SQ	gl	QM	F	p
LnCP	85,010	1	85,010	7332,629	<0,001	37,406	1	37,406	4282,895	<0,001
Época	85,010	1	85,010	2,911	0,089	0,029	1	0,029	3,292	0,073
LnCP * Época	0,021	1	0,021	1,839	0,176	0,043	1	0,043	4,882	0,030
Resíduo	3,466	299	0,012			0,795	91			

Tabela 9: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural do peso (PT) (variável dependente) e do comprimento padrão (CP) (covariável) de machos, nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), separando-se os anos de 2004 e 2006.

2004						2006				
n = 215; $r^2 = 0,98$						n = 150; $r^2 = 0,97$				
Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p	SQ	gl	QM	F	p
LnCP	111,232	1	111,232	10240	<0,001	60,600	1	60,600	5131,227	<0,001
Época	0,004	1	0,004	0,341	0,560	0,051	1	0,051	4,327	0,039
LnCP * Época	0,013	1	0,013	1,185	0,278	0,055	1	0,055	4,620	0,033
Resíduo	2,292	211	0,011			1,724	146	0,012		

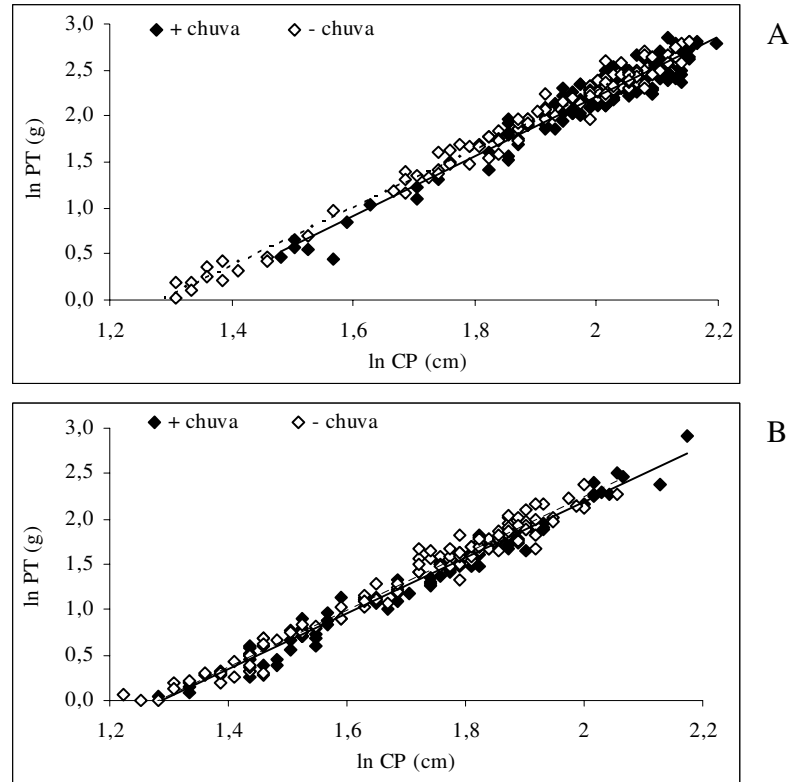


Figura 27: Regressões lineares entre os dados de comprimento padrão e peso total de fêmeas (A) e de machos (B) amostrados em 2004 no ribeirão Grande, nos períodos de mais chuvas (linha contínua) e de menos chuvas (linha pontilhada).

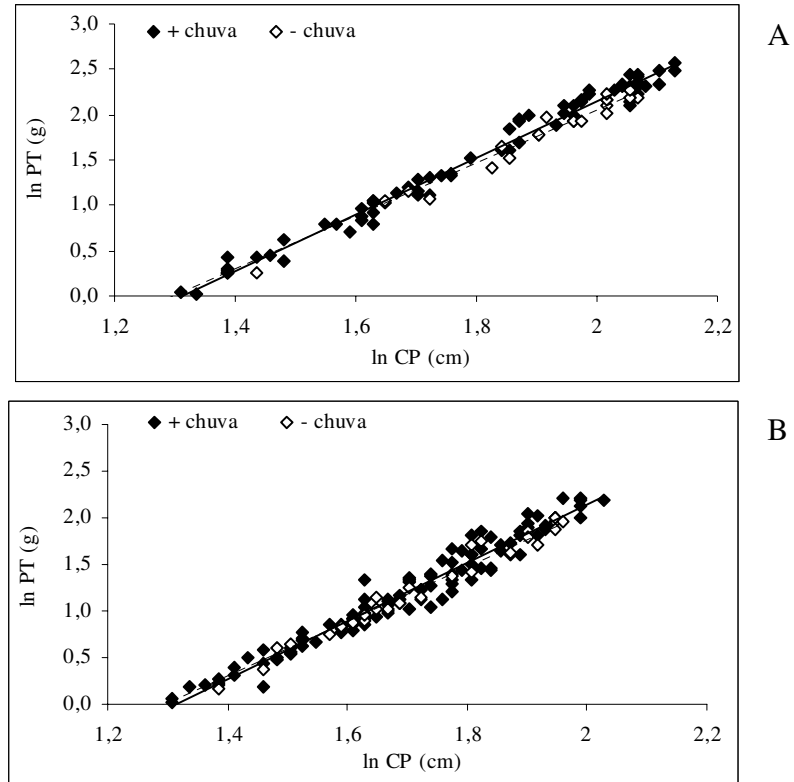


Figura 28: Regressões lineares entre os dados de comprimento padrão e peso total de fêmeas (A) e de machos (B) amostrados em 2006 no ribeirão Grande, nos períodos de mais chuvas (linha contínua) ($b_{\text{f}} = 3,13$; $b_{\text{m}} = 3,11$) e de menos chuvas (linha pontilhada) ($b_{\text{f}} = 2,93$; $b_{\text{m}} = 2,92$).

4.4.4. Fecundidade e desova

Foram analisados 255 pares de ovários maduros (C) e 1 parcialmente esgotado (D) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*. O número total de ovócitos (N'), que corresponde aos ovócitos em todas as fases de desenvolvimento, variou de 1.125 a 10.687 e a fecundidade real (N), que corresponde ao total de ovócitos que podem ser efetivamente eliminados durante a estação de desova, variou de 538 a 6.924 (média de 2.589), correspondendo a fêmeas de 5,4 e 8,4 cm de comprimento padrão, respectivamente. De acordo com a distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos, foram evidenciados 3 grupos, sendo o último referente ao par de ovários parcialmente esgotado (D). O diâmetro dos ovócitos variou de 61,2 a 1.346,4 μm (1 a 22 d.o.m.) e o tamanho a partir do qual os ovócitos tornam-se maduros foi considerado de 612 μm (10 d.o.m.). A análise dos grupos demonstra que a desova foi do tipo parcelada, evidenciada pela presença de 2 modas na frequência de distribuição dos diâmetros de ovócitos (Figura 29).

As regressões ordinária e geométrica, representadas na Figura 30, referem-se às relações entre a fecundidade absoluta (F) e as variáveis comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso das gônadas (PG) e relação gonadossomática (RGS). Nas regressões provenientes das fêmeas amostradas em 2004, verificou-se que os valores do coeficiente de correlação foram mais elevados nas relações entre $F \times PG$ ($r = 0,78$) e $F \times PT$ ($r = 0,63$) e em 2006 entre $F \times PG$ ($r = 0,89$), $F \times RGS$ ($r = 0,86$) e $F \times PT$ ($r = 0,74$) (Tabela 10). Com o teste de paralelismo das retas obtidas pelos ajustes ordinário e geométrico nos anos de 2004 e de 2006, verificou-se que para $F \times CP$ não houve diferença significativa nos valores dos coeficientes angulares. Nas regressões $F \times PT$ e $F \times RGS$, os valores dos coeficientes angulares foram diferentes e entre $F \times PG$ não houve diferença significativa (Tabela 10).

A análise de correlação parcial corrobora os resultados acima, demonstrando que as variáveis fecundidade e peso das gônadas são mais fortemente correlacionadas, independente dos valores de comprimento e de peso. O comprimento não esteve diretamente relacionado à fecundidade e isto ficou evidente, pois fixando-se o peso, o coeficiente de correlação entre $F \times CP$ não foi significativo. No entanto, mesmo retirando o efeito do peso das gônadas, o coeficiente de correlação parcial entre a fecundidade e o peso total foi significativo em ambos os anos (Tabela 11).

A análise de covariância considerou somente o peso das gônadas para “corrigir” o efeito da fecundidade média entre as épocas do ano, pois tais variáveis foram as que apresentaram maiores coeficientes de correlação. O resultado indicou que a fecundidade individual foi, em média, mais elevada no período de menos chuvas, em ambos os anos de coletas. As interações entre lnPG e época não foram significativas (Tabela 12; Figura 31 A e B).

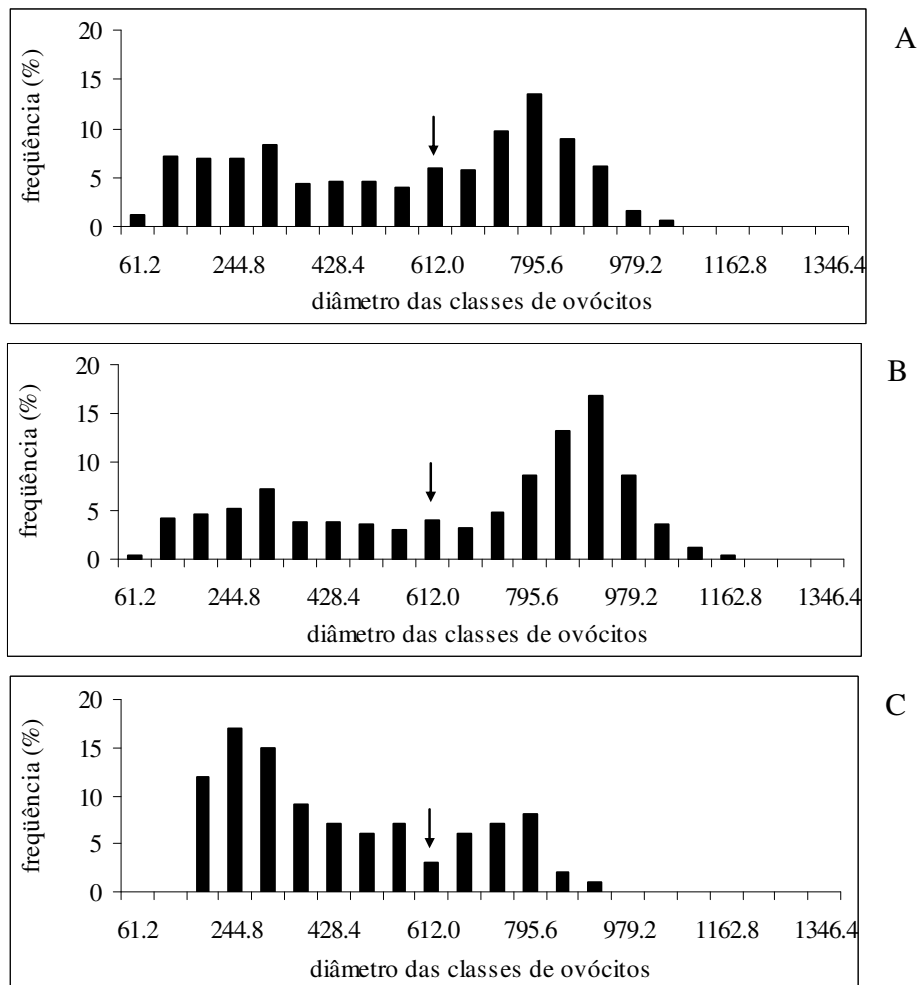


Figura 29: Distribuição das frequências relativas das classes de diâmetros de ovócitos (μm) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*. As setas indicam o tamanho a partir do qual os ovócitos tornam-se maduros. O lote estoque não está representado. A: Distribuição de frequência de ovários grupados que apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento de ovócitos em fase final de maturação (n = 103). B: Distribuição de frequência de ovários grupados que apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento de ovócitos maduros (n = 152). C: Distribuição de frequência de ovários que apresentaram ovócitos em fase de desova (n = 1).

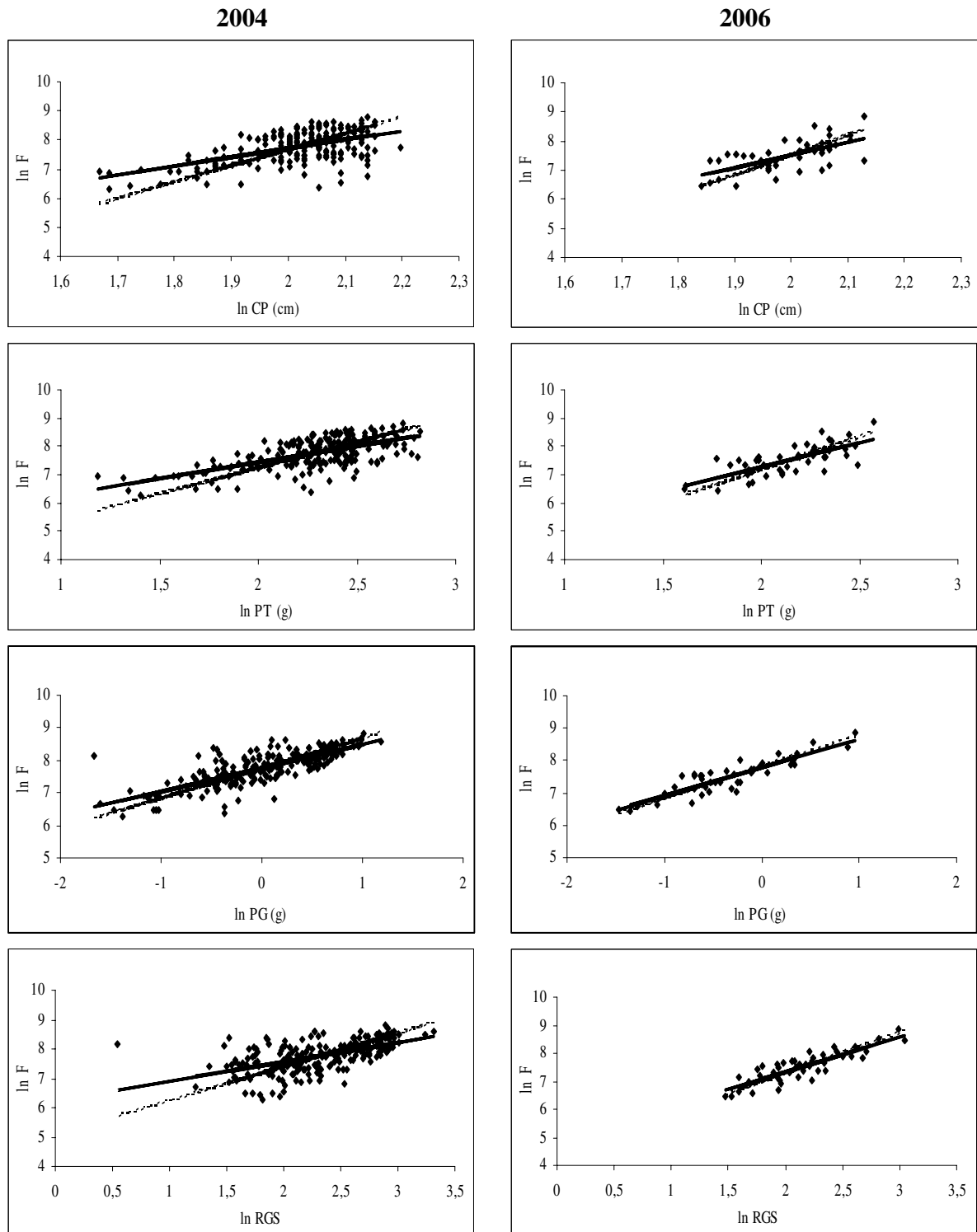


Figura 30: Ajustes ordinário (linha contínua) e geométrico (linha pontilhada) das regressões entre o logaritmo natural da fecundidade (F) e o logaritmo natural do comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso das gônadas (PG) e relação gonadossomática (RGS) nos anos de 2004 e 2006.

Tabela 10: Resultados das análises de regressão dos ajustes ordinário (RO) e geométrico (RG), relacionando-se a fecundidade (F) com o comprimento padrão (CP), o peso (PT), o peso das gônadas (PG) e a relação gonadossomática (RGS) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*, para os anos de 2004 e 2006 ($\alpha = 5\%$).

Ano	RO (ln)	r	S ² _{yx}	t _b	t _a	RG (ln)
2004 F/CP	y = 1,662 + 3,028x	0.547	0.195	0,153	0,007	y = -3,397 + 5,535x
2006 F/CP	y = -1,352 + 4,437x	0.646	0.175			y = -6,210 + 6,868x
2004 F/PT	y = 5,138 + 1,150x	0.633	0.167	0,042		y = 3,613 + 1,816x
2006 F/PT	y = 3,854 + 1,709x	0.737	0.137			y = 2,548 + 2,318x
2004 F/PG	y = 7,763 + 0,721x	0.782	0.109	0,06*		y = 7,761 + 0,921x
2006 F/PG	y = 7,790 + 0,875x	0.894	0.060			y = 7,822 + 0,978x
2004 F/RGS	y = 6,256 + 0,651x	0.570	0.189	0,01*		y = 5,115 + 1,142x
2006 F/RGS	y = 4,862 + 1,234x	0.857	0.080			y = 4,420 + 1,439x

* = variâncias heterogêneas;

RO (ln) = regressão ordinária usando logaritmo natural (ln);

r = coeficiente de correlação linear;

S²_{yx} = variância da regressão;

t_b = resultado do teste de paralelismo das retas;

t_a = resultado do teste entre os valores do intercepto;

RG (ln) = regressão geométrica usando logaritmo natural (ln).

Tabela 11: Resultados da análise de correlação parcial de primeira ordem para as variáveis fecundidade (F), peso das gônadas (PG), peso total (PT) e comprimento padrão (CP), nos anos de 2004 e de 2006.

Primeira etapa		Segunda etapa		Terceira etapa	
1. Fecundidade		1. Fecundidade		1. Fecundidade	
2. Peso das gônadas		2. Peso das gônadas		2. Peso total	
3. Peso total		3. Comprimento padrão		3. Comprimento padrão	
2004	2006	2004	2006	2004	2006
r _{12,3} = 0,33; p < 0,001	r _{12,3} = 0,01; p = 0,85	r _{12,3} = 0,69; p < 0,001	r _{12,3} = 0,81; p < 0,001	r _{12,3} = 0,41; p < 0,001	r _{12,3} = 0,48; p = 0,005
r _{13,2} = 0,21; p = 0,008	r _{13,2} = 0,63; p < 0,001	r _{13,2} = 0,22; p = 0,007	r _{13,2} = 0,01; p = 0,99	r _{13,2} = 0,16; p = 0,07	r _{13,2} = 0,09; p = 0,83
r _{23,1} = 0,65; p < 0,001	r _{23,1} = 0,77; p < 0,001	r _{23,1} = 0,25; p = 0,001	r _{23,1} = 0,42; p = 0,02	r _{23,1} = 0,91; p < 0,001	r _{23,1} = 0,85; p < 0,001

Tabela 12: Resultados da análise de covariância para o logaritmo natural da fecundidade (F) (variável dependente) e do peso das gônadas (PG) (covariável) nas épocas de mais e de menos chuvas (fatores), nos anos de 2004 e 2006.

