

Peixes como ferramenta para a caracterização e comparação ambiental de trechos da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Luís Fernando Faulstich Neves^{1,2}, Cristina Aparecida Gomes Nassar², Luiz Constantino da Silva Junior¹, Michel Bastos Silva¹, Sandra Cristina Mitsue¹ e Clayton Lameiras Bonfim¹

¹Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. Avenida Venezuela, 110. Saúde. Rio de Janeiro-RJ, Brasil (CEP 20081-312).

²Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, Bloco A. Cidade Universitária. Rio de Janeiro-RJ, Brasil (CEP 21941-909).

Resumo. O estudo partiu do pressuposto de que a integridade da comunidade de peixes tende a apresentar melhores condições biológicas em proximidades de regiões detentoras de ilhas fluviais, por estas possuírem refúgios capazes de subsidiar o desenvolvimento de algumas espécies de peixes. Para isso, foram comparadas as condições ambientais entre dois trechos distintos de rio, com e sem presença de ilhas fluviais. A comunidade de peixes da calha principal na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul foi caracterizada através de um modelo adaptado do Índice de Integridade Biótica de Peixes (IIBP). A avaliação da comunidade de peixes apresentou classificação ruim em ambos os trechos avaliados. O trecho com ilhas obteve condição um pouco melhor, apresentando valor do IIBP de 26, contra 22 do trecho sem ilhas. Com essa pequena diferença encontrada, acreditamos que não foi possível comprovar a hipótese elaborada. No entanto, com a diversificação da metodologia empregada, incluindo outros métodos de captura, bem como o aumento da frequência de coletas, talvez seja possível comprovar que as ilhas fluviais tendem a beneficiar a comunidade de peixes.

Palavras-chave: Qualidade ambiental; Índice de integridade biótica; Comunidade de peixes; Rio Paraíba do Sul.

Abstract. *Fish as a tool for the characterization and environmental comparison between sections of the Paraíba do Sul Hydrographic Basin, State of Rio de Janeiro, Brazil.* The study was based on the assumption that the integrity of the fish community tends to present better biological conditions in the vicinity of river island regions because they have refuges capable

Recebido
06/04/2020

Aceito
17/10/2020

Disponível *on line*
18/10/2020

Publicado
31/12/2020



Acesso aberto



ORCID

0000-0003-3191-8925
Luís Fernando
Faulstich Neves

of subsidizing the development of some fish species. For that, the environmental conditions were compared between two different sections of the river, with and without the presence of river islands. The fish community of the middle hydrographic region of the Paraíba do Sul River was characterized through a model adapted from a fish-based biotic integrity index (IBI). The evaluation of the fish community had a poor rating in both stretches; or stretch with selected islands, a little better, with an IBI value of 26, against 22 of a stretch without islands. With this small difference found, we believe that it was not possible to prove an elaborated hypothesis. However, with the diversification of the methodology used, including other methods of capture, and the increased frequency of collections, it may be possible to prove how the river islands select the beneficiaries of the fish community.

Keywords: Environmental quality; Index of Biotic Integrity; Community of pisces; Rio Paraíba do Sul.

0000-0003-3306-0862
Cristina Aparecida
Gomes Nassar

0000-0002-9614-2905
Luiz Constantino da
Silva Junior

0000-0002-4675-6204
Michel Bastos Silva

0000-0002-8879-6810
Sandra Cristina Mitsue

0000-0003-3994-7798
Clayton Lameiras
Bonfim

Introdução

O índice de integridade biótica de peixes (IIBP) foi desenvolvido por Karr (1981), nos Estados Unidos, com o objetivo de avaliar a qualidade do ecossistema fluvial através da biota, e desde então vem sendo cada vez mais consolidado como uma ferramenta no biomonitoramento de ambientes aquáticos (Jaramilo-Villa e Caramaschi, 2008).

O IIBP é uma metodologia para avaliação do estado da qualidade ambiental de segmentos de rios, sendo possível identificar uma grande variedade de alterações no ambiente. É um método que utiliza uma síntese de atributos biológicos capazes de representar os efeitos da influência humana sobre a qualidade biológica do ecossistema estudado (INEA, 2010). Partindo do pressuposto de que as perturbações antrópicas interagem de maneira complexa no ecossistema aquático, e seus efeitos raramente podem ser avaliados usando apenas variáveis físicas e químicas que, apesar de importantes, se refletem de forma indireta na biota (Polaz, 2013). Assim, para melhor compreensão, esses efeitos precisam ser avaliados diretamente, ou seja, vindo da própria biota aquática (Fausch et al., 1984), e é exatamente por isso que comunidades de peixes são consideradas boas indicadoras não só do estresse antrópico, mas também das dinâmicas naturais do ambiente e da reconstituição do ecossistema (Paller et al., 2000).

Os índices bióticos para avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos são desenvolvidos empregando-se valores que mensuram atributos perceptíveis destas comunidades aquáticas. Consistem numa síntese de atributos biológicos capazes de representar os efeitos da influência humana sobre a qualidade biológica do ecossistema estudado. O IIBP é estimado por atributos funcionais, denominados como métricas, vinculados aos processos biológicos do ecossistema aquático, que influenciam a comunidade de peixe (Karr et al., 2009; Terra, 2009).

As métricas para compor o IIBP são escolhidas a partir da avaliação estrutural e funcional da ictiofauna, vinculadas às características fitogeográficas da região. No estudo original de Karr (1981), as métricas foram definidas levando-se em consideração que cada espécie ou grupo de espécies apresenta diferentes níveis de tolerância à qualidade da água, ao hábitat ou a outras condições ambientais, logo, alterações física, química ou biológica (*stress ecológico*) podem afetar a estrutura da ictiofauna, com maior ou menor intensidade (INEA, 2010).

Assim, as métricas empregadas na avaliação das espécies de peixes que atualmente ocorrem na calha principal do Rio Paraíba do Sul utilizam como fundamentos ecológicos riqueza e composição, comportamento migratório, nível de tolerância, hábitos físico-alimentares, abundância e condições da comunidade. O artigo busca responder a questão “a integridade da comunidade de peixes tende a apresentar melhores indicadores nas proximidades de regiões detentoras de ilhas fluviais?” Para isto os objetivos específicos foram aplicar um modelo adaptado do índice de integridade biótica de peixes (para a região de estudo) e comparar as condições ambientais dos trechos analisados, com e sem presença de ilhas fluviais, de forma a permitir o teste da hipótese elaborada.

Metodologia

Descrição da área

A área de estudo localiza-se no sul do Estado do Rio de Janeiro, entre os Municípios de Porto Real e Barra Mansa, na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III), conforme definido pela Resolução CERHI nº 107/2013 (CERHI, 2013), que divide o estado em nove regiões hidrográficas distintas. É caracterizada por receber os efluentes dos Municípios de Resende, de Porto Real, Quatis e do Distrito de Floriano em Barra Mansa e Industriais do Tecnopolo de Porto Real (Figura 1). Os principais impactos ambientais que a região sofre estão vinculados às atividades de mineração; ocupações irregulares de encosta; atividades agropecuárias; desmatamento de áreas protegidas; hidroelétricas e efluentes não tratados urbanos e industriais (CEIVAP, 2014a, b, c).

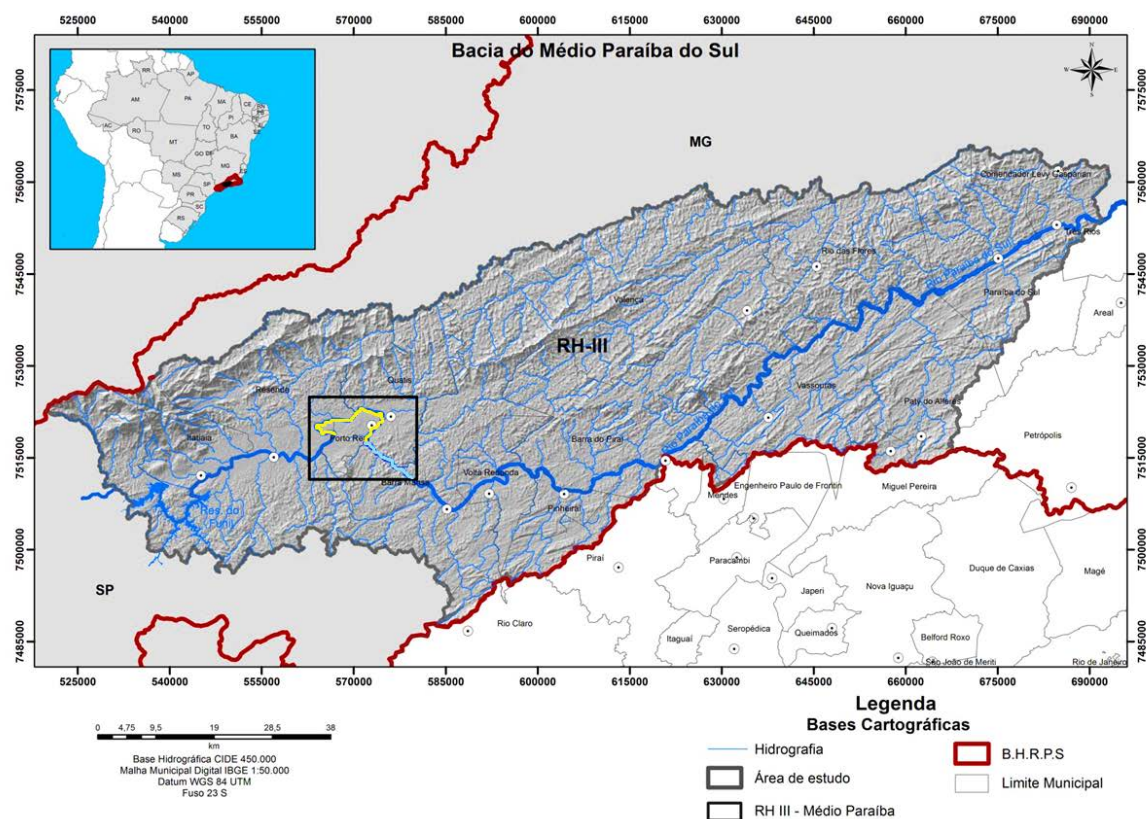


Figura 1. Mapa da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III); com destaque para região de estudo: Trecho I, sem ilhas (em amarelo) e Trecho II, com ilhas (em azul claro).

O Trecho I (T-I), sem ilhas fluviais, se inicia na ponte da saída do km 298 da BR 116 (Rodovia Presidente Dutra) nas proximidades do bairro de Bulhões, na cidade de Porto Real, e termina na ponte limítrofe entre os municípios de Quatis e Barra Mansa ($22^{\circ} 27' 12,43''$ S- $44^{\circ} 22' 11,43''$ O a $22^{\circ} 27' 01,17''$ S- $44^{\circ} 18' 01,00''$ O). O Trecho I caracteriza-se pela proximidade do Tecnopolo do Município de Porto Real, que possui empresas do ramo automotivo, siderúrgico, de bebidas, petroquímico, mineração, entre outros. Apresenta fundo com predominância de areia e cascalho, a vegetação ripária possui estratos arbóreo e arbustivo ao longo do trecho, com relativo grau de degradação, em ambas as margens. Sua extensão é de aproximadamente 25 km (Figura 2).

O Trecho II (T-II), com ilhas fluviais, apresenta vinte e três ilhas em sua extensão, em diversos tamanhos e formatos, distribuídas em seis séries distintas, sendo que algumas são representadas por pequenos agrupamentos de ilhas. Inicia-se exatamente após o fim do primeiro trecho, na ponte limítrofe entre os municípios de Quatis e Barra Mansa, e termina nas adjacências do Bairro Vista Alegre no Município de Barra Mansa ($22^{\circ} 27' 01,33''$ S- $44^{\circ} 18' 00,59''$ O a $22^{\circ} 30' 33,84''$ S- $44^{\circ} 12' 28,15''$ O). Possui aproximadamente 13 km de extensão e largura heterogênea, com média de 136 m, diferença que se dá devido ao alargamento das margens nos agrupamentos de ilhas que o compreende, é provido também por meandros e afloramentos rochosos. Na maior parte é constituído por pontos de corredeiras, fundos de pedra, substrato de cascalho ou areia grossa. (Figura 2).

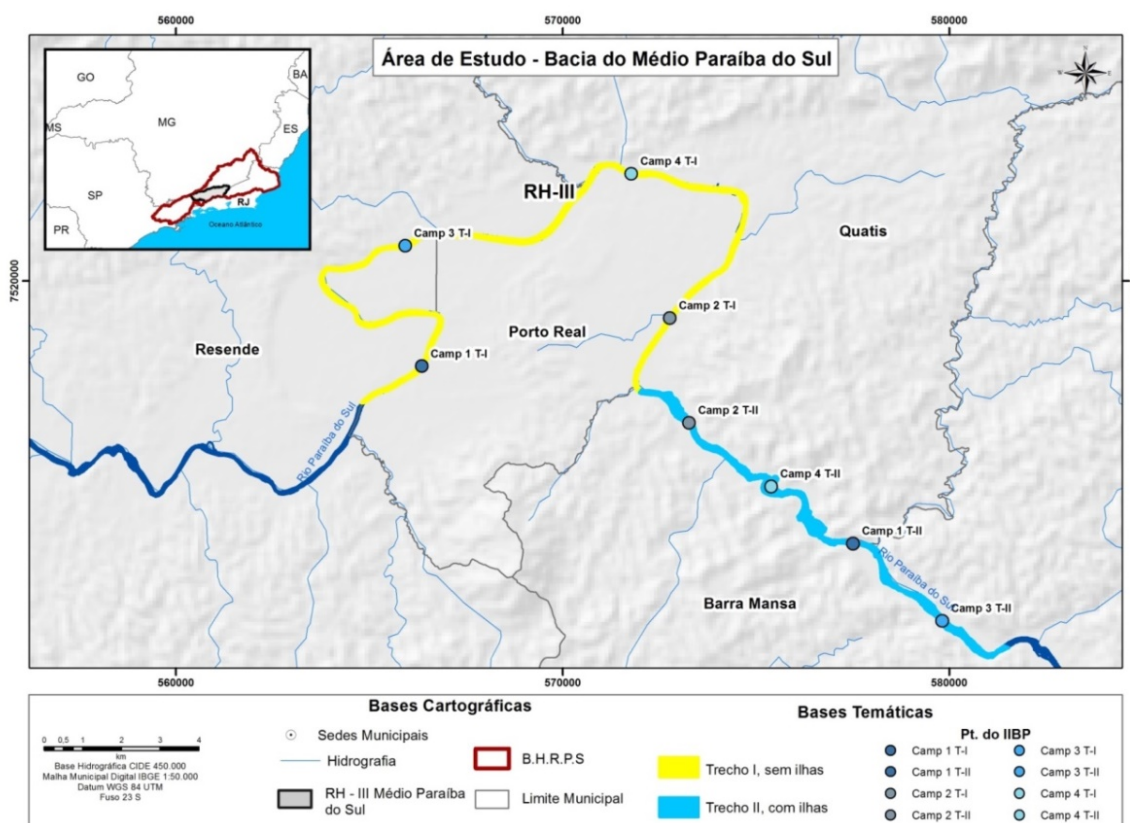


Figura 2. Mapa da área amostrada na Região do Médio Paraíba do Sul, conforme os Trechos de estudo: (T-I, sem ilhas) em amarelo e (T-II, com ilhas) em azul, destaque para os pontos de coleta das campanhas do Índice de Integridade Biótica de Peixes - IIBP.

Coletas

Foram realizadas quatro campanhas de campo, de acordo com as estações do ano, com duração de quatro dias cada, conforme o cronograma apresentado na Tabela 1. Foram utilizados petrechos padronizados de pesca estáticos e dinâmicos visando a maior efetividade nas capturas de espécies por habitats, sendo eles rede de emalhar, tarrafa e puçá de mão.

Tabela 1. Cronograma de amostragens para o índice de integridade biótica de peixes na Região do Médio Paraíba do Sul.

Campanha	Data (2016)	Estação	Período
1	18-21 janeiro	Verão	Chuvoso
2	11-14 abril	Outono	Chuvoso
3	18-21 julho	Inverno	Seco
4	31 de outubro a 3 de novembro	Primavera	Seco

Coletas por redes. Foram empregados 11 modelos de redes distintos, de fundo e superfície (malhas de 15 a 60 mm com 5 m de comprimento). As coletas foram realizadas entre o crepúsculo e o amanhecer, aproximadamente 12 a 14 h de imersão. As redes eram amarradas à vegetação marginal do rio, dentro do limite da área selecionada para coleta de acordo com a campanha e cada trecho de estudo.

Coletas por tarrafa. Os lances ocorreram logo após a coleta com redes. Foram padronizados 10 lances de tarrafa (18 m de roda com 3 kg) distribuídos dentro dos limites da área de coleta por trecho de estudo. Os lances tiveram como objetivo a captura dos espécimes não usuais ao petrecho rede de emalhar; deste modo sendo escolhidos locais não utilizados com as redes, a fim de diversificar a captura dos diferentes estratos populacionais e espécies de menor porte.

Coletas por puçá. Após o término da coleta com a tarrafa foi realizada a coleta com puçá. Também foram padronizados 10 lances com o petrecho (realizados nas margens da área do trecho de coleta), objetivando capturar os menores espécimes que habitam as bordas do manancial, diversificando os estratos populacionais do estudo e as espécies capturadas.

Índice de Integridade Biótica de Peixes (IIBP)

Na matriz desenvolvida pela Superintendência do Médio Paraíba do Instituto Estadual do Ambiente (SUPMEP/INEA-RJ) e empregada neste estudo, para se obter os valores das métricas foi utilizada inicialmente uma planilha com as bases de orientação contendo os atributos funcionais que se correlacionam com as características biológicas da comunidade de peixes do trecho de rio em específico (Tabela 2), sendo elas: NATIVAS - EXÓTICAS - MIGATÓRIAS - INTOLERANTES - TOLERANTES - BENTÔNICAS NATIVAS - REOFÍLICAS NATIVAS - OPORTUNISTAS GENERALISTAS - RARAS\AMEAÇADAS - OCORRÊNCIA ESPORÁDICA OU DIFÍCIL CAPTURA - FREQUENTES. Tais fundamentos fornecem embasamento para a validação desta metodologia no local de estudo, no formato atributos → métricas → classes de integridade.

As dez métricas da comunidade de peixes avaliadas no IIBP utilizado foram: 1) Número de espécies nativas; 2) Índice de Diversidade de Shannon; 3) Número de espécies migratórias; 4) Número de espécies intolerantes; 5) Porcentagem de espécies tolerantes;

6) Número de espécies bentônicas nativas; 7) Número de espécies reofílicas nativas; 8) Porcentagem de indivíduos generalistas e oportunistas; 9) Esforço de pesca (CPUE) e 10) Porcentagem de ocorrência de anomalias (Tabela 3). Vale salientar que a ocorrência de anomalias anatômicas pode ser caracterizada como consequência de efeitos morfológicos oriundos de doenças cutâneas ou subcutâneas decorrentes de processos patológicos de origem química, biológica ou de outra natureza. Podendo se manifestar nos peixes como Deformidades (D); Erosão de Nadadeiras (E); Lesões Cutâneas e Ulcerações (L); Tumores ou Neoplasma (T); sendo também citadas coletivamente como DELT (Sanders et al., 1999; Baumann et al., 2000; INEA, 2010). Estas métricas recebem escores, máximo, médio e mínimo, que são estipulados em 5, 3 e 1, respectivamente, o que leva em consideração a resposta de cada uma das perturbações ambientais, que alteram de acordo com a proximidade ou distanciamento dos valores de referência (com seus limites contidos entre ictiofauna saudável a fortemente impactada). Vale salientar ainda que as métricas/escores da comunidade de peixes vêm sendo testadas e ajustadas periodicamente na região de estudo pela SUPMEP desde 2002, dando respaldo temporal a esta metodologia (INEA 2010). Assim, a soma aritmética das pontuações obtidas pelas métricas corresponde ao valor final do IIBP, que busca representar o estado da comunidade ictiológica (Tabela 4). Em seguida, o valor obtido é transportado para uma matriz ordenada em cinco classes de integridade biológica do manancial: Péssima, quando o somatório das métricas incide entre 0 a 9; Ruim, entre 10 a 28; Regular, entre 29 a 36; Boa, entre 37 a 44 e Ótima, entre 45 a 50 pontos. (Tabela 2). Para a elaboração do cálculo do IIBP (T-I e T-II) foram incorporados todos os petrechos utilizados no estudo, com suas respectivas adaptações necessárias ao cálculo da CPUE. Os dados brutos dos trechos de estudo utilizados para o cálculo do índice de integridade biótica de peixes foram agrupados em planilha única, conforme as Tabelas 3 a 6, englobando todas as amostragens realizadas, objetivando melhorar o número amostral.

Tabela 2. Critérios para interpretação do índice de integridade biótica de peixes (IIBP) para Bacia do Médio Paraíba do Sul; adaptado (INEA, 2010).

Valor do IIBP	Classes de integridade (status de qualidade ambiental do manancial)	Diagnóstico da ictiofauna
45 até 50	Ótima	Condição excelente da ictiofauna, próxima ao estado inalterado.
37 até 44	Boa	Decréscimo na riqueza das espécies, especialmente espécies intolerantes e migratórias.
29 até 36	Regular	Redução de espécies intolerantes e de migração longa e redução das populações de espécies de migração moderada; Redução de resultados do esforço de pesca e do índice de diversidade de Shannon.
10 até 28	Ruim	Poucas espécies intolerantes e de migração longa; aumento de peixes tolerantes e oportunistas; presença/aumento de anomalias; redução e desequilíbrio das populações.
0 até 9	Péssima	Presença de pouquíssimas espécies tolerantes ou ausência.

Resultados

Foram capturados 561 exemplares em todas as campanhas realizadas, sendo 325 no Trecho I e 236 capturados no Trecho II. Ocorreram 28 espécies ao todo, sendo 24 em cada trecho estudado. Dentre as cinco espécies mais capturadas no estudo, estavam a *Oligosarcus hepsetus* com 60 indivíduos capturados no T-I, contra 77 do T-II, *Astyanax bimaculatus* com 72 capturados no T-I, contra 33 do T-II, *Probolodus heterostomus* com 62 capturados no T-I, contra 10 do T-II, *Astyanax paraguayae* com 38 capturados no T-I contra 17 do T-II e *Hypostomus affinis* com 13 indivíduos capturados no T-I, contra 16 no T-II.

Em relação aos táxons, ambos os trechos apresentaram riquezas semelhantes; o Trecho I apresentou quatro ordens, compreendidas em doze famílias e vinte gêneros. A Ordem mais representativa foi a Characiformes, com predominância de 72% dos indivíduos capturados no trecho. O Trecho II apresentou quatro ordens, onze famílias e vinte gêneros. Nesse trecho também ocorreu predominância da Ordem Characiformes com 62% dos indivíduos.

Tabela 3a. Planilha dos trechos de estudo para classificação das métricas relativas às espécies de peixes capturadas na calha principal da região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

Espécies	n		Pt (g)		Nat		Ex		Mig		Int		Tol	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	1	1	20	27			1	1						
<i>Astyanax bimaculatus</i>	72	33	1599	756	1	1							1	1
<i>Astyanax paraguayae</i>	38	17	1429	604	1	1			1	1				
<i>Australoheros facetus</i>	4	1	100	25	1	1								
<i>Crenicichla lacustres</i>	1	2	91	95	1	1					1	1		
<i>Crenicichla lepidota</i>	6	13	207	555	1	1					1	1		
<i>Eigenmannia virescens</i>	3	1	94	47	1	1								
<i>Geophagus brasiliensis</i>	7	12	1633	2324	1	1							1	1
<i>Glanidium melanopterus</i>	4		328		1								1	
<i>Gymnotus carapo</i>	4	3	134	152	1								1	1
<i>Hoplias malabaricus</i>	1		424		1								1	
<i>Hoplosternum littorale</i>	7	5	845	549	1	1							1	1
<i>Hypostomus affinis</i>	13	16	4127	8809	1	1								
<i>Hypostomusluetkeni</i>	1	10	188	1357	1	1								
<i>Leporinus copelandii</i>		7		7333		1				1				
<i>Metynnis maculatus</i>	1		31				1							
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	60	77	3731	5458	1	1			1	1			1	1
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	1	474	1506			1	1					1	1
<i>Pimelodella eigenmanni</i>	1	3	30	153	1	1					1	1		
<i>Pimelodus fur</i>	6	5	793	713	1	1								
<i>Pimelodus maculatus</i>	4	3	1057	1420			1	1	1	1			1	1
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	1		324				1							
<i>Probolodus heterostomus</i>	62	10	928	308	1	1								
<i>Prochilodus vimbooides</i>		1		924		1				1		1		
<i>Rhamdia quelen</i>	2	7	430	1867	1	1							1	1
<i>Rineloricaria nigricauda</i>		4		44		1								
<i>Trachelyopterus striatulus</i>	25	2	2249	167	1	1							1	1
<i>Hyphssobrycon eques</i>		2		1,7		1		1						
Total	325	236	21266	35195	19	20	5	5	3	5	3	4	11	8

Legenda: N = número de indivíduos; Pt = Peso total (g); Nat = Nativas; Ex = Exóticas; Mig = Migratórias; Int = Intolerantes; Tol = Tolerantes; Bn = Bentônicas nativas; Reof = Reoflicas; Og = Oportunistas generalistas; Ra = Raras/ameaçadas; Esp = Ocorrência esporádica ou difícil captura; Freq = Frequentes; Ano = Anomalias; I: Trecho I, sem ilhas fluviais; II: Trecho II, com ilhas fluviais; 1: Indicador de presença da métrica biológica. T: tumores ou neoplasma; E: erosão de nadadeiras.

Tabela 3b. Planilha complementar dos trechos de estudo para classificação das métricas relativas às espécies de peixes capturadas na calha principal da região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

Espécies	Bn		Reof		Og		Ra		Esp		Freq		Ano	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>									1	1				
<i>Astyanax bimaculatus</i>					1	1					1	1		T
<i>Astyanax paraguayae</i>			1	1	1	1					1	1		
<i>Australoheros facetus</i>									1	1				
<i>Crenicichla lacustres</i>														
<i>Crenicichla lepidota</i>									1	1				
<i>Eigenmannia virescens</i>														
<i>Geophagus brasiliensis</i>	1	1									1			
<i>Glanidium melanopterus</i>					1									
<i>Gymnotus carapo</i>											1	1		
<i>Hoplias malabaricus</i>											1			
<i>Hoplosternum littorale</i>					1	1					1	1		
<i>Hypostomus affinis</i>	1	1									1	1		E
<i>Hypostomus luetkeni</i>	1	1									1	1		
<i>Leporinus copelandii</i>				1		1								
<i>Metynnis maculatus</i>									1					
<i>Oligosarcus hepsetus</i>			1	1	1	1					1	1		
<i>Oreochromis niloticus</i>					1	1			1	1				
<i>Pimelodella eigenmanni</i>	1	1					1	1						
<i>Pimelodus fur</i>			1	1	1	1								
<i>Pimelodus maculatus</i>					1	1					1	1		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>														
<i>Probolodus heterostomus</i>			1	1	1	1					1	1		
<i>Prochilodus vimboides</i>		1						1						
<i>Rhamdia quelen</i>			1	1	1	1					1	1		
<i>Rineloricaria nigricauda</i>		1												
<i>Trachelyopterus striatulus</i>					1	1								
<i>Hyphssobrycon eques</i>										1				
Total	4	5	5	7	11	11	1	2	5	4	12	12	0	2

Legenda: N= número de indivíduos; Pt = Peso total (g); Nat = Nativas; Ex = Exóticas; Mig = Migratórias; Int = Intolerantes; Tol = Tolerantes; Bn = Bentônicas nativas; Reof = Reofílicas; Og = Oportunistas generalistas; Ra = Raras/ameaçadas; Esp = Ocorrência esporádica ou difícil captura; Freq = Frequentes; Ano = Anomalias; I: Trecho I, sem ilhas fluviais; II: Trecho II, com ilhas fluviais; 1: Indicador de presença da métrica biológica. T: tumores ou neoplasma; E: erosão de nadadeiras.

Os dois trechos foram avaliados na classe “ruim” do IIBP; este resultado também foi encontrado em estudos análogos na mesma região (Araújo, 1998; Araújo et al., 2001; INEA, 2010, 2012, 2015). Essa classe indica a existência de poucas espécies intolerantes e de migração longa; aumento de peixes tolerantes e oportunistas; aumento de anomalias; redução e desequilíbrio das populações, revelando assim o estado delicado do manancial, conforme indicado na Tabela 2.

Outro fator relevante foi a ocorrência de anomalias encontrada no Trecho II (sendo o único trecho em que foram capturados espécimes apresentando anomalias) que teve porcentagem de 0,84%, com dois espécimes capturados, um com papiloma (*Astyanax bimaculatus*) e outro com deformidade da nadadeira (*Hypostomus affinis*), conforme Tabelas 3a e 3b; característica que contribuiu para o rebaixamento da nota do IIBP no trecho-II.

Tabela 4. Planilha dos cálculos das métricas ecológicas do Índice de Integridade Biótica de peixes para calha principal do Rio Paraíba do Sul, porção na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, conforme cada trecho de estudo.

Espécies	Número		CPUEn		% No.		Peso (g)		CPUEm		% Peso		H (n.)		H (m.)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	1	1	0,04	0,04	0,31%	0,42%	20	27	0,72	0,98	0,09%	0,08%	-0,018	-0,023	-0,007	-0,006
<i>Astyanax bimaculatus</i>	72	33	2,61	1,19	22,15%	13,90%	1599	756	57,89	27,37	7,52%	2,15%	-0,334	-0,275	-0,195	-0,082
<i>Astyanax paraguayae</i>	38	17	1,38	0,62	11,69%	7,20%	1429	604	51,74	21,87	6,72%	1,72%	-0,251	-0,189	-0,181	-0,07
<i>Australoheros facetus</i>	4	1	0,14	0,04	1,23%	0,42%	100	25	3,62	0,91	0,47%	0,07%	-0,054	-0,023	-0,025	-0,005
<i>Crenicichla lacustris</i>	1	2	0,04	0,07	0,31%	0,85%	91	95	3,29	3,44	0,43%	0,27%	-0,018	-0,04	-0,023	-0,016
<i>Crenicichla lepidota</i>	6	13	0,22	0,47	1,85%	5,51%	207	555	7,49	20,09	0,97%	1,58%	-0,074	-0,16	-0,045	-0,065
<i>Eigenmannia virescens</i>	3	1	0,11	0,04	0,92%	0,42%	94	47	3,4	1,7	0,44%	0,13%	-0,043	-0,023	-0,024	-0,009
<i>Geophagus brasiliensis</i>	7	12	0,25	0,43	2,15%	5,08%	1633	2324	59,12	84,14	7,68%	6,60%	-0,083	-0,151	-0,197	-0,179
<i>Glanidium melanopterus</i>	4	-	0,14	-	1,23%	-	328	-	11,88	-	1,54%	-	-0,054	-	-0,064	-
<i>Gymnotus carapo</i>	4	3	0,14	0,11	1,23%	1,27%	134	152	4,85	5,5	0,63%	0,43%	-0,054	-0,055	-0,032	-0,024
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	-	0,04	-	0,31%	-	424	-	15,35	-	1,99%	-	-0,018	-	-0,078	-
<i>Hoplosternum littorale</i>	7	5	0,25	0,18	2,15%	2,12%	845	549	30,59	19,88	3,97%	1,56%	-0,083	-0,082	-0,128	-0,065
<i>Hypostomus affinis</i>	13	16	0,47	0,58	4,00%	6,78%	4127	8809	149,42	318,94	19,41%	25,03%	-0,129	-0,182	-0,318	-0,347
<i>Hypostomus luetkeni</i>	1	10	0,04	0,36	0,31%	4,24%	188	1357	6,81	49,13	0,88%	3,86%	-0,018	-0,134	-0,042	-0,126
<i>Leporinus copelandii</i>	-	7	-	0,25	-	2,97%	-	7333	-	265,5	-	20,84%	-	-0,104	-	-0,327
<i>Mezynis maculatus</i>	1	-	0,04	-	0,31%	-	31	-	1,12	-	0,15%	-	-0,018	-	-0,01	-
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	60	77	2,17	2,79	18,46%	32,63%	3731	5458	135,08	197,61	17,54%	15,51%	-0,312	-0,365	-0,305	-0,289
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	1	0,04	0,04	0,31%	0,42%	474	1506	17,16	54,53	2,23%	4,28%	-0,018	-0,023	-0,085	-0,135
<i>Pimelodella eigenmanni</i>	1	3	0,04	0,11	0,31%	1,27%	30	153	1,09	5,54	0,14%	0,43%	-0,018	-0,055	-0,009	-0,024
<i>Pimelodus fur</i>	6	5	0,22	0,18	1,85%	2,12%	793	713	28,71	25,81	3,73%	2,03%	-0,074	-0,082	-0,123	-0,079
<i>Pimelodus maculatus</i>	4	3	0,14	0,11	1,23%	1,27%	1057	1420	38,27	51,41	4,97%	4,03%	-0,054	-0,055	-0,149	-0,13
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	1	-	0,04	-	0,31%	-	324	-	11,73	-	1,52%	-	-0,018	-	-0,064	-
<i>Probolodus heterostomus</i>	62	10	2,24	0,36	19,08%	4,24%	928	308	33,6	11,15	4,36%	0,88%	-0,316	-0,134	-0,137	-0,041
<i>Prochilodus vimboides</i>	-	1	-	0,04	-	0,42%	-	924	-	33,45	-	2,63%	-	-0,023	-	-0,096
<i>Rhamdia quelen</i>	2	7	0,07	0,25	0,62%	2,97%	430	1867	15,57	67,6	2,02%	5,30%	-0,031	-0,104	-0,079	-0,156
<i>Rineloricaria nigricauda</i>	-	4	-	0,14	-	1,69%	-	44	-	1,59	-	0,13%	-	-0,069	-	-0,008
<i>Trachelyopterus striatulus</i>	25	2	0,91	0,07	7,69%	0,85%	2249	167	81,43	6,05	10,58%	0,47%	-0,197	-0,04	-0,238	-0,025
<i>Hyphessobrycon eques</i>	-	2	-	0,07	-	0,85%	-	2	-	0,06	-	0,00%	-	-0,04	-	0
Total	325	236	11,78	8,54	100%	100%	21266	35195	769,9	1274	100%	100%	-2,287	-2,431	-2,56	-2,3

Legenda: CPUEn: Captura por Unidade de Esforço por número de indivíduos; % N°: Percentual do número de indivíduos conforme captura; CPUEm: Captura por Unidade de Esforço por peso (g); % Peso: Percentual do peso conforme captura; H (n.): Índice de Shannon baseado no número de indivíduos de todas as espécies; H (m.): Índice de Shannon baseado no peso de indivíduos de todas as espécies; I: Trecho I, sem ilhas fluviais; II: Trecho II, com ilhas fluviais.

Tabela 5. Resultados do IIBP após avaliação da pontuação e peso das Métricas, conforme cada trecho de estudo no RPS, na Região do Médio Paraíba do Sul (adaptado de INEA, 2010).

Métricas	Pontuação		Peso	
	T-I	T-II	T-I	T-II
Riqueza e composição				
N° de espécies nativas	19	20	3	3
Índice de Shannon - H (todas as espécies)	2,29	2,44	1	3
Comportamento migratório				
N° espécies migratórias (migração longa e moderada)	3	5	1	3
Tolerância				
N° de espécies intolerantes (todas as espécies)	3	4	3	3
% de espécies tolerantes (todas as espécies)	45,8	34,8	1	3
Habitat Físico				
N° de espécies bentônicas nativas	4	5	3	3
N° de espécies reofílicas nativas	5	7	1	3
Hábito alimentar				
% de indivíduos generalistas oportunistas (todas as espécies)	86	70,76	1	1
Abundância e condições				
Esforço de pesca (CPUEn) - excl. esp. exóticas e tolerantes	5,97	3,44	3	1
% Ocorrência de anomalias (todas as espécies) (*)	0	0,847	5	3
Valor do IIBP	-	-	22	26

(*) Baumann (2000).

Tabela 6. Métricas complementares, cálculo oriundo dos valores das planilhas anteriores, conforme o trecho de estudo no RPS, na Região do Médio Paraíba do Sul. Adaptado de (INEA, 2010).

Métricas	Trecho I	Trecho II
	sem ilhas	com ilhas
Numero total de peixes	325	236
CPUE _n	11,77	8,54
Peso total dos peixes (g)	21266	35195
CPUE _m	770	1274
Shannon H (numero)	2,29	2,44
Shannon H (massa)	2,56	2,3
IIBP	22	26
MIwb	8,78	8,7
Equitabilidade J'	0,718997368	0,78814
CPUE _n relativo tolerantes e exóticas	5,79	5,1
CPUE _m relativo tolerantes e exóticas	328,86	480,67
Anomalias	0	2
N. de amostragens	4	4
Tempo médio de imersão por 24h	15	15
Área total dos petrechos: redes, tarrafa e puçá	110,48	110,48
Unidade de esforço de pesca = 24h x 10m ²	240	240

Legenda: CPUE, Captura por Unidade de Esforço (n) por número de indivíduos e (m) por peso g. Shannon, Índice de Diversidade de Shannon (H'), utilizado para avaliar a diversidade e abundância relativa de espécies em uma determinada comunidade; IIBP, Valor do Índice de Integridade de Peixes; MIwb, Índice Well-Being Modificado, utilizado para avaliar a abundância relativa de comunidades de peixes fluviais como resposta ao stress ambiental; Equitabilidade J', Índice de Equitabilidade de Pielou (J'), derivado do índice de diversidade de Shannon, utilizado para avaliar a distribuição do número de indivíduos entre as espécies.

Discussão

Embora os trechos avaliados tenham apresentado a mesma classificação do IIBP, houve algumas diferenças mensuráveis entre eles: o Trecho I (sem ilhas) apresentou biomassa ictiológica (relação entre o peso total pelo número de indivíduos capturados) com valor de 0,06 g por indivíduo, com a captura de 325 exemplares com peso total de 21.266 g. Já o Trecho II (com ilhas) apresentou biomassa ictiológica maior, com valor em 0,14 g por indivíduo, com a captura de 236 exemplares com peso total de 35.204 g. Estes valores podem indicar que o trecho com ilhas sirva como área reprodutiva para as espécies, justamente por abrigar indivíduos de maior porte. É importante salientar que essa variável não fez parte deste estudo, no entanto, poderia ser investigada a fim de identificar o quanto as ilhas fluviais contribuem para a reprodução da ictiofauna local.

Em relação à riqueza dos táxons encontrados, os Characiformes foram os mais representativos, como alertado por Bizerril e Primo (2001) quando afirmaram que a distribuição deste grupo na Bacia do Rio Paraíba do Sul, ocorre em todos os domínios geoambientais. Entretanto, esse caso pode ter sido mais bem explicado por Araújo et al. (2001) que, para uma mesma situação (em metodologia análoga), afirmou que isso se devia ao fato que as amostragens terem sido restringidas basicamente às margens do rio, sendo essas áreas utilizadas mais intensamente pelo grupo dos Characiformes; no referido estudo a ordem representou 40,38% dos indivíduos capturados.

Quanto às espécies exóticas (introduzidas), baseada na lista apresentada no estudo (INEA, 2010), o Trecho I apresentou maior ocorrência, com 12,5% destas, contra 8,3% do Trecho II. Já as espécies tolerantes (aquelas resistentes às condições de stress e distúrbios ambientais) o T-I apresentou maior percentagem (37,5%) que o T-II (33,3%).

A adaptação do Índice de Integridade Biótica para a região de estudo revelou que o trecho sem ilhas obteve valor de 22 (classe ruim), classificação que contempla valores entre 10 a 28 da pontuação do IIBP. Já o trecho com ilhas obteve valor de 26, valor contido na mesma classe. Esses números evidenciam baixa qualidade ambiental em ambos os trechos avaliados.

Em relação aos estudos comparativos, o trabalho intitulado Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul Trecho Funil - Três Rios (INEA, 2010, 2012, 2015) avaliou a mesma região através do IIBP, onde se obteve dados de trechos de Bulhões e Floriano dentre os anos de 2006 a 2014, os valores médios encontrados foram exatamente iguais em ambas as localidades com 26,6, valor também contido na classe ruim do IIBP, e próximo ao encontrado para o Trecho II no presente estudo. Em relação à porcentagem de anomalias encontradas, o trecho de Bulhões apresentou média de 0,43% (considerada como peso Normal pela metodologia DELT) o trecho de Floriano apresentou média de 0,98%, considerada com peso Médio, o mesmo peso encontrado no presente estudo. O trabalho realizado por Araújo (1998) avaliou a calha do Rio Paraíba do Sul de 1995 a 1996, entre os Municípios de Barra Mansa e Barra do Piraí usando também uma adaptação do IIBP. No Município de Barra Mansa, próxima ao trecho com ilhas do presente estudo, o trabalho a classificou na classe de integridade Muito Pobre. Por este motivo, o estudo vinculou o problema à proximidade do parque industrial instalado em área adjacente, somado ainda aos impactos da construção de barragens que interrompem o curso natural do manancial, impossibilitando a migração de cardumes em época reprodutiva e das frequentes mudanças no nível e velocidade das águas decorrentes das atividades de controle de vazão pelas barragens. O mesmo autor e colaboradores, em 2001, reavaliaram os estudos sobre a ictiofauna da região, entre os anos de 1997 a 1999, onde encontraram para localidade (entre a Barragem do Funil e o Município de Barra Mansa) ictiofauna com status de “menor riqueza”.

Conclusão

Os dados obtidos indicaram que houve pequenas diferenças entre os trechos avaliados. As diferenças encontradas foram na biomassa do Trecho com ilhas que apresentou espécimes mais desenvolvidos, uma vez que a relação (nº de indivíduos x peso) encontrada obteve valor superior ao do Trecho sem ilhas, podendo até sugerir área susceptível à reprodução. Em relação aos táxons ambos os trechos obtiveram resultados bem semelhantes, com predominância da Ordem dos Characiformes. No quesito espécies exóticas e intolerantes o trecho com ilhas apresentou valores menos preocupantes. E por fim, o valor encontrado do IIBP para o Trecho II, com ilhas (26) também foi moderadamente melhor que o observado para o Trecho I, sem ilhas (22), ambos em classe ruim do IIBP.

Deste modo, não foi possível comprovar que trechos com presença de ilhas fluviais possui ictiofauna mais integrada comparada a trechos sem ilhas. Um dos motivos para este ocorrido possa ser a proximidade dos trechos avaliados o que deve ter contribuído para a semelhança dos valores. Entretanto, acreditamos que outras metodologias possam ser empregadas para melhor embasar a hipótese testada, talvez com uso de outros petrechos capazes de diversificar mais as capturas, como por exemplo, espinhel de fundo e/ou a pesca elétrica nas partes de remanso do rio.

Sugerimos ainda que o número de amostras seja aumentado, com coletas mensais, contemplando um período de 24 meses, a fim de detectar a dinâmica reprodutiva das espécies e a sazonalidade ambiental, como também replicar a metodologia em outras áreas com características análogas a estudada para comparação.

Agradecimentos

Ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul pelo auxílio à pesquisa fornecido através do Termo de Concessão AGEVAP nº 002/2015, e aos técnicos da Superintendência do Médio Paraíba do Sul do INEA, Michel Bastos, Sandra Mitsue e José Roberto de Souza Araújo, *in memoriam*, pela contribuição técnica.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

Araújo, F. G. Adaptação do Índice de Integridade Biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081998000400002>

Araújo, F. G.; Fichberg, I.; Pinto, B. C. T.; Peixoto, M. G. Variações espaciais na assembleia de peixes no Rio Paraíba do Sul (Barra Mansa, Barra do Pirajá), Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 483-492, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752001000200019>

Baumann, P.; Cairns V.; Kurey B.; Lambert L.; Smith I.; Thoma, R. **Lake Erie Lakewide Management Plan: Fish tumors or other deformities**. Bay County: Lake Erie, 2000. (Technical Report Series; Lake Erie LaMP Technical Report, No. 6). Disponível em: <<https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/lake-erie-lamp-tech-report-6-bui-fish-tumors-2000-59pp.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

Bizerril, C. R. S. F.; Primo, P. B. S. **Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 2001.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes**. Resende: CEIVAP, 2014a. (Relatório de Diagnóstico, Tomo I). Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo1.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes**. Resende: CEIVAP, 2014b. (Relatório de Diagnóstico, Tomo II). Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo2.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes**. Resende: CEIVAP, 2014c. (Relatório de Diagnóstico, Tomo III). Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo3.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CERHI - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução CERHI nº 107, de 22 de maio de 2013**. Aprova nova definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI nº 18, de 08 de novembro de 2006. Disponível em:

<<https://www.comiteguandu.org.br/legislacoes/ResolucoesCERHI/Resolucao-CERHI-107.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

Fausch, K. D.; Karr, J. R.; Yant, P. R. Regional application of an Index of Biotic Integrity based on stream fish communities. **Transaction of the American Fisheries Society**, n. 113, p. 39-55, 1984. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1984\)113<39:RAOAI0>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1984)113<39:RAOAI0>2.0.CO;2)

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **Critérios e procedimentos para o monitoramento da ictiofauna do Rio Paraíba do Sul no trecho Funil - Santa Cecília**. Rio de Janeiro: INEA, Superintendência Regional do Médio Paraíba, 2010. (Caderno técnico, Revisão 04).

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul - trecho Funil Santa Cecília**. Rio de Janeiro: INEA, Superintendência Regional do Médio Paraíba, 2012. (Caderno técnico).

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul Trecho Funil - Três Rios**. Rio de Janeiro: INEA, Superintendência Regional do Médio Paraíba, 2015. (Caderno Técnico, 1ª revisão).

Jaramilo-Villa, U.; Caramaschi, E. P. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: uso nas regiões tropical e subtropical. **Oecologia Brasilis**, v. 12, n. 3, p. 442-462, 2008.

Karr, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v. 6, n. 6, p. 21-27, 1981. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1981\)006<0021:A0BIUF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1981)006<0021:A0BIUF>2.0.CO;2)

Karr, J. R.; Fausch, K. D.; Angermeier, P. L.; Yant, P. R.; Schlosser, I. J. **Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale**. Champaign: Illinois Natural History Survey, 1986. (Special publication, 5). Disponível em: <<https://semispub.epa.gov/work/01/554353.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

Paller, M. H.; Reichertm, J. M.; Dean, J. M.; Seigle, J. C. Use of fish community data to evaluate restoration success of a riparian stream. **Ecological Engineering**, v. 15, suppl. 1, p. S171-S187, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(99\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(99)00082-8)

Polaz, C. N. M. **Caracterização da ictiofauna e aplicação do Índice de Integridade Biótica no Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense, Poconé, MT**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

Sanders, R. E.; Miltner, R. J.; Yoder, C. O.; Rankin, E. T. The use of external deformities, erosion lesions and tumors (DELT anomalies) in fish assemblages for characterizing aquatic resources: A case study of seven Ohio streams. In: Simon, T. P. (Ed.). **Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities**. Boca Raton: CRC press, 1999. p. 225-248.

Terra, B. F. **Variação da ictiofauna ao longo de um trecho longitudinal do Sistema Rio Paraíba do Sul: reservatório da UHE do Funil e adaptação do Índice de Integridade Biótica**. Seropédica: UFRRJ, 2009. (Dissertação de mestrado).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.