

RELAÇÃO PESO-COMPRIIMENTO E FATOR DE CONDIÇÃO DE *Astyanax* aff. *paranae* (pisces) EM CORPOS HÍDRICOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA, NO CENTRO-OESTE DO PARANÁ

LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP AND CONDITION FACTOR FOR *Astyanax* aff. *paranae* (pisces) IN WATER BODIES WITH DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC INTERFERENCE IN THE MIDWEST OF PARANÁ, BRAZIL

Nédia de Castilhos Ghisi¹, Katia Miyuki Ito², Alberto José Prioli¹,
Elton Celton Oliveira²

¹ Universidade Estadual de Maringá

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão

Data de recebimento: 04/06/2012

Data da aprovação: 22/06/2012

RESUMO

Este trabalho buscou avaliar as variações da relação peso-comprimento e do fator de condição (K) no lambari *Astyanax* aff. *paranae* (Teleostei, Characidae) coletado em três pontos amostrais, com diferentes níveis de interferência antrópica, em duas estações do ano (inverno e verão). Dois pontos amostrais localizaram-se no rio do Campo, um a montante e outro a jusante do município de Campo Mourão – PR, recebendo diferentes tipos de contaminação. O terceiro ponto localizou-se no córrego Concórdia da Reserva Biológica das Perobas, entre os municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte – PR, sendo considerado um controle negativo. A relação peso-comprimento dos espécimes coletados no inverno foi alométrica negativa ($b = 2,95$), enquanto que os do verão foi alométrica positiva ($b = 3,44$). A partir da ANOVA bifatorial constatou-se que os dados de fator de condição tiveram influência tanto dos pontos amostrais quanto das estações (interação). A partir do teste de Tukey, evidenciou-se que os maiores valores de K ocorreram no verão. Nesta estação também se verificou diferença significativa entre os pontos amostrais, sendo os maiores valores obtidos no ponto a jusante. Os elevados valores de b e K no verão, principalmente no ponto a jusante, sugerem uma resposta dos espécimes a um maior aporte de nutrientes.

Palavras-chave: Coeficiente angular. Nutrição. Poluentes. Produtividade. Crescimento.

ABSTRACT

This study evaluated the variations in the relationship length-weight and condition factor (K) for 'lambari' *Astyanax* aff. *paranae* (Teleostei, Characidae) sampled in three sites with different levels of human interference in winter and in summer. Two of samples are from the Campo River, one sample is upstream of Campo Mourão, a city in the state of Paraná, Brazil; the other is downstream of this city, all the samples have different forms of contamination. The third sampled point was the Concórdia stream, in the Perobas Biological Reserve, between the cities of Tuneiras do Oeste and Cianort in the state of Paraná, Brazil. This point was considerate a negative control. The length-weight relationship of specimens from winter was allometrically negative ($b=2.95$), while the fishes from summer had positive allometric growth ($b=3.44$). The two-way Analysis of Variance (ANOVA) demonstrated that the condition factor data suffered influence both from the sample points and from the seasons (interaction). The Tukey

test highlighted that the highest values of K occurred in summer. In this season there was a significant difference among the sampled sites, the highest values were found in the sample downstream of Campo Mourão. The elevated b and K values in summer, especially downstream, suggest a response of specimens to the larger nutrients input.

Keywords: Angular coefficient. Nutrition. Water pollution. Productivity. Growth.

Introdução

Alguns aspectos quantitativos da estrutura da população, tais como a razão sexual, a relação peso-comprimento, a condição nutricional e a reprodução, são ferramentas úteis no estudo dos peixes. A partir de atributos morfométricos (peso e comprimento), da dieta (itens alimentares) e reprodutivos (maturidade gonadal) é possível obter informações sobre como as variações das condições ambientais influenciam diferentes organismos (WOOTTON, 1999).