2004						2006				
n = 210; r ² = 0,65						n = 44; r ² = 0,83				
Fontes de variação	SQ	gl	QM	F	p	SQ	gl	QM	F	p
LnPG	39,12	1	39,12	364	< 0,001	10,07	1	10,07	189	< 0,001
Época	2,36	1	2,36	20,8	< 0,001	0,30	1	0,30	5,73	0,02
LnPG * Época	0,0003	1	0,0003	0,003	0,96	0,11	1	0,11	2,08	0,16
Resíduo	22,15	206	0,11			2,12	40	0,05		

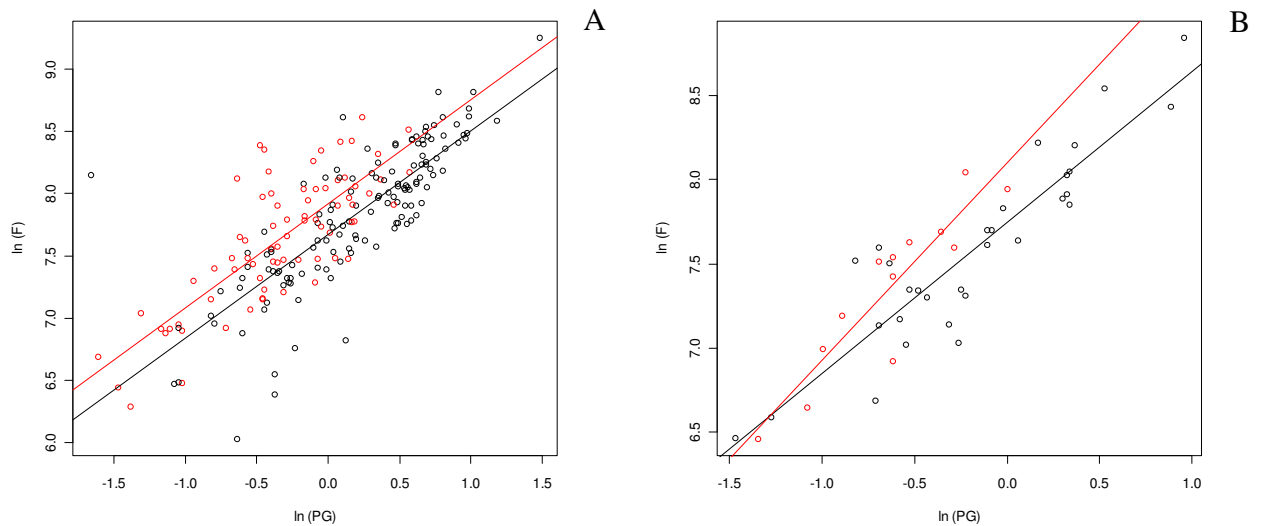


Figura 31: Regressões entre o logaritmo natural da fecundidade (F) e do peso das gônadas (PG) nas épocas de mais chuvas (preto) e de menos chuvas (vermelho), para os anos de 2004 (A) e 2006 (B).

4.4.5. Considerações gerais sobre a reprodução

A análise da dinâmica da reprodução, mostrada pela variação mensal dos estádios de maturidade gonadal, da relação gonadossomática, do grau de gordura acumulada na cavidade visceral e da condição corporal, demonstra que *Astyanax cf. scabripinnis paranae* tem uma atividade reprodutiva prolongada, sendo mais intensa no fim e começo do ano, período esse que corresponde ao de chuvas mais intensas. O recrutamento ocorre o ano todo, sendo mais intenso de setembro a dezembro. A desova é do tipo parcelada ou múltipla (sincrônica em mais de dois grupos).

4.5. Crescimento e mortalidade

A decomposição dos histogramas de frequência em curvas normais obtida pelo pacote computacional “MIXDIST” e pelo método de Bhattacharya foram semelhantes, mostrando que, nesse sentido, ambos geram resultados congruentes (Tabelas 13 e 14). Nos dois casos foram formadas 4 coortes no ano de 2004 e 3 no ano de 2006 (Figuras 32 e 33). Utilizando o pacote “MIXDIST” o número de coortes tem que ser pré-definido e assim, foi possível testar a qualidade do ajuste a diferentes números de coortes. A qualidade de cada ajuste foi medida por um teste de χ^2 . Desta forma, os valores de 4 coortes para 2004 e de 3 para 2006 foram aqueles que resultaram no menor valor de χ^2 . Entretanto, cabe ressaltar que para o ano de 2004, este ajuste foi estatisticamente diferente dos valores observados, considerando $\alpha = 5\%$ (Tabela 13).

Tabela 13: Média, desvio padrão (dp), proporção da população (pi) de cada coorte e resultado do teste de χ^2 , obtidos pelo pacote “MIXDIST” para os anos de 2004 e 2006.

	2004				2006		
coortes	1	2	3	4	1	2	3
média	2,64	4,55	6,21	7,65	2,61	5,35	7,32
dp	0,32	1,03	0,34	0,51	0,58	1,02	0,50
pi	0,26	0,29	0,12	0,33	0,58	0,33	0,09
	$X^2 = 13,76$; gl = 4; p = 0,008				$X^2 = 8,02$; gl = 6; p = 0,24		

Tabela 14: Média, desvio padrão (dp), tamanho da população (N), proporção da população (pi) e índice de separação (s.i.) de cada coorte obtida pelo método de Bhattacharya para os anos de 2004 e 2006.

	2004				2006		
coortes	1	2	3	4	1	2	3
média	2,50	4,39	6,29	7,76	2,41	4,97	6,80
dp	0,43	0,25	0,74	0,42	0,64	0,65	0,64
N (pi)	219 (0,27)	213 (0,26)	151 (0,18)	239 (0,29)	287 (0,53)	153 (0,28)	100 (0,19)
s.i.		5,56	3,84	2,53		3,97	2,84

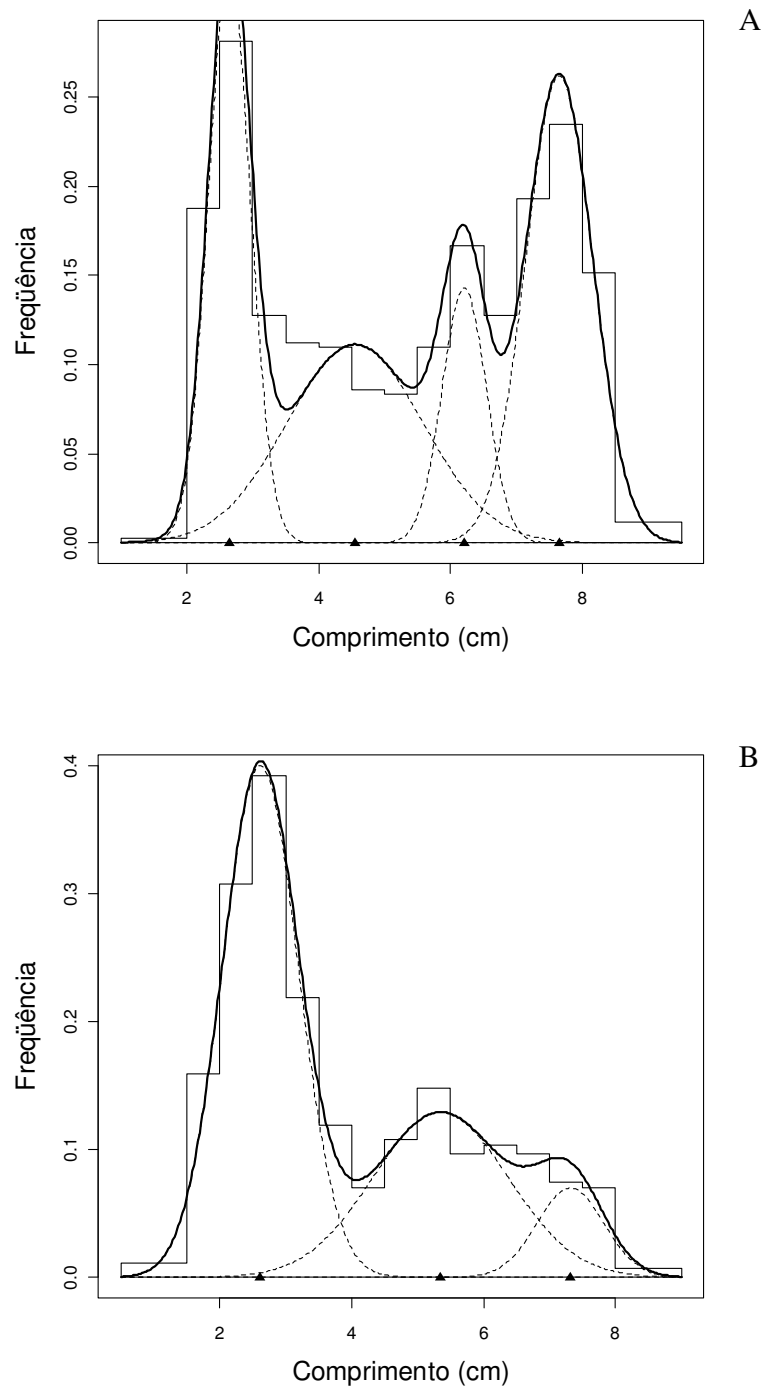


Figura 32: Coortes identificadas pelo pacote “MIXDIST” para a população de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* amostrada em 2004 (A) e em 2006 (B).

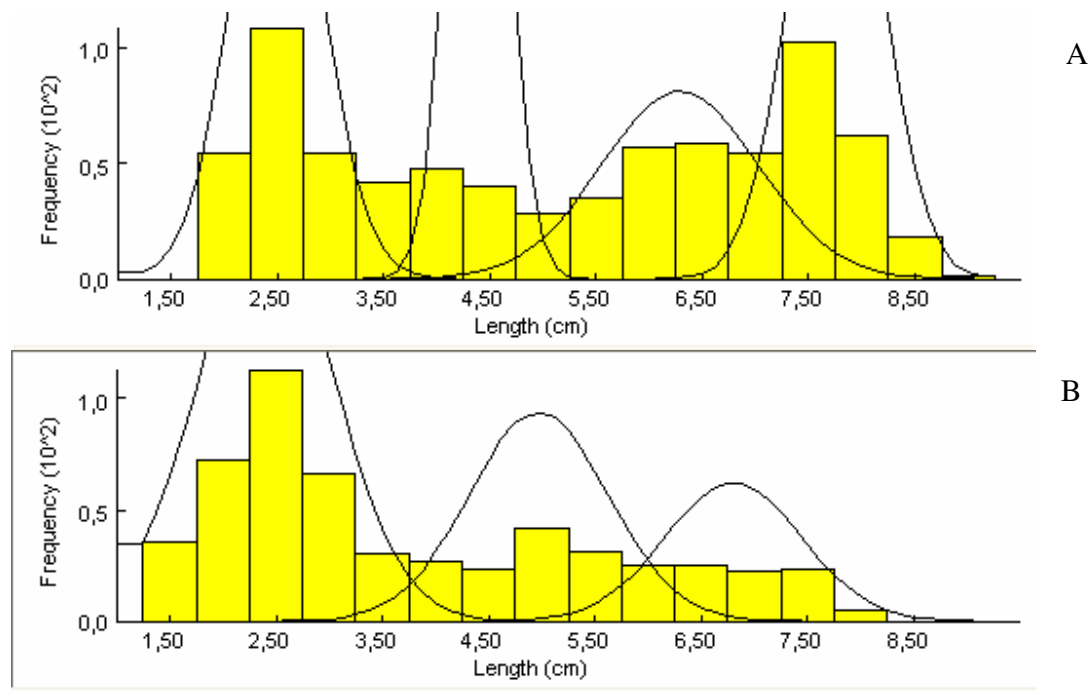


Figura 33: Coortes identificadas pelo método de Bhattacharya para a população de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* amostrada em 2004 (A) e em 2006 (B).

Os valores dos parâmetros de crescimento e da taxa de mortalidade natural (M) são apresentados na Tabela 15. Observa-se que os valores estimados para os anos de 2004 e 2006 foram semelhantes, sobretudo no que se refere à estimativa do L_{∞} .

Tabela 15: Valores do comprimento assintótico (L_{∞}) e idade hipotética quando o comprimento é 0 (t_0), taxa de crescimento (k) e mortalidade natural (M) de *Astyanax cf. scabripinnis paranae*, estimados para os anos de 2004 e 2006.

	2004	2006
L_{∞}	12,23 cm	12,39 cm
t_0	0,073 ano	0,278 ano
k	0,246 ano ⁻¹	0,328 ano ⁻¹
M	0,71 ano ⁻¹	0,79 ano ⁻¹

O procedimento de re-amostragem permitiu a estimativa da variabilidade dos tamanhos médios de cada coorte e do intervalo de confiança (95%) para os parâmetros de crescimento. As curvas obtidas para o comprimento médio das coortes apresentaram distribuições aproximadamente simétricas e semelhantes a uma distribuição normal (Figura 34). Para os parâmetros de crescimento, notou-se uma ligeira assimetria positiva para os valores de k e t_0 , sobretudo para o ano de 2006 (Figura 35 D, E e F). O intervalo de confiança para L_∞ foi de 11,3 a 13,5 cm para 2004 e de 10,2 a 14,1 cm para 2006 (Figura 35 A e B). Isto demonstra uma sobreposição entre os anos, que fica mais evidente quando analisada a Figura 36A. Os valores médios de k e t_0 foram mais baixos em 2004, no entanto, ainda há sobreposição nos intervalos de confiança para os dois anos (Figuras 35 e 36).

A relação decrescente entre os valores de L_∞ e k era um resultado esperado, visto que geralmente, estimativas de L_∞ maiores são associadas a taxas de crescimento mais baixas (Figura 37).

A taxa de mortalidade natural (M) seguiu os mesmos padrões que os parâmetros k e t_0 , apresentando menor intervalo de confiança em 2004, porém com valores sobrepostos aos de 2006 (Figuras 38 e 39).

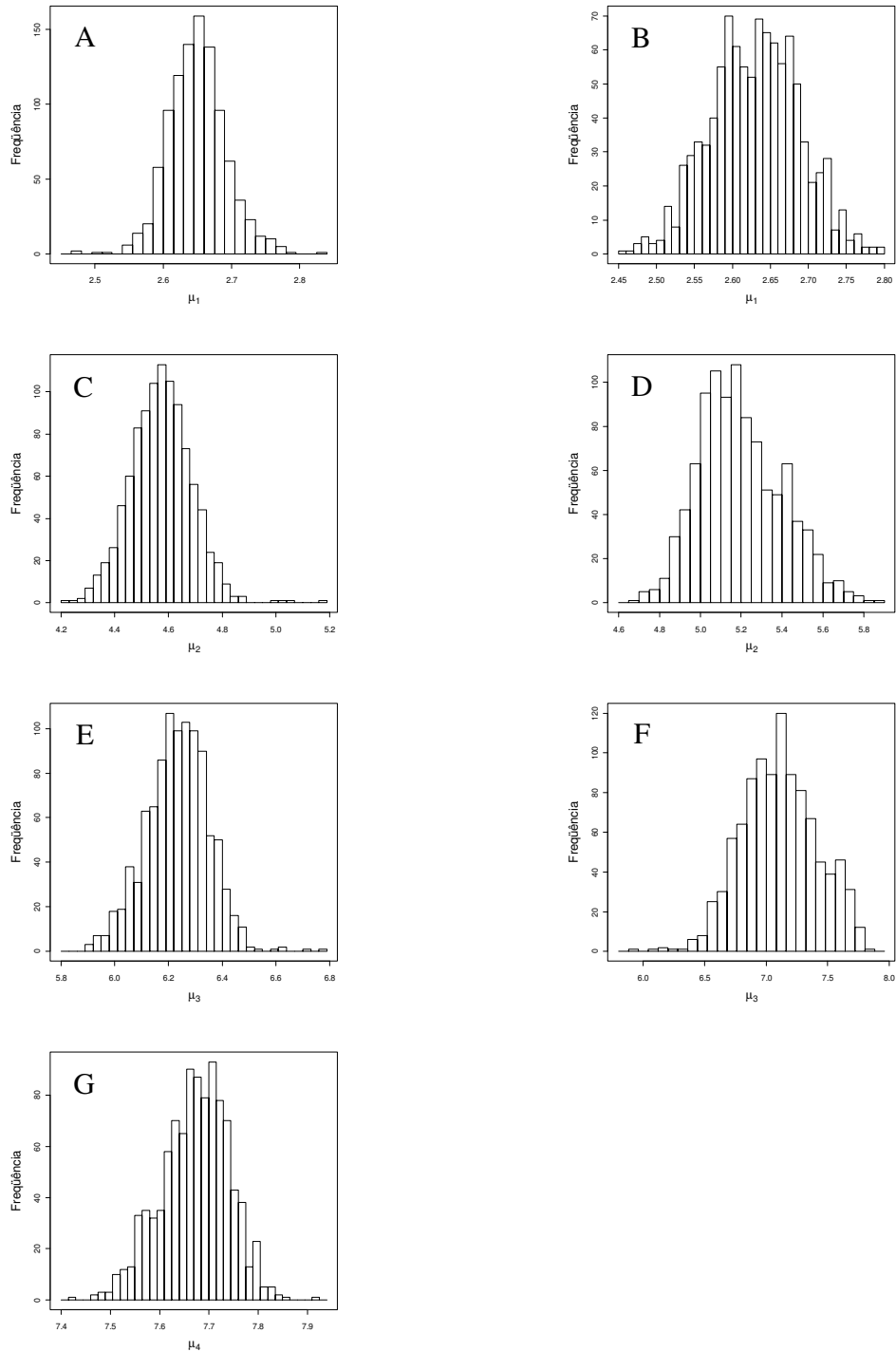


Figura 34: Distribuição de comprimento padrão (cm) das coortes obtidas no processo de re-amostragem para os anos de 2004 (A, C, E e G) e 2006 (B, D e F).

