

Composição específica, comportamento migratório e capacidade natatória da ictiofauna coletada na Bacia do Rio Grande.

Lucas Alegretti

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é assessor técnico do Instituto Inteligência para Sustentabilidade-I2S, atuando principalmente nos temas: Pequenas Centrais Hidrelétricas, Ictiofauna, Herpetofauna, Monitoramento Biológico em ambientes aquáticos.

E-mail: lucasalegretti@gmail.com

Guilherme Lessa Ferreira

Possui Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é assessor técnico do Instituto Inteligência para Sustentabilidade-I2S, atuando principalmente nos temas: Biocritérios na Avaliação da Integridade Ambiental, Fauna Silvestre.

E-mail: lessamack@yahoo.com.br

Bruno Assanuma Burstin

Possui Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é assessor técnico do Instituto Inteligência para Sustentabilidade-I2S, atuando principalmente nos seguintes temas: Pequenas Centrais Hidrelétricas, Plâncton, Monitoramento Biológico.

E-mail: brunoburstin@gmail.com

William Roberto Luiz Pereira

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Biomatemática. Tem interesse na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Teórica, Dinâmica Populacional e Índices Biológicos, tendo preferência aos seguintes temas: Alometria, Modelos Matemáticos Aplicados a Ecologia, Ecotoxicologia. Consultor do Instituto Inteligência para Sustentabilidade – I2S.

E-mail: william_roberto_luiz@hotmail.com

Maurea Nicoletti Flynn

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, mestrado e doutorado em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo e pós-doutorado em ecologia aplicada e experimental pelo programa recém doutor do CNPq, Universidade de São Paulo. Foi coordenador do Curso de Engenharia Ambiental das Faculdades Oswaldo Cruz e Coordenadora de Pesquisas na Escola Superior de Química das Faculdades Oswaldo Cruz. Professor adjunto do curso de graduação em Ciências Biológicas e de pós-graduação em Biodiversidade da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem experiência nas áreas de Ecologia Bêntica, Ecologia Experimental, Dinâmica Populacional e Biodiversidade.

E-mail: m.flynn@intertox.com.br

Resumo

O presente artigo se refere à análise da ictiofauna coletada na Bacia do Rio Grande, região sudeste, em termos da composição específica, comportamento

ALEGRETTI, Lucas; FERREIRA, Guilherme Lessa; BURSTIN, Bruno Assanuma; PEREIRA, William Roberto Luiz; FLYNN, Maurea Nicoletti. Composição específica, comportamento migratório e capacidade natatória da ictiofauna coletada na Bacia do Rio Grande. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 115-127, fev. 2012.

migratório e capacidade natatória das espécies. O cálculo de capacidade natatória e tempo de resistência de nado são importantes, pois a partir dos seus valores é possível estimar se peixes conseguem ou não ultrapassar barreiras nos rios, tanto naturais como artificiais, e fornecer subsídios para a construção de mecanismos de transposição em reservatórios. Os peixes, coletados em setembro de 2011 em ribeirões da Bacia do Rio Grande, foram separados em grupos por família/gênero e para cada exemplar, foram obtidos o comprimento total e furcal e a massa corpórea total. Dentre as três ordens coletadas, a de maior importância foi Characiformes, representada por seis diferentes espécies: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus*, *Hoplias malabaricus*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus sp* e *Salminus hilarii*. A segunda mais importante foi Siluriformes, representada por duas espécies *Hypostomus sp* e *Rhamdia quelen*, seguida de Perciformes, representada por uma única espécie coletada *Geophagus brasiliensis*. Para as espécies de piracema, *Salminus hilarii* e *Leporinus sp*, foi calculada a capacidade natatória, sendo estimados as velocidades prolongadas críticas e o tempo de resistência. Para temperaturas de 18°C, a velocidade crítica e o tempo de resistência variaram para *Leporinus sp* entre 2,46 a 4,94 m/s e 1,11 a 23,29 s, dependendo do tamanho do exemplar e para *Salminus hilarii*, entre 3,31 a 6,24m/s e 4 a 68,73 s.

Palavras-chave: Ictiofauna. Peixes Migradores. Capacidade Natatória.

Abstract

The article refers to the analysis of the ictiofauna sampled in Rio Grande Basin, Southeastern Brazil, taking in account species composition, migratory behavior and swimming performance of migratory species. The calculation of swimming performance and endurance time are important, because from their values it is possible to estimate whether or not fish can overcome barriers in rivers, both natural and artificial, and provide subsidies for the construction of fish ways in reservoirs. Fish were collected in September 2011 in various streams of Rio

ALEGRETTI, Lucas; FERREIRA, Guilherme Lessa; BURSTIN, Bruno Assanuma; PEREIRA, William Roberto Luiz; FLYNN, Maurea Nicoletti. Composição específica, comportamento migratório e capacidade natatória da ictiofauna coletada na Bacia do Rio Grande. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 115-127, fev. 2012.

Grande Basin. The fish were separated into groups by morfotype and for each specimen fork length and total body mass were obtained. Among the three orders collected, the most important was Characiformes, represented by six different species: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus*, *Hoplias malabaricus*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus sp* and *Salminus hilarii*. The second most important was Siluriformes, represented by two species *Hypostomus quelen* and *Rhamdia sp*, followed by Perciformes, represented by a single species *Geophagus brasiliensis*. For the migratory species *Salminus hilarii* and *Leporinus sp*, swimming performance was calculated and the critical speed and extended endurance time estimated. At temperatures of 18 °C, the critical speed and endurance time for *Leporinus sp* ranged between 2.46 to 4.94 m / s and from 1.11 to 23.29 s, depending on the size of the specimen, and for *Salminus hilarii* between 3,31 to 6.24 m / s and from 4 to 68.73 s.

Key-words: Ictiofauna. Migratory Fish. Swimming Capacity.

Introdução

A ictiofauna neotropical de água doce é considerada uma das mais diversificadas e ricas do mundo, já contando com mais de 2400 espécies descritas (LOWE-MCCONNELL, 1999). Makrakis e colegas (2007) descreveram o padrão apresentado pela América do Sul como o de predominância de peixes das Ordens Characiformes e Siluriformes. Com relação à estratégia de vida, a maioria das espécies que compõem a ictiofauna das bacias hidrográficas das regiões Sul e Sudeste do Brasil é considerada sedentária e de pequeno porte. Entretanto, as espécies migradoras, de médio e de grande porte, historicamente vêm sustentando as modalidades de pescarias de subsistência, comerciais e recreativas (AGOSTINHO et al, 2007)

Há fatores naturais ou resultantes de ações antrópicas que acarretam na progressiva diminuição das populações de peixes fluviais no Brasil. As ações

antrópicas se referem principalmente ao represamento de rios, desmatamento ciliar, destruição de lagoas e alagados marginais, poluição, introdução de espécies exóticas, e sobrepesca. Os impactos negativos decorrentes da construção de barragens são resultantes da construção de uma barreira transversal que retém água, sendo na maioria das vezes intransponível pela fauna aquática, em particular pelos peixes. Constituem por isso obstáculo à livre circulação da ictiofauna e podem até comprometer a continuidade de certas espécies, uma vez que impedem o acesso dos peixes a locais essenciais para o desempenho de determinadas funções biológicas, como por exemplo, a reprodução (SANTO, 2005).

Para este fim é mais usual o emprego da velocidade prolongada (SANTOS, 2007; KATOPODIS, 2005), definida como a velocidade mantida por um período que varia de 20 segundos a 200 minutos, podendo acarretar em fadiga muscular. Esse modo permite medir, mais precisamente, a habilidade do peixe em nadar durante um determinado tempo numa dada velocidade. Sua principal subcategoria é a velocidade prolongada crítica, correspondendo à velocidade máxima que o peixe pode manter em escoamento com velocidade aumentada em certo período de tempo. A velocidade crítica é uma poderosa ferramenta para comparação da capacidade natatória entre as espécies (HAMMER, 1995). A capacidade natatória é expressa em termos de velocidade de natação e resistência, o período de tempo durante o qual o peixe consegue manter uma determinada velocidade. Está relacionada ao comprimento, peso, sexo, e às condições de saúde do indivíduo (condicionantes do próprio peixe), bem como a fatores externos como temperatura, principalmente (BEAMISH, 1978). Esse cálculo é muito importante, pois a partir dos valores da capacidade, é possível calcular se os peixes conseguem ou não passar barreiras, tanto naturais como artificiais, nos rios, bem como a vazão necessária na construção de mecanismos de transposição em aproveitamentos hidrelétricos.

O presente artigo se refere à análise da ictiofauna coletada na Bacia do Rio Grande, região sudeste, em termos da composição específica, comportamento migratório das espécies e capacidade natatória.

Métodos

Os peixes foram coletados em setembro de 2011 em ribeirões da Bacia do Rio Grande, na região sudeste. Para tanto, foram invariavelmente realizados cinco lances de tarrafa em cada local de coleta, adotando-se esse padrão como esforço de pesca uniformizado. O petrecho utilizado foi uma tarrafa padrão, que tem como malhagem 30 mm entre nós. Em complementação à operação das tarrafas, foram também utilizadas redes de espera, medindo 3m de largura e 1,5m de altura, e malhagens de 30 mm e 50 mm entre nós. A colocação das redes de espera foi feita sempre no final da tarde, sendo estas retiradas no dia seguinte, aproximadamente entre as 07h e 11h.

Retirados do aparelho de pesca, os peixes, ainda vivos, foram triados e fotografados. Durante a triagem biológica, os animais foram inicialmente separados em grupos por família/gênero e para cada um, foram obtidos o comprimento total e furcal, com o uso de uma fita métrica (com escala em mm) e a massa corpórea total (g), com a utilização de uma balança eletrônica semi-analítica com precisão de 0,1g. Após este procedimento, os exemplares foram devolvidos, ainda vivos, ao rio. A identificação taxonômica de cada exemplar foi realizada através da utilização de bibliografia especializada, chaves de identificação específicas e levantamentos de fauna de regiões adjacentes, além de consultas ao Fishbase (www.fishbase.org).

A velocidade máxima de nado foi calculada com base no comprimento do peixe e da temperatura da água, segundo a fórmula de Wardle (YINGQI, 1982), que considera a distância viajada por um peixe em cada ondulação de corpo como sendo de aproximadamente 0,7 de seu comprimento.

$$U = \frac{0,7L}{2t}$$

Onde:

L – comprimento do peixe

t – tempo entre duas ondulações

O comprimento máximo e médio de cada espécie foi obtido no banco de dados Fishbase, que disponibiliza uma série de informações morfológica, comportamentais e reprodutivas. O comprimento mínimo foi definido como o comprimento da malha de pesca usada na captura.

O cálculo do tempo de contração muscular (função do comprimento e da temperatura) foi feito através da fórmula descrita em Yingqi (1982). Os intervalos de comprimentos definidos alimentam essa equação. As temperaturas de contração foram simuladas postulando que a temperatura ambiente mínima e máxima seja diretamente ligada à temperatura muscular. As temperaturas ambientais, mínima e máxima, foram estimadas pela localização georreferencial do ponto. Para cada comprimento L foi encontrado o valor de t pela fórmula,

$$t(L,T) = 0,1700L^{0,4288} + 0,0028 \ln T - 0,0425L^{0,4288} \cdot \ln T - 0,0077$$

Os valores então foram inseridos na fórmula de Wardle, em função de uma mesma temperatura. O mesmo processo é feito novamente para outras temperaturas, abrangendo a variação da temperatura da água local. As curvas foram plotadas para cada espécie migradora analisada. O algoritmo para o cálculo das curvas de velocidade máxima de nado foi implementado em Excel.

Resultados

Foram coletados peixes de três diferentes ordens, Characiformes, Siluriformes e Perciformes perfazendo um total de sete diferentes espécies além de exemplares identificados até o nível de gênero (tabela 1). Dentre as três ordens

a de maior importância foi Characiformes, representada por seis diferentes espécies: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus*, *Hoplias malabaricus*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus sp* e *Salminus hilarii*. A segunda mais importante foi Siluriformes, representada por duas espécies *Hypostomus sp* e *Rhamdia quelen*, seguida de Perciformes, representada por uma única espécie coletada *Geophagus brasiliensis*.

Os grupos taxonômicos identificados na coleta são grupos de espécies popularmente conhecidas como: piaparas ou piaus, tabaranas, traíras, lambaris ou tambiú, acará, cascudos e bagres, e reconhecidamente comuns aos padrões de fauna de estreitos e rios da Bacia do Rio Grande.

Tabela 1 – Lista das espécies de peixes coletados

ORDEM	FAMÍLIA	GÊNERO/ESPÉCIE	NOME POP.
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1836)	Piapara
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus sp</i>	Rajadinha
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari-de-rabo-vermelho
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Tambiú
Characiformes	Characidae	<i>Salminus hilarii</i>	Tubarana
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus sp</i>	Cascudo
Siluriformes	Heptaptridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre
Perciformes	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará

Considerando o total de capturas, a figura 1 mostra o número de morfotipos taxonômicos por ordem, representado por frequência relativa.



Figura 1 – Frequência relativa de morfotipos taxonômicos por ordens

Quando relacionados os totais de exemplares capturados por ordem taxonômica (Figura 2), novamente a ordem Characiformes é a mais importante, representada por 69 exemplares de peixes, seguida dos Siluriformes com cinco exemplares e apenas três indivíduos pertencentes à ordem Perciformes.

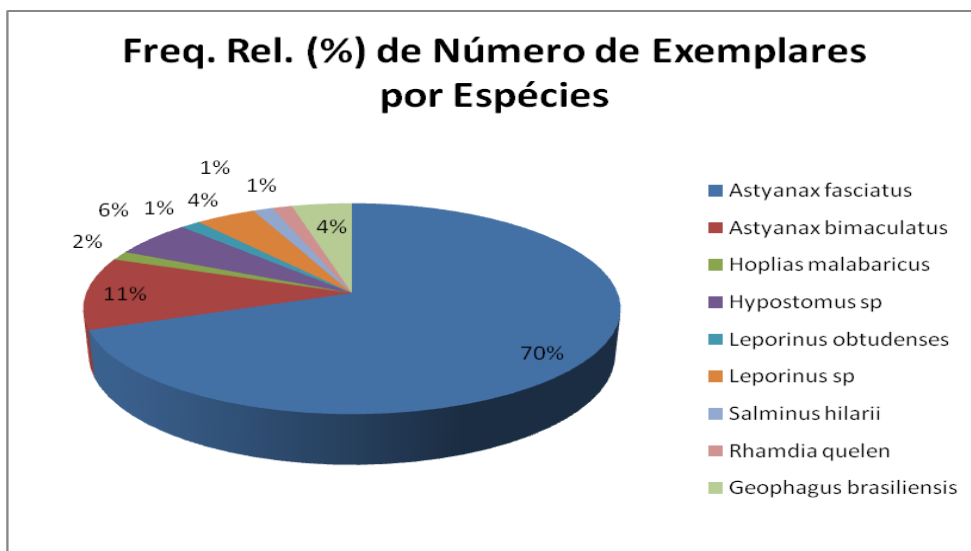


Figura 2 – Frequência relativa em porcentagem do número de exemplares de peixes capturados por espécies.

Para as espécies de piracema, *Salminus hilarii*, *Leporinus* sp e *Leporinus obtudens*, foi calculada a capacidade natatória, necessária para adequação de

sistemas de transposição, sendo estimados as velocidades prolongadas críticas e o tempo de resistência.

Na tabela 2 estão apresentados os valores referentes às velocidades prolongadas críticas referentes aos dados médios de comprimento de espécimes coletados (Vc campo), aos dados de comprimento médio bibliográfico (Vc média) e comprimento máximo bibliográfico (Vc máxima) tendo como fonte o Fishbase.

Tabela 2 – Valores estimados de velocidade (m/s) prolongada crítica para temperaturas da água entre 16 e 20 °C das espécies *Salminus hilarii* das duas espécies do gênero *Leporinus* considerando a média de comprimento dos indivíduos coletados em campo (Vc campo), o comprimento médio (Vc média) e máximo (Vc máxima) reportado para a espécie.

Espécies	<i>Leporinus sp</i>			<i>Salminus hilarii</i>		
	Vc campo	Vc média	Vc máxima	Vc campo	Vc média	Vc máxima
T °C						
16	2,26	3,68	4,3	3,03	3,97	5,68
17	2,36	3,85	4,72	3,17	4,11	5,96
18	2,46	4,02	4,94	3,31	4,34	6,24
19	2,57	4,2	5,17	3,46	4,54	6,53
20	2,60	4,39	5,4	3,61	4,75	6,83

Na tabela 3 estão apresentados os valores referentes ao tempo de resistência em segundos para a velocidade máxima de nado em função da temperatura e comprimento.

Tabela 3 – Valores estimados do tempo de resistência (s) para temperaturas da água entre 16 e 20 °C na manutenção da velocidade prolongada crítica das espécies *Salminus hilarii* e das duas espécies do gênero *Leporinus* considerando a média de comprimento dos indivíduos coletados em campo (Tr campo), o comprimento médio (Tr média) e máximo (Tr máximo) reportado para a espécie.

T °C	<i>Leporinus sp</i>			<i>Salminus hilarii</i>		
	Tr campo	Tr médio	Tr máximo	Tr campo	Tr médio	Tr máximo
16	1,40	11,94	30,08	5,07	16,82	91,04
17	1,25	10,55	26,44	4,50	14,84	78,94
18	1,11	9,34	23,29	4,00	13,12	68,73
19	1,00	8,29	20,56	3,56	11,62	60,03
20	0,89	7,36	18,18	3,17	10,31	52,57

Discussão

Na América do Sul, a geração hidráulica é a principal fonte de energia elétrica, sendo que no Brasil, a oferta corresponde a 77,1% da produção de energia elétrica (BRASIL, 2006). Uma característica em comum de boa parte dessas usinas é a necessidade de obstrução do escoamento natural dos rios, causando a interrupção da rota migratória das espécies de peixes migradores (SANTOS et al, 2007). Para atenuar o efeito dessa interrupção sobre as populações das espécies migradoras, iniciou-se no Brasil a construção das passagens para peixes. Portanto, o conhecimento do comportamento migratório e da capacidade natatória dos peixes neotropicais constitui um aspecto primordial para estabelecer diretrizes no dimensionamento de mecanismos de transposição.

Quanto à estratégia de vida, a maioria das espécies que compõem a ictiofauna do sudeste brasileiro é de pequeno porte e não migratória. A ictiofauna dos diversos ribeirões que compõem o sistema analisado é similar apresentando predominância do gênero *Astyanax*, peixes potamódromos, que não são considerados peixes de piracema já que não realizam migrações de longas distâncias. Entretanto, as espécies encontradas *Salminus hilarii*, *Leporinus sp* e *Leporinus obtudens*, são de piracema, ou seja, realizam entre outubro e fevereiro migração reprodutiva.

Verificou-se que as espécies *Pimelodus maculatus* (mandi-amarelo), *Leporinus octofasciatus* (piauí-flamengo) e *Prochilodus lineatus* (curimba) são as espécies que mais utilizam mecanismo de transposição na UHE Igarapava (VONO et al, 2004). O estabelecimento das velocidades sustentáveis, que são aquelas desenvolvidas entre 20 segundos e 200 minutos, parece o mais aconselhável e corresponde aos valores geralmente verificados para a travessia de um mecanismo de transposição, (SANTOS et al, 2007). A partir das curvas de velocidade crítica chega-se que, neste modo de natação e para a primeira maturação, o piauí nada 1,32 m/s, o mandi nada 1,47 m/s e a curimba, 1,23 m/s.

As fórmulas aqui usadas para cálculo da velocidade máxima de nado e tempo necessário para executá-lo, supõem uma relação existente entre a velocidade máxima de nado e tempo de resistência com os diferentes tamanhos de peixes submetidos a diferentes temperaturas. Assume-se, portanto, que peixe de qualquer espécie desenvolverá velocidade máxima e terá tempo de resistência unicamente em função do seu comprimento e temperatura muscular, sem levar em conta as particularidades fisiológicas de cada espécie. O cálculo de todos os parâmetros e variáveis envolvidas nesse fenômeno, apesar de partirem de premissas gerais, carece de particularidades características da espécie (relação peso-comprimento e capacidade de retirada de O₂), o que acarretaria em erro na estimativa da capacidade natatória e tempo de resistência.

Portanto, ensaios laboratoriais para obtenção das velocidades de nado de espécies neotropicais, ainda escassos no Brasil, seriam essenciais para refinamento destes modelos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Eduem, Maringá, 501p. 2007.
- BEAMISH, F. W. H. Swimming capacity. In: HOAR, W. S.; RANDALL D. J. **Fish Physiology**, 1. ed. Londres: Academic Press, v.7, cap.2, p. 101-187. 1978.
- FISHBASE, www.fishbase.org. 2010.
- HAMMER, C. Fatigue and exercise tests with fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.112, n.1, 1-20. 1995.
- KATOPODIS, C. Developing a toolkit for fish passage, ecological flow management and fish habitat Works. **Journal of Hydraulic Research**, v.43, n.5, 451-467. 2005.

LOWE MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Editora da Universidade de São Paulo, 535 pp. 1999.

MAKRAKIS, M. C.; MIRANDA, L. E.; MAKRAKIS, S.; FERNANDEZ, D. R.; GARCIA, J. O. & DIAS, J. H. P. 2007. Movement patterns of armado, *Pterodoras granulosus*, in the Paraná River Basin. **Ecology of Fresh water Fish**16:410-416.

SANTO, M. 2005. **Dispositivos de passagem para peixes em Portugal**. Direção-Geral dos Recursos Florestais. Lisboa, Setembro de 2005.

SANTOS, H. A. **A influencia da capacidade natatória de peixes neotropicais no projeto hidráulico de mecanismos de transposição**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

SANTOS, H.A; POMPEU, P.S; MATINEZ, C.B. A Importância do Estudo da Capacidade Natatória de Peixes para a Conservação de Ambientes Aquáticos Neotropicais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v 12 (3), 141-149. 2007.

VONO, V.; P.M. BIZZOTTO; H.P. GODINHO; A.L. GODINHO & B. KYNARD. Fish passage at the Igarapava Fish Ladder, River Grande, Brazil, p. 1-5. *In: Annals of the International Congress on the Biology of Fish Tropical Hotel Resort*. Manaus, American Fisheries Society. 2004.

YINGQI, Z. The swimming behavior of fish in towed gears: a reexamination of the principles. Working Paper n.4/82. **Department of Agriculture and Fisheries for Scotland**. Marine Laboratory. Aberdeen