

A UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO PARA RIACHOS URBANOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ.

The utilization of the index of biotic integrity for evaluation of water quality: a study case for urban streams of Belem River Basin, Curitiba, Parana.

*Leonardo Pussieldi Bastos¹
Vinícius Abilhoa¹*

Resumo

Considerando-se que os impactos antrópicos sobre os ecossistemas alteram sua estrutura aquática e terrestre, é possível avaliar a dimensão desta perturbação por meio da integridade das comunidades que vivem nestes ambientes, as quais refletem este estresse alterando sua diversidade e estrutura. O índice de integridade biótica (IIB) avalia e atribui um grau para o impacto em riachos, de acordo com as condições de suas comunidades. Com o objetivo de avaliar a viabilidade de aplicação deste índice em riachos urbanos, foi realizado um estudo de caso para a bacia do rio Belém (Curitiba/PR), onde foram submetidos ao índice quatro riachos localizados próximos às nascentes deste rio. Este índice mostrou-se eficiente mecanismo de monitoramento ambiental, porém antes de propor uma adaptação aplicável e confiável para os riachos urbanos estudados, deve-se aumentar os estudos sobre a ictiofauna da região, a qual apresenta muita deficiência de conhecimentos com relação à sua biologia e condição natural.

Palavras-chave: Índice de Integridade Biótica; Rio Belém, Riachos urbanos; Impactos.

¹ GPIC – Grupo de Pesquisas em Ictiofauna. Museu de História Natural Capão da Imbuia /PMC.gpic-mhnci@uol.com.br

Abstract

Considering that the human impacts modified the aquatic and terrestrial structure of the ecosystems, it is possible to evaluate the dimension of this disturbance through the communities' integrity, which reflects this stress through alterations in their diversity and structure. The index of biotic integrity (IIB) evaluates and attributes a degree for impacts in streams, in agreement with their communities' conditions. With the objective of evaluating the viability of the application of this index in urban streams, a study case was performed for four headwaters streams of the Belém River Basin (Curitiba/PR). The index was an efficient mechanism for the environmental monitoring, however before proposing an applicable and reliable adaptation for urban streams, studies on the ichthyofauna of the area should increase, which presents poor information about its biology and natural condition.

Keywords: Index of Biotic Integrity, Belém River Basin, Urban Streams, impacts.

1. Introdução

A urbanização e a ocupação irregular de áreas de mananciais e nascentes de rios, fato que ocorre com significativa frequência em centros urbanos, acarreta em alterações significativas na dinâmica das populações ali existentes e modificações do ciclo hidrológico de toda uma bacia hidrográfica, sendo que este processo de ocupação e degradação pode até mesmo acarretar na extinção destes ambientes.

Em sistemas naturais afetados pela ação humana, a interferência gera impactos cuja intensidade é diretamente proporcional ao grau de diversidade do ambiente, às suas características de primitividade e à vulnerabilidade das espécies envolvidas. Os processos de ocupação de ambientes pelas espécies e as interações interespecíficas são por vezes bruscamente interrompidos ou modificados, tendo como resultados a extinção localizada de determinadas espécies e o aumento populacional de outras oportunistas, afetando os ecossistemas e gerando efeitos de perturbação no ambiente.

Dentre os diversos critérios de avaliação de qualidade de água utilizados, o Índice de

Integridade Biótica (IIB), definido por KARR (1981) como integrador dos fatores ecológicos e ambientais, tem demonstrado capacidade de avaliar a dimensão deste tipo de perturbação, uma vez que apresenta dados sobre a integridade das comunidades que vivem nestes ambientes e atribui um grau para os impactos em sua diversidade e estrutura.

Com o objetivo de testar a aplicabilidade do Índice de Integridade Biótica em um ambiente urbano, foi realizado um diagnóstico da fauna de peixes em cursos d'água na bacia hidrográfica do rio Belém no Município de Curitiba, visando a utilização deste índice como mecanismo de avaliação da qualidade do ambiente.

2. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu estende-se por 72.000 km² na região sudeste da América do Sul (MAACK, 1981). Possui aproximadamente 1.080 km de extensão e um desnível de 830 m entre a nascente à foz; seus formadores, entretanto, têm origem em altitudes superiores a 1.000 metros (JÚLIO JR *et al.*, 1997).

A região denominada de altíssimo rio Iguaçu comporta suas nascentes localizadas na vertente ocidental da Serra do Mar, nas proximidades de Curitiba. Nesta região, seu curso pelo Primeiro Planalto Paranaense é caracterizado por muitos meandros e amplas curvaturas, o que confere um aspecto senil à drenagem (MAACK, 1981). Dentro da Região Metropolitana de Curitiba, este trecho do rio Iguaçu faz fronteira com a drenagem da vertente oriental da Serra do Mar à leste, com a bacia do rio Ribeira ao norte e com a bacia do rio Negro ao sul, sendo que este rio encontra o rio Iguaçu no Município de São Mateus do Sul (SAMPAIO, 1988) (Figura 1).

O presente trabalho concentra-se na bacia hidrográfica do rio Belém, mais especificamente na área das suas cabeceiras. Esta bacia possui uma área de drenagem em torno de 93,7 km², atravessando o Município de Curitiba no sentido norte-sul até a sua confluência com o rio Iguaçu.

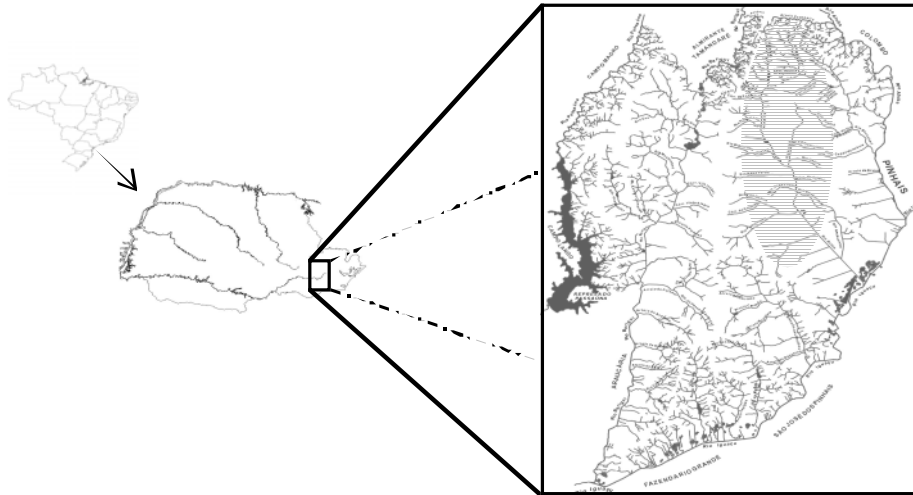


Figura 1. Hidrografia da região de Curitiba, com detalhe da área estudada.

3. Material e métodos

3.1 Locais de amostragem

Áreas de estudo foram selecionadas na bacia do rio Belém, entre suas cabeceiras e o Parque São Lourenço, levando-se em conta a representatividade dos diversos ecossistemas aquáticos regionais. Foram selecionadas áreas onde a ocorrência de peixes era possível, em função da qualidade da água, da integridade do corpo d'água e das características do entorno (Tabela 1).

3.2 Métodos de amostragem

Os estudos sobre a composição e os aspectos biológicos das espécies de peixes registradas foram fundamentados em exemplares coletados em cada área de estudo. Para as coletas os amostradores utilizados foram tarrafas (malha de 0,5cm) e puçás.

O material coletado foi fixado imediatamente em solução de formol 4%, acondicionado em galões plásticos e levado para triagem no Laboratório de Ictiologia do Museu de História Natural Capão da Imbuia – MHNCI, onde foram identificados através de literatura especializada e consulta a especialistas.

O trato digestivo dos peixes foi removido e conservado em frascos com solução de álcool 70%. Os conteúdos estomacais foram analisados sob microscópio estereoscópico, sendo que a identificação dos itens foi realizada com auxílio de bibliografia especializada e através da consulta a especialistas.

