

8 - Integridade biótica da represa de Jurumirim e seus tributários

perspectivas para o monitoramento ambiental

Ana Paula Vidotto-Magnoni
Jacira Vanessa Krüger Paes

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

VIDOTTO-MAGNONI, AP., and PAES, JVK. Integridade biótica da represa de Jurumirim e seus tributários: perspectivas para o monitoramento ambiental. In: SILVA, RJ., orgs. *Integridade ambiental da represa de Jurumirim: ictiofauna e relações ecológicas* [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2016, pp. 193-218. ISBN 978-85-6833-478-2. Available from: doi: [10.7476/9788568334782](https://doi.org/10.7476/9788568334782). Also available in ePUB from: <http://books.scielo.org/id/tp2xy/epub/silva-9788568334782.epub>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

8

INTEGRIDADE BIÓTICA DA REPRESA DE JURUMIRIM E SEUS TRIBUTÁRIOS: PERSPECTIVAS PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL

Ana Paula Vidotto-Magnoni e Jaciara Vanessa Krüger Paes

Desde os primórdios da humanidade, os corpos d'água apresentam diversos benefícios para a sociedade (Karr, 1981), proporcionando abastecimento para uso doméstico, transporte, irrigação e lazer (Karr; Chu, 2000). O aumento populacional e a aceleração da economia, e o consequente aumento da demanda industrial e agrícola ampliaram os múltiplos usos da água, resultando numa multiplicidade de impactos de diversas magnitudes, que exigem diferentes tipos de avaliação quali e quantitativa e também monitoramento contínuo de longo prazo (Tundisi, 2003).

Dentre as abordagens utilizadas no monitoramento de ambientes aquáticos, o índice de integridade biótica (IIB) surge como uma importante metodologia para avaliar os impactos antrópicos nas bacias hidrográficas, incluindo atributos da biota que variam nos níveis de indivíduos, populações, comunidades e ecossistemas (Simon; Lyon, 1995).

A integridade biótica define-se como a capacidade de manter uma comunidade de organismos equilibrada, integrada e adaptada, possuindo diversidade e organização semelhantes às áreas que conservam o habitat natural da região (Karr; Dudley, 1981; Araújo et al., 2003). O índice de integridade biótica foi desenvolvido em 1981 por James Karr, com o objetivo de avaliar a condição de pequenos riachos nos Estados Unidos, utilizando a comunidade de peixes como descritores da qualidade ambiental. É um índice multimétrico, ou seja, considera os efeitos de múltiplos impactos e agrega medidas biológicas individuais (métricas) em um único valor que pode ser usado para avaliar a condição geral de um dado local (Hering et al.,

2006). As métricas são processos ou características mensuráveis de um sistema biológico que se altera em valor ao longo do gradiente de interferência humana, apresentando respostas previsíveis da biota com o aumento do estresse ambiental (Hering et al., 2006; Jaramillo-Villa; Caramaschi, 2008) como por exemplo de espécies de determinado grupo trófico, a proporção de espécies invasoras, de espécies migradoras e também o grau de parasitismo. As métricas podem apresentar valores decrescentes ou crescentes de acordo com o gradiente de qualidade ambiental.

A força da abordagem multimétrica está na habilidade de integrar informações dos vários aspectos de uma comunidade para fornecer uma classificação geral do nível de degradação do ecossistema, sem perder a informação proveniente das métricas individuais (Oliveira et al., 2008).

O índice de integridade biótica é utilizado em larga escala em programas de biomonitoramento nos Estados Unidos (Davis; Simon, 1995; Barbour et al., 1999), países da União Europeia (Hering et al., 2006) e Ásia (Zhu; Chang, 2008), numa tentativa de normatizar protocolos de monitoramento biológico. No Brasil, as medidas e a efetividade de programas de monitoramento aquático geralmente são descontínuas e descentralizadas, principalmente pelas dimensões continentais do país, tomando geralmente a bacia hidrográfica como unidade de gerência de rios, onde cada seção possui seu próprio comitê gestor (Oliveira et al., 2008). Somando-se a tudo isso, há a ineficácia dos comitês gestores de bacias hidrográficas, muitas vezes constituídos por não especialistas, que sofrem muita ingerência política, restando a universidade e institutos de pesquisas suprir lacunas nesses programas de monitoramento ambiental.

Desde então, o índice de integridade biótica se tornou uma ferramenta padrão no monitoramento de sistemas fluviais como rios e riachos (Ferreira; Casatti, 2006; Oliveira et al., 2008), e adaptado para o uso em ambientes lacustres (Drake; Pereira, 2002) e estuários (Deegan et al., 1997). Diversos estudos têm demonstrado a importância dos índices de integridade biótica na detecção de impactos ambientais, inclusive no Brasil (Araújo et al., 2003; Marciano et al., 2004; Bozzetti; Schulz, 2004; Pinto et al., 2006; Ferreira; Casatti, 2006; Esteves; Alexandre, 2011; Santos; Esteves, 2015). Em ambientes represados, apesar de menos frequente, a abordagem multimétrica tem sido utilizada como ferramenta de avaliação da qualidade ambiental. Isso porque índice de integridade biótica foi definido para ambientes

naturais (rios), mesmo que sofram algum tipo de perturbação ambiental. No entanto, o represamento é uma alteração permanente no curso d'água, o que pode dificultar a análise, principalmente no que diz respeito a trechos de referência para a pontuação.

Jennings et al., (1995) foram os primeiros autores a adaptar o índice para ambientes represados porque desenvolveram um método alternativo de análise devido à ausência de um local de referência para a avaliação das condições ideais do ambiente (Petesse et al., 2007). Dessa forma, a abordagem tem que ser diferente daquela de rios e lagos naturais, definindo as condições ideais, dentre outras possibilidades, pela observação das melhores condições (ou seja, locais onde comparados com os demais apresenta menor grau de alteração) (McDonough; Hickman, 1999). O índice teve boa resposta na análise do envelhecimento de um reservatório, pelo aumento na deposição de sedimento (Lenhardt et al., 2009), e também analisando-se conjuntamente lagos naturais e artificiais (represas) evidenciando-se que a agricultura exerce forte pressão ambiental nestes ambientes (Launois et al., 2011). Na China, após a construção de uma represa, a qualidade do rio Yangtze caiu drasticamente (Zhu; Chang, 2008). No Brasil, o índice indicou variação na integridade da represa de Barra Bonita, rio Tietê (Petesse et al., 2007). Terra e Araújo (2011) demonstraram que o índice foi efetivo na avaliação da transição entre o rio Paraíba do Sul e a represa de Funil, indicando que o trecho mais baixo da represa era o que apresentava maior degradação ambiental.

Construção do Índice de Integridade Biótica Adaptado para Assembleias de Peixes em Reservatório (IAPR)

Em cada trecho de coleta, a integridade foi calculada para todos os dados agrupados das oito amostragens trimestrais realizadas ao longo de dois anos. Optou-se por uma avaliação global, independentemente dos meses de coleta, pois os resultados poderiam apresentar desvios não relacionados com a qualidade ambiental. Além disso, a avaliação mensal não está entre as premissas da análise de integridade biológica (Karr, 1981; Karr; Chu, 2000).

A análise de índices multimétricos é baseada na comparação entre áreas que refletem as condições mais próximas do natural (referência) e áreas sob

diferentes graus de impactado ambiental (Oliveira et al., 2008). Porém, um problema dessa abordagem quando se adapta a análise para represas é a ausência de pontos referenciais. O índice foi primeiramente adaptado para ambientes represados por Jennings et al., (1995), que desenvolveram um método alternativo de análise, pois em virtude de os reservatórios serem ambientes totalmente artificiais, há a ausência de um ponto de referência pristino para a avaliação das condições ideais do ambiente (Petesse et al., 2007). Dessa forma, a abordagem tem que ser diferente daquela de rios e lagos naturais, definindo as condições ideais, dentre outras possibilidades, pela observação das melhores condições (locais com menor grau de alteração) (McDonough; Hickman, 1999). Desse modo, Jennings et al. (1995) propuseram a utilização da terminologia “Índice de Assembleia de Peixes em Reservatórios” (IAPR, em inglês, RFAI), ao invés de Índice de Integridade Biótica, exatamente pela ausência de uma condição de um local de referência totalmente íntegro. Essa abordagem produz bons resultados no caso em que o conjunto de dados tenha uma grande amplitude de condições para cada característica ou métrica da comunidade (Gerritsen et al., 1998). Desse modo, a determinação das condições de referência, neste estudo, seguiu a utilização dos melhores valores observados como referência.

Métricas potenciais

Para definir a lista das métricas candidatas, as espécies foram avaliadas quanto a quatro atributos funcionais: origem, tolerância, guilda trófica e resiliência (Tabela 8.1). A classificação quanto à origem (nativa ou não nativa) seguiu Reis et al., (2003) e Graça e Pavanelli (2007). A utilização das categorias tróficas foi definida de acordo com a análise do conteúdo estomacal (Capítulo 6), considerando aquelas que apresentaram número amostral suficiente para a análise, o que perfaz mais de 90% das espécies na maioria dos trechos. O grupo trófico foi determinado com base no alimento preferencial (Índice Alimentar $\geq 50\%$). A caracterização de mais de uma guilda trófica para algumas espécies é em razão de a análise ter sido realizada por trecho, ou seja, uma mesma espécie pode apresentar diferentes posições tróficas de acordo com o alimento preferencial em cada trecho. As espécies foram classificadas em intolerantes e tolerantes com base

na literatura (Araújo, 1998; Bozetti; Schulz, 2004; Pinto; Araújo, 2007). Quanto à resiliência as espécies foram classificadas como sendo de alta, média ou baixa resiliência, utilizando os dados disponíveis no site *Fishbase* (Froese; Pauly, 2016).

A utilização de métricas de diferentes naturezas pode permitir a avaliação qualitativa além da quantitativa, uma vez que uma métrica individualmente pode ser capaz de qualificar a origem do impacto (Oliveira et al., 2008). As métricas iniciais estão baseadas em vários atributos da comunidade de peixes para avaliar os efeitos de alteração ambiental, que compreendem uma amplitude de níveis ecológicos de indivíduos até população, comunidades e ecossistemas (Araújo, 1998). Foram propostas 39 métricas para a construção do índice, relacionadas a cinco categorias: 1. Composição e riqueza de espécies; 2. Abundância; 3. Estrutura trófica; 4. Tolerância; 5. Reprodução; e 6. Saúde. A maioria delas já foi utilizada em ecossistemas neotropicais (Araújo, 1998; Araújo et al., 2003; Bozetti; Schulz, 2004; Marciano et al., 2004; Ferreira; Casatti, 2006; Pinto et al., 2006; Petesse et al., 2007; Pinto; Araújo, 2007; Esteves; Alexandre, 2011; Terra; Araújo, 2011) ou foram adaptadas para o presente estudo. As métricas originalmente propostas por Karr (1981) foram sofrendo modificações por diversos autores, principalmente no que diz respeito à composição de grupos taxonômicos de ocorrência específica, no caso do presente estudo, aquelas encontradas na região Neotropical.

Descrição das métricas

A seguir encontra-se uma descrição detalhada das métricas iniciais, de acordo com as categorias:

Composição e riqueza de espécies

Número total de espécies: essa métrica fornece uma medida da diversidade biológica do ambiente visto que tipicamente diminui com o aumento da degradação (Hughes; Oberdoff, 1998). Em um ambiente não degradado, portanto, é esperado um número total de espécies maior que o observado em ambientes degradados. Ressalta-se que no número total de espécies

estão incluídas apenas as coletadas por redes de espera, não incluindo espécies coletadas por amostragem complementar (arrasto e peneiras).

Número de espécies nativas: considera-se importante a identificação da proporção da fauna residente que é originariamente nativa. O decréscimo no número de espécies nativas (e o conseqüente aumento no número de espécies introduzidas) em um ambiente é fator de degradação ambiental. A fauna nativa avalia o grau em que os elementos principais de diversidade biótica estão presentes (Magalhães et al., 2008).

Número de espécies não nativas: a introdução de espécies é uma prática comum em represas e amplamente reportada no Brasil. O número elevado de espécies não nativas e que podem ter potencial para se estabelecer e inclusive tornar-se invasora é considerado um índice de degradação do ambiente e da comunidade. Essas espécies quando se tornam invasoras podem alterar as comunidades por exclusão competitiva, alteração de habitat, e se tornar extremamente abundantes, alterando a dominância e equitabilidade e dominância das comunidades (Lockwood et al., 2007; Pelicice; Agostinho, 2009).

Número de Characiformes: geralmente é a ordem mais abundante e diversa em ambientes de água doce; essa métrica trata principalmente de espécies que procuram alimentos visualmente, capazes de grandes e pequenos deslocamentos e de ampla distribuição no ambiente. Espera-se que a abundância de Characiformes diminua com crescente turbidez e com diminuição da vegetação marginal (Terra; Araújo, 2011). Foi calculada em número de espécies e número de indivíduos.