Nos estudos de toxicologia ambiental, muitos parâmetros de peixes têm sido utilizados para monitorar a qualidade da água, alguns no nível molecular e/ou celular, outros no nível de população e ainda ao nível de comunidade (VAN DER OOST et al., 2003). No nível populacional, o fator de condição parece ser uma ferramenta potencialmente útil na avaliação de impacto ambiental (ARAÚJO et al., 2011), em termos de respostas tardias a contaminantes.

O fator de condição é um índice que avalia o estado fisiológico dos peixes, partindo do pressuposto de que indivíduos com uma maior massa em um dado comprimento estão em melhor condição (LIMA-JUNIOR et al., 2002). Este índice reflete o estado nutricional dos indivíduos, sendo possível relacioná-los às variações ambientais, ao processo reprodutivo e aos aspectos comportamentais (VAZZOLER, 1996).

A estimativa do fator de condição pode ser feita através do fator de condição de Fulton ou do fator de condição alométrico. O fator de condição de Fulton assume que a relação peso/comprimento é sempre isométrica ($b=3$). Por outro lado, o fator de condição alométrico considera que dentro de uma população podem ocorrer variações na relação peso-comprimento (ROCHA et al., 2005).

A relação peso-comprimento de peixes é representada pelo modelo potencial ($y=a.x^b$), e o coeficiente angular (b) do modelo pode ser interpretado de três formas: se o coeficiente b for igual a 3, o crescimento será isométrico, se for maior que 3, será alométrico positivo e, se for menor que 3, será alomé-

trico negativo. Quando o crescimento for isométrico, o incremento em peso acompanha o crescimento em comprimento, mas, se for alométrico negativo, há um incremento em peso menor do que em comprimento; e se é alométrico positivo, há um incremento em peso maior do que em comprimento (ORSI et al., 2002).

Sabendo que a relação peso-comprimento e o fator de condição podem indicar variações populacionais e que, atualmente, os problemas ambientais de poluição dos corpos hídricos por contaminantes agrícolas e urbanos têm sido objeto constante de estudos científicos por haver maior demanda de água de qualidade, o presente estudo buscou avaliar estes aspectos populacionais em *Astyanax aff. paranae* Eigenmann, 1914 (Teleostei, Characidae) em corpos hídricos com diferentes níveis de antropização.

Metodologia

Espécie estudada

Astyanax aff. paranae (Figura 1) é um pequeno caracídeo, popularmente conhecido como lambari do rabo vermelho. Trata-se de uma espécie comumente encontrada na bacia do rio Ivaí, mostrando uma distribuição restrita a pequenos afluentes, vivendo de preferência em trechos de cabeceira (GARUTTI; BRITSKI, 2000). Caracterizada por um curto ciclo de vida (BARBIERE, 1999), com hábito alimentar predominantemente onívoro (FERREIRA, 2004) e apresentando dimorfismo sexual (ABELHA et al., 2006), esta espécie foi utilizada neste trabalho por ser frequente e abundante nos locais de coleta, por ser de fácil manipulação, além do seu potencial como espécie bioindicadora.

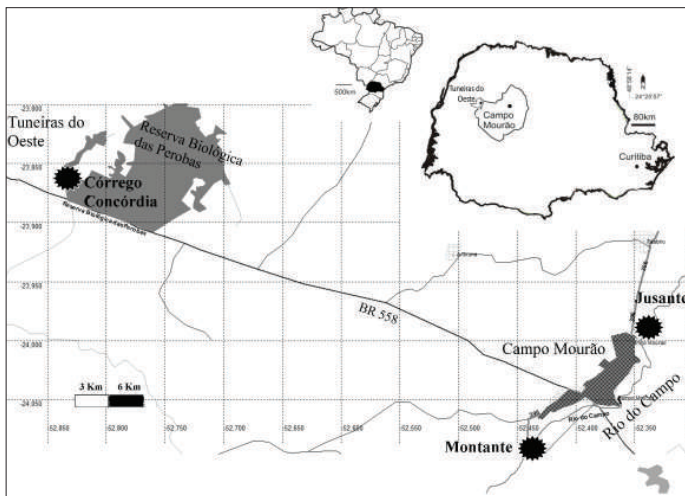
Figura 1- Exemplar de *Astyanax* aff. *paranae* coletado no rio do Campo. Barra= 1 cm



Área de estudo

Neste trabalho foram selecionados dois pontos amostrais no rio do Campo, um a jusante e o outro a montante do município de Campo Mourão - PR, e um ponto amostral no córrego Concórdia da Reserva Biológica (REBIO) das Perobas, nos municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte – PR (Figura 2).