3.3 Índice de Integridade Biótica

Para a utilização do índice de integridade biótica e um ensaio para a sua aplicação na área das cabeceiras da Bacia do rio Belém, foi realizada uma discussão a respeito dos atributos mais eficazes para a adaptação do índice para a realidade local, com a finalidade de avaliar os efeitos da alteração ambiental. Tais atributos cobrem uma amplitude de níveis ecológicos de indivíduos até população, comunidades e ecossistemas.

Tabela 1. Locais de amostragem

Área amostrada	Localização	
	Bairro	UTM
Parque Municipal das Nascentes	Cachoeira	674589 / 7194887
Parque Municipal Reinhart Maack	Vila Hauer	679452 / 7180119
Parque Municipal São Lourenço	São Lourenço	674393 / 7196350
Nascente	Uberaba de Cima	679450 / 7180116

4. Resultados

4.1 Caracterização e adaptação dos atributos para a determinação do IIB

4.1.1 Composição e riqueza de espécies

Número de espécies

De um modo geral, a ictiofauna do rio Iguaçu é caracterizada por um pequeno número de espécies, pela ausência de inúmeras famílias de peixes muito comuns na bacia do Paraná e pelo elevado grau de endemismo (JULIO JR. *et al.*, 1997), sendo que a semelhança da ictiofauna da região do alto e altíssimo rio Iguaçu com a do “Domínio Leste Brasileiro” (RINGUELET, 1975) não é devido somente às características fisiográficas destas regiões, mas também à dificuldade de identificar a composição taxonômica da maioria dos grupos representados (BUCKUP, 1996).

Apesar desta constatação, o *status* taxonômico destas espécies veio a ser parcialmente estabilizado recentemente com os trabalhos de Sampaio (1988), Lucinda (1995), Garavello *et al.* (1997), Wosiacki (1998) e Ingenito *et al.* (2004), que constituem atualmente as principais referências para os estudos ictiofaunísticos no rio Iguaçu. Todavia, apesar destes autores promoverem a descrição de inúmeras espécies, até o presente momento nenhuma delas foi nominada.

Atualmente são conhecidas cerca de 80 espécies de peixes para a bacia hidrográfica do rio Iguaçu, distribuídas em 16 famílias e seis ordens. A ictiofauna do alto rio Iguaçu é composta por 47 espécies de peixes, sendo que dez podem ser con-

sideradas exclusivas para esse sistema hidrográfico, não ocorrendo em outros riachos na bacia do rio Paraná (ABILHOA, 2004). Entretanto o número de espécies para as cabeceiras é reduzido em relação à ictiofauna de toda a bacia, sendo que Brown e Mathews (1995) apresentam dados corroborando a idéia de que a diversidade tende a diminuir em direção às cabeceiras dos riachos, sugerindo a existência de relação entre a dimensão do hábitat e diversidade específica.

Para as cabeceiras do rio Iguaçu, dentro da Cidade de Curitiba, são esperadas cerca de 19 espécies de peixes, as quais estão listadas abaixo:

Characiformes

Characidae

Astyanax sp. B

Astyanax sp. C

Astyanax sp. D

Oligosarcus longirostris

Hyphessobrycon reticulatus

Mimagoniates microlepis

Erythrinidae

Hoplias malabaricus

Siluriformes

Pimelodidae

Rhamdia quelen

Trichomycteridae

Trichomycterus sp.

Loricariidae

Rineloricaria sp.

Callichthyidae

Callichthys callichthys

Corydoras paleatus

Corydoras ehrhardti

Perciformes

Cichlidae

Geophagus brasiliensis
Cichlassoma fascetum
Cyprinodontiformes
Poeciliidae
Phalloceros sp.
Poecilia vivipara
Gymnotiformes
Gymnotidae
Gymnotus carapo
Synbranchiformes
Synbranchidae
Synbranchus marmoratus

Espécies exóticas

Abilhoa (2004) registrou para o alto curso do rio Iguaçu algumas espécies de peixes introduzidos de outras bacias hidrográficas e de outros continentes, como o corimba *Prochilodus lineatus*, as tilápias *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*, o black-bass *Micropterus salmoides*, o bagre-africano *Clarias gariepinus*, as carpas *Cyprinus carpio* e *Ctenopharyngodon idella*, e o dojô *Misgurnus anguillicaudatus*.

Nas áreas de estudo, uma pequena parcela de espécies registradas corresponde a peixes introduzidos, como a tilápia *Tilapia rendalli* e a carpa *Cyprinus carpio*. Estas espécies ocorrem nestes ambientes por causa da introdução intencional ("peixamento" de lagos e pequenos reservatórios).

A introdução de espécies exóticas está entre as causas de extinção de espécies em todo o planeta (Agostinho; Júlio Júnior (1996), devido à competição por alimentação, abrigo e a disseminação de parasitos. A extinção das espécies ou a alteração da sua composição nos ecossistemas pode causar perdas irreversíveis aos recursos naturais. Os resultados da redução da biodiversidade são a redução dos recursos genéticos, a perda do potencial de fontes de alimentação e controle de doenças, e a redução da estabilidade dos ecossistemas (KNAPP; MATTHEWS, 2000).

As espécies *Cyprinus carpio* e *Tilapia rendalli* são encontradas livremente nas cavas e lagos próximos às calhas dos rios do alto Iguaçu, principalmente junto aos municípios de Curitiba, Araucária e São José dos Pinhais. *Cyprinus carpio* tem uma antiga história de introduções no Brasil, ocorrendo no país desde o final do séc. XIX. Já

Tilapia rendalli está presente no Brasil desde a década de 50 Agostinho; Júlio Júnior (1996). Para a bacia do rio Iguaçu não há informações sobre o histórico das introduções de peixes exóticos.

Proporção de espécies oportunistas

Os represamentos e barramentos dos rios são realizados para as funções de geração de energia elétrica, abastecimento público, piscicultura e, em especial, controle dos efeitos da precipitação pluviométrica abundante, controle da drenagem superficial e diminuição do carreamento de partículas para o leito do rio, motivo pelo qual foi criado o lago do Parque Municipal São Lourenço.

As mudanças produzidas por estes barramentos, como primariamente a passagem do ambiente lótico para o lêntico, resultam no desaparecimento das espécies estritamente fluviais e secundariamente num rearranjo geral das espécies remanescentes (LOWE-McCONNEL, 1975).

O reservatório recém-formado é colonizado por espécies previamente existentes, mas como nem todas as espécies são capazes de suportar o novo ambiente, a ictiofauna deste reservatório é bem menos diversificada que a de seu rio formador (AGOSTINHO *et al.*, 1997).

Segundo Lowe-McConnel (1975), as espécies de peixes submetidas a estas modificações na dinâmica do rio podem ser divididas em dois grupos. O primeiro é composto por espécies reofilicas, de água corrente, que aparentemente apresentam menores condições para permanecer em uma área represada. As espécies dessa natureza apresentam hábitos migratórios, normalmente relacionados a atividades reprodutivas, como o já relatado para estudos realizados no rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 1992), entretanto, até o momento, não há descrições ou constatações que permitam assegurar a ocorrência de fenômenos migratórios para espécies de peixes na bacia do rio Iguaçu, constituinte da bacia do rio Paraná.

O segundo agrupamento é composto por espécies adaptadas a ambientes lênticos, como áreas profundas, remansos e regiões alagadas. Teoricamente, essas espécies se adaptariam melhor a um reservatório, por apresentarem amplo espectro alimentar e características reprodutivas adaptadas a ambientes de águas calmas.

Algumas espécies que comumente colonizam estes ambientes são espécies de pequeno porte, sedentárias, com alto potencial reprodutivo, baixa longevidade e ampla tolerância ambiental, caracterizam-se normalmente como oportunistas, as quais exibem maior facilidade na invasão de novos