Número de Siluriformes: essa métrica pretende avaliar as condições do hábitat bentônico. A escolha desse grupo é justificada por serem organismos adaptados ao ambiente bentônico e altamente especialistas. É esperado que essa métrica decresça com a homogeneização do substrato e baixa oxigenação (Terra; Araújo, 2011). Foi calculada em número de espécies e número de indivíduos.

Número de Perciformes: essa métrica é indicativa da degradação dos ambientes lênticos e da coluna d'água. Perciformes, em sua maioria, são espécies adaptadas ao ambiente lêntico, que podem se deslocar na coluna de água e ao mesmo tempo são indicadoras das condições da margem, visto que usam esse ambiente para desova (construção de ninhos) (Petesse et al., 2007). Foi calculada em número de espécies e número de indivíduos.

Número de espécies que compreendem 90% dos indivíduos: essa métrica foi proposta por Araújo et al. (2003) e pretende representar a dominância nas comunidades, assumindo que assembleias de peixes dominadas por poucas espécies apresentam baixa riqueza, equitabilidade, resiliência e estabilidade (Terra; Araújo, 2011)

Diversidade de Shannon e Equitabilidade: índices ecológicos das comunidades apresentam menor valor à medida que aumenta a degradação ambiental (Magalhães et al., 2008).

Abundância

Número total de indivíduos e biomassa total: essa métrica foi proposta para represas por McDonough e Hickman (1999) e utilizada por Petesse et al. (2007) para a represa de Barra Bonita. É baseada no fato de que condições ambientais ideais favorecem assembleias de peixes que sustentam um grande número de indivíduos. Elevadas capturas são frequentemente associadas a rios ricos e de boa qualidade de água (Araújo, 1998), porém é importante avaliar o desempenho dessa métrica ao longo de um gradiente de distúrbio, pois há uma tendência de aumento de abundância a medida aumenta a degradação (Hughes; Oberdoff, 1998; Petesse et al., 2007), principalmente no que se refere a espécies oportunistas e invasoras.

% de indivíduos com comprimento total maior de 30 cm: essa métrica tem o objetivo de avaliar a abundância relativa de espécies de médio e grande porte, pois a ocorrência de espécies apenas de pequeno tamanho um indicativo de sobre pesca ou de degradação ambiental (Petesse et al., 2007). Além disso, o represamento é um fator preponderante na diminuição de espécies de médio e grande portes, pois geralmente está associada às espécies que realizam migração reprodutiva, e que desaparecem após a construção de uma barreira que fragmenta o ambiente aquático. Dessa métrica também foi calculada o % em biomassa.

Guilda trófica

% de indivíduos herbívoros+detritívoros: essa métrica pretende avaliar a importância das espécies com dieta especialista. Trata-se de organismos que se nutrem de vegetais e detrito, cuja abundância pode estar

associada com a degradação do ambiente. Também foi calculado em biomassa relativa. Esta métrica foi proposta no presente estudo com o objetivo de agrupar espécies com dieta especializada, e que possuem adaptações morfológicas para alimentação de detrito e plantas (dentes especializados em raspar sedimento, ou dentição própria de pastadores, ou ausência total de dentes e intestino longo).

% de indivíduos piscívoros: esse grupo é caracterizado por espécies de vida longa, que compõe o topo das cadeias tróficas aquáticas e têm um importante papel na função de regulação da comunidade (Petesse et al., 2007).

Populações viáveis e saudáveis de espécies carnívoras de topo, indicam uma comunidade saudável e diversificada (Karr, 1981). Com o declínio da qualidade da água, essas populações diminuem e/ou desaparecem (Araújo, 1998). Também foi calculado em biomassa relativa.

% de indivíduos onívoros: essa métrica foi proposta por Karr (1981) com o objetivo de avaliar a alteração da cadeia alimentar. É composta por espécies que se alimentam de plantas e animais e/ou que mudam a dieta conforme a disponibilidade alimentar. Pode-se considerar que um local declina em qualidade à medida que aumenta a proporção de indivíduos onívoros, sendo que a dominância dessas espécies cresce como resultado da degradação da base alimentar, especialmente dos invertebrados (Araújo, 1998). Sua característica oportunista faz com que eles tenham mais sucesso nestes ambientes que os forrageadores especialistas (Karr et al., 1986). Essa métrica é amplamente usada nas várias adaptações do índice IBI (Araújo et al., 2003; Pinto et al., 2006; Petesse; Petesse et al., 2007). Também foi calculado em biomassa relativa.

% de indivíduos insetívoros+invertívoros: essa métrica pretende avaliar a importância das espécies carnívoras com dieta especialista. Organismos que utilizam insetos aquáticos e outros macroinvertebrados como recurso principal da sua dieta, cuja abundância é alterada pela degradação do ambiente, principalmente no que diz respeito à oxigenação e qualidade do substrato, pois são importantes para diversidade de invertebrados. Em geral, há uma forte correlação negativa entre a abundância de peixes insetívoros (ou invertívoros) e os onívoros (Araújo, 1998). A combinação desses dois grupos tróficos numa única métrica é proposta no presente estudo. Também foi calculado em biomassa relativa.

Tolerância

Número de espécies tolerantes: essa métrica pretende avaliar a degradação ambiental a partir do número de espécies consideradas tolerantes. Esse grupo é composto por espécies cuja abundância e distribuição aumenta com a degradação, e podem permanecer nos locais muito depois que todos os peixes desaparecem (Araújo, 1998). A seleção dessas espécies foi baseada na literatura (Araújo et al., 2003; Costa; Schulz, 2004; Petesse et al., 2007). As espécies consideradas como tolerantes foram: *A. altiparanae*, *A. fasciatus*, *C. callichthys*, *G. brasiliensis*, *H. littorale*, *H. ancistroides*, *H. malabaricus*, *P. anisitsi*, *P. maculatus* e *R. quelen*. Também foi calculada a importância em número de indivíduos e biomassa.

Número de espécies intolerantes: essa métrica foi proposta por Karr et al. (1986), e representa as espécies que desaparecem ou reduzem significativamente sua abundância com o aumento da degradação. Em cada área geográfica, algumas espécies facilmente identificáveis são as primeiras a desaparecer com o aumento da influência humana, e esse desaparecimento pode ser atribuído à degradação da qualidade da água, degradação do habitat ou à combinação dos dois (Araújo, 1998). Com exceção das espécies tolerantes, as demais espécies foram classificadas como intolerantes. Também foi calculada a importância em número de indivíduos e biomassa.

Reprodução

Número de espécies com alta resiliência: métrica proposta por Petesse et al. (2007) e utilizada também por Terra e Araújo (2011), que representa a compensação reprodutiva das espécies. Em ambientes de reservatório pode haver ausência de locais próprios para a desova e conseqüentemente recrutamento, pela perda de áreas adequadas para alimentação e abrigo (Petesse et al., 2007). Dessa forma, espécies que toleram a degradação e apresentam alta resiliência podem proliferar rapidamente após um distúrbio ambiental. Também foi calculada a importância em número de indivíduos e biomassa.

Número de espécies de longa migração: com o barramento dos rios, uma significativa alteração ambiental, e com a diminuição dos locais de desova, devido à erosão das margens e redução de locais adequados para a desova, esses peixes tornam-se ameaçados de extinção e ocorrem cada vez

menos nos rios (Araújo, 1998). Porém, uma característica da represa de Jurumirim é a ausência de represas no curso principal do rio Paranapanema a montante, além de tributários que podem atuar como locais adequados para desova de espécies, a avaliação da presença de espécies de longa migração (acima de 50 km) é um fator importante para essa represa. Também foi calculada a importância em número de indivíduos.

Saúde

% de indivíduos com anomalias: métrica originalmente proposta por Karr (1981), a saúde dos indivíduos é um índice da qualidade do ambiente. Para tanto, foi anotada para cada indivíduo a presença de tumores, malformações e/ou nadadeiras danificadas. Num ambiente íntegro a frequência esperada de indivíduos com anomalias e/ou lesões é baixa e pode estar relacionada à presença de pesticidas e poluentes (Karr, 1981). Dessa métrica foi calculada, também, a importância em biomassa.

Total de parasitos: o registro do total de parasitos encontrados nos indivíduos analisados por trecho de coleta foi proposto como métrica com o objetivo de identificar possível aumento da prevalência de parasitas relacionado à degradação ambiental. A proporção de indivíduos parasitados pode aumentar drasticamente em corpos d'água modificados (Karr, 1981). Apenas parasitos de brânquia e olho (principalmente *Monogenea*) foram considerados. Dessa métrica também foi calculada a abundância média de parasitos por indivíduo.

Seleção das métricas

A precisão do índice de integridade biótica depende da sensibilidade dessa ferramenta em discriminar variações naturais dos distúrbios causados por interferência humana (Pont et al., 2006). Dessa forma, a avaliação da sensibilidade das métricas foi realizada considerando a variação das métricas (Oliveira et al., 2008; Petesse, 2006). A seleção seguiu a variabilidade e redundância das métricas, conforme Hughes et al. (1998) e Hering et al. (2006). As métricas com pequena amplitude de variação da nota não contribuem com a variação entre as localidades, e portanto foram excluídas.

Posteriormente, uma análise de correlação de Spearman foi aplicada nas métricas restantes, para avaliar a redundância entre as métricas, conforme Hering et al. (2006). Segundo os autores, um par de métricas é redundante se apresentar coeficientes de correlação de Spearman maiores de 0,80 ou menores que -0,80 (Tabela 8.1). O procedimento adotado foi a exclusão de uma das métricas, partindo da premissa de que a métrica excluída deve ter maior correlação geral com outras métricas.

Pontuação das métricas

Foi aplicado o método de pontuação contínuo, variando de 0 a 10 para cada métrica. Isso difere do originalmente proposto por Karr (1981), que estabeleceu pontuação discreta para métricas (nota 1: condição ruim; nota 3: condição intermediária; nota 5: boa condição). No entanto, a pontuação contínua é bastante adotada (Bozzetti; Schulz, 2004; Esteves; Alexandre, 2011; Santos; Esteves, 2015) inclusive para ambientes represados (Terra; Araújo, 2011).

Em métricas que decrescem com impacto, o menor valor (0) foi obtido através do percentil 5° dos valores observados e o maior valor (10) equivale ao percentil 95°. A utilização dos percentis 5° e 95° é importante para a exclusão de eventuais valores extremos que prejudiquem a correta interpretação da métrica (Terra, 2009). Os valores observados entre os limites estabelecidos pelos percentis foram pontuados de forma contínua como frações dos valores observados. O cálculo das notas foi feito segundo Ganasan e Hughes (1998) e Hering et al. (2006) para métricas que diminuem com a degradação ambiental: $[\text{valor observado da métrica observado} - \text{limite inferior (percentil 5°)} / \text{Limite superior (percentil 95°)} - \text{limite inferior (percentil 5°)}] \times 10$. Para métricas que aumentam com a degradação ambiental, foi calculado: $[\text{valor observado da métrica observado} - \text{limite superior (percentil 95°)} / \text{Limite inferior (percentil 5°)} - \text{limite superior (percentil 95°)}] \times 10$. O valor referente à melhor condição foi estabelecido pelo percentil 5° e a pior condição estabelecida pelo percentil 95°. O valor resultante da soma das notas individuais de cada métrica foi multiplicado por 10 e dividido pelo número total de métricas. A nota final varia de 0 a 100, independente do número de métricas utilizadas, o que torna possível a comparação

entre índices adaptados com números de métricas diferentes (Hering et al., 2006). As notas finas do IAPR foram distribuídas em cinco classes de qualidade, segundo Hering et al. (2006): maior que 80: excelente; entre 80 e 60: bom; entre 60 e 40: moderado; entre 40 e 20: pobre e menor que 20: ruim. Essa proposição de classes é diferente de Karr (1981), porém apresentou-se mais adequada aos dados.

Índice de qualidade ambiental (IQA)

Foram selecionadas características ambientais significativas para degradação ambiental, com relação à ocupação do entorno: percentual ocupado por fragmento florestal, percentual ocupado por atividade agropastoril ou humana. Quanto às características da água, foram avaliados a temperatura e oxigênio dissolvido, bem como o tipo de substrato de fundo (pedras, areia e lodo). Outras métricas ambientais foram testadas, porém excluídas por apresentarem baixa variação ou ausência de correlação com a degradação ambiental: pH, condutividade elétrica da água, material em suspensão, clorofila-*a*, nitrogênio total e fósforo total.

A pontuação e a separação em classes de qualidade seguiram os mesmos critérios das métricas bióticas (Araújo et al., 2003; Hering et al., 2006; Petesse et al., 2007).

Validação do IAPR

Os resultados obtidos com o IAPR foram confrontados com o índice de qualidade ambiental (IQA). Essa análise foi feita pela dispersão dos pares de valores para cada trecho, realizando uma análise de correlação linear entre as mesmas, com avaliação do coeficiente de correlação de Pearson (R^2).

Resultados

Dentre as 39 métricas propostas, 25 foram rejeitadas por apresentarem pequena variação entre os valores observados ou ausência de correlação com

o grau de impacto, seguindo o critério de avaliação do trecho com melhor condição ambiental (Tabela 8.2). Para o critério de redundância, as métricas restantes (14) correlacionadas com teste de Spearman (Tabela 8.3). As métricas que apresentaram correlação maior que 0,80 ou menor que -0,80 foram eliminadas, seguindo critério de Hering et al. (2006). Com base nessa análise as métricas eliminadas foram: Número de espécies de Siluriformes, Número de espécies tolerantes e % de indivíduos de longa migração. Para o cálculo do IAPR restaram 11 métricas (Tabela 8.4): Número total de espécies, Número de espécies nativas, Número de espécies introduzidas (não nativas), Número de espécies de Characiformes, Número de espécies de Perciformes, % de espécies que compõe 90% da abundância, Número total de indivíduos, % de biomassa de piscívoros, % de biomassa de insetívoros + invertívoros, Número de espécies tolerantes e Número de espécies com alta resiliência.

As notas finais variaram de 32 a 77, classificando os trechos em três classes de qualidade (Hering et al., 2006): pobre, moderado e bom. Três trechos foram classificados como “bom”: Paranapanema – Alto e Taquari – Alto e Médio; três trechos foram classificados como “moderado”: Paranapanema – Médio, Veados – Baixo e Taquari – Baixo (Tabela 8.5; Figura 8.1). Seis trechos classificados como “pobre”: Paranapanema – Baixo (mesmo trecho considerado como Jurumirim – Alto), Veados – trechos Alto e Médio e todos os trechos da represa (Alto, Médio e Baixo).

Quanto ao Índice de Qualidade Ambiental (IQA), os trechos foram classificados em cinco classes de qualidade, seguindo o mesmo critério do IAPR: “ruim” (Jurumirim – Médio e Baixo), “pobre” (todos os trechos do ribeirão dos Veados e Taquari – Baixo), “moderado” (todos os trechos do Paranapanema e Jurumirim – Alto), “bom” (Taquari – Médio) e “excelente” (Taquari – Alto) (Figura 8.2).

A correlação entre o Índice de Assembleia de Peixes de Reservatórios (IAPR) com o Índice de Qualidade Ambiental (IQA) apresentou correlação positiva com um valor de $r^2 > 0,50$, indicando que ambos os índices apresentaram resposta similares com relação aos impactos ambientais. Esse resultado indica a validação da análise do IAPR.

Tabela 8.1 – Atributos funcionais das espécies de peixes coletadas na represa de Jurumirim e seus principais tributários. Origem: nativa e não nativa (independente da origem; Grupo trófico: HER: herbívoro, DET: detritívoro, PIS: piscívoro, CARC: carcinófago, INV: invertívoro, INS: insetívoro, ONI: onívoro; tolerância: Tol: tolerante, Int: intolerante; resiliência conforme informações disponíveis no *Fishbase*) (Froese; Pauly, 2016)

	Origem	Grupo trófico	Tolerância	Resiliência
CHARACIFORMES				
Anostomidae				
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	nativa		Int	média
<i>Leporinus elongatus</i>	nativa	INV	Int	média
<i>Leporinus friderici</i>	nativa	HER/INV	Int	média
<i>Leporinus octofasciatus</i>	nativa		Int	média
<i>Leporinus striatus</i>	nativa		Int	média
<i>Schizodon intermedius</i>	nativa	HER	Int	média
<i>Schizodon nasutus</i>	nativa	HER	Int	média
Characidae				
<i>Astyanax lacustris</i>	nativa	HER/ONI	Tol	alta
<i>Astyanax bockmanni</i>	nativa		Int	alta
<i>Astyanax fasciatus</i>	nativa	HER	Tol	alta
<i>Brycon orbignyanus</i>	nativa		Int	média
<i>Galeocharax knerii</i>	nativa	PIS	Int	alta
<i>Metynnis maculatus</i>	não nativa	HER	Int	alta
<i>Oligosarcus pintoii</i>	nativa	PIS/CARC	Int	alta
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	nativa		Int	alta
<i>Salminus hilarii</i>	nativa	PIS	Int	média

	Origem	Grupo trófico	Tolerância	Resiliência
<i>Serrasalmus maculatus</i>	nativa	PIS	Int	alta
Curimatidae				
<i>Cyphocharax cf. nagelii</i>	nativa		Int	–
<i>Cyphocharax modestus</i>	nativa	DET	Int	–
<i>Steindachnerina insculpta</i>	nativa	DET	Int	–
Erythrinidae				
<i>Hoplias lacerdae</i>	não nativa		Int	–
<i>Hoplias malabaricus</i>	nativa	PIS	Tol	baixa
Parodontidae				
<i>Apareiodon affinis</i>	nativa		Int	média
Prochilodontidae				
<i>Prochilodus lineatus</i>	nativa	DET	Tol	média
GYMNOTIFORMES				
Gymnotidae				
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	não nativa		Int	alta
<i>Gymnotus sp.</i>	nativa		–	–
<i>Gymnotus sylvius</i>	nativa	HER/INS/ONI	Int	alta
Sternopygidae				
<i>Eigenmannia trilineata</i>	nativa		Int	–
<i>Eigenmannia virescens</i>	nativa		Int	média
SILURIFORMES				
Callichthyidae				
<i>Callichthys callichthys</i>	nativa		Tol	média
<i>Hoplosternum littorale</i>	nativa	ONI/INS/DET	Tol	média

	Origem	Grupo trófico	Tolerância	Resiliência
Doradidae				
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	nativa	INS	Int	média
Heptapteridae				
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	nativa	HER	Int	alta
<i>Pimelodella</i> sp.			Int	–
<i>Rhamdia quelen</i>	nativa	PIS	–	–
Hypostominae				
<i>Hypostomus ancistroides</i>	nativa	DET	Tol	média
<i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i>	nativa		Int	–
<i>Hypostomus margaritifer</i>	nativa		Int	–
<i>Hypostomus regani</i>	nativa	DET	Int	–
<i>Pterygoplichthys anisitsi</i>	nativa		Tol	–
Pimelodidae				
<i>Iheringichthys labrosus</i>	nativa	ONI/INS/DET	Int	alta
<i>Pimelodus maculatus</i>	nativa	ONI/PIS/HER/INV	Tol	média
PERCIFORMES				
Cichlidae				
<i>Cichla kelberi</i>	não nativa	PIS	Int	média
<i>Geophagus brasiliensis</i>	nativa		Tol	média
<i>Geophagus</i> sp.	nativa		–	–

Tabela 8.2 – Métricas propostas para a construção do Índice de Assembleia de Peixes em Reservatórios (IAPR) na represa de Jurumirim e seus principais tributários. Resposta esperada a poluição da água e destruição do habitat (positiva ou negativa); passos do processo de seleção pelo qual foram rejeitadas: red – redundância e var – variabilidade. Métricas finais (F)

Métricas candidatas	Resposta esperada	Seleção
Composição e riqueza de espécies		
Número total de espécies	–	F
Número de espécies nativas	–	F
Número de espécies introduzidas (não nativas)	+	F
Número de espécies de Characiformes	–	F
Número de espécies de Siluriformes	–	Red
Número de espécies de Perciformes	–	F
Diversidade de Shannon–Wiener	–	Var
Equitabilidade	–	Var
% de espécies que compõe 90% da abundância	–	F
Abundância		
Número total de indivíduos	–	F
Biomassa total	–	Var
% de indivíduos de Characiformes	–	Var
% de indivíduos de Siluriformes	–	Var
% de indivíduos de Perciformes	–	Var
% de indivíduos com comprimento > 30 cm	–	Var
% de biomassa de indivíduos com comprimento > 30 cm	–	Var
Estrutura trófica		
% de indivíduos herbívoros+detrítívoros	–	Var
% de indivíduos piscívoros	–	Var
% de indivíduos insetívoros+invertívoros	–	Var
% de indivíduos onívoros	+	Var
% de biomassa de herbívoros+detrítívoros	–	Var
% de biomassa de piscívoros	–	F
% de biomassa de insetívoros+invertívoros	–	F
% de biomassa de onívoros	+	Var

Tolerância		
Número de espécies tolerantes	+	F
Número de espécies intolerantes	-	Red
% de indivíduos tolerantes	+	Var
% de indivíduos intolerantes	-	Var
% de biomassa de tolerantes	+	Var
% de biomassa de intolerantes	-	Var

Reprodução		
Número de espécies de longa migração	-	Var
% de indivíduos de longa migração	-	Red
Número de espécies com alta resiliência	+	Var
% de indivíduos com alta resiliência	+	F
% de biomassa de espécies com alta resiliência	+	Var

Saúde		
% de indivíduos com anomalias	+	Var
% de biomassa de indivíduos com anomalias	+	Var
Total de parasitos	+	Var
Média de parasitos por indivíduo	+	Var

Tabela 8.3 – Matriz de correlação de Spearman entre as métricas candidatas para o IAPR na represa de Jurumirim e seus principais tributários. Métricas com forte correlação foram excluídas ($r \geq 0.8$ ou ≤ -0.8). Métricas excluídas e valores de $r \geq 0,8$ ou $\leq -0,8$ estão sublinhados

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Total de espécies	1													
2 Nativas	0,31	1												
3 Introduzidas	0,30	1,00	1											
4 Characiformes	-0,16	-0,77	-0,78	1										
5 <u>Siluriformes</u>	0,28	<u>0,80</u>	0,78	<u>-0,87</u>	1									
6 Perciformes	0,28	0,76	0,74	-0,65	<u>0,89</u>	1								
7 Número total	0,17	0,02	0,01	0,00	-0,28	-0,48	1							
8 % espécies 90% abundância	0,46	0,00	-0,01	0,34	-0,17	0,06	-0,23	1						
9 <u>N. longa</u> <u>migração</u>	0,02	<u>-0,81</u>	<u>-0,80</u>	0,63	-0,63	-0,66	-0,02	-0,06	1					
10 Biomassa pisc.	0,48	0,09	0,11	-0,07	-0,16	-0,22	0,44	0,25	0,13	1				
11 Biomassa ins+inv	-0,05	0,26	0,24	-0,21	0,28	0,35	-0,05	-0,03	-0,53	-0,25	1			
12 Espécies tolerantes	0,48	-0,36	-0,37	0,41	-0,37	-0,34	0,11	0,53	0,34	0,46	-0,18	1		
13 <u>Espécies</u> <u>intolerantes</u>	0,15	-0,42	-0,43	0,62	-0,53	-0,47	0,06	0,29	0,39	0,15	-0,12	<u>0,81</u>	1	
14 N. alta resiliência	0,03	0,38	0,41	-0,41	0,23	0,07	0,18	-0,38	-0,03	0,05	-0,57	-0,41	-0,34	1

Tabela 8.4 – Métricas finais que compuseram o IAPR do reservatório de Jurumirim e seus principais tributários; melhores e piores valores observados e os percentis 5° e 95° identificados para a pontuação do IAPR

Métricas finais	Condição		Percentil	
	Melhor	Pior	5	95
1. Número total de espécies	30	24	24	30
2. Número de espécies nativas	100	90	90,9	100
3. Número de espécies introduzidas (não nativas)	0	10	0	9,1
4. Número de espécies de Characiformes	77,4	50	53	73,3
5. Número de espécies de Perciformes	0	12,5	0	10,2
6. % de espécies que compõe 90% da abundância	14	7	9	13,5
7. Número total de indivíduos	2357	468	468	1656,9
8. % de biomassa de piscívoros	51,5	12,8	13	51,3
9. % de biomassa de insetívoros+invertívoros	23,3	0	0	22,9
10. Número de espécies tolerantes	25	38,5	26	37,9
11. Número de espécies com alta resiliência	26,7	37,5	28	36,7

Tabela 8.5 – Valores observados (O) das 11 métricas selecionadas para a composição do IAPR da represa de Jurumirim e seus principais tributários, com valores das notas (N), IAPR final e classes de qualidades (segundo Hering et al. 2006).

Trecho/ métrica	1		2		3		4	
	O	N	O	N	O	N	O	N
PAR-Alto	30	10	96,3	5,9	3,7	5,9	55,6	1,3
PAR-Médio	25	1,7	96	5,6	4	5,6	60,0	3,4
PAR-Baixo	24	0	95,8	5,4	4,2	5,4	58,3	2,6
VE-Alto	24	0	91,7	0	8,3	0,8	66,7	6,7
VE-Médio	26	3,3	92,3	1,5	7,7	1,5	69,2	8,0
VE-Baixo	30	10	90	0	10	0,0	70,0	8,4
TA-Alto	30	10	100	10	0	10,0	60,0	3,4
TA-Médio	27	5	100	10	0	10,0	63,0	4,9
TA-Baixo	26	3,3	100	10	0	10,0	50,0	0,0
JU-Montante	24	0	95,8	5,4	4,2	5,4	58,3	2,6
JU-Transição	24	0	91,7	0,8	8,3	0,8	66,7	6,7
JU-Lêntico	24	0	91,7	0,8	8,3	0,8	77,4	10,0

Trecho/ métrica	5		6		7		8	
	O	N	O	N	O	N	O	N
PAR-Alto	0	10,0	832	3,1	13	8,9	51,1	9,9
PAR-Médio	0,0	10,0	529	0,5	11	4,4	16,1	0,8
PAR-Baixo	0,0	10,0	468	0,0	13	2,2	12,8	0,0
VE-Alto	12,5	0,0	834	3,1	11	4,4	43,4	7,9
VE-Médio	3,8	6,2	946	4,0	10	2,2	34,7	5,7
VE-Baixo	6,7	3,5	965	4,2	12	6,7	23,1	2,6
TA-Alto	0,0	10,0	920	3,8	12	6,7	51,5	10,0
TA-Médio	0,0	10,0	590	1,0	14	10,0	28,9	4,2
TA-Baixo	3,8	6,2	2357	10,0	7	0,0	33,3	5,3
JU-Montante	0,0	10,0	468	0,0	13	2,2	12,8	0,0
JU-Transição	8,3	1,8	1084	5,2	11	4,4	43,0	7,8
JU-Lêntico	6,5	3,7	986	4,4	10	8,9	21,1	2,1

Trecho/ métrica	9		10		11		IAPR	CLASSE DE QUALI- DADE
	O	N	O	N	O	N		
PAR-Alto	9,0	3,9	30	6,6	30,0	3,9	63	Bom
PAR-Médio	12,0	5,3	32	5,0	36,0	6,8	45	Moderado
PAR-Baixo	17,6	7,7	37,5	0,3	33,3	4,1	34	Pobre
VE-Alto	0,0	0,0	33,3	3,8	37,5	8,3	32	Pobre
VE-Médio	1,1	0,5	34,6	2,8	30,8	6,4	38	Pobre
VE-Baixo	6,5	2,8	26,7	9,4	26,7	4,4	47	Moderado
TA-Alto	23,3	10,0	30	6,6	30,0	3,6	77	Bom
TA-Médio	0,8	0,4	33,33	3,8	29,6	7,8	61	Bom
TA-Baixo	11,9	5,2	38,46	0,0	30,8	10,0	55	Moderado
JU-Montante	17,6	7,7	37,5	0,3	33,3	4,1	34	Pobre
JU-Transição	7,9	3,5	25	10,0	33,3	1,7	39	Podre
JU-Lêntico	22,6	9,9	33,3	3,8	33,3	0,0	40	Pobre

Tabela 8.6 – Métricas finais que compuseram o índice de qualidade ambiental (IQA) do reservatório de Jurumirim e seus principais tributários; melhores e piores valores observados e os percentis 5° e 95° identificados para a pontuação do IAPR

	Condição		Percentil	
	Melhor	Pior	5	95
Fragmento florestal	58,5	6	8,28	38,7
Atividade agropastoril/humana	2,5	90	6,22	90
Presença de brejo adjacente	87	0	0	52,7
Tipo de substrato	10	0	0	10
Temperatura da água	22	26	22,3	25,6
Oxigênio dissolvido da água	8,3	6,5	7	8,3

Figura 8.1 – Índice de Assembleia de Peixes em Reservatórios (IAPR) e Índice de Qualidade Ambiental (IQA) para todos os trechos analisados da represa de Jurumirim e seus principais tributários. Classes de qualidade definidos segundo Hering et al. (2006)

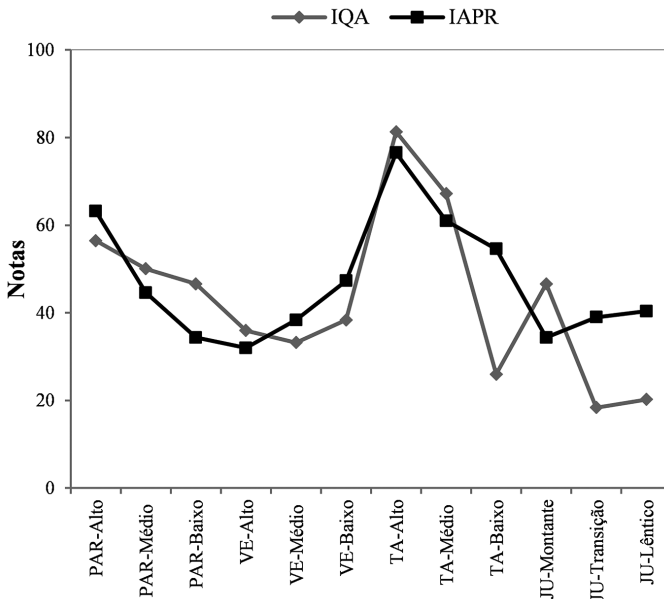
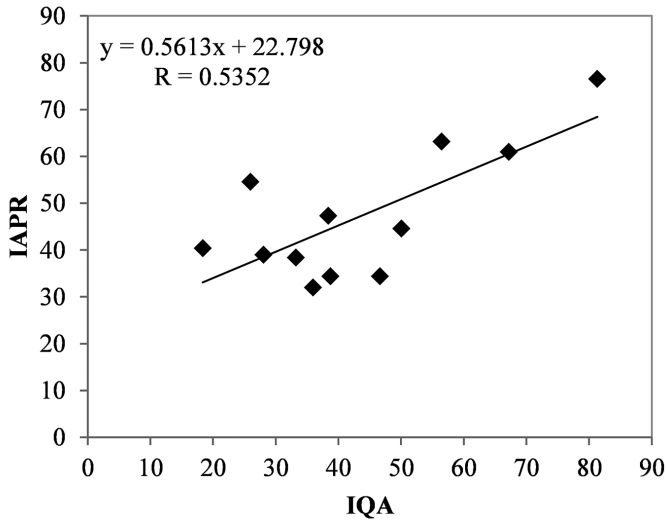


Figura 8.2 – Correlação entre os valores do Índice de Assembleia de Peixes em Reservatórios (IAPR) e os valores do Índice de Qualidade Ambiental (IQA) para cada trecho estudado da represa de Jurumirim e seus principais tributários



Percebe-se claramente que esse índice multimétrico, tal como foi adaptado para a utilização em ambientes artificiais como reservatórios, é adequado para a avaliação do impacto antropogênico nos ecossistemas aquáticos. Na represa de Jurumirim e seus principais tributários foi possível avaliar a influência de 11 métricas bióticas na determinação de classes de qualidade dos trechos. As métricas representaram diversidade, dominância, dinâmica trófica, espécies não nativas, tolerância e resiliência das espécies, indicando poder ser utilizadas em monitoramento em longo prazo da represa.

Assim como observado no presente estudo, vários autores que adaptaram a análise de integridade ambiental para rios, riachos e represas observaram que o mesmo é capaz de detectar diversos impactos sofridos pelas bacias hidrográficas. No rio Paraíba do Sul, Araújo (1998) e Araújo et al. (2003) mostraram que o índice é capaz de identificar os impactos industriais provindos das cidades de Barra Mansa e Volta Redonda, que são caracterizados por pesticidas, metais pesados e solventes orgânicos. Bowen, Freeman e Watson (1996) e Wang et al. (2010) observaram menores pontuações do índice em locais com altas influências de hidrelétricas (ambientes represados), enquanto Lenhardt et al. (2009) observaram

valores decrescentes de integridade ao longo de 45 anos de estudo em uma represa na Sérvia, devido principalmente ao envelhecimento da represa por aumento da sedimentação. Oberdorff e Porcher (1994) utilizaram o índice para avaliar os efeitos de efluentes de piscicultura em águas públicas. O índice tem sido utilizado em vários estudos para avaliar os efeitos de padrões regionais no uso do entorno, impactos da agricultura, da alteração do habitat físico e despejos de esgoto nas assembleias de peixes (Wang et al., 1997; Ganasan; Hughes, 1998; McCormick et al., 2001; Bryce; Hughes, 2002; Costa; Schulz, 2010).

Entre métricas bióticas e ambientais foram descartadas 34 métricas, em virtude da baixa correlação com a degradação ambiental ou ausência de variação nos dados. A exclusão de métricas ao longo do processo é comum nesta análise (ver Roth et al., 2000; Pont et al., 2006; Whittier et al., 2007; Pont et al., 2009).

A represa de Jurumirim apresenta baixa ocorrência de espécies introduzidas (Carvalho, 2009; Kurchevski; Carvalho, 2014) por razões desconhecidas. Porém a introdução recente de espécies não nativas como o tucunaré (*Cichla* spp.) para pesca esportiva e a instalação de empreendimentos de cultivo de peixes em tanques-rede principalmente de tilápias (*Oreochromis niloticus*) (Carvalho, 2009), que podem inserir um número muito grande de propágulos no ambiente natural, são preocupantes, e podem indicar um crescente grau de perturbação das assembleias de peixes, como demonstrado pela métrica relacionada a espécies não nativas.

A correlação positiva entre o IAPR e o IQA indica que o índice consegue avaliar de forma apropriada as condições desse ambiente. Os principais fatores ambientais avaliados foram a ocupação do entorno e a composição do fundo dos trechos, mostrando que a integridade da comunidade de peixes da represa de Jurumirim é mais sensível à alteração das características morfológicas e ambientais, ao invés das físicas e químicas, pois a maioria delas não apresentou variação significativa e foi descartada das análises. Isso demonstra a função fundamental das faixas de vegetação no entorno, funcionando como um agente tamponador de impactos sofridos na bacia hidrográfica. Resultados semelhantes foram observados por Araújo et al. (2003) e Petesse et al. (2007). A importância da integridade das margens foi detectada por Santos e Esteves (2015), que analisaram riachos sob influência de cultura canavieira.

A ocupação indevida do entorno, como atividades agropastoris, principalmente para silvicultura em escala comercial e ocupação humana nas zonas de transição e lânticas, foi preponderante no índice de qualidade ambiental. Esses fatores demonstram que a bacia hidrográfica vem sofrendo impactos no ambiente terrestre e nas zonas de ecótono água-terra, o que tem refletido na qualidade dos habitat para as comunidades de peixes. Quanto à qualidade de suas águas, o reservatório de Jurumirim é considerado oligotrófico (Henry et al., 2006a). Apesar disso, vem ocorrendo a contaminação ambiental de suas águas ao longo dos anos, com aumento nas concentrações de pesticidas orgânicos sintéticos (organofosforados e piretroides) em trecho da bacia com maiores atividades agrícolas (Nogueira; Jorcin, 2006). Contudo as métricas ambientais diretamente relacionadas com esses fatores (fósforo e nitrogênio totais) não foram eficientes em detectar diretamente os impactos causados por tais fontes poluidoras, no entanto, as mudanças nas comunidades de peixes, como aumento de espécies tolerantes, diminuição no número de espécies total e nativas podem ser indicativos de que tais interferências ambientais já estão refletindo nas comunidades de peixes.

De modo geral observa-se que o índice indicou como “pobres” em termos de integridade os trechos do corpo principal da represa, bem como alguns que recebem influência direta da mesma (ribeirão dos Veados, exceto trecho Baixo). Os trechos Paranapanema-Médio, Taquari-Baixo e Veados-Baixo, que também recebem influência direta da represa, apresentaram-se moderadamente impactados. Isso reforça que o índice foi sensível em detectar os trechos da bacia que mais sofrem ação antrópica.

Os trechos Altos dos rios Paranapanema e Taquari, bem como o Médio Taquari apresentaram-se como bons em termos de integridade. O rio Paranapanema, que compõe o corpo principal da represa, vem sofrendo maior degradação ambiental do que o rio Taquari ao longo dos 50 anos de operação dessa represa, principalmente no que diz respeito à ocupação indevida do entorno e de esforço de pesca esportiva e artesanal (Carvalho et al., 1998a,b; Marcus, 2000; Carvalho et al., 2003; Carvalho et al., 2005; Novaes, 2008). Tais fatores podem estar contribuindo para a perda de integridade do corpo da represa e dos trechos baixo e médio do rio. Os trechos altos conservam características lólicas, com a ausência de espécies introduzidas, já que não se adaptam a essas condições ambientais. Sendo assim, aqueles trechos que

conservam características como elevada heterogeneidade ambiental apresentaram maior integridade. Destaca-se ainda a presença de vastos brejos no trecho médio Taquari, com a presença de inúmeras lagoas marginais que funcionam como um berçário natural (Welcomme, 1999; Carvalho et al., 2005) para diversas espécies de peixes que buscam essas regiões como áreas de desova e recrutamento. Ou seja, as diversas espécies migratórias que ainda ocupam a represa de Jurumirim utilizam principalmente os trechos altos dos rios Paranapanema e Taquari como área de reprodução.

Conclui-se, portanto, que o índice é extremamente relevante para a avaliação da integridade ambiental em represas, sendo uma ferramenta útil no desenvolvimento de programas de monitoramento dos ecossistemas aquáticos. A represa de Jurumirim, ambiente que vem acumulando impactos ao longo de 50 anos de operação, apresenta em sua maioria trechos com integridade ambiental de pobre a moderada, porém conservando trechos a montante dos tributários com características íntegras, necessárias para a manutenção das espécies residentes. Ressalta-se ainda que a integridade foi mensurada em todos os trechos da mesma forma, independentemente de ser corpo principal da represa ou corpo de tributários, pois em maior ou menor escala todos os trechos recebem influência do corpo principal da represa.