Figura 2 - Área de estudo com a localização dos pontos amostrais. Dois pontos foram alocados no rio do Campo, a montante e a jusante do município de Campo Mourão – PR, e o terceiro ponto no córrego Concórdia da Reserva Biológica das Perobas, nos municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte – PR



O primeiro ponto no rio do Campo, a montante do município de Campo Mourão, é caracterizado por apresentar apenas influência de áreas agrícolas, não atravessando áreas urbanas nem industriais, sendo georreferenciado pelas coordenadas $24^{\circ}04'56.37''S$ e $52^{\circ}26'31.05''O$. O segundo ponto no rio do Campo, a jusante do referido município, caracteriza-se

pela descarga de diferentes efluentes da cidade de Campo Mourão, incluindo despejos industriais e da estação de tratamento de esgoto municipal (ETE – rio do Campo, Campo Mourão – PR) (Localização: $23^{\circ}59'44.09''S$ / $52^{\circ}20'23.34''O$). Estes dois primeiros pontos possuem uma barreira física que os separa, um represamento artificial para formação do lago no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, que impede a migração dos indivíduos entre os pontos. O terceiro ponto de coleta esteve localizado no córrego Concórdia da Reserva Biológica das Perobas, sendo caracterizado por menor nível de antropização e, desta forma, ofereceu um controle negativo para o presente trabalho (Localização: $23^{\circ}52'56.80''S$ / $52^{\circ}49'53.68''O$).

A bacia hidrográfica do rio do Campo está localizada entre as coordenadas $23^{\circ}53'$ e $24^{\circ}10'$ sul e $52^{\circ}15'$ e $52^{\circ}31'$ oeste, ocupando parte dos municípios de Campo Mourão e Peabiru, região centro-oeste do Paraná. A bacia ocupa área de aproximadamente 384 Km², sendo 247 Km² no município de Campo Mourão e 137 Km² no município de Peabiru. Apresenta orientação sudoeste – nordeste, fazendo parte da bacia hidrográfica do rio Mourão que, por sua vez, faz parte da bacia hidrográfica do rio Ivaí (COLAVITE, 2009).

O rio do Campo constitui-se no manancial superficial que abastece 70% da cidade de Campo Mourão. Os principais fatores que afetam a qualidade de sua água são a conservação precária das estradas rurais e o manejo muitas vezes inadequado do solo. Além disso, tem-se observado que, em áreas urbanas banhadas pelas águas deste rio, o depósito de lixo doméstico e o lançamento de esgoto clandestino têm contribuído para agravar ainda mais a situação de degradação do rio (PAGOTTO et al., 2009).

O córrego Concórdia é um corpo hídrico lateral da REBIO das Perobas, localizando-se dentro da sua zona de amortecimento. A REBIO das Perobas é uma unidade de conservação federal com 8.176 hectares, localizada a $23^{\circ}52'52''S$, $52^{\circ}44'08''W$ e a 600 m de altitude, nos municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte, noroeste do Estado do Paraná, sul do Brasil (SILVA; FILHO, 2011). A área é caracterizada pelo contato entre a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, onde predominam perobas (*Aspidosperma* spp.), cedros (*Cedrella fissilis*) e palmitos (*Euterpe edulis*), e a Floresta Ombrófila

Mista, distinguindo-se pela ocorrência do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) (CASTELLA; BRITZ, 2004).

Em ambas as áreas, o clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, é qualificado como Cfa: clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida, com as seguintes médias anuais: temperatura dos meses mais quentes superior a 22°C e dos meses mais frios inferior a 18°C; temperatura média de aproximadamente 20°C; chuvas variando entre 1.300 e 1.600 mm; umidade relativa do ar 75%; índice hídrico entre os níveis 20 e 60 e ausência de deficiência hídrica. Os ventos predominantes na região são os de quadrante nordeste, apresentando probabilidade de geadas nos meses de inverno, quando sopram de sul e sudoeste (MAACK, 1981).

Procedimento amostral e análise de dados

Foram realizadas duas coletas, uma no inverno (agosto de 2011) e outra no verão (dezembro de 2011), sendo, em ambas, amostrados os três pontos de coleta determinados neste trabalho. O procedimento amostral adotado idealizou a coleta de aproximadamente 20 indivíduos de *Astyanax aff. paranae* por ponto amostral e estação do ano, visando obedecer aos critérios de análises estatísticas quanto ao número de réplicas e independência das amostras.

Em ambos os pontos de coleta do rio do Campo, utilizaram-se redes de espera (1,2 m x 5 m e malha de 1,5 cm ente nós opostos) como metodologia de captura de indivíduos, enquanto que, no córrego Concórdia da REBIO das Perobas, utilizou-se a técnica do peneiramento, com peneiras de 0,60 X 1,2 m e malha de 0,30 cm. As redes de espera foram instaladas paralelamente ao corpo hídrico, sendo vistoriadas de hora em hora. O peneiramento foi realizado através da vistoria ativa de bancos de macrófitas e outros micro-habitats marginais. Utilizou-se esta técnica na REBIO devido ao baixo número de indivíduos encontrados e a baixa eficiência da rede de espera como método de captura.

Após a captura dos indivíduos, eles foram dispostos em recipientes com água do próprio rio e um aerador para mantê-los vivos até a chegada em labo-

ratório. Em laboratório, os espécimes foram anestesiados com cloridrato de benzocaína a 20%, para evitar o sofrimento dos animais antes de sacrificá-los. Posteriormente, os indivíduos coletados foram identificados, enumerados e tomados seus dados morfológicos quanto ao comprimento total (Ct) e comprimento padrão (Cp) em centímetros e peso total (Pt) em gramas.

Exemplares vouchers de *Astyanax aff. paranae* coletados neste trabalho foram depositados na coleção de peixes do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPÉLIA) sob o n° de lote: NUP 13381 e Field: NCG2011103101.

A relação peso-comprimento foi estimada para cada estação do ano, de acordo com os pressupostos do modelo potencial representado pela seguinte fórmula: $Pt = a.Ct^b$, onde **a** é o coeficiente linear e **b** é o coeficiente angular. Os coeficientes linear e angular foram determinados a partir da aplicação do método dos mínimos quadrados.

O fator de condição alométrico foi determinado pela seguinte equação: $K = Pt/Ct^b$, onde **K** é igual ao fator de condição, **Pt** é igual ao peso total, **Ct** é igual ao comprimento total e **b** representa o coeficiente angular que foi obtido na relação peso-comprimento. O fator de condição foi calculado para cada indivíduo e, em cada estação do ano, utilizou-se o coeficiente angular correspondente.

Para avaliar as possíveis diferenças entre os pontos amostrais e as estações do ano em relação ao fator de condição, utilizou-se a análise de variância paramétrica bifatorial (ANOVA bifatorial), com os fatores ponto amostral e estação do ano, seguida pelo teste de Tukey. Para tal, fez-se a checagem a priori dos pressupostos de normalidade residual e homogeneidade das variâncias com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente (QUINN; KEOUGH, 2002).

Resultados

O valor obtido para o coeficiente angular (b) dos indivíduos coletados no inverno foi de 2,9534 (Figura 3), enquanto que o obtido no verão foi de 3,4461 (Figura 4). Em ambos os modelos foram verificados elevados coeficientes de correlação, sendo 98,81% no inverno e 97,43% no verão.

Figura 3 - Relação peso-comprimento dos indivíduos coletados no inverno, com equação da reta. Legenda: R^2 = coeficiente de correlação

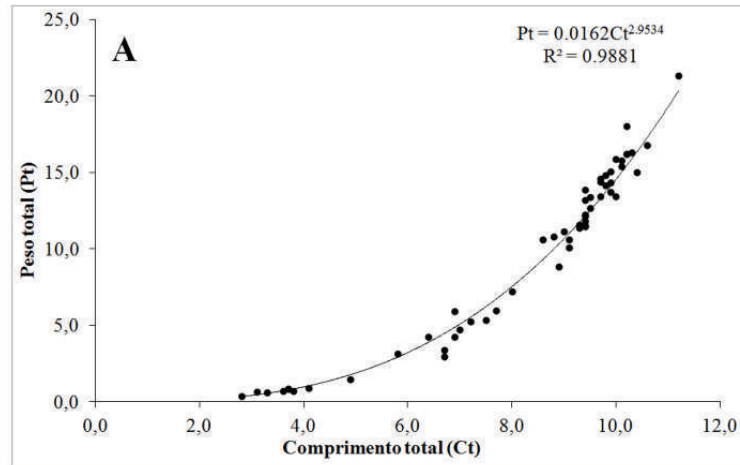
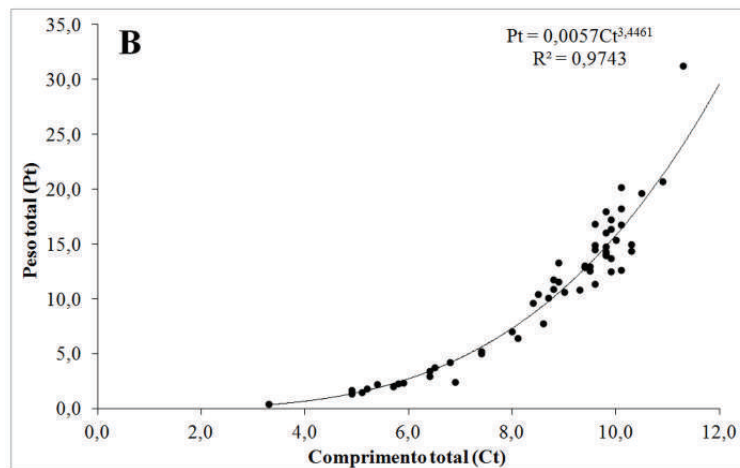


Figura 4 - Relação peso-comprimento dos indivíduos coletados no verão, com equação da reta. Legenda: R^2 = coeficiente de correlação



A partir da ANOVA bifatorial, realizada com os dados do fator de condição, constatou-se a existência de interação entre os fatores estação do ano e ponto amostral (Tabela 1), sendo obrigatória a análise conjunta desses fatores.

Tabela 1 - Resultado do teste ANOVA bifatorial realizada com os dados de fator de condição para os pontos amostrais e para as estações de coleta. * valores significativos. Legenda: N= número de indivíduos; g.l.= graus de liberdade; F= resultado da ANOVA bifatorial

ANOVA bifatorial	N	g.l.	F	p valor
Local	113	2	4,120	0,019*
Estação	113	1	1627,988	<0,001*
Local*Estação	113	2	3,363	0,038*

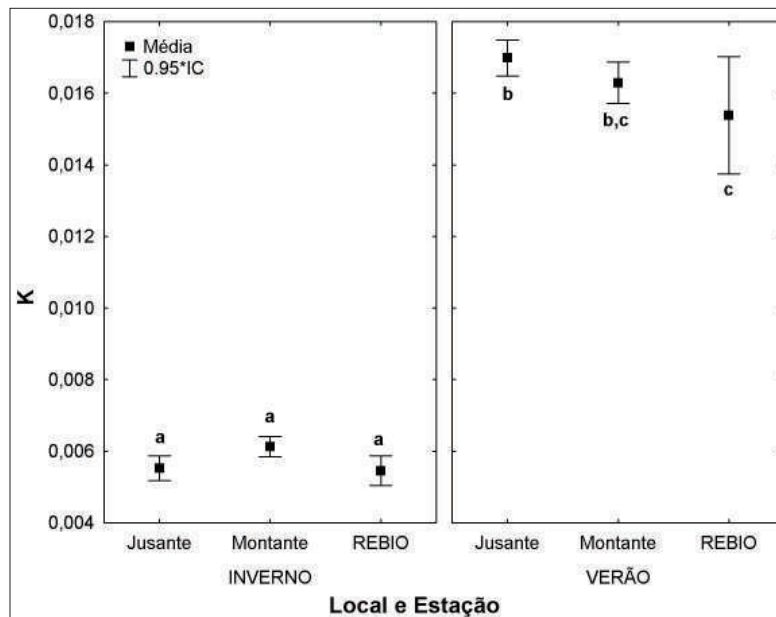
Através do teste de Tukey, verificou-se que os valores do fator de condição no inverno foram significativamente inferiores aos do verão. No inverno não ocorreram diferenças significativas entre os pontos de coleta. No verão evidenciou-se que o ponto a jusante

do rio do Campo apresentou exemplares com fator de condição maior que os encontrados para os pontos a montante do rio do Campo e na REBIO. Estes últimos pontos amostrais não tiveram diferenças significativas entre si (Tabela 2 e Figura 5).

Tabela 2 - Resultados do teste de Tukey realizado a partir da interação dos fatores *Local* e *Estação* (E). Entre parênteses aparece a média do fator de condição em cada tratamento (T).
Legenda: I=inverno, V=verão, * valores significativos

T	Local	E	1 (0.0055)	2 (0.0170)	3 (0.0061)	4 (0.0163)	5 (0.0055)	6 (0.0154)
1	Jusante	I	-	-	-	-	-	-
2	Jusante	V	<0,001*	-	-	-	-	-
3	Montante	I	0,754658	<0,001*	-	-	-	-
4	Montante	V	<0,001*	0,596657	<0,001*	-	-	-
5	REBIO	I	0,999987	<0,001*	0,656022	<0,001*	-	-
6	REBIO	V	<0,001*	0,01178*	<0,001*	0,374528	<0,001*	-

Figura 5 - Gráfico que representa os resultados do teste de Tukey. Legenda: a, b, c – representação do teste de Tukey (letras diferentes representam diferença estatística)



Discussão

A relação peso-comprimento e o fator de condição foram importantes parâmetros populacionais para observar o uso das reservas energéticas dos indivíduos, bem como o seu estado fisiológico, entre as estações do ano. Observou-se que efetivamente estes parâmetros podem ser utilizados como medida de variação entre diferentes populações.

No presente estudo, os indivíduos coletados no verão apresentaram crescimento do tipo alométrico positivo, indicando que houve um incremento

em peso maior do que em comprimento. Por outro lado, verificou-se que os indivíduos do inverno tiveram crescimento do tipo alométrico negativo, ou seja, incremento em peso menor que em comprimento (ORSI et al., 2002). A diferença observada no valor do coeficiente angular (b) dos indivíduos entre as estações do ano é possivelmente explicada pelas variações sazonais das condições ambientais, como diferenças na temperatura da água, na pluviosidade e na disponibilidade de alimento. Corroborando com estes argumentos, Santos et al. (2006) descreveram que os

valores do coeficiente angular (b) podem sofrer flutuações em função de fatores como a disponibilidade e aproveitamento de alimentos pelos indivíduos ao longo do ano.

A crescente demanda da população humana por recursos naturais elevaram a concentração de substâncias sintéticas potencialmente tóxicas (xenobiontes) nos corpos hídricos superficiais (TOWNSEND et al., 2006) e, conseqüentemente, passaram a participar do complexo cenário de variáveis que interferem nos atributos populacionais, tais como a relação peso-comprimento e o fator de condição (ARAUJO et al., 2011). Estes xenobiontes, atualmente, têm sido uma grande preocupação para os cientistas, inclusive elevando a demanda por novas soluções de detecção e mensuração do impacto por eles causado (MIRANDA et al., 2008). Dentro deste contexto, diferentes pesquisadores vêm testando a eficiência do fator de condição como medida para o monitoramento ambiental (BERVOETS; BLUST, 2003; FARAG et al., 1998; DETHLOFF et al., 2001).

Neste trabalho, os valores do fator de condição foram significativamente menores no inverno, fato que pode refletir uma situação de estresse natural, quando a temperatura é mais baixa, e a produtividade do sistema é menor. Provavelmente, estes fatores exercem um poder maior de influência sobre os espécimes, independentemente da área onde se encontrem. No verão, a temperatura se eleva, os níveis de pluviosidade aumentam, os decompositores se tornam mais ativos e, conseqüentemente, ocorre uma maior disponibilidade de nutrientes (JOBILING, 1995).

No entanto, fatores locais parecem também influenciar a condição dos espécimes, como observado para os indivíduos capturados no ponto a jusante do rio do Campo no verão. Estas diferenças podem ser explicadas de duas maneiras: 1- resultado de variações locais nas interações biológicas; 2- resultante de diferentes níveis de interferências antrópicas entre os locais.

Os indivíduos coletados neste estudo podem ter sido influenciados por fatores biológicos locais, tais como diferentes níveis de predação, competição e parasitismo (Thamy Santos Ribeiro^a – comun. pessoal). De acordo com Krebs (2009), interações biológicas podem promover influências em microescala no *fitness* das espécies, podendo modificar suas respectivas condições energéticas e, conseqüentemente,

influenciar localmente atributos reprodutivos, fisiológicos e comportamentais das populações.

Ainda, no ponto a jusante do município de Campo Mourão, ocorre o despejo dos efluentes da ETE do município de Campo Mourão, fato que pode explicar o maior aporte de nutrientes e o melhor estado nutricional da espécie. Em geral, ambientes com poluição orgânica mostram altos níveis de produtividade (COLINVAUX, 1993), podendo ser vantajoso para espécies de maior plasticidade, facilitando o acúmulo das suas reservas energéticas e, conseqüentemente, maiores valores no seu fator de condição (ALBERTO et al., 2005).

Atualmente, inúmeros estudos tentam investigar os efeitos dos poluentes sobre o fator de condição, mas, em muitos deles, esta medida isolada não parece ser muito responsiva, especialmente em casos de poluição por metais pesados (FARAG et al., 1998; DETHLOFF et al., 2001, LOHNER et al., 2001). No estudo de Bervoets e Blust (2003), os peixes apresentavam altos níveis de metais pesados em seus tecidos, mas o fator de condição não mostrou uma resposta relacionada às variações nos níveis metais.

Para uma melhor compreensão da efetividade do fator de condição como um indicador ambiental, sugere-se que bioensaios sejam realizados, e variáveis indesejadas sejam controladas. Muitos fatores podem afetar o fator de condição, entre os quais a qualidade do habitat e a disponibilidade de alimento parecem ser mais efetivas que a poluição por metais ou pesticidas (BERVOETS; BLUST, 2003). Para um estudo de biomonitoramento, o fator de condição de forma isolada não parece ser um bom indicador de estresse ambiental relacionado à poluição, mas em conjunto com biomarcadores de resposta precoce pode ser relevante em estudos de impacto ambiental.

Conclusão

Apesar de a relação peso-comprimento e do fator de condição serem importantes parâmetros populacionais, sujeitos a variações e, conseqüentemente, medições e interpretações, ficou evidente que ambos sofrem interferência, direta ou indireta, de muitas variáveis: 1- ambientais: pluviosidade, temperatura, fotoperíodo e produtividade; 2- biológicas: competição, predação e parasitismo; 3- antrópicas: poluição, destruição de habitat e modificação de habitat. Assim,

conclui-se que inferir que as respostas dos peixes estiveram relacionadas apenas aos contaminantes seria o mesmo que tratar as demais variáveis como esto-cásticas.

A falta de uma relação causal para o fator de condição enfraqueceu sua resposta quanto à contaminação ambiental, mas permitiu uma análise detalhada sobre seu alcance e importância. Sugere-se que este índice seja utilizado em conjunto com biomarcadores moleculares, celulares e/ou teciduais. Acredita-se que uma análise conjunta de vários parâmetros seria uma medida mais apropriada para sustentar uma argumentação sobre contaminação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte logístico fornecido pelo instituto Chico Mendes da Reserva Biológica das Perobas, ao apoio financeiro da Fundação Araucária, à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI) e à CAPES (Proex), entidade do governo brasileiro voltada para a formação de recursos humanos.

Referências

- ABELHA, M. C. F. et al. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. **Neotropical Ichthyology**. Sociedade Brasileira de Ictiologia, v.4, n.3, 2006.
- ALBERTO, A. et al. Health variables and gill morphology in the tropical fish *Astyanax fasciatus* from a sewage-contaminated river. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.61, p.247–255, 2005.
- ARAÚJO, C. C.; FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R. L. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter: Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, 2011.
- BERVOETS, L.; BLUST, R. Metal concentrations in water, sediment and gudgeon (*Gobio gobio*) from a pollution gradient: relationship with fish condition factor. **ironmental Pollution**, v.126, p.9–19, 2003.
- CASTELLA, P. R.; BRITTEZ, R. M. A floresta com araucária no Paraná: conservação e **diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. 236p.
- COLAVITE, A. P. **Geotecnologias aplicadas a análise da paisagem na bacia hidrográfica do rio do Campo, Paraná – Brasil**. 2009. 15p.
- COLINVAUX, P. **Ecology**. New York: Wiley, 1993. 704p. v. 2.
- DETHLOFF, G. M.; BAILEY, H. C.; MAIER, K. J. Effects of dissolved copper on select hematological, biochemical, and immunological parameters of wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 40, p. 371–380, 2001.
- FARAG, A. M. et al. Concentrations of metals associated with mining waste in sediments, biofilm, benthic macroinvertebrates, and fish from the Coeur d'Alene River Basin, Idaho. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 34, p. 119–127, 1998.
- FERREIRA, A. **Ecologia trófica de *Astyanax paranae* (Osteichthyes: Characidae) em córregos da bacia do rio passa-cinco, estado de São Paulo**. Piracicaba, 2004. 56p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, Porto Alegre, v.13, p.65-88, 2000.
- JOBLING, M. **Environmental biology of fishes**. London: Chapman & Hall, 1995, 455p.
- KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 6.ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009. 655 p.
- LIMA-JUNIOR, S. E.; CARDONE, I. B.; GOITEIN, R. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 397-400, 2002.
- LOHNER, T. W. et al. Assessment of tolerant sunfish populations (*Lepomis sp.*) inhabiting selenium-laden coal ash effluents - 1. Hematological and population level assessment. **Ecotoxicology Environmental Safety**, v. 50, p. 203–216, 2001.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: BDT/UFPR/IBPT, 1981. 350p.
- MIRANDA, A. L. et al. Bioaccumulation of chlorinated pesticides and PCBs in the tropical freshwater fish *Hoplias malabaricus*: Histopathological, physiological, and immunological findings. **Environmental International**, v. 34, p. 939-949, 2008.
- ORSI, M. L.; SHIBATA, O. A.; SILVA-SOUZA, A. T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertãoópolis. In: MEDRI, M. E. **A bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Universidade Estadual de