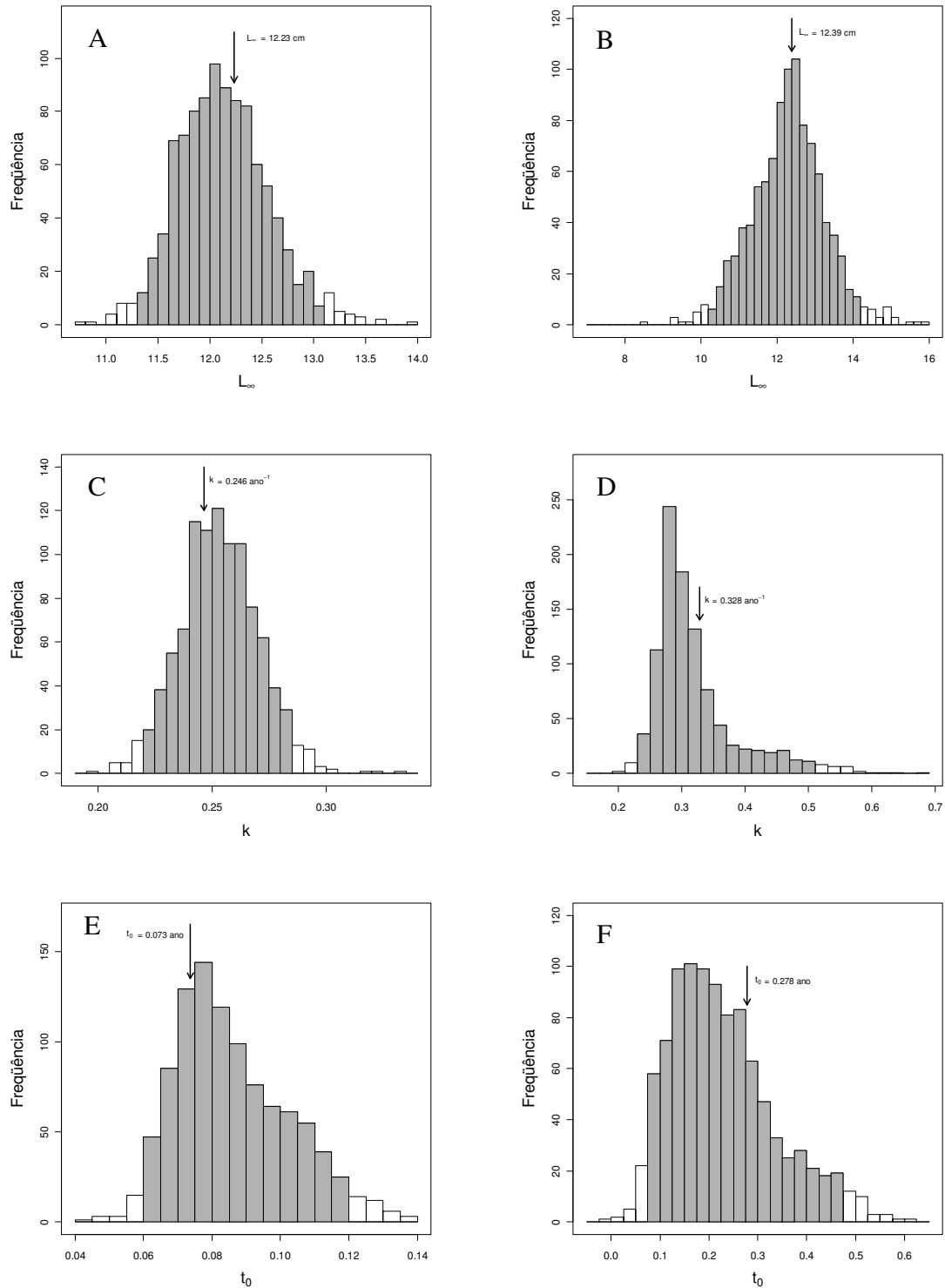


Figura 35: Distribuição dos parâmetros de crescimento obtidos no processo de re-amostragem para os anos de 2004 (A, C e E) e 2006 (B, D e F). As setas indicam os valores observados e as barras em preto o intervalo de confiança a 95%.

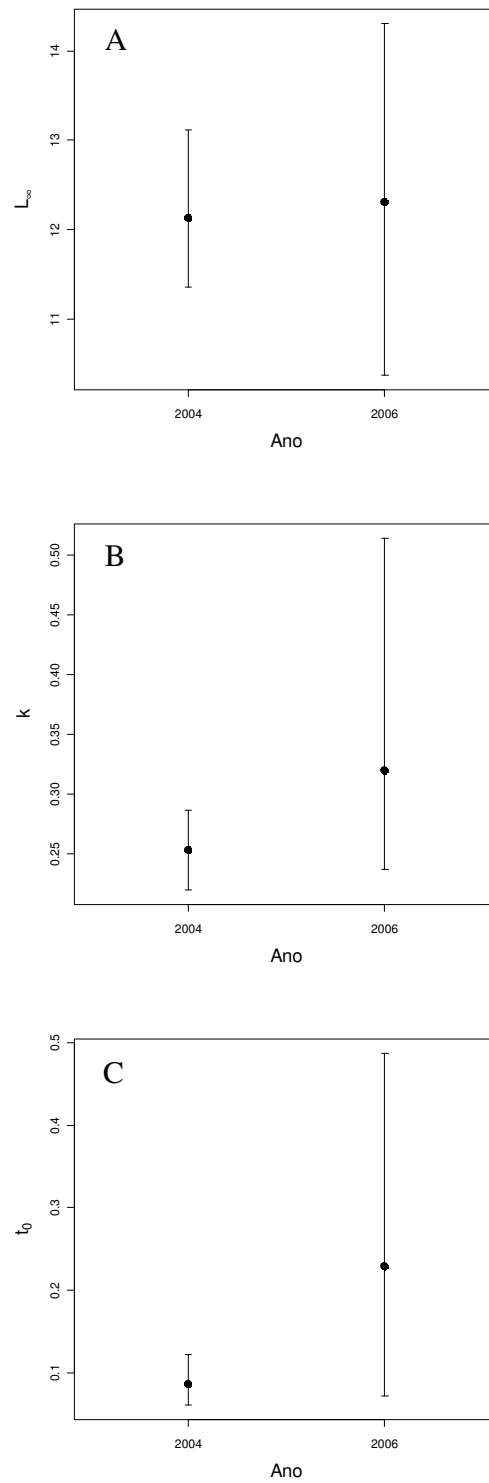


Figura 36: Valores médios e intervalos de confiança a 95% para os parâmetros L_{∞} , k e t_0 estimados para os anos de 2004 e 2006.

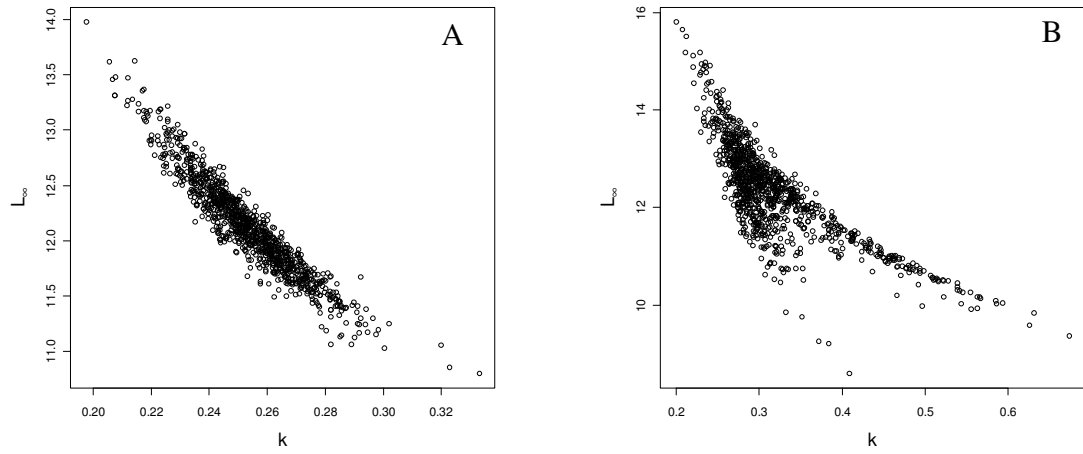


Figura 37: Relação entre o comprimento assintótico (L_{∞}) e a taxa de crescimento (k) estimados para os anos de 2004 (A) e 2006 (B).

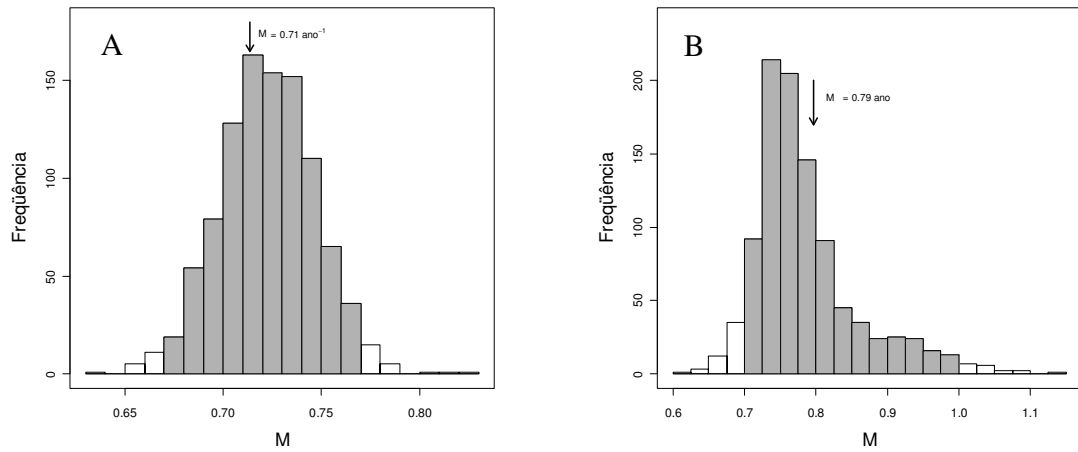


Figura 38: Distribuição das taxas de mortalidade natural (M) nos anos de 2004 (A) e 2006 (B) obtidas pelo processo de re-amostragem. As setas indicam os valores observados e as barras em preto o intervalo de confiança a 95%.

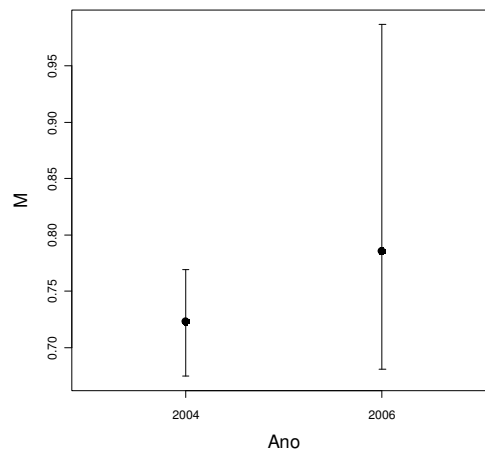


Figura 39: Valores médios e intervalo de confiança a 95% para as taxas de mortalidade estimadas nos anos de 2004 e 2006.

5. DISCUSSÃO

5.1. Caracterização ambiental

O termo riacho pode ser relacionado a corpos de água com dimensões físicas relativamente reduzidas, ordem menor ou igual a quatro, vegetação ripária densa, correnteza relativamente forte, fundo irregular formado por areia grossa, cascalho e rochas, água transparente e fria, alternância de poços e corredeiras e folhiço em decomposição acumulado no fundo (CASTRO, 1999; BARRELLA et al., 2000). No entanto, não há um conjunto exclusivo de características que definam os riachos, mas provavelmente a única característica em comum pela qual diversos autores reconhecem um corpo d'água como riacho seja o pequeno volume de água. O ribeirão Grande, situado a uma altitude de 757 m, constitui um riacho de cabeceira de ordem quatro, com água transparente, velocidade lenta, fundo constituído por areia, cascalho, seixo e matacões, com alguns trechos formando pequenas corredeiras, mata ciliar bem preservada e presença de macrófitas e troncos submersos. As macrófitas podem exercer forte influência sobre a estrutura da comunidade, por prover abrigo e alimento a invertebrados e peixes (UIEDA & CASTRO, 1999).

Apesar das características peculiares da Floresta Ombrófila Densa, como regimes de alta pluviosidade, sem estações bem definidas (BUCKUP, 1996), os resultados da análise de componentes principais (ACP) obtidos neste estudo, permitiram um agrupamento evidente entre os períodos de maior precipitação (outubro a abril) e de menor precipitação (maio a setembro). Ainda que estas análises tenham sido feitas apenas para o ano de 2004, a análise individual da Figura 6 e da Tabela 2 mostra que, embora as condições climáticas possam variar de um ano para outro, o padrão geral se mantém, corroborando os resultados de Tabarelli & Mantovani (1999) na mesma região. Como era esperado, as temperaturas do ar e da água seguiram os padrões de pluviosidade e umidade relativa, sendo mais elevadas no período de chuvas mais intensas. Este regime de precipitação tem efeitos diretos na variação sazonal da profundidade, tipo de fundo, correnteza e volume d'água de riachos de cabeceiras, tornando estes ambientes altamente instáveis (WOOTON, 1992; MATTHEWS, 1998). Após eventos de chuvas intensas, estes ambientes retornam rapidamente aos níveis anteriores de profundidade e velocidade da água,

geralmente com elevada transparência, mas com notórias mudanças estruturais (MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000; FRAGOSO, 2005). Ainda assim, em períodos de maior pluviosidade o nível médio de água se mantém mais elevado, geralmente atingindo a vegetação marginal, aumentando a disponibilidade de abrigos e recursos alimentares (TEIXEIRA et al., 2005). Portanto, espera-se que as comunidades bióticas encontradas nestes locais devam responder de alguma forma a estas mudanças estruturais.

Nos meses de maior intensidade de chuvas (outubro a abril), as mudanças descritas acima foram observadas no ribeirão Grande, evidenciadas principalmente pelo rápido aumento da profundidade. A maioria dos exemplares de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* foi coletada nestes meses, tanto indivíduos imaturos (sexo indiferenciado), como peixes nos demais estádios de desenvolvimento, o que provavelmente está relacionado ao aumento na disponibilidade de habitats e condições favoráveis à alimentação e reprodução. Além disso, no período de outubro a dezembro, as macrófitas *Potamogeton polygonus*, estavam bastante volumosas e vistosas, com uma coloração verde forte e com flores, o que provavelmente tem um efeito positivo na disponibilidade de abrigos para *A. cf. scabripinnis paranae* que se manteve associada a estas macrófitas em todas as coletas. Em ambientes de riachos, o aumento na abundância dos indivíduos no período chuvoso foi verificado em diversos estudos (CARAMASCHI, 1986; GARUTTI, 1988; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000; ORSI et al., 2004; CASATTI, 2005; FERREIRA & CASATTI, 2006).

Observou-se uma relação evidente entre temperatura e oxigênio, com o menor valor do teor de oxigênio (4,84 mg/L) amostrado em novembro, correspondendo ao mês de maior temperatura da água (22°C), e o maior teor de oxigênio (8,58 mg/L) em setembro, quando a temperatura média da água foi baixa (15°C). Ferreira & Casatti (2006) encontraram o mesmo padrão em um riacho no noroeste do estado de São Paulo, ressaltando que o aumento da temperatura, geralmente associado às épocas de maior precipitação, eleva o desprendimento de oxigênio para a atmosfera. Apesar destas relações, Caramaschi (1986), Fragoso (2000), Sá (2000) e Andrade (2004) verificaram que o teor de oxigênio dissolvido na água não foi um fator importante na distribuição de peixes e, segundo Allan (1995) em locais livres de poluentes, esta variável não deve ser um fator limitante para os organismos, sendo importante apenas em regiões onde o fluxo é baixo e as temperaturas elevadas.

O pH foi levemente ácido (entre 5 e 6; Figura 7B) e não esteve relacionado com a sazonalidade encontrada na região, o que fica evidente pela sua forte relação somente com o segundo eixo da ACP (Figura 5 e Tabela 1). Segundo Menezes et al. (2007) muitos tipos de florestas que ocorrem em área costeira cobrem o substrato de granito que não liberam quantidades substanciais de nutrientes solúveis às plantas tornando as águas pobres em minerais, pouco tamponadas e levemente ácidas. Ferreira & Petrere Jr. (dados não publicados) registraram valores de pH semelhantes (entre 4 e 6) para riachos de Mata Atlântica dentro do PESM – Núcleo Curucutu/SP. Portanto estes valores parecem ser comuns a este tipo de ambiente. Esteves (1998) ressalta que esta variável é muito importante para a caracterização de ambientes aquáticos, mas sua interpretação é difícil devido a influência de outros fatores. Segundo Allan (1995) valores baixos de pH podem ter um efeito deletério sobre a fauna de peixes quando a acidificação ocorre por um processo não natural. Nestas condições muitas espécies podem ser incapazes de regular o pH corpóreo que interfere na assimilação de oxigênio (MATTHEWS, 1998). No entanto, quando valores baixos de pH ocorrem de forma natural no ambiente, espera-se que as espécies não sejam prejudicadas por níveis levemente ácidos (HENDERSON & WALKER, 1986).

Segundo Caramaschi (1986) *Astyanax scabripinnis* é uma espécie considerada típica de riachos de cabeceiras e além de sua tolerância à variação dos fatores abióticos, a competição com lambaris congêneres talvez seja um fator preponderante em seu potencial de dispersão para além das áreas de cabeceiras. Segundo a autora a medida que o volume de água aumenta ocorre a substituição por outras espécies de *Astyanax*. Riachos de encosta são ambientes frágeis e comportam populações pequenas em número de espécies e abundância de indivíduos (BRAGA & ANDRADE, 2005). Este fato pode dificultar a coexistência de duas espécies congêneres num mesmo trecho de cabeceira. Teixeira et al. (2005) no estudo sobre ocorrência e ecologia trófica de *A. scabripinnis*, *A. eigenmanniorum*, *A. altiparanae* e *A. fasciatus* em quatro trechos da bacia do rio Tibagi/PR, encontraram cada uma constante em um dos trechos, com *A. scabripinnis* restrita a rios de menor porte. No levantamento da ictiofauna do Núcleo Santa Virgínia, Gomiero & Braga (2006b) amostraram as espécies *A. bimaculatus* e *A. parahybae*, somente em rios de maior ordem e volume. No ribeirão Grande, a única espécie pertencente a este gênero foi *A. cf. scabripinnis paranae*.

A presença de *A. scabripinnis* em riachos de pequeno porte foi verificada por Bizerril (1999) na bacia do rio Paraíba do Sul, por Castro & Casatti (1997) e Pavanelli & Caramaschi

(2003) na bacia do alto rio Paraná, por Vilella et al. (2002) no rio Maquine/RS, por Andrade (2004) e Ingenito & Buckup (2007) em rios da Serra da Mantiqueira/SP e por Carmassi (2008) na bacia do rio Passa-Cinco/SP. A especificidade quanto à ocupação de ambientes de cabeceira parece ser um padrão comum para a espécie. Como uma exceção, Uieda & Barreto (1999) encontraram-na distribuída ao longo de todo um gradiente altitudinal no rio Capivara, bacia do Tietê/SP.

Nas amostragens no Núcleo Santa Virgínia, a presença de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* predominantemente em cabeceiras de riachos ficou bem evidenciada. Concomitantemente ao estudo da população de lambaris do ribeirão Grande, Gomiero & Braga (2006b) realizaram um estudo sobre a diversidade da ictiofauna neste mesmo núcleo, amostrando os rios Paraibuna, Ipiranga e o ribeirão Grande. Ao longo de um ano de estudo (2004), realizando amostragens mensais nos três locais e utilizando os mesmos apetrechos de pesca, os autores coletaram apenas um e dois exemplares de *A. cf. scabripinnis paranae* nos rios Paraibuna e Ipiranga, respectivamente, enquanto no ribeirão Grande foram coletados 847 indivíduos. O rio Paraibuna é maior, mais profundo e com trechos menos sombreados pela vegetação que os demais, e no rio Ipiranga há trechos com fortes corredeiras, seguidas de poços profundos, grande matacões e densa vegetação ciliar (Souza, U.P. observação pessoal). Contudo, apenas no ribeirão Grande cuja bacia constitui-se em áreas de cabeceira do divisor Paraibuna-Paraitinga (SÃO PAULO, 1998), a espécie foi abundante e presente em todos os meses de coleta.

Em muitos sistemas lóticos, os trechos superiores apresentam uma diversidade de habitats menor do que os trechos inferiores (UIEDA & BARRETO, 1999). O aumento de diversidade na direção montante-jusante deve-se principalmente ao aumento na disponibilidade de habitats (VANNOTE et al., 1980). A topografia também exerce uma forte influência sobre a distribuição longitudinal das espécies de peixes. Locais escarpados e com alta declividade, em geral possuem um grupo de espécies restrito a áreas de cabeceira, enquanto em rios de relevo suave, esta divisão não é tão pronunciada (BALON & STEWART, 1983; CARAMASCHI, 1986; DEUS, 1999). Segundo Angermeier & Karr (1983) a distribuição de peixes pequenos, como os que ocorrem em regiões de cabeceira, está mais relacionada com a abundância do recurso alimentar.

Características como o tamanho e o grau de isolamento em pequenos riachos levam ao aumento no endemismo das espécies (CASTRO, 1999). Assim, é grande a necessidade de

estudos sobre a biologia das espécies nestes ambientes, relativamente frágeis e cujos impactos por ações antrópicas podem causar danos irreversíveis.

5.2. Estrutura da população

A maioria dos peixes foi coletada em meses correspondentes ao período de chuvas mais intensas, tanto imaturos (sexo indiferenciado), como fêmeas e machos, com maior ocorrência dos imaturos em setembro, novembro e dezembro e dos adultos em março, outubro e dezembro. Nos meses de janeiro, março, agosto e outubro foram capturados indivíduos maiores e nos meses seguintes a estes, uma grande quantidade de peixes nas menores classes de comprimento. Nos meses de maio, junho e julho (período menos chuvoso), este padrão não foi observado (Figuras 12 e 13). Estes aspectos podem refletir épocas de maior recrutamento e atividade reprodutiva, como será discutido posteriormente.

A proporção sexual de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* no ribeirão Grande foi de 1:1 considerando os anos conjuntamente, o que é esperado entre os peixes sob a hipótese simples de que os sexos não são suscetíveis a efeitos diferenciados de natalidade, mortalidade e crescimento (NIKOLSKYII, 1969; VAZZOLER, 1996). Entretanto, observando-se os anos separadamente, verificou-se uma completa inversão de padrões, com fêmeas predominando em 2004 e machos em 2006.

Na literatura, a proporção sexual de 1:1 em *A. scabripinnis* foi encontrada somente por Sá (2000) em riachos da bacia do rio São Francisco/MG. Barbieri (1992c), Frágoso (2000) e Abilhoa (2007) descrevem populações com o predomínio de fêmeas, enquanto Veregue & Orsi (2003) encontraram um predomínio de machos. Em estudos com outras espécies do gênero, a proporção sexual de 1:1 foi encontrada por Rodrigues et al. (1989) para *A. bimaculatus* em uma represa do rio Tietê/SP, por Gurgel (2004) para *A. fasciatus* no rio Ceará Mirim/RN, por Orsi et al. (2004) para *A. altiparanae* em dois trechos do rio Paranapanema/PR e por Mazzoni et al. (2005) para *A. janeiroensis* no rio Ubatiba/RJ.

A partir destas citações e dos resultados encontrados neste estudo, supõe-se que a proporção sexual num dado instante possa ser altamente variável, ou seja, a população pode

passar por períodos onde um ou outro sexo seja mais abundante, sem que isto reflita em situações desfavoráveis para a manutenção da população a longo prazo. Isto corrobora a impressão de que não é possível determinar um padrão geral para *Astyanax scabripinnis* (FRAGOSO, 2000), pois em curto prazo, esta poderia variar entre locais e de um ano para outro na mesma população (NIKOLSKII, 1969). Interessa, portanto, descobrir se a longo prazo e considerando as variações anuais, a proporção média se manteria próxima ao esperado pela hipótese mais simples (1:1). Neste caso, não seria necessário que a espécie desenvolvesse mecanismos para compensar as diferenças na proporção sexual, como por exemplo, maior tamanho de testículo devido a competição por esperma, em situações onde ocorre um predomínio de fêmeas na população (GOMIERO & BRAGA, 2007c). No ribeirão Grande, considerando uma análise temporal mais ampla (2004 e 2006), verificou-se que não existem evidências para se considerar uma proporção sexual consistentemente diferente de 1:1, ainda que estes resultados estejam baseados em apenas dois anos de coletas.

O comprimento padrão máximo de 9,0 cm encontrado no presente estudo (10,5 cm de comprimento total) enfatiza o tamanho reduzido encontrado nas espécies de peixes de riachos que, segundo Castro (1999), apresentam em geral comprimentos inferiores a 15 cm. O pequeno porte, aliado a outras características como a redução de gônadas, perda da bexiga natatória, estruturas para fixação e estabilização (odontodes, espinhos e nadadeiras peitorais expandidas) (BRAGA, 2004), permitem uma ocupação de micro-habitats específicos em ambientes com dimensões físicas reduzidas (CASTRO, 1999).

O tamanho médio de fêmeas ($\bar{x} = 6,98$ cm, $dp = 1,30$ cm) foi estatisticamente maior que o de machos ($\bar{x} = 5,41$ cm, $dp = 1,18$ cm), bem como o formato das distribuições de comprimento. Na Figura 10A, observa-se uma forte assimetria à esquerda, com o predomínio de fêmeas nas maiores classes (7,0 a 8,5 cm), e com poucos indivíduos nas classes de 3,0 a 6,5 cm. Os machos apresentaram uma distribuição simétrica ao redor da média, sem uma moda evidente, sendo mais abundantes nas classes de 4,0 a 6,5 cm (Figura 10B). Entre os imaturos, houve um predomínio nas classes de 1,5 a 3,5 cm, com ligeira assimetria à direita (Figura 10C). O predomínio de fêmeas nas maiores classes e de machos nas classes intermediárias em *A. scabripinnis* foi verificado também nos estudos de Barbieri (1992c), Fragoso (2000), Sá (2000) e Abilhoa (2007). O maior tamanho corpóreo das fêmeas parece ser uma característica comum para as espécies da família Characidae, tendo sido verificado em *A. bimaculatus* (RODRIGUES et al., 1989), *A.*

altiparanae (ORSI et al., 2004), *A. fasciatus* (GURGEL, 2004), *A. janeiroensis* (MAZZONI et al., 2005), *Moenkhausia intermedia* (HOJO et al., 2004) e *Bryconamericus microcephalus* (MAZZONI & SILVA, 2006).

Segundo Orsi et al. (2004) as diferenças na distribuição de comprimentos das mesmas espécies amostradas em diferentes regiões, podem estar relacionadas às características ambientais de cada local, bem como à predação, disponibilidade de alimento, fecundidade e à mortalidade, agindo de forma diferenciada na estrutura das populações. A estrutura em comprimento é uma característica flexível dentro dos limites de cada espécie, podendo refletir um ajuste às mudanças do meio, visando um investimento nas condições de sobrevivência (NIKOLSKII, 1969).

Na literatura, os maiores exemplares de *Astyanax scabripinnis* tiveram comprimento total (CT) de 9,0 cm (BARBIERI, 1992c), 9,1 cm (FRAGOSO, 2000) e 8,9 cm (ABILHOA, 2007). Sá (2000) encontrou resultados similares a estes, com comprimento padrão (CP) máximo de 6,5 cm e 8,0 cm em dois diferentes riachos na bacia do rio São Francisco/MG. Verifica-se assim, que os exemplares de *A. cf. scabripinnis paranae* amostrados no ribeirão Grande apresentaram maiores comprimentos (CP = 9,0 cm; CT = 10,5 cm) se comparados aos comprimentos encontrados na literatura para a espécie, o que pode sugerir um ambiente mais preservado que aqueles estudados nos demais trabalhos. Outra indicação neste mesmo sentido é proveniente do formato da distribuição de classes de comprimento, sobretudo no que se refere à forte assimetria negativa para as fêmeas e o predomínio destes indivíduos nas maiores classes (7,0 e 8,5 cm) (Figura 10). Assim, com um maior número de fêmeas predominando nas maiores classes de comprimento, pode haver vantagens no aumento da fecundidade total da população. Nos trabalhos de Barbieri (1992c), Sá (2000) e Abilhoa (2007), as distribuições de comprimento para as fêmeas não somente apresentaram uma menor média, como também são altamente simétricas, com um número reduzido de indivíduos em classes de comprimento superiores a 7,5 cm. A vantagem de fêmeas atingirem maiores comprimentos está principalmente relacionada ao fato de a fecundidade aumentar com o tamanho do indivíduo (NIKOLSKII, 1969; WOOTON, 1992). No entanto, em ambientes alterados, pode-se esperar que os maiores indivíduos na população sejam os mais afetados. Este fato é bem documentado em estudos com espécies de importância econômica atingidas pela sobrepesca (MATEUS, 2003), mas permanece pouco abordado em espécies de pequeno porte e sem interesse comercial.

5.3. Estudo da dieta

A atividade alimentar de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* no ribeirão Grande foi considerada alta, com fêmeas, machos e imaturos alimentando-se constantemente ao longo dos dois anos de coletas, o que provavelmente está relacionado à elevada disponibilidade de alimento no riacho. Gomiero et al. (2007b) encontraram o mesmo padrão para *Rhamdia quelen* no ribeirão Grande e em outros rios do Núcleo Santa Virgínia. Ferreira (2004) considerou a atividade alimentar de *A. scabripinnis paranae* elevada para a maioria dos córregos estudados na bacia do rio Passa-Cinco/SP. Braga (2006) estudando riachos na serra da Mantiqueira/SP verificou que quando a fonte alimentar mantém-se constante o ano todo, a atividade alimentar das espécies ocorre de maneira contínua ao longo do ano, inclusive no período reprodutivo. Barbieri (1992a) encontrou estômagos repletos na espécie no córrego do Fazzari/SP durante todo o período de estudo, com maiores valores do índice de repleção estomacal nos meses que antecederam o período reprodutivo. A redução da atividade alimentar no período reprodutivo foi verificada em *A. bimaculatus* (NOMURA, 1975a; COSTA & BRAGA, 1993; SANTOS et al., 1995), *A. fasciatus* (NOMURA, 1975a), *A. schubarti* (NOMURA, 1975a; COSTA & BRAGA, 1993) e *Moenkhausia intermedia* (COSTA & BRAGA, 1993). Em ambientes de Mata Atlântica, onde a sazonalidade não é bem marcada, os recursos alimentares parecem ser mais constantes do que em outros ambientes, sem nenhum acréscimo ou decréscimo pronunciado (GOMIERO et al., 2007b). Assim, quando a disponibilidade do recurso é alta, as espécies podem utilizá-lo oportunisticamente de forma generalista (DEUS & PETRERE JR., 2003). Este parece ser o padrão para *A. cf. scabripinnis paranae* que consumiu diferentes itens alimentares disponíveis no ribeirão Grande ao longo dos dois anos.

Em ambientes de riacho a mata ciliar desempenha importantes funções na manutenção do ecossistema aquático. Nestes locais, onde o volume de água é relativamente reduzido, a influência da vegetação ripária é maior do que em rios mais volumosos. A presença da mata ciliar é fundamental para (1) evitar erosões do solo, impedindo o assoreamento do leito do rio, (2) proteger o rápido escoamento superficial, amenizando os efeitos das chuvas torrenciais, (3) fornecer matéria orgânica, que constitui substrato para a fixação de algas e perífiton e alimento para invertebrados aquáticos, (4) manter a qualidade da água por meio da filtragem de substâncias e (5) contribuir com material alóctone, principalmente insetos e material vegetal

(BARRELLA et al., 2000), que constituem a dieta da maioria das espécies de peixes destes locais (GOMIERO et al., 2008a).

A mata ciliar regula a incidência solar no ecossistema aquático, sendo que sua ausência pode ter efeitos negativos para o sucesso da reprodução, relacionados à falta de sincronia entre o aumento da temperatura da água e o regime de chuvas, efeitos no reconhecimento de parceiros, aumento da taxa de mortalidade de ovos e larvas, fuga de predadores, estrutura do hábitat e dinâmica trófica, além de efeitos diretos nas taxas metabólicas e de resistência a doenças (PUSEY & ARTHINGTON, 2003). Caramaschi (1986) sugeriu o papel do sombreamento como refúgio para Tetragonopterinae e Cheirodontidae, tendo observado pequenos cardumes refugiando-se em locais mais sombreados, após terem sido perturbados. No ribeirão Grande, os exemplares de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* foram coletados em bancos de macrófitas ou em áreas marginais abrigadas, rasas e bastante sombreadas, levando a inferir que o dorso mais escuro seja uma coloração críptica utilizada pelos lambaris em locais sombreados para a proteção.

Em riachos de cabeceira, a vegetação ripária desempenha importante papel sobre a ecologia alimentar de peixes, pois como a incidência de luz é menor, há uma redução na produtividade primária (VANNOTE et al., 1980; HENRY et al., 1994; REZENDE & MAZZONI, 2003) e a principal fonte de energia passa a ser proveniente de vegetais e invertebrados terrestres (WOOTON, 1992). No ribeirão Grande, *A. cf. scabripinnis paranae* consumiu itens de origem animal e vegetal, com apenas insetos (fragmentos) classificado como secundário segundo o método do grau de preferência alimentar (GPA; BRAGA, 1999b), caracterizando uma dieta onívora, com tendência a insetivoria. Este hábito foi verificado em diversos estudos referentes à dieta de *A. scabripinnis* (BARBIERI, 1992a; CASTRO & CASATTI, 1997; UIEDA et al., 1997; VILLELA et al., 2002; ANDRADE, 2004; FERREIRA, 2004; CASTRO et al., 2004; MOTTA & UIEDA, 2004a; ABILHOA, 2007). No gênero *Astyanax*, a dieta onívora ocorreu em *A. bimaculatus* (NOMURA, 1975a; ARCIFA et al., 1991; COSTA & BRAGA, 1993; ESTEVES, 1996; HARTZ et al., 1996; LUIZ et al., 1998; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; ANDRIAN et al., 2001; LUZ et al., 2001; VILLELA et al. 2002; ANDRADE, 2004), em *A. fasciatus* (NOMURA, 1975a; ARCIFA et al., 1991; ESTEVES, 1996; VILLELA et al., 2002; CASTRO et al., 2004), em *A. schubarti* (NOMURA, 1975a; COSTA & BRAGA, 1993; ESTEVES, 1996), em *A. eigenmaniorum* (HARTZ et al., 1996; VILLELA et al., 2002), em *A.*

alburnus (HARTZ et al., 1996; VILLELA et al., 2002), em *A. altiparanae* (GOMIERO & BRAGA, 2003; CASTRO et al., 2004) e em *A. janeiroensis* (MAZZONI & COSTA, 2007).

Com relação a origem dos itens, no ribeirão Grande tanto os autóctones como os alóctones foram importantes para a dieta de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae*, assim como verificado em outros estudos realizados em rios do Núcleo Santa Virgínia relacionados à dieta de *Rhamdia quelen* (GOMIERO et al., 2007b), *Oligosarcus hepsetus* (BOTELHO, et al., 2007) e *Brycon opalinus* (GOMIERO et al., 2008a). Ferreira (2004) verificou um consumo de itens alóctones por *A. scabripinnis paranae* na maioria dos córregos estudados na bacia do rio Passa-Cinco/SP. Para *A. scabripinnis* o predomínio de itens alóctones foi verificado por Roque et al. (2003a) no córrego do Fazzari/SP, por Andrade (2004) em riachos na serra da Mantiqueira/SP e por Bennemann et al. (2005) na bacia do rio Tibagi/PR. O maior consumo de itens autóctones pela espécie foi verificado por Motta & Uieda (2004a) no ribeirão do Atalho/SP.

As variações na disponibilidade do recurso podem levar a mudanças na dieta das espécies, que ocorrem normalmente na frequência ou na quantidade de itens consumidos (DEUS & PETRERE JR., 2003). Pinto & Uieda (2007) constataram que a maioria das espécies amostradas em áreas abertas consumiu insetos aquáticos. Costa (1987) verificou que *Astyanax taeniatus* consumiu mais itens alóctones em locais com mata densa e menos em locais abertos. Lobón-Cerviá & Bennemann (2000) verificaram que *A. bimaculatus* alimenta-se em todos os níveis tróficos, com ampla flexibilidade na ingestão de praticamente todos os itens disponíveis no local e habilidade em mudar a alimentação rapidamente como resposta às variações ambientais ou escassez de itens. Alguns estudos demonstraram a importância de material alóctone como alimento para peixes em riachos (ANGERMEIER & KARR, 1983; SABINO & CASTRO, 1990; HENRY et al., 1994; UIEDA & KIKUCHI, 1995; UIEDA & GAJARDO, 1996; CASTRO, 1999; ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ, 2001; DUFECH et al., 2003; REZENDE & MAZZONI, 2003; REZENDE & MAZZONI, 2005; REZENDE & MAZZONI 2006 a,b; PINTO & UIEDA, 2007; GOMIERO et al., 2008a), enquanto outros ressaltaram a importância dos itens autóctones (COSTA, 1987; UIEDA et al., 1997; CASATTI, 2002; DEUS & PETRERE JR., 2003, BRAGA et al., 2008).

A importância da mata ciliar para os ambientes de riachos não se reflete apenas no consumo de invertebrados terrestres e de material vegetal por peixes. Em cabeceiras a zona ripária controla os recursos alóctones e autóctones consumidos por invertebrados, além do

controle direto dos recursos alimentares de peixes herbívoros e detritívoros (GREGORY et al., 1991) e da formação de micro-hábitats para macroinvertebrados e peixes (GREGORY et al., 1991; PUSEY & ARTHINGTON, 2003). Invertebrados terrestres são considerados itens alóctones e invertebrados aquáticos, itens autóctones; porém, insetos em estágios imaturos, que são os principais invertebrados aquáticos consumidos pelos peixes, são também dependentes de recursos terrestres e podem ser classificados, portanto como de origem mista (ALVIM & PERET, 2004). Assim, o aporte de recursos de origem terrestre é importante para a alimentação de peixes, aumentando a quantidade de material alóctone, na forma de frutos, sementes e insetos, e/ou aumentando a quantidade de matéria orgânica particulada, importante para a alimentação de organismos invertebrados e de peixes detritívoros (GOMIERO & BRAGA, 2003).

Itens autóctones e alóctones foram consumidos de forma semelhante nos períodos de mais e de menos chuvas em 2004. Em 2006 houve maior consumo de itens autóctones em ambos os períodos, mas com elevado consumo de Formicidae na época de chuvas mais intensas. Variações sazonais nas condições ambientais têm forte influência sobre as comunidades de macroinvertebrados (UIEDA & GAJARDO, 1996) e a importância relativa de itens autóctones e alóctones como fonte de alimento varia sazonal e espacialmente (WINEMILLER, 1990). Assim, as diferenças no consumo de itens autóctones e alóctones no ribeirão Grande, provavelmente reflitam pequenas mudanças na abundância e disponibilidade dos itens no ano de 2006, nos períodos de mais e de menos chuvas.

Organismos vivem em um mosaico espacial de hábitats que variam na produtividade, composição e abundância de recursos alimentares, cuja produção e disponibilidade mudam temporalmente em escalas de horas, meses ou anos (POLIS et al., 1996). As alterações na dieta podem ser regidas por mudanças espaciais e sazonais do hábitat, pois locais e períodos distintos dispõem de diferentes condições abióticas e de oferta de alimento (ABELHA et al., 2001; MOTTA & UIEDA, 2004a). Motta (1996) verificou o consumo de uma grande variedade de itens por *Astyanax scabripinnis* no ribeirão do Atalho/SP nos períodos de seca e de chuva, mas com uso dos recursos de forma mais uniforme no período seco, refletindo que provavelmente os itens alimentares preferidos pela espécie estivessem disponíveis em menor quantidade neste período.

Ecossistemas são doadores e receptores de nutrientes alóctones (JEFFERIES, 2000), e a energia, carbono e nutrientes de muitos hábitats são fortemente influenciados pela entrada deste material (POLIS et al., 1996). Mudanças qualitativas e quantitativas na floresta ripária e estrutura

física do local podem apresentar algumas barreiras para a entrada do material alóctone (AFONSO et al., 2000). Alguns estudos ressaltam a entrada de itens alóctones nos meses de maior intensidade de chuvas e ventos, que facilitariam o transporte de invertebrados terrestres (ANGERMEIER & KARR, 1983; WINEMILLER, 1990; UIEDA & KIKUCHI, 1995; REZENDE & MAZZONI, 2005; PINTO & UIEDA, 2007).

No ribeirão Grande *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* consumiu uma ampla variedade de itens (41) entre os anos de 2004 e de 2006, como esperado para locais pouco alterados e com alta disponibilidade de recursos. Isto reflete a grande diversidade biológica do ambiente, quando considerados grupos animais e vegetais. Os principais itens encontrados nos estômagos foram insetos (fragmentos), Formicidae, ninfas de Ephemeroptera e larvas de Diptera (Chironomidae). Alguns estudos encontraram como itens principais na dieta de *A. scabripinnis*, larvas de Diptera e ninfas de Ephemeroptera (UIEDA et al., 1997; CASTRO & CASATTI, 1997; FERREIRA, 2004), Formicidae (FERREIRA, 2004), insetos (fragmentos) (OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005; RONDINELI, 2007) e larvas de insetos (ESTEVES et al., 2008). Dentre os alóctones, Formicidae é considerado um dos principais itens na dieta de peixes de riachos (CASATTI, 2002; REZENDE & MAZZONI, 2005). A ampla diversidade de itens consumidos pela espécie, variando de local para local, é esperada para uma espécie generalista como *A. scabripinnis* e assim, sua dieta representa uma integração entre as preferências alimentares (pouco seletivas) com a disponibilidade e fácil acesso no ambiente (ANGERMEIER & KARR, 1983).

A abundância dos principais itens consumidos por *A. cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande estaria relacionada a maior disponibilidade destes itens no ambiente. Estudos em riachos sugerem que formas jovens de Diptera, Ephemeroptera e Odonata constituem a base autóctone da dieta de peixes, e detritos vegetais e insetos terrestres, a base alóctone (LUIZ et al., 1998). Henry et al. (1994) e Uieda & Gajardo (1996) verificaram que a ordem Diptera foi a mais freqüente entre os invertebrados amostrados em dois trechos lóticos de um riacho de cabeceira, predominando em períodos de seca. No ribeirão Grande, larvas de Diptera foi o principal item presente nos estômagos na época menos chuvosa, como encontrado também por Motta & Uieda (2004a) num trecho com características semelhantes, de ordem 4, água transparente, baixa profundidade e correnteza moderada. A importância de Diptera, principalmente larvas de Chironomidae, para a dieta de peixes foi verificada em outros estudos (MOTTA, 1996; HARTZ et al., 1996; UIEDA & GAJARDO, 1996; CASTRO & CASATTI, 1997; UIEDA et al., 1997;

CASATTI & CASTRO, 1998; ROQUE et al., 2003a; FERREIRA, 2004; MOTTA & UIEDA, 2004b; OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005).

A elevada contribuição de Chironomidae, cujas larvas são aquáticas e/ou semi-aquáticas indica que parte do material exportado para o ambiente terrestre, através da emergência, retorna para o ambiente aquático (ROQUE et al., 2003a), com um importante papel na cadeia trófica em riachos, pois representa o principal elo entre a produção primária e os níveis superiores (MOTTA, 1996).

Estágios imaturos de Ephemeroptera, Diptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata e Coleoptera foram importantes na dieta de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande. Os estágios imaturos de Diptera (Chironomidae) e Ephemeroptera são ecologicamente importantes em ecossistemas aquáticos (FERREIRA, 2004). A abundância de Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera é maior em áreas com baixa influência antrópica e elevado fluxo de água (ROQUE et al., 2003b). Plecoptera ocorre em regiões de altitudes elevadas, com densa mata ribeirinha, sendo considerada um bioindicador de águas de boa qualidade (BISPO et al., 2002). A presença de Ephemeroptera é comum em riachos limpos, com fundo rochoso e águas bem oxigenadas (COSTA et al., 2006), sendo que a grande quantidade de matéria orgânica de origem alóctone em riachos favorece a abundância destes insetos coletores (CALLISTO et al., 2001). Larvas de Trichoptera possuem notória importância na cadeia alimentar em diversos níveis tróficos, sendo predadas por peixes e outros invertebrados, podendo ser utilizadas no biomonitoramento aquático (COSTA et al., 2006).

Assim, a elevada participação de grupos cujas fases larvais são aquáticas ou semi-aquáticas demonstra a importância da contribuição dos insetos aquáticos para a ecologia dos sistemas terrestres adjacentes e para a própria dinâmica do corpo d'água, uma vez que parte desses indivíduos retorna para o sistema aquático (ROQUE et al., 2003a).

Em alguns estômagos de *A. cf. scabripinnis paranae* analisados foram encontradas escamas, como nos lambaris congêneres *A. fasciatus* (NOMURA, 1975a) e *A. bimaculatus* (ARCIFA et al., 1991; HARTZ et al., 1996). Todos os autores relacionaram a presença de escamas nos estômagos a encontros agressivos entre indivíduos do mesmo grupo.

Com a análise de correspondência, foi possível identificar uma associação entre o consumo de itens e as classes de comprimento, com maior consumo de itens autóctones pelos peixes menores (1,5 a 6,0 cm) e de itens alóctones nas maiores classes (6,5 a 8,5 cm). Motta &

Uieda (2004a) encontraram jovens de *Astyanax scabripinnis* consumindo principalmente itens autóctones e os adultos alimentando-se de autóctones e alóctones nas mesmas proporções. Segundo as autoras, indivíduos menores, por estarem em fase de crescimento, utilizam principalmente itens animais, de valor protéico maior do que material vegetal. Roque et al. (2003a) também verificaram maior consumo de material autóctone por peixes pequenos da espécie (até 2,9 cm de comprimento total), indicando segregação alimentar durante o desenvolvimento. Considerando outros grupos de pequenos Characidae, as mudanças ontogenéticas também foram verificadas em *Astyanax* sp. (ANGERMEIER & KARR, 1983), em *Mimagoniates rheocharis* (DUFECH et al., 2003), em *Deuterodon iguape* (SABINO & CASTRO, 1990) e em *A. janae* (MAZZONI & COSTA, 2007).

Em peixes onívoros é comum a ocorrência de mudanças ontogenéticas na dieta (POLIS et al., 1996) que podem estar relacionadas a uma maior necessidade protéica de um peixe em crescimento rápido (SABINO & CASTRO, 1990). A variação no hábito alimentar de uma espécie durante o seu desenvolvimento pode ser vista como uma adaptação que visa diminuir a competição por alimento ou suprir as necessidades fisiológicas, morfológicas ou energéticas, em função da migração, maturação sexual e/ou reprodução (BRAGA & BRAGA, 1987; ABELHA et al., 2001). Variações morfológicas refletem-se principalmente no aumento da abertura bucal e da habilidade locomotora (ESTEVES, 1996). Assim, indivíduos pequenos são levados a explorar recursos de menor tamanho, como larvas de insetos, enquanto os indivíduos maiores têm uma capacidade de selecionar presas maiores e mais calóricas, com baixo gasto energético para a captura (DUFECH et al., 2003; REZENDE & MAZZONI, 2006a). Estes peixes são também menos suscetíveis ao ataque de predadores, devido ao aumento da capacidade de natação e habilidades sensoriais, permitindo assim um aumento na amplitude da dieta, sem deixarem de consumir os itens alimentares explorados por peixes pequenos (ANGERMEIER & KARR, 1983; WOOTON, 1992; ANDRIAN et al., 2001).

As mudanças ontogenéticas na dieta de *A. cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande, refletiram uma seleção de presas pelo tamanho, haja visto que os peixes menores consumiram principalmente itens autóctones que corresponderam, em sua maioria, a formas imaturas de insetos, enquanto os peixes maiores consumiram mais itens alóctones, principalmente insetos adultos. Além disso, em bancos de macrófitas, onde a maioria dos indivíduos foram coletados, há uma grande disponibilidade de insetos aquáticos (CASATTI et al., 2003), facilitando a ingestão

pelos peixes menores, que são menos hábeis a procurar e capturar itens na superfície da água e/ou arrastados pela corrente.

Além das mudanças no consumo de itens autóctones e alóctones ao longo do desenvolvimento de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae*, houve alterações nos principais itens ingeridos em cada classe de comprimento, refletindo a seletividade na qualidade do alimento de acordo com o crescimento gradual da espécie. Entre as classes de 1,5 a 2,5 cm houve uma rápida mudança na dieta, que se manteve semelhante entre 2,5 a 7,0 cm, para mudar novamente nas maiores classes (Figura 18). Peixes da classe 1,5 l- 2,0 cm consumiram apenas quatro itens com preferência por ninfas de Ephemeroptera, demonstrando uma dieta pouco generalista. Nas classes seguintes novos itens foram ingeridos, principalmente insetos (fragmentos), larvas de Diptera e Formicidae e os indivíduos tornaram-se mais generalistas. O maior número de itens foi encontrado nos estômagos dos peixes das classes de 6,5 a 8,5 cm, mostrando que em maiores comprimentos, a espécie consolidou-se como tipicamente generalista. Roque et al. (2003a) também verificaram que *A. scabripinnis* com comprimentos totais acima de 3,0 cm consumiram uma maior variedade de itens, mas com baixa frequência. O aprimoramento na habilidade de forrageamento, implícito na progressiva ampliação da dieta, é um aspecto crucial para a sobrevivência, porque resulta em aumento na taxa de crescimento e redução na vulnerabilidade à predação (ABELHA et al., 2001).

Como evidenciado na análise de correspondência, até a classe de 6,0 l- 6,5 cm os itens autóctones foram mais importantes na dieta, sendo menos frequentes nos estômagos dos peixes maiores, que consumiram insetos alóctones em maior quantidade, principalmente Formicidae e Coleoptera. Nas classes de 7,0 a 8,5 verificou-se o maior consumo por material vegetal tanto de origem autóctone (algas), como de origem alóctone (sementes, frutos, flores, folhas, ramos, caules). Andrian et al. (2001) estudando a dieta de *A. bimaculatus* em área de influência do reservatório Corumbá/GO, verificaram que peixes pequenos alimentaram-se preferencialmente de insetos, sendo classificados como insetívoros e os peixes médios e grandes (6,5 a 14,5 cm) consumiram material vegetal, classificados como herbívoros. Vitule & Aranha (2002) verificaram no estudo sobre ecologia alimentar de *Deuterodon langei*, que conforme aumenta o tamanho do exemplar, diminui a frequência de itens animais e aumentam os itens de origem vegetal. Barreto & Aranha (2006) estudando 4 espécies de Characiformes em um riacho de Mata Atlântica no Paraná, verificaram que os adultos consumiram vegetais superiores e insetos

alóctones em maiores proporções que os juvenis. A presença de itens vegetais em estômagos de adultos também foi verificada por Esteves (1996) para *Astyanax bimaculatus*, *A. fasciatus* e *A. schubarti*. A importância relativa de itens animais e vegetais na dieta de juvenis e adultos mostram marcadas mudanças no comportamento alimentar durante o crescimento (MAZZONI & COSTA, 2007).

Algumas sementes foram encontradas nos estômagos de *A. cf. scabripinnis paranae*, mas não foi possível identificar nenhuma. Apenas poucos grupos de peixes consomem frutos e sementes, como as famílias Characidae, Anostomidae, Pimelodidae e Doradidae, que podem atuar como dispersoras e consumidoras de sementes (ARAÚJO-LIMA et al., 2004). Lobón-Cerviá & Bennemann (2000) encontraram sementes nos estômagos de *A. bimaculatus* no rio Tibagi/PR. Vilella et al. (2002) no estudo de seis espécies de *Astyanax* em uma área de Mata Atlântica, encontraram sementes aparentemente intactas nos estômagos e sugeriram a atuação como dispersoras de sementes. Gomiero & Braga (2003) consideraram que *A. altiparanae* pode ser um dispersor secundário de sementes de *Croton urucurana*, ressaltando a necessidade de mais estudos sobre este comportamento. No ribeirão Grande as sementes encontradas estavam todas quebradas, mas estudos futuros neste local, cuja relação entre a vegetação ripária e os organismos do riacho ficou bastante evidente, poderiam avaliar estas associações.

A maioria dos *A. cf. scabripinnis paranae* foi coletada nas macrófitas *Potamogeton polygonus*, sempre presentes em cardumes de 10 a 20 indivíduos nos bancos situados, em sua maioria, próximos às margens do riacho, onde a vegetação ciliar proporcionava áreas bem sombreadas. Durante os dois anos de coletas, os lambaris eram encontrados nestas macrófitas e sempre que a redinha de mão era passada, os que não eram capturados afastavam-se cerca de 1 a 2 m dos bancos e logo que os coletores se distanciavam um pouco, retornavam rapidamente para as mesmas áreas.

Alguns fragmentos de macrófitas, que não puderam ser identificados, foram encontrados nos estômagos dos lambaris, mas com baixa representatividade, provavelmente relacionados à ingestão acidental durante a captura de insetos. Poucos peixes alimentam-se diretamente de macrófitas, que apresentam células resistentes e alta concentração de lignina, que atuam como barreiras para a ingestão e digestão (ALLAN, 1995). Estes ambientes, portanto, constituem hábitat estrutural e refúgio contra predadores, além de substrato para invertebrados, como microcrustáceos e larvas de insetos aquáticos (WINEMILLER & JEPSEN, 1998; MOTTA &

UIEDA, 2005). Sugere-se assim que as macrófitas aquáticas, nas quais a maioria dos indivíduos foram capturados, são utilizadas por *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* somente como sítios de alimentação e refúgio, não constituindo de um item importante na dieta da espécie. Resultados semelhantes sobre as associações entre peixes e macrófitas submersas foram verificados em diversas espécies (CARAMASCHI, 1986; UIEDA & CASTRO, 1999; MESCHIATTI et al., 2000; UIEDA & UIEDA, 2001; PETRY et al., 2003; PELICICE et al., 2005; HAHN & LOUREIRO-CRIPPA, 2006; PELICICE & AGOSTINHO, 2006; SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2007).

O uso das macrófitas como áreas de refúgio torna-se importante em locais como o ribeirão Grande onde a transparência da água é total. Este papel ficou mais evidente nas ocasiões em que foram capturados indivíduos da espécie *Oligosarcus hepsetus* no principal banco de macrófitas de coleta dos lambaris. Esta é uma espécie carnívora, possui boca ampla, olhos grandes, dentes caninos pontiagudos e nada ativamente na coluna d'água, perseguindo outros peixes dos quais se alimentam (OYAKAWA et al., 2006). Nos momentos em que *O. hepsetus* estava presente nos bancos de macrófitas, os lambaris eram menos abundantes e difíceis de serem coletados. Em estudos relacionados a *O. hepsetus* no ribeirão Grande, Gomiero & Braga (2006b) registraram a presença constante no ano de 2004 e Botelho et al. (2007) encontraram *Astyanax* sp. nos estômagos desta espécie. Outros estudos registraram o hábito piscívoro de *Oligosarcus* spp. (DEUS & PETRERE JR., 2003) e a presença de *Astyanax* sp. nos estômagos (SANTOS et al., 2004; ARAÚJO et al., 2005; NUNES & HARTZ, 2006; NOVAKOWSKI et al., 2007). Peixes piscívoros freqüentemente se alimentam em áreas marginais rasas ou em bancos de macrófitas submersas (WINEMILLER & JEPSEN, 1998), sendo hábeis em capturar suas presas em locais de vegetação densa (PELICICE et al., 2005). Cabe ressaltar que nenhum estudo referente à predação de *O. hepsetus* sobre *A. cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande foi realizado, tratando-se apenas de inferências baseadas em observações de campo, que poderiam ser verificadas em estudos futuros, utilizando métodos apropriados como mergulho livre, já que o ambiente apresenta condições propícias a esse tipo de estudo.

5.4. Estudo da reprodução

A determinação da época de reprodução de uma espécie fornece importante informação para análises populacionais e sua duração constitui um dado importante para a estratégia de manutenção da espécie (BARBIERI & BARBIERI, 1988). A maioria das espécies mostra uma periodicidade em seu processo reprodutivo, iniciando o desenvolvimento gonadal em uma época anterior à da reprodução, e completando sua maturação no momento em que as condições ambientais forem adequadas à fecundação e ao desenvolvimento da prole (VAZZOLER, 1996), podendo, entretanto variar de um ano para outro de acordo com as variações abióticas (VAZZOLER et al., 1997a).

No ribeirão Grande o período reprodutivo de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* foi longo, estendendo-se de setembro a março, diminuindo de intensidade em maio. A determinação dos meses de maior intensidade reprodutiva baseou-se na frequência de indivíduos maduros (C), esgotados (D) e na relação gonadossomática (RGS) média. A ocorrência de gônadas em maturação e maduras foi sincrônica para fêmeas e machos (Figura 21 A e B). Fêmeas com gônadas esgotadas ocorreram de outubro a abril e indivíduos em maturação e imaturos (A) foram encontrados o ano todo. A ocorrência de gônadas esgotadas é um bom indicativo de que a desova ocorre no ambiente (GOMIERO & BRAGA, 2007a) e a ausência de machos com gônadas neste estágio reflete a possibilidade de que, após a liberação dos gametas, os testículos se recuperem rapidamente e reiniciem um novo ciclo (BARBIERI, 1992b) sendo mais difícil a amostragem. Assim, apesar de terem sido encontrados indivíduos aptos à reprodução o ano inteiro, verificou-se que a maior atividade reprodutiva de *A. cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande, concentrou-se no período de maior pluviosidade (outubro a abril), onde as temperaturas (ar e água) e a umidade relativa foram mais elevadas.

A conclusão de que o período reprodutivo em *A. scabripinnis* é longo, estendendo-se por cerca de 6 meses, com maior intensidade nos meses do fim do ano (outubro a dezembro) é corroborada pelos estudos de Barbieri (1992b), Fragoso (2000), Roque et al. (2003a) e Abilhoa (2007). Veregue & Orsi (2003) encontraram resultados idênticos aos encontrados no presente estudo, com indivíduos maduros da espécie de setembro a março e fêmeas esgotadas de outubro a abril. Em outras espécies congêneres, a estação reprodutiva prolongada, com alguns meses de maior intensidade foi verificada em *A. bimaculatus* (RODRIGUES et al., 1989; BARBIERI &

MARINS, 1995; BRAGA, 2001); em *A. fasciatus* (BRAGA, 2001; GOMIERO & BRAGA, 2007a), em *A. janeiroesis* (MAZZONI et al., 2005) e em *A. altiparanae* e *A. scabripinnis* (GOMIERO & BRAGA, 2007a). Os resultados foram semelhantes aos encontrados no ribeirão Grande, evidenciando a reprodução prolongada, que se relaciona a uma estratégia na produção dos descendentes, pois aumenta as chances de perpetuação da espécie (VEREGUE & ORSI, 2003).

A sazonalidade na reprodução é controlada por fatores como a disponibilidade de alimento para o adulto ou juvenil, competição interespecífica por alimento entre os juvenis, competição por locais de desova, mecanismos de isolamento reprodutivos e/ou por processos evolutivos que levam a espécie a desovar em condições particulares (KRAMER, 1978).

Ao longo do período reprodutivo, observou-se a predominância de indivíduos imaturos nos meses subseqüentes aos de maior captura de maduros. Este padrão, verificado na Figura 20, fica mais evidente quando analisados os resultados da estrutura em comprimento da população (Figura 12), onde meses com predomínio de indivíduos maiores (janeiro, março, agosto e outubro), antecedem a elevada abundância de indivíduos pequenos (fevereiro, abril, setembro e novembro). Este padrão não ocorreu em meses com baixa precipitação (maio, junho e julho). Assim, apesar de terem sido amostrados indivíduos imaturos em todos os meses de coletas, houve um intenso recrutamento em meses mais chuvosos. Nestas épocas, normalmente ocorre um aumento na disponibilidade de alimento, abrigo e locais de desova (FRAGOSO, 2005), que são condições favoráveis ao desenvolvimento inicial de ovos e larvas (BAGENAL, 1971; NAKATANI et al., 2001). Apesar do contínuo recrutamento de juvenis ao longo do ano, a reprodução pode ser aumentada e a mortalidade reduzida durante a estação mais úmida, fatores que podem desempenhar importante papel na manutenção da comunidade de peixes (CASATTI, 2005).

A presença de indivíduos com gônadas maduras e esgotadas, além dos imaturos em todos os meses, indica que *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* utiliza o ribeirão Grande como área de alimentação e reprodução o ano inteiro, intensificando as atividades reprodutivas em meses com maior precipitação. Quando a estação reprodutiva é longa, a população pode ser beneficiada pela (1) redução de competição intraespecífica por locais de reprodução e alimentação dos jovens e (2) compensação das flutuações imprevisíveis do ambiente, resultando numa possível diminuição das taxas de mortalidade da população e maior rendimento reprodutivo anual (KRAMER, 1978).

A maturação das gônadas e a atividade reprodutiva implicam na utilização de reservas energéticas obtidas a partir do alimento ingerido, depositadas em diferentes partes do organismo (AGOSTINHO et al., 1990). No ribeirão Grande as variações nos graus de gordura acumulada na cavidade visceral, foram semelhantes às verificadas nos graus de repleção estomacal, que caracterizaram a atividade alimentar intensa da espécie em todos os meses. Apesar de terem sido observados alguns meses onde o acúmulo de gordura em fêmeas (março e junho) e em machos (março, abril e junho) foi maior, o padrão se manteve relativamente constante ao longo do ano, refletindo o fato de que não existe um período bem marcado de alimentação e acúmulo de reservas, seguido do fim da atividade alimentar e início do período reprodutivo. Em algumas espécies, onde a sazonalidade é bem marcada, há períodos de intensa alimentação, para depois o peixe cessar a atividade alimentar, como resposta comportamental à reprodução (BRAGA, 1990) e as reservas de gordura podem ser usadas neste período como fonte energética para a maturação das gônadas (ANDRADE & BRAGA, 2005). Em *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* este processo ocorreu de forma dinâmica, refletindo a disponibilidade alimentar e variações climáticas que desencadeiam a atividade reprodutiva.

O comprimento de primeira maturação gonadal é uma tática reprodutiva bastante lábil, intimamente relacionada à interação genótipo-ambiente, podendo ser alcançada em diferentes tamanhos ou idades (WOOTON, 1992; VAZZOLER et al., 1997b). A determinação do comprimento da primeira maturação permite o estabelecimento de medidas conservacionistas e fornece informações importantes para a dinâmica de populações (VEREGUE & ORSI, 2003). No ribeirão Grande a primeira maturação gonadal (L_{50}) de fêmeas (4,1 cm) é alcançada com comprimento padrão significativamente superior a dos machos (3,7 cm).

Em estudos com *A. scabripinnis paranae*, valores semelhantes de L_{50} foram encontrados por Barbieri (1992b) para fêmeas (CT = 4,9 cm) e para machos (CT = 4,1 cm) e por Veregue & Orsi (2003) para fêmeas (CT = 5,0 cm). Valores inferiores foram encontrados por Fragoso (2000) que, no entanto, considerou como comprimento de primeira maturação gonadal o tamanho do menor exemplar capturado em estágio avançado de maturação gonadal (SATO & GODINHO, 1988), obtendo valores de 3,3 cm e 2,8 cm de comprimento total para fêmeas e machos, respectivamente. Sá (2000) encontrou para fêmeas de *A. scabripinnis* valores de 2,7 cm e 3,7 cm e para machos de 2,2 cm e 3,2 cm de comprimento padrão. Resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados em *A. bimaculatus* (CT = 4,5 cm) e *A. fasciatus* (CT = 5,0

cm) (BARBIERI & BARBIERI, 1988) e em *Bryconamericus microcephalus* (CP = 4,2 cm) em um riacho costeiro de Mata Atlântica (MAZZONI & SILVA, 2006). A 1ª maturação gonadal foi alcançada com comprimentos superiores em *Astyanax bimaculatus* (CP = 5,6 cm) (BARBIERI & MARINS, 1995) e *A. janeiroensis* (CP = 5,5 cm) (MAZZONI et al., 2005). Os padrões flexíveis do comprimento proporcionam mecanismos para que a adaptação fenotípica possa acontecer em resposta a mudanças ambientais (WOOTON, 1992).

Mediante os valores encontrados, pode-se considerar que *A. cf. scabripinnis paranae* apresenta valores precoces de comprimento de primeira maturação gonadal. A precocidade na reprodução pode estar relacionada a um comportamento adaptativo, visando maximizar o sucesso reprodutivo em ambientes de hidrologia instável como os rios costeiros de Mata Atlântica (MAZZONI & SILVA, 2006) e compensar eventos estocásticos de mortalidade (MAZZONI et al., 2005). A maturidade precoce também pode ser considerada como um mecanismo eficiente para aumentar a representatividade genética da população na geração seguinte; porém esta tática pode refletir em uma menor fecundidade e, provavelmente, em uma maior exposição a predadores (VAZZOLER, 1996).

5.4.1. Condição corporal

A condição corporal de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* foi verificada por modelos de análise de covariância (ANCOVA). Ao utilizar-se a análise de covariância pretende-se “descontar” ou “corrigir” as diferenças de comprimento, para verificar a influência de outros fatores sobre o peso, já que estas são variáveis fortemente correlacionadas (CETRA, 2005).

No primeiro modelo de ANCOVA foram verificadas interações significativas nas relações entre o peso e o comprimento para fêmeas e machos, demonstrando que as inclinações das retas foram diferentes. Portanto, para um aumento similar em comprimento, as fêmeas apresentam maior ganho em peso do que os machos. A inclinação mais elevada para as fêmeas pode relacionar-se ao maior peso das gônadas em relação aos testículos (AGOSTINHO et al., 1990), em indivíduos do mesmo comprimento e com as gônadas maduras.

A relação entre o peso e o comprimento é um importante parâmetro das populações de peixes e relaciona-se a fatores biológicos como acúmulo de gordura ou desenvolvimento gonadal, sendo que os valores do coeficiente angular podem variar de acordo com a localidade, sexo ou entre diferentes “stanzas” de crescimento (larvas, imaturos, maduros) (LE CREN, 1951). As diferenças na relação peso-comprimento entre os sexos, com as fêmeas mais pesadas do que os machos, foram verificadas em *Astyanax bimaculatus* (RODRIGUES et al., 1989), em *A. janeiroensis*, (MAZZONI et al., 2005) e em *A. scabripinnis* em riachos de cabeceiras do rio Iguaçu/PR (ABILHOA, 2007).

Separando-se os sexos, verificou-se que ainda havia interações significativas entre os anos de coletas e assim, um modelo final de ANCOVA (Tabelas 8 e 9) incluiu somente as épocas mais ou menos chuvosas e foi realizado para os anos de 2004 e de 2006 separadamente. Em 2004 a condição corporal foi igual para ambos os períodos e em 2006 as interações foram significativas, com as inclinações das retas mais elevadas no período de chuvas tanto para as fêmeas, quanto para os machos. Em 2006, para as fêmeas e machos nos períodos chuvosos, o valor do coeficiente angular foi mais alto ($b = 3,13$ e $b = 3,11$, respectivamente) do que em períodos menos chuvosos ($b = 2,93$ e $b = 2,925$, respectivamente). Como existe uma relação inversa entre o coeficiente angular e o intercepto da reta ajustada (BRAGA, 1997), sendo o intercepto o fator de condição (BRAGA, 1986), os valores mais altos dos coeficientes angulares encontrados em períodos chuvosos (primavera, verão), correspondem a valores mais baixos para os interceptos em decorrência do período reprodutivo mais intenso. Por outro lado, os valores mais baixos para os coeficientes angulares no período menos chuvoso, correspondem a valores mais altos de intercepto, em meses de atividade reprodutiva menos intensa, fato corroborado pela menor frequência de indivíduos em intensa atividade reprodutiva e pelo maior acúmulo de gordura na cavidade visceral neste período.

Para *A. scabripinnis paranae* Barbieri (1992b) verificou variações no fator de condição, com maiores valores para as fêmeas e para os machos durante o período reprodutivo, sugerindo que o peso da gônada está relacionado a sua variação. Com base na análise do fator de condição, o autor sugere que em maio inicia-se o processo de maturação gonadal da espécie. No ribeirão Grande o fim do período de maior intensidade reprodutiva foi verificado em abril, com o pico de fêmeas esgotadas. Em maio os valores elevados da relação gonadossomática indicam o início do processo de amadurecimento das gônadas, corroborando os resultados encontrados pelo autor.

5.4.2. Fecundidade

O conhecimento da fecundidade e do tipo de desova contribuem para estudos de manejo e da biologia natural de espécies de peixes (BRAGA & GENNARI FILHO, 1991; GOMIERO & BRAGA, 2007a), sendo que os tipos de desova representam diferentes adaptações destinadas a aumentar o sucesso reprodutivo de cada espécie (NIKOLSKII, 1969).

A fecundidade pode variar entre espécies, na população e entre populações, refletindo estratégias de ciclo de vida. Diferentes populações de uma dada espécie, ou espécies com características similares, vivendo sob diferentes condições ambientais, apresentam variações na fecundidade, relacionadas à disponibilidade de alimento e exposição a predadores (NIKOLSKII, 1969).

A fecundidade média de *Astyanax cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande foi de 2.589 ovócitos. A menor fecundidade foi de 538 ovócitos, em uma fêmea com CP = 5,4 cm, e a maior foi de 6.947 ovócitos em uma fêmea com CP = 8,4 cm. Esta fecundidade corresponde aos ovócitos que participaram efetivamente da estação reprodutiva. A fecundidade total média foi de 4.344 ovócitos. O diâmetro dos ovócitos variou de 61,2 a 1.346,4 μm , considerados maduros a partir de 612 μm . Pela análise das distribuições de frequência dos diâmetros dos ovócitos, a desova da espécie foi do tipo parcelada, evidenciada pela presença de duas modas. Resultados semelhantes foram encontrados por Barbieri (1992a) com fecundidade média de 2.239 ovócitos, que considerou baixa, com diâmetros de ovócitos maduros entre 780 e 1.024 μm e desova parcelada, com dois grupos modais, além do lote estoque. Mazzoni & Silva (2006) encontraram valores de fecundidade para *Bryconamericus microcephalus* variando de 408 a 1.025 ovócitos e consideraram o valor elevado, sugerindo alto custo energético na reprodução aliado a maturação precoce da espécie.

A desova parcelada, com valores superiores aos encontrados no presente estudo foi verificada em *A. bimaculatus*, variando de 1.948 (ALKINS-KOO, 2000) a 18.040 ovócitos (GENNARI FILHO & BRAGA, 1996), em *A. schubarti* (fecundidade média = 4.924 ovócitos) (RODRIGUES et al., 1995) e em *A. janeiroensis*, variando de 3.169 a 18.714 ovócitos (MAZZONI et al., 2005). Em outros Characidae, a desova parcelada foi verificada em *Bryconamericus iheringii* (LAMPERT et al., 2004) e em *Moenkhausia intermedia* (BRAGA & GENNARI FILHO, 1991; HOJO et al., 2004). A desova total foi verificada em *A. bimaculatus*

(NOMURA, 1975b), *A. fasciatus* (NOMURA, 1975b; GURGEL, 2004) e *A. schubarti* (NOMURA, 1975b; GENNARI FILHO & BRAGA, 1996).

A desova parcelada geralmente é associada a ambientes com condições instáveis e requer disponibilidade de alimento durante um longo período para as larvas, enquanto a desova rápida é uma adaptação para estações reprodutivas curtas, possível apenas quando as condições ambientais são razoavelmente estáveis (NIKOLSKII, 1969; GARUTTI, 1989; ROQUE et al., 2003a). A desova parcelada é um comportamento típico em espécies de riachos costeiros de Mata Atlântica (MAZZONI & SILVA, 2006) e, em espécies de peixes com período reprodutivo longo, garante maior suprimento alimentar para as larvas (VAZZOLER, 1996). Roque et al. (2003a) verificaram a desova parcelada em *Astyanax scabripinnis*, associada à sazonalidade, e observaram que os ovários contêm ovócitos em várias fases de desenvolvimento. Este tipo de desenvolvimento foi classificado por Vazzoler (1996) como “sincrônico em mais de dois grupos”, no qual os ovócitos que compõem cada lote se desenvolvem sincronicamente e, à medida que os lotes mais desenvolvidos atingem a maturação completa, são eliminados. A cada período de desova, verifica-se a eliminação sucessiva de lotes de ovócitos maduros e, após a desova, muitos deles ficam retidos nos ovários e entram em processo de reabsorção (BRAGA & GENNARI FILHO, 1991). Este padrão se enquadra no tipo de desenvolvimento ovocitário encontrado em *A. cf. scabripinnis paranae* no ribeirão Grande.

A fecundidade foi correlacionada ao comprimento padrão, ao peso total, ao peso das gônadas e à relação gonadossomática, sempre considerando o logaritmo natural destas variáveis. Os maiores valores de correlação foram obtidos entre a fecundidade e o peso das gônadas e a fecundidade e o peso total. A análise de correlação parcial de 1ª ordem verificou que após retirar o efeito do peso total ou do peso das gônadas, o comprimento não apresentou uma correlação significativa com a fecundidade. Isto demonstra que o peso das gônadas é a variável mais diretamente correlacionada à fecundidade, pois indica a produção de ovócitos em um dado instante, sem influências de outros atributos da espécie como, por exemplo, maior investimento somático para o crescimento (o que influencia no comprimento), ou o peso dos estômagos e o acúmulo de gordura na cavidade visceral (que atuam sobre o peso total do peixe). Ao contrário do encontrado neste estudo, alguns autores atribuem que as correlações entre a fecundidade e o comprimento seriam mais fortes do que quando se considera o peso, pois este poderia variar de acordo com a oferta alimentar num dado período (BARBIERI & BARBIERI, 1988). Esta

afirmação, no entanto, parece desconsiderar que a própria fecundidade pode variar em um mesmo peixe de acordo com suas condições fisiológicas, ou seja, a fecundidade deveria acompanhar o ganho energético do peixe, que é refletido principalmente em seu peso corpóreo. O comprimento apareceria simplesmente como um limite superior à capacidade do indivíduo de adquirir e converter o alimento nas reservas energéticas que seriam utilizadas para o amadurecimento das gônadas. Isto corrobora as afirmações de Gennari Filho & Braga (1996) de que o peso do indivíduo depende da alimentação e que, quanto maior a oferta alimentar, haverá mais energia para aumentar o peso da gônada e assim a fecundidade.

A fecundidade foi mais correlacionada ao comprimento em *Astyanax bimaculatus* e *A. fasciatus* (BARBIERI & BARBIERI, 1988), à relação gonadossomática em *Moenkhausia intermedia* (BRAGA & GENNARI FILHO, 1991), ao peso das gônadas em *A. bimaculatus*, *A. schubarti* (GENNARI FILHO & BRAGA, 1996) e *Bryconamericus iheringii* (LAMPERT et al., 2004) e ao peso total em *A. janeiroensis* (MAZZONI et al., 2005). Excetuando o trabalho de Gennari Filho & Braga (1996), nenhum estudo utilizou o coeficiente de correlação parcial para retirar o efeito de outras variáveis também correlacionadas à fecundidade.

Mediante os resultados do coeficiente de correlação parcial de 1ª ordem, considerou-se que o uso do peso das gônadas como covariável possibilitaria uma avaliação mais sensível da variação da fecundidade entre os períodos mais ou menos chuvosos. A busca de uma variável mais sensível é particularmente importante numa espécie com comportamento altamente generalista como *A. cf. scabripinnis paranae*. Assim, a análise de covariância considerou somente o peso das gônadas para “corrigir” o efeito da fecundidade média entre as épocas do ano. Os resultados indicaram que a fecundidade foi mais elevada na época menos chuvosa nos anos de 2004 e de 2006, ou seja, para um mesmo peso de gônadas, no período menos chuvoso a fecundidade foi maior. Se para um mesmo peso de gônadas são encontrados em média mais ovócitos, espera-se que (1) ou o peso médio dos ovócitos seja menor ou (2) existem outras estruturas nas gônadas (como por exemplo, lamelas ovulíferas) que não são diretamente relacionadas à fecundidade e interferem no peso total das gônadas de forma diferenciada entre os dois períodos. A primeira hipótese é corroborada pela afirmação de Nikolskii (1969) de que, em determinados períodos, pode haver menor acúmulo de vitelo nos ovócitos, o que aceleraria o desenvolvimento dos embriões, levando-os a consumirem as fontes externas de alimento mais rapidamente. Seguindo este raciocínio, acredita-se que em períodos de menos chuvas, a espécie

utilizou uma tática reprodutiva que visou maximizar a fecundidade individual, com um menor investimento de vitelo nos ovócitos. A segunda hipótese parece pouco provável e não foi encontrado embasamento na literatura para sua justificativa. Ressalta-se, entretanto, que no presente estudo não foram avaliadas as quantidades de vitelo nos ovócitos, mas que esta hipótese poderia ser testada em estudos futuros, visando o maior esclarecimento deste aspecto reprodutivo.

5.5. Crescimento e mortalidade

Um grande problema em avaliações de ecologia de peixes tropicais consiste na determinação da idade individual do peixe, pois o longo período reprodutivo e as desovas múltiplas, citadas por vários autores, além da distribuição multimodal de comprimento de larvas e juvenis, dificultam a aplicação de métodos gráficos para a determinação de idade (MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000). Autores como Pauly (1983) e Sparre & Venema (1997), que discutem bem a utilização de métodos indiretos como a distribuição de comprimento para a estimativa dos parâmetros de crescimento, enfatizam a necessidade da desova não ser prolongada e do recrutamento ser contínuo ano após ano. Em *Astyanax cf. scabripinnis paranae*, mesmo a desova sendo parcelada e ocorrendo durante um longo período do ano, há um período reprodutivo mais intenso, iniciando-se em agosto e indo até dezembro (Figura 20), como discutido anteriormente. Desta forma, a intensificação do período reprodutivo e do recrutamento no fim do ano minimiza os efeitos que o período reprodutivo e recrutamento longos poderiam causar na utilização de métodos indiretos para estimar os parâmetros de crescimento. O período reprodutivo mais intenso no fim do ano foi responsável pela formação de anéis etários nas escamas da espécie (BARBIERI, 1992c).

Os resultados da decomposição dos histogramas de frequência obtidos pelo pacote “MIXDIST” e pelo método de Bhattacharya foram semelhantes, com a formação de 4 coortes em 2004 e de 3 coortes em 2006. Observa-se também que a estimativa da proporção da população em cada coorte foi muito próxima nos dois procedimentos adotados. O uso de dados de comprimento através de progressões modais constitui um método simples para estudos de crescimento. No entanto, sua aplicação envolve decisões subjetivas quanto à determinação dos

grupos modais e a escolha das ligações temporais desses grupos, o que resulta em incremento do grau de incerteza sobre as estimativas (CAMPOS, 1998).

Utilizando o pacote computacional “MIXDIST” foram estimados os parâmetros do crescimento e a taxa de mortalidade natural (M). A vantagem sobre o método de Bhattacharya está no fato de que é possível avaliar a qualidade do ajuste final das coortes à distribuição de frequência total, bem como testar o ajuste de diferentes números de coortes, escolhendo aquele que resulte num menor valor de qui-quadrado. Estes procedimentos buscam tornar a escolha das coortes menos subjetiva. O procedimento de re-amostragem, possível apenas com o uso do pacote “MIXDIST”, permitiu a obtenção da estimativa de variabilidade dos tamanhos médios de cada coorte e dos parâmetros de crescimento. Campos (1998) aplicou um procedimento semelhante, mas com um número reduzido de re-amostragens. O uso de procedimentos deste tipo apresenta-se como uma ferramenta adicional que auxilia na tomada de decisões sobre as estimativas dos parâmetros de crescimento, uma questão importante, sobretudo se consideradas espécies exploradas comercialmente. O efeito da desova parcelada resultaria na formação de modas menos evidentes o que levaria a uma maior incerteza na estimativa dos parâmetros, ou seja, um aumento nos intervalos de confiança.

Os valores estimados foram muito próximos nos dois anos, sobretudo para o L_{∞} , calculado em 12,23 cm para 2004 e em 12,39 cm para 2006 (Tabela 15). Os valores de k , t_0 e M foram de, respectivamente, 0,246 ano⁻¹, 0,073 ano e 0,71 ano⁻¹ em 2004 e de 0,328 ano⁻¹, 0,278 ano e 0,79 ano⁻¹ em 2006. Com as estimativas dos intervalos de confiança verificou-se a sobreposição de todos os resultados nos dois anos de coletas (Figuras 35 e 36).

Barbieri (1992c) estudando o crescimento de *Astyanax scabripinnis paranae* encontrou valores inferiores de L_{∞} para fêmeas (9,3 cm) e para machos (7,5 cm) e superiores de k para fêmeas (0,61 ano⁻¹) e para machos (0,72 ano⁻¹). O autor também utilizou métodos diretos para a determinação da idade, e identificou anéis pouco visíveis nas escamas, formados no período reprodutivo (entre agosto e janeiro), com as fêmeas apresentando até 4 anéis e machos até 3 anéis etários. Nas análises dos exemplares do ribeirão Grande, optou-se por não separar os sexos, devido à dificuldade da determinação macroscópica nos indivíduos menores, visando assim, incluir todas as classes de comprimento nas análises. Resultados muito próximos foram encontrados por Braga (1999a) para *A. bimaculatus*, com $L_{\infty} = 12,63$ cm, $k = 0,226$ ano⁻¹, $t_0 = -2,3$ ano e $M = 0,77$ ano⁻¹. Lizama & Ambrósio (2004) estimaram valores $L_{\infty} = 18,0$ cm, $k = 0,26$ ano⁻¹

em *A. altiparanae* e de $L_{\infty} = 12,0$ cm, $k = 0,25$ ano⁻¹ e $M = 0,84$ ano⁻¹ em *A. schubarti*. Valores inferiores de mortalidade natural ($M = 0,316$ ano⁻¹) foram encontrados em *Moenkhausia intermedia* por Braga & Gennari Filho (1991). Os parâmetros de crescimento diferem entre as espécies, mas podem também variar intraespecificamente de um local para outro, dependendo das condições ambientais e ainda do método utilizado para a estimativa (MATEUS, 2003).

Segundo Grimes (1978) *apud* Barbieri (1992c), os valores da taxa de crescimento (k) estão relacionados ao nível trófico ocupado pela espécie, isto é, valores elevados de k indicam que a espécie alimenta-se em nível trófico baixo, como *Astyanax scabripinnis paranae* (BARBIERI, 1992c). A flexibilidade do crescimento em peixes é uma resposta adaptativa, fenotípica, a mudanças ambientais (MATEUS, 2003) e fatores como a temperatura e a disponibilidade de recurso parecem interagir para determinar a variação sazonal das taxas de crescimento (SCHLOSSER, 1982). Valores reduzidos em determinado período podem estar relacionadas à alocação de energia para a reprodução (SCHLOSSER, 1982), à pressão de predadores ou à competição por alimento (WOOTON, 1992). A quantidade e a qualidade do alimento, além dos fatores que influenciam o funcionamento do ecossistema, são importantes para o amplo entendimento da influência da alimentação sobre as taxas de crescimento de uma dada espécie no ambiente (LIZAMA & TAKEMOTO, 2000).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de indivíduos de todas as classes de comprimento ao longo dos anos reflete as condições de preservação do ribeirão Grande que, apesar de ser um ambiente de riacho, sujeito a fortes influências climáticas, apresenta condições propícias ao ciclo de vida de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae*. Os resultados indicaram que a espécie atinge maiores comprimentos que os observados em outros trabalhos, com uma forte predominância de fêmeas nas maiores classes de comprimento (7,0 a 8,5 cm) o que confere vantagens na fecundidade total da população.

No ribeirão Grande, o consumo de itens esteve relacionado à disponibilidade do recurso, refletindo o hábito alimentar onívoro e generalista da espécie, com intensa atividade alimentar em todos os meses de coletas. A ingestão de vários itens, tanto de origem autóctone, como alóctone, com baixos valores para o grau de preferência alimentar refletem a pouca seletividade e oportunismo na dieta de *A. cf. scabripinnis paranae*.

As mudanças ontogenéticas demonstram diferenças nas necessidades energéticas e/ou capacidade de busca, captura e ingestão do alimento entre peixes maiores e menores. Estas observações enfatizam a necessidade de estudos da dieta ao longo do desenvolvimento ontogenético do indivíduo.

A importância da vegetação ripária ficou evidente não só por fornecer invertebrados e material vegetal alóctone para o riacho, mas por contribuir com matéria orgânica particulada que servirá de alimento para os invertebrados aquáticos consumidos em grande quantidade pelos lambaris no ribeirão Grande. A presença de vegetação ciliar preservada confere inúmeros benefícios ao ecossistema aquático contribuindo com áreas de sombreamento e locais de abrigo para invertebrados e peixes.

As associações de *A. cf. scabripinnis paranae* com as macrófitas *Potamogeton polygonus* foram evidentes, com a espécie utilizando esta vegetação como área de alimentação, reprodução e local de refúgio contra predadores.

No ribeirão Grande, *A. cf. scabripinnis paranae* apresentou reprodução prolongada, estendendo-se de setembro a março, com um período de maior atividade nos meses chuvosos, com intensa atividade alimentar e acúmulo de gordura na cavidade visceral ao longo do ano, refletindo as condições favoráveis para a sobrevivência e acúmulo de reservas para as atividades reprodutivas. Mediante as análises da dinâmica alimentar, reprodutiva e dos parâmetros de

crescimento, a espécie enquadra-se na estratégia oportunista proposta por Winemiller (1989), caracterizada por peixes pequenos, com maturação precoce, ausência de cuidado parental, desovas múltiplas, ovócitos pequenos e baixo investimento na prole. Isto corresponde a uma estratégia associada a peixes com dieta ampla e sujeitos à intensa predação, com períodos de curta geração e rápido retorno populacional, o que aumenta o sucesso reprodutivo e as chances de sobrevivência de um maior número de descendentes.

Os resultados obtidos com o estudo da biologia e ecologia de *Astyanax* cf. *scabripinnis paranae* no PESM, Núcleo Santa Virgínia, ampliam os conhecimentos sobre esta espécie em uma área protegida, com riachos e vegetação ribeirinha preservados, onde o conhecimento da ictiofauna ainda é incipiente, reforçando a importância ecológica da espécie e da conservação destes riachos de cabeceiras.

Após a defesa da tese alguns exemplares foram novamente encaminhados a um especialista para a confirmação taxonômica da espécie.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. **Os domínios da natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial., 2005. 159p.
- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ABILHOA, V. Aspectos da história natural de *Astyanax scabripinnis* (Teleostei, Characidae) em um riacho de floresta com araucária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 4, p. 997-1005, 2007.
- AFONSO, A. A. O.; HENRY, R.; RODELLA, R. C. S. M. Allochthonous matter input in two different stretches of a headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, p. 335-343, 2000.
- AGOSTINHO, A. A.; BARBIERI, G.; VERANI, J. R.; HAHN, N. S. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis áspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, PR. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 9, p. 711-714, 1990.
- ALKINS-KOO, M. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 49-66, 2000.
- ALLAN, J.D. **Stream ecology:** structure and functioning of running waters. 1 ed. London: Chapman and Hall., 1995. 388p.
- ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the Upper São Francisco River in a Três Marias, MG, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 64, n. 2, p. 195-202, 2004.
- AMARAL, B. D.; PETRERE JR., M. The α and β diversities in the fish assemblages of the Promissão reservoir (SP-Brazil): scales, complexities and ecotone heterogeneity. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 1, n. 1-2, p. 185-193, 2001.
- ANDRADE, P. M. **Distribuição, dieta e ecomorfologia das espécies de peixes no sistema do ribeirão Grande, no município de Pindamonhangaba, SP.** 2004. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- ANDRADE, P. M.; BRAGA, F. M. S. Diet and feeding of fish from Grande river located below the Volta Grande reservoir, MG-SP. **Braz. J. Biol.**, v. 65, n. 3, p. 377-385, 2005.

- 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**, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.
- ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.
- ARAÚJO, F. G. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 56, n. 1, p. 111-126, 1996.
- ARAÚJO, F. G.; ANDRADE, C. C.; SANTOS, R. N.; SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N. Spatial and seasonal changes in the diet of *Oligosarcus hepsetus* (Characiformes, Characidae) in a Brazilian reservoir. **Braz. J. Biol.**, v. 65, n. 1, p. 1-8, 2005.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; HIGUCHI, N.; BARRELLA, W. Fishes-forestry interactions in tropical South America. In: **Fishes and Forest** (T.G. Northcote; G.F. Hartman. eds.). Summerland: Blackwell Science Ltda. p. 511-534, 2004.
- ARCIFA, M. S.; NORTHCOTE, T. G.; FROEHLICH, O. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, p. 257-268, 1991.
- BAGENAL, T. B. The interrelation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. **J. Fish Biol.**, v. 3, p. 207-219, 1971.
- BALON, E. K.; STEWART, D. J. Fish assemblage in a river with unusual gradient (Luongo, Africa - Zire system), reflections on river zonation, and description of another new species. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, p. 225-252, 1983.
- BARBIERI, G. Dinâmica da nutrição de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do Ribeirão do Fazzari: São Carlos, SP. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v. 21, n. 1, p. 68-72, 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. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 52, n. 4, p. 589-596, 1992b.

- BARBIERI, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do Ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. I. Estrutura populacional e crescimento. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 52, n. 4, p. 579-588, 1992c.
- BARBIERI, G.; BARBIERI, M. C. Curva de maturação, tamanho de primeira maturação gonadal e fecundidade de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*, na represa do Lobo, Estado de São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Revista Ceres**, v. 35, n. 197, p. 64-77, 1988.
- BARBIERI, G.; MARINS, M. A. Estudo da dinâmica da reprodução de fêmeas de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) da represa do Lobo, Estado de São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 38, n. 4, p. 1191-1197, 1995.
- BARBIERI, G.; SANTOS, M. V. R.; SANTOS, J. M. Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). **Pesq. agropec. bras.**, v. 17, n. 7, p. 1057-1065, 1982.
- BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues; H.F. Leitão Filho. eds.). São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. 320 p.
- BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788, 2006.
- BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia, Ser. Zool.**, v. 95, n. 3, p. 247-254, 2005.
- BERTACO, V.A.; LUCENA, C. A. S. Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with synopsis of the *Astyanax scabripinnis* species complex. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 53-60, 2006.
- BERTACO, V.A.; MALABARBA, L. R. Description of two species of *Astyanax* (Teleostei: Characidae) from headwater streams of southern Brazil, with comments on the “*A. scabripinnis* species complex”. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 12, n. 3, p. 221-234, 2001.
- BERTALANFFY, L. von. A quantitative theory of organic growth. **Hum. Biol.**, v. 10, p. 181-213, 1938.
- BHATTACHARYA, C. G. A simple method of resolution of distribution Gaussian components. **Biometrics**, v. 23, p. 115-135, 1967.

- BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G.; OLIVEIRA, L. G. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of Central Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 3, p. 409-417, 2002.
- BIZERRIL, C. R. S. F. A ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul. Biodiversidade e Padrões Biogeográficos. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 2, p. 233-250, 1999.
- BÖHLKE, J. E.; WEITZMAN, S. H.; MENEZES, N. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**, v. 8, n. 4, p. 657-677, 1978.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo de insetos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1969. 653 p.
- BOTELHO, M. L. L. A.; GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Feeding of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park – Santa Virgínia Unit, São Paulo, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 4, p. 741-748, 2007.
- BRAGA, F. M. S. Estudo entre o fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 46, n. 2, p. 339-346, 1986.
- BRAGA, F. M. S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, Estado do Maranhão e Tocantins, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 50, n. 3, p. 547-558, 1990.
- BRAGA, F. M. S. Análise da equação alométrica na relação peso e comprimento e o fator de condição em *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 57, n. 3, p. 417-425, 1997.
- BRAGA, F. M. S. Idade, crescimento e taxas de mortalidade de *Astyanax bimaculatus* (Characidae, Tetraodonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP). **Naturalia**, v. 24, p. 239-250, 1999a.
- BRAGA, F. M. S. O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 2, p. 291-295, 1999b.
- BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Ser. Zool.**, v. 91, p. 67-74, 2001.
- BRAGA, F. M. S. Hábitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 26, n. 1, p. 31-36, 2004.

- BRAGA, F. M. S. Aspectos da reprodução no gênero *Characidium* Reinhardt, 1867 (Crenuchidae, Characidiinae), na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 28, n. 4, p. 365-371, 2006.
- BRAGA, F. M. S.; ANDRADE, P. M. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 95, n. 2, p. 121-126, 2005.
- BRAGA, F. M. S.; BRAGA, M. A. A. S. Estudo do hábito alimentar de *Prionotus punctatus* (Bloch, 1797) (Teleostei, Triglidae), na região da Ilha Anchieta, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 47, n. 1/2, p. 31-36, 1987.
- BRAGA, F. M. S.; GENNARI FILHO, O. Estudos sobre a fecundidade, desova e mortalidade natural de *Moenkhausia intremedia* (Characidae, Tetragonopterinae), na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba, SP. **Naturalia**, v. 16, p. 55-68, 1991.
- BRAGA, F. M. S.; GOMIERO, L. M.; SOUZA, U. P. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (loricariidae, Neoplecostomidae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (SP). **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 30, n. 4, 455-463, 2008.
- BRAGA, F. M. S.; GOMIERO, L. M.; SOUZA, U. P. Biologia populacional de *Pareiohina rudolphi* (Loricariidae, Hypostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental, estado de São Paulo. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 31, n. 1, no prelo. 2009.
- BRAGA, M. R.; MENEZES, M. S.; ARANHA, J. M. R. Táticas reprodutivas de *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Glandulocaudinae) no rio Colônia Pereira, Paranaguá, Paraná. **Estud. Biol.**, v. 28, n. 65, p. 13-20, 2006.
- BRITSKI, H. A. Peixes de água doce do Estado de São Paulo. Sistemática. In: **Comissão internacional da bacia do Paraná-Uruguaí: Poluição e Piscicultura**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP/Instituto de Pesca. p. 79-108, 1972.
- BUCKUP, P.A. **Biodiversidade dos peixes da Mata Atlântica**. Workshop: Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil. Campinas, SP. 1996. <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/mata.atlantica/SE-S/peixes>.
- CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 4 ed. São Paulo: ESALQ/USP, 1983.

CAMPOS, R. O. **Exploração de dados de comprimento em estudos de estoques pesqueiros: o caso do bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*) capturado na costa do Brasil**. 1998. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 1998.

CARAMASCHI, E. P. **Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)**. 1986. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.

CARMASSI, A. L. **Variação espaço-temporal na composição da comunidade de peixes do rio Passa Cinco (SP)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2002.

CASATTI, L. Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the Upper Paraná river basin, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 64, n. 4, p. 757-765, 2004.

CASATTI, L. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2005.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. A fish community of the São Francisco Rivers headwaters riffles, southeastern Brazil. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 9, n. 3, p. 229-242, 1998.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2001.

CASATTI, L.; MENDES, H. F.; FERREIRA, K. M. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema river, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 63, n. 2, p. 213-222, 2003.

CASSEMIRO, F. A. S.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 419-425, 2002.

CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: **Oecologia Brasiliensis: Ecologia de Peixes de Riachos**. (E.P. Caramaschi; R. Mazzoni; P.R. Peres-Neto. eds.). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFRJ. Rio de Janeiro. p. 139-155, 1999.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L. The fish fauna from small forest stream of the upper Paraná River basin, southeastern Brazil. **Ichthyol.Explor. Freshwaters**, v. 7, n. 4, p. 337-352, 1997.

CASTRO, R. M. C.; MENEZES, N. A. **Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do estado de São Paulo**. Biota: Série biodiversidade do estado de São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/Link?livros.biota+Peixes+volseis+Diagnostico>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; MELO, A. L. A.; MARTINS, L. S. F.; FERREIRA, K. M.; GIBRAN, F. Z.; BENINE, R. C.; CARVALHO, M.; RIBEIRO, A. C.; ABREU, T. X.; BOCKMAN, F. A.; PELIÇÃO, G. A.; STOPIGLIA, R.; LANGEANI, F. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-39, 2004.

CETRA, M. Avaliação do bem estar em peixes: ANCOVA uma alternative para estudos da relação peso-comprimento. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**, n. 81, p. 3-5, 2005.

COSTA, F. E. S.; BRAGA, F. M. S. Estudo da alimentação natural de *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax schubarti* e *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, Rio Piracicaba (SP). **Revista Unimar**, v. 15, n. 2, p. 117-134, 1993.

COSTA, W. J. E. M. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, Rio Mato Grosso, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 22, n. 3, p. 145-153, 1987.

COSTA, C. C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos Imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. 249 p.

DEUS, C. P. **Estrutura, dieta e padrão longitudinal da comunidade de peixes de dois rios da Estação Ecológica Juréia-Itatins e sua regulação por fatores bióticos e abióticos**. 1999. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

DEUS, C. P.; PETRERE JR., M. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic Rainforest stream in southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 63, n. 4, p. 579-588, 2003.

DU, J. **Combined algorithms for constrained estimation of finite mixture distributions with grouped data and conditional data**. 2002. (Master of Science) – McMaster University, Canada, 2002.

- 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**, v. 1, n. 1, p. 67-74, 2003.
- ESTEVEES, F. A. **Fundamentos em Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998, 602 p.
- ESTEVEES, 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**, v. 46, p. 83-101, 1996.
- ESTEVEES, K. E.; GALETTI JR, P. M. Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River basin. **Environmental Biology of Fishes**, v. 42, p. 375-389, 1995.
- ESTEVEES, K. E.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 62, p. 429-440, 2001.
- ESTEVEES, K. E.; LOBO, A. V. P.; FARIA, M. D. R. Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 598, p. 373-387, 2008.
- FERREIRA, A. **Ecologia trófica de *Astyanax paranae* (Osteichthyes, Characidae) em córregos da bacia do rio Passa-Cinco, estado de São Paulo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- FERREIRA, F. C. **Ictiofauna de riachos na planície costeira da bacia do rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- FERREIRA, C. P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 642-651, 2006.
- FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. **Arq. Zool.**, v. 6, p. 1-204, 1948.
- FRAGOSO, E. N. **Caracterização biológica de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann, 1914) (Characiformes, Characidae) do córrego da Lagoa, São Carlos/SP**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.
- FRAGOSO, E. N. **Ictiofauna da microbacia do córrego da Lapa, bacia do Alto rio Paraná, Itirapina/Ipeúna, SP**. 2005. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 48, n. 4, p. 747-759, 1988.

GARUTTI, V. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* (Ostariophysi, Characidae), em cursos de água da bacia do Rio Paraná. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 49, n. 2, p. 489-495, 1989.

GAYANILO, JR., F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II) User's guide**. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N. 8., 2005. 168 p.

GENNARI FILHO, O.; BRAGA, F. M. S. Fecundidade e desova de *Astyanax bimaculatus* e *A. schubarti* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP). **Revista Unimar**, v. 18, n. 2, p. 241-254, 1996.

GERHARD, P. **Comunidades de peixes de riachos em função da paisagem da bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo**. 2005. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes? **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 353-360, 2003.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Ichthyofauna diversity in a protected area in the State of São Paulo, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 1A, p. 75-83, 2006a.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Diversity of the ichthyofauna in the Serra do Mar State Park-Núcleo Santa Virgínia, São Paulo State, Brazil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 28, n. 3, p. 213-218, 2006b.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 2, p. 135-141, 2006c.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Reproduction of a fish assemblage in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 2, p. 283-292, 2007a.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Reproduction of Pirapitinga do Sul (*Brycon opalinus* Cuvier, 1819) in the Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, São Paulo, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 3, p. 541-549, 2007b.

- GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Gonadosomatic relation and reproductive strategy of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) in the Serra do Mar State Park-Núcleo Santa Virgínia, Atlantic Forest, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 4, p. 727-733, 2007c.
- GOMIERO, L. M.; CARMASSI, A. L.; BRAGA, F. M. S. Crescimento e mortalidade de *Brycon opalinus* (Characiformes, Characidae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Mata Atlântica, estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 1-6. 2007a.
- GOMIERO, L. M.; SOUZA, U. P.; BRAGA, F. M. S. Reprodução e alimentação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 1-7. 2007b.
- GOMIERO, L. M.; MANZATTO, A. G.; BRAGA, F. M. S. The role of riverine forests for food supply for the omnivorous fish *Brycon opalinus* Cuvier, 1819 (Characidae) in the Serra do Mar, southeast Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 2, p. 321-328, 2008a.
- GOMIERO, L. M.; GARUANA, L.; BRAGA, F. M. S. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiforms) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 1, p. 187-192, 2008b.
- GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, v. 59, p. 507-515, 1978.
- GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; McKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. An Ecosystem Perspective of Riparian Zones. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1991.
- 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**, v. 21, n. 1, p. 131-135, 2004.
- HADDON, M. 2001. **Modelling and quantitative methods in fisheries**. Florida: Chapman & Hall/CRC. 2001.
- HAHN, N. S.; LOUREIRO-CRIPPA, V. E. Estudo comparativo da dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de duas espécies simpátricas, de peixes de pequeno porte, associadas à macrófitas aquáticas. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 28, n. 4, p. 359-364, 2006.
- HARTZ, S. M.; SILVEIRA, C. M.; BARBIERI, G. Alimentação das espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854 ocorrentes na lagoa Caconde, RS, Brasil (Teleostei, Characidae). **Rev. Unimar**, v. 18, n. 2, p. 269-281, 1996.

- HENDERSON, P. A.; WALKER, I. On the leaf litter community of the Amazonian black water stream Tarumazinho. **Journal of Tropical Ecology**, n. 2, p. 1-17, 1986.
- HENRY, R.; UIEDA, V. S.; AFONSO, A. A. O.; KIKUCHI, R. M. Input of allochthonous and structure of fauna in a Brazilian headstream. **Verh. Internat. Verein Limnol.**, v. 25, p. 1866-1870, 1994.
- HILSDORF, W.S.; PETRERE JR., M. Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul. **Ciência Hoje**, v. 30, n. 180, p. 62-65, 2002.
- HOJO, R. E. S.; SANTOS, G. B.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann) (Pisces, Characiformes) in Itumbiara reservoir, Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 519-524, 2004.
- INGENITO, L. F. S.; BUCKUP, P. A. The Serra da Mantiqueira, south-eastern Brazil, as a biogeographical barrier for fishes. **Journal of Biogeography**, v. 34, p. 1173-1182, 2007.
- JEFFERIES, R. L. Allochthonous inputs: integrating population changes and food-web dynamics. **Tree**, v. 15, n. 1, p. 19-22, 2000.
- KRAMER, D. L. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, v. 59, n. 5, p. 976-985, 1978.
- LAMPERT, V. R.; AZEVEDO, M. A.; FIALHO, C. B. Reproductive biology of *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) from rio Vacacaí, RS, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 2, n. 4, p. 209-215, 2004.
- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 1998. 853 p.
- LIZAMA, M. A. P.; AMBRÓSIO, A. M. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the Upper Paraná river floodplain, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 1, p. 113-124, 2002.
- LIZAMA, M. A. P.; AMBRÓSIO, A. M. Crescimento, recrutamento e mortalidade do pequi *Moenkhausia intermedia* (Osteichthyes, Characidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 329-333, 2003.

- LIZAMA, M. A. P.; AMBRÓSIO, A. M. Growth, recruitment, and mortality parameters for *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 and *A. schubarti*, Britski, 1964 (Pisces, Characidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 437-442, 2004.
- LIZAMA, M. A. P.; TAKEMOTO, R. M. Relação entre o padrão de crescimento em peixes e as diferentes categorias tróficas: uma hipótese a ser testada. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 455-463, 2000.
- 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). **Arch. Hydrobiol.**, v. 149, n. 2, p. 285-306, 2000.
- LUIZ, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; HAHN, N. S. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da Bacia do Rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.**, v. 58, n. 2, p. 273-285, 1998.
- LUZ, K. D. G.; ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A. A.; LUIZ, C. G. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 401-407, 2001.
- MACDONALD, P. D. M.; GREEN, P. E. J. **User's guide to program MIX**: an interactive program for fitting mixtures of distributions. Canada: Ichthus Data Systems, 1988. 58 p.
- MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados**. Tradução de S.I.C. Carmona. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229 p.
- MATEUS, L. A. F. **Ecologia da pesca de quatro grande bagres (Siluriformes: Pimelodidae) na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-Grossense**. 2003. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- MATHEWS, W. J. **Patterns in Freshwater Fish Ecology**. New York: Chapman and Hall, 1998. 756 p.
- MAZZONI, R.; COSTA, L. D. S. Feeding ecology of stream-dwelling fishes from a coastal stream in the southeast Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 4, p. 627-635, 2007.
- MAZZONI, R.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil. **Ecography**, v. 23, p. 588-602, 2000.
- MAZZONI, R.; SILVA, A. P. F. Aspectos da história de vida de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda Ribeiro) (Characiformes, Characidae) de um riacho costeiro de Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 228-233, 2006.

MAZZONI, R.; MENDONÇA, R. S.; CARAMASCHI, E. P. Reproductive biology of *Astyanax janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, Maricá, RJ, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 65, n. 4, p. 643-649, 2005.

MENEZES, N. A. Distribuição e origem da fauna de peixes de água doce das grandes bacias fluviais do Brasil. In: **Comissão internacional da bacia do Paraná-Uruguaí: Poluição e Piscicultura**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP/Instituto de Pesca. p. 79-108, 1972.

MENEZES, N. A. A importância da conservação da ictiofauna dos ecossistemas aquáticos brasileiros. In: **Seminário sobre a fauna aquática e o setor elétrico brasileiro: conservação**. Rio de Janeiro: COMASE/ELETROBRÁS, 1994. p. 7-13.

MENEZES, N. A.; WEITZMAN, S. H.; OYAKAWA, O. T.; LIMA, F. C. T.; CASTRO, R. M. C.; WEITZMAN, M. J. **Peixes de água doce da Mata Atlântica**: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce e neotropicais. Museu de Zoologia: Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 408 p.

MESCHIATTI, A. J.; ARCIFA, M. S.; FENERICH-VERANI, N. Fish communities associated with macrophytes in brazilian floodplain lakes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, p. 133-143, 2000.

MONTAG, L. F. A.; SMITH, W. S.; BARRELLA, W.; PETRERE JR., M. As influências e as relações das matas ciliares nas comunidades de peixes do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 1, p. 76-80, 1997.

MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. *Astyanax scabripinnis* (Pisces, Characidae): a species complex. **Rev. Brasil. Genet**, v. 14, n. 2, p. 331-357, 1991.

MOTTA, R. L. **Trama alimentar das comunidades animais em um curso de água corrente (Ribeirão do Atalho, Itatinga – SP)**. 1996. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. Dieta de duas espécies de peixes do ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. **Rev. bras. Zoociências**, v. 6, n. 2, p. 191-205, 2004a.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. Diet and trophic groups of an aquatic insect community in a tropical stream. **Braz. J. Biol.**, v. 64, n. 4, p. 809-817, 2004b.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. Food web structure in a tropical stream ecosystem. **Aust. Ecol.**, v. 30, p. 58-73, 2005.

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. 378 p.

NEEDHAN, J. G.; NEEDHAM, P. R. **Guia para el studio de los seres vivos de las agues dulces**. Barcelona: Reverté, 1982. 131 p.

NIKOLSKII, G. V. **Theory of Fish Population Dynamics: as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources**. Edinburgh: Oliver and Boyd Ltd, 1969. 321 p.

NOMURA, H. Alimentação de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) do rio Mogi Guaçu, SP. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 35, n. 4, p. 595-614, 1975a.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônado-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975b.

NOVAKOWSKI, G. C.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 1-6, 2007.

NUNES, D. M.; HARTZ, S. M. Feeding dynamics and ecomorphology of *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) and *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) in the Lagoa Fortaleza, southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 1A, p. 121-132, 2006.

OKSANEN, J.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R. B. Vegan: community ecology package. Versão 1.8-3. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. 2009.

OLIVEIRA, C.O.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2005.

ORSI, M. L.; CARVALHO, E.; FORESTI, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 2, p. 207-218, 2004.

OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C.; NOLASCO, J.C. **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Neotrópica, 2006. 201p.

PAULY, D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. **FAO Fisheries Technical Paper**, n. 234, p. 1-52. 1983.

PAVANELLI, C. S.; CARAMASCHI, E. Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the Upper rio Paraná basin. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 271-280, 2003.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 15, p. 10-19, 2006.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. Fish assemblage associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. **Acta Oecologica**, v. 27, p. 9-16, 2005.

PETRERE JR. M. Yield per recruit of the tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Amazonas State, Brazil. **J. Fish Biology**, v. 22, p. 133-144, 1983.

PETRY, P.; BAYLEY, P. B.; MARKLE, D. F. Relationships between fish assemblages macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. **Journal of Fish Biology**, v. 63, p. 547-579, 2003.

PINTO, T. L. F.; UIEDA, V. S. Aquatic insects selected as food for fishes of a tropical stream: Are there spatial and seasonal differences in their selectivity? **Acta Limnol. Bras.**, v. 19, n. 1, p. 67-78, 2007.

POLIS, G. A.; HOLT, R. D.; MENGE, B. A.; WINEMILLER, K. O. Time, space, and life history: influences on food webs. In: **Food webs: integration of pattern and dynamics** (G.A. Polis. K.O. Winemiller. eds.). New York: Chapman & Hall. p. 435-460, 1996.

PRADA-PEDREROS, S. **Biologia, dinâmica populacional e avaliação do estoque do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Ostariophysi: Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do Alto e Médio rio Paraná, Brasil.** 2003. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PUSEY, B. J.; ARTHINGTON, A. H. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. **Marine and Freshwater Research**, v. 54, p. 1-16, 2003.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** versão 2.8.1. Vienna, Austria, R Foundation for statistical computing. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. 2009.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. **Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742 p.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Aspectos da alimentação de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Tetragonopterinae) no córrego Andorinha, Ilha Grande – RJ. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2003.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Seasonal variation in the input of allochthonous matter in a Atlantic Rain Forest stream, Ilha Grande-RJ. **Acta Limnol. Bras.**, v. 17, n. 2, p. 167-175, 2005.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Disponibilidade e uso de recursos alóctones por *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), no córrego Andorinha, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 218-222, 2006a.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Contribuição da matéria autóctone e alóctone para a dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), em dois trechos de um riacho de Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 58-63, 2006b.

RIBEIRO, A. C. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of fauna evolution associated with a divergent continental margin. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 225-246, 2006.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fishes populations. **Bull. Fish. Res. Board Can.**, n. 191, p. 1-382, 1975.

RICKER, W. E. Growth rates and models. In: **Fish physiology, bioenergetics and growth**. (W.S. Hoar; D.J. Randall; J.R. Brett. eds.). New York: Academic Press, 1979. p. 677-743.

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. **B. Inst. Pesca**, v. 16, n. 1, p. 97-110, 1989.

RODRIGUES, A. M.; SANTOS, R. A.; GIAMAS, M. T. D.; CAMPOS, E. C.; CAMARA, J. J. C. Tipo de desova e fecundidade do lambari prata *Astyanax schubarti* Britski, 1964 (Pisces, Characiformes, Characidae) na represa de Ibatinga, Estado de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 22, n. 1, p. 133-139, 1995.

RONDINELLI, G. R. **Biologia alimentar e reprodutiva na comunidade de peixes do rio Passa Cinco (SP)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

ROQUE, F. O.; PAPINELLI, M.; FRAGOSO, E. N.; FERREIRA, W. A.; BARILLARI, P. R.; YOSHINAGA, M. Y.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; FENERICH-VERANI, N.; LIMA, M. I. S. Ecologia de macroinvertebrados, peixes e vegetação ripária de um córrego de primeira ordem em região de Cerrado, do estado de São Paulo (São Carlos, SP). In: **Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos**. (R. Henry. Org.). São Paulo: Editora Rima, 2003a. p. 313-338.

ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G.; AGOSTINHO, R. C.; FOGO, J. C. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaragua State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation**, v. 7, p. 63-72, 2003b.

SÁ, M. F. P. **Caracterização de duas populações de *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) de riachos da bacia do rio São Francisco**. 2000. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

SÁ, M. F. P.; FRAGOSO-MOURA, E. N.; FENERICH-VERANI, N.; FERRO, D. A. M. Occurrence of intersexuality in “lambaris”, *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842), small characids from the brazilian streams. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 51, n. 2, p. 315-322, 2008.

SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 23-36, 1990.

SÁNCHEZ-BOTERO, J. L.; LEITÃO, R. P.; CARAMASCHI, E. P.; GARCEZ, D. S. The aquatic macrophytes as refuge, nurse and feeding habitats for freshwater fish from Cabiúnas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, v. 19, n. 2, p. 143-153, 2007.

SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N.; ANDRADE, C. C.; SANTOS, R. N.; ARAÚJO, F. G. Alimentação de duas espécies de peixes carnívoros no reservatório de Lajes, RJ. **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**, v. 24, n. 1, p. 161-168, 2004.

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 (Pisces, Characiformes, Characidae), na represa de Ibitinga, estado de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 22, n. 1, p. 115-124, 1995.

SÃO PAULO. **Planos de Manejo das Unidades de Conservação: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia**. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo, 1998. 128p.

SATO, T.; GODINHO, H. P. A questão do tamanho de primeira maturação dos peixes de Três Marias, MG. **Coletânea de resumos dos encontros da Associação Mineira de Aquicultura (AMA): 1982-1987**. Brasília: CODEVASF, 1988. p. 93-94.

SCHLOSSER, I. J. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. **Ecological Monographs**, v. 52, n. 4, p. 395-414, 1982.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. WH Freeman and Company, 1995. 887 p.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais**. Parte 1 – Manual FAO. Documento técnico sobre as pescas. N. 301/1, Rev. 2, Roma, FAO, 1997. 404 p.

STEHR, F. W. **Imature insects**. Kundal/Hunt Publishing Company. v. 2., 1991.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta Atlântica Montana. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999.

TEIXEIRA, T. P.; PINTO, B. C. T.; TERRA, B. F.; ESTILIANO, E. O.; GRACIA, D.; ARAÚJO, F. G. Diversidade das assembléias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 95, n. 4, p. 347-357, 2005.

TONHASCA JR., A. **Ecologia e História Natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197p.

UIEDA, V. S.; BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do Rio Capivara, Bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Rev. bras. de Zoociências**, v. 1, n. 1, p. 55-67, 1999.

UIEDA, V. S.; CASTRO, R. M. C. Coleta e fixação de peixes de riachos. In: **Oecologia Brasiliensis: Ecologia de Peixes de Riachos**. (E.P. Caramaschi; R. Mazzoni; P.R. Peres-Neto. eds.). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFRJ. Rio de Janeiro. p. 1-22, 1999.

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, v. 21, p. 31-47. 1996.

UIEDA, V. S.; KIKUCHI, R. M. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso d'água corrente na cuesta de Botucatu, São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 7, p. 105-114, 1995.

UIEDA, V. S.; UIEDA, W. Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field study methodologies. **Braz. J. Biol.**, v. 61, n. 3, p. 377-388, 2001.

UIEDA, V. S.; BUZZATO, P.; KIKUCHI, R. M. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra do Sudeste do Brasil. **An. Acad. Bras. Ci.**, v. 69, n. 2, p. 244-252, 1997.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática**. Maringá: EDUEM, SBI, São Paulo, 1996. 169p.

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

VAZZOLER, A. E. A. M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. L. A. P. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. (A.E.A.M., Vazzoler; A.A., Agostinho; N.S., Hahn. eds.). Maringá: Editora da UEM. p. 249-265. 1997a.

VAZZOLER, A. E. A. M.; LIZAMA, M. L. A. P.; INADA, P. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. (A.E.A.M., Vazzoler; A.A., Agostinho; N.S., Hahn. eds.). Maringá: Editora da UEM. p. 249-265. 1997b.

VEREGUE, A. M. L.; ORSI, M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 216 p.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 45, n. 2, p. 223-232, 2002.

VITULE, J. R. S.; 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 Biol. Par.**, v. 31, n. 1, 2, 3, 4, p. 137-150, 2002.

WILKINSON, L.; BLANK, G.; GRUBER, C. **Desktop data analysis with Systat**. London: Prentice-Hall, 1996. 798 p.

WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, v. 81, p. 225-241, 1989.

WINEMILLER, K. O. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. **Ecological Monographs**, v. 60, p. 331-367, 1990.

WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology**, v. r3, supplement A, p. 267-296, 1998.

WOOTON, R. J. **Fish Ecology**. 1 ed. New York: Chapman and Hall, 1992. 212p.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM/Nupelia, 1996. 129p.

Ursulla Pereira Souza

Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga