CARACTERIZAÇÃO DOS OTÓLITOS DA ICTIOFAUNA DE UMA MICROBACIA NEOTROPICAL: UMA FERRAMENTA MÚLTIPLA EM BIOLOGIA APLICADA

Letícia dos Santos Alves (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), André Martins Vaz dos Santos (Co-orientador), Marcelo Ricardo Vicari (Orientador), e-mail: vicarimr@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Biologia Estrutural, Molecular e Genética/ Setor de Ciências Biológicas e da Saúde.

Ciências Biológicas/ Ecologia/ Ecologia de Ecossistemas.

Palavras-chave: *Astyanax paranae*, *Geophagus brasiliensis*, ontogenética.

Resumo

Os otólitos são estruturas importantes na compreensão do ciclo de vida dos peixes e suas populações. Entre diversas aplicações, otólitos servem para a identificação de espécies, para entender variações populacionais quanto a dinâmica e, para identificar padrões de desenvolvimento ao longo da ontogenia. *Geophagus brasiliensis* e *Astyanax paranae* são duas espécies de peixes encontradas no Rio Verde, em Ponta Grossa, PR, pertencente à Bacia do Rio Tibagi. Neste estudo foram realizadas capturas mensais de peixes durante o período de Maio/2016 a Abril/2017 em quatro diferentes trechos do Rio Verde. Nas espécies dominantes o objetivo foi de caracterizar as diferenças ontogenéticas entre os peixes e otólitos. O principal modelo estatístico aplicado foi o modelo de Huxley, além de avaliações de índices de forma. Nossos dados mostraram diferenças significativas nos índices de forma dos otólitos, os quais corroboram a correlação entre os índices de desenvolvimento do otólito com o do peixe.

Introdução

Na ecologia de peixes podem ser utilizados estudos dos otólitos para a compreensão do ciclo de vida dos organismos e de suas populações (RONDON; VAZ-DOS-SANTOS; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 2014). A avaliação da estrutura do otólito também se mostrou útil para a identificação de espécies (ASSIS, 2005), no entendimento da dinâmica populacional (CARDINALE; MOSEGAARD, 2008) e, nos estudos da ontogenia (CARVALHO et al., 2015).

A região Neotropical apresenta uma miríade de bacias hidrográficas (PORTO; PORTO, 2008) e, na região Sul do Brasil, a bacia do rio Tibagi apresenta grande importância ambiental, econômica, social e cultural (SILVEIRA et al., 2018). O rio Verde (25°05'16" S – 50°03'03" O) possui extensão de 24 Km, sendo o principal afluente do Rio Pitangui, região do Alto Rio Tibagi (PEREIRA et al., 2013).

A espécie *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimart, 1824) (Perciformes: Cichlidae possui ampla distribuição na região Neotropical (SILVEIRA et al., 2018). Já *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Characiformes: Characidae) tem distribuição no sistema hidrográfico do Alto Rio Paraná (SILVEIRA et al., 2018). As duas espécies são habitantes naturais de áreas remansosas, apresentam hábito alimentar onívoro e dimorfismo sexual (ABELHA; GOULART, 2004). Neste estudo foi realizado a caracterização morfológica e

morfométrica dos otólitos das espécies *G. brasiliensis* e *A. paranae* da ictiofauna da microbacia do Rio Verde como objetivo de avaliação de padrões ontogenéticos.

Material e Métodos

Os otólitos utilizados pertencem ao acervo do Laboratório de Esclerocronologia da Universidade Federal do Paraná e foram obtidos em coletas mensais entre maio/2016 e abril/2017 em quatro pontos na extensão do Rio Verde, Ponta Grossa, PR (SILVEIRA et al., 2018). Para este estudo, foram disponibilizados os otólitos: 81 sagitta de *G. brasiliensis* (45,00≤ Ct ≤ 240,00 mm) e 51 sagitta de *A. paranae* (46,00≤ Ct ≤ 134,00 mm).

A análise morfológica dos otólitos consistiu em uma avaliação subjetiva quanto a variação da forma, como sulco, borda, lado interno e externo. Essa avaliação inicial foi necessária para realização da morfometria. As medidas morfométricas dos otólitos foram obtidas com paquímetro digital como a seguir: comprimento (Co, mm), altura (Ao, mm) e peso (Po, g). Foram obtidas também imagens dos otólitos em estereomicroscópio acoplado à câmera fotográfica, a partir das quais foram mensuradas a área (Aro, mm^2) e perímetro do contorno (Peo, mm) com uso programa Image J (SCHNEIDER; RASBAND; ELICEIRI, 2012).

A análise morfométrica envolveu a aplicação de metodologias distintas como: [*i*] uso do modelo de alométrico de Huxley para identificar o crescimento polifásico (BERVIAN; FONTOURA; HAIMOVICI, 2006) e [*ii*] a aplicação de índices de forma para verificar alterações do desenvolvimento do otólito ao longo da ontogenia (TUSET; LOMBARTE; GONZALEZ, 2003).

Resultados e discussão

Foram analisados 240 espécimes de *G. brasiliensis* em classes de tamanho que variaram de 12 a 285 mm. Destes, 81 sagitta foram obtidos e analisados. Foi encontrada uma correlação positiva entre Ct/Co para os espécimes avaliados. Análises de correlação também foram empregadas para as variáveis (Ct x Ao, Ct x Po, Co x Ao e Co x Po), onde os resultados foram sumarizados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado análise de correlação em *G. brasiliensis.*

Espécie		a	± SE	b	± SE	n	R^2	t	p
Geobra	Ct Ao	0,0703		0,732	0,0198	73	0,951	-13,53	<0,001
	Ct Po	0,0005		0.0072	0,0003	81	0,840	20,37	<0,001
	Co Ao	0,6252		1,610	0,037	65	0,967	0,0008	>0,001
	Co Po	0,1866		0,119	0,005	66	0,897	21,44	<0,001

Os valores demonstrados na tabela 1 representaram alometria negativa de acordo com o modelo de Huxley (BERVIAN; FONTOURA; HAIMOVICI, 2006). Neste caso, para evidenciar as fases de crescimento a partir do modelo alométrico foram observadas duas fases distintas de crescimento em *G. brasiliensis*: (i) ≤ 144,00 mm Ct (mais jovens) e, (ii) ≥ 144,00 mm Ct (que já atingiram maturidade sexual e/ou senescência).

Quando analisada a média de cada índice por classe de Ct, pode-se observar que altura (Ao/Ct,mm), comprimento (Co/Ct,mm) e peso (Po/Ct,mm) apresentaram relação

significativa e demonstraram correlação positiva entre as classes de tamanho dos peixes e comprimento dos otólitos.

Em *A. paranae* foram avaliados 205 espécimes que variaram em tamanho de 46 a 134 mm. Destes, 52 sagitta foram extraídos e analisados. Os valores de Ct/Co demonstraram correlação positiva entre as classes de tamanho dos peixes em relação ao comprimento dos otólitos. Neste caso a alometria também foi negativa (BERVIAN; FONTOURA; HAIMOVICI, 2006). Análises de correlação também foram empregadas para as variáveis (Ct x Ao, Ct x Po, Co x Ao e Co x Po), onde os resultados foram sumarizados na tabela 2.

Tabela 2. Resultado análise de correlação em *A. paranae.*

Espécie		a	b	± SE	n	R^2	t	p
Astpar	Ct Ao	3.928E-15	65.06	2.49	52	0,931	25.65	<0,001
	Ct Po	297.09	0,177	0,02	52	0,517	-33.84	>0,001
	Co Ao	1.111	0,933	0,02	52	0,952	-2.22	>0,001
	Co Po	4.611	0,145	0,01	52	0,518	-43,20	<0,001

As duas fases de desenvolvimento observadas em *A. paranae* corresponderam: (i) ≤ 85,00 mm Ct e, (ii) ≥ 85,00 mm Ct. Em *A. paranae*, os resultados das médias de cada índice biométrico por classe de Ct mostraram diferenças significativas quanto altura (Ao/Ct,mm), comprimento (Co/Ct,mm), Peso (Po/Ct,mm), retangularidade (Ct/rec, mm), redondeza Ct/re, mm e elipsidade (Ct/ell, mm). Os dados demonstraram que em *A. paranae*, nas fases iniciais do desenvolvimento peixe, o comprimento do otólito tende a se desenvolver mais rápido em relação ao tamanho do peixe. Contudo, essa relação se inverte nas fases adulta e senescente. Os dados de crescimento da altura do otólito se mostraram maiores no início do desenvolvimento quando comparado ao comprimento do peixe. A retangularidade e a redondeza tendem a variar pouco até a classe de 80 mm. Contudo, a partir de 80 mm de crescimento os otólitos tendem a ganhar em altura e apresentam pouco acréscimo em comprimento, tornando a forma elíptica. Já o índice de peso permitiu avaliar a forma 3D e demonstraram uma curvatura do otólito. Como dos dados obtidos neste estudo é possível verificar alterações do desenvolvimento do otólito ao longo da ontogenia, como também proposto em outros organismos (TUSET; LOMBARTE; GONZALEZ, 2003).

Conclusão

Neste estudo foi possível observar que o crescimento do otólito está relacionado com o desenvolvimento/ crescimento do indivíduo. Ao observar diferenças ontogenéticas com base no crescimento relativo é possível concluir que essas diferenças podem ser encontradas nos índices Ct/Co, Ct/Ao, Ct/Po para *G. brasiliensis* e Ct/Co, Ct/Ao, Ct/Po, Ct/ell, Ct/rec em *A. paranae*.

Agradecimentos

Ao Ministério do Meio Ambiente/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA/ICMBio/SISBIO), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico do Estado do Paraná (Fundação Araucária). Agradeço também ao projeto Rio Verde, ao Labesc/ UFPR – Palotina, pela disponibilização de equipamentos e ao PROVIC-UEPG.

Referências

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824)(Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2004.

ASSIS, C. A. the Utricular Otoliths, Lapilli, of Teleost: Their Morphology and Relevance for Species Identification and Systematics Studies. **Scientia Marina**, v. 69, n. 2, p. 259–273, 2005.

BERVIAN, G.; FONTOURA, N.; HAIMOVICI, M. Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). **Journal of Fish Biology**, v. 1, p. 196–208, 2006.

CARDINALE, M.; MOSEGAARD, H. Estimating population age structure using otolith morphometrics: a test with known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) individuals. **Canadian Journal Fish Aquatic Sciences**, v. 65, p. 2342–2350, 2008.

CARVALHO, B. M.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; SPACH, H. L.; VOLPEDO, A. V. Ontogenetic development of the sagittal otolith of the anchovy, *Anchoa tricolor*, in a subtropical estuary. **Scientia Marina**, v. 79, n. 4, p. 409-418.

PEREIRA, T. K.; MORO, R. S.; NOGUEIRA, M. K.; DIAS, W. Pitangui river watershed landscape in the Devonian Cuesta, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. **Sociedade e Natureza**, v. 25, n. 3, p. 567–579, 2013.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográfica. In: **ESTUDOS AVANÇADOS**. [s.l: s.n.]. v. 22p. 43–60, 2008.

RONDON, A. S.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Morfologia e biometria dos otólitos de *Beryx splendens* e *Hoplostethus occidentalis* (Beryciformes) no atlântico sudoeste. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 2, p. 195–206, 2014.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. "NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis", **Nature Methods** v. 9, n. 7, p. 671-675, 2012.

SILVEIRA, E. L. et al. Fish community response to environmental variations in an impacted Neotropical basin. **Ecology of Freshwater fish**, n. May, p. 1–14, 2018.

TUSET, V. M.; LOMBARTE, A.; GONZÁLEZ, J. A.; PERTUSA, J. F.; LORENTE, M. Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp. **Journal of Fish Biology**, n. 63, p.1491–1504, 2003.

VOLPEDO, A. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Otólitos em estudos de idade e crescimento em peixes. In: CAFP-BA-PIESCI (Ed.). **Métodos de estudios con otolitos:principios y aplicaciones/ Métodos de estudos com otólitos: princípios e aplicações**. 1 ed. ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: [s.n.]. p. 253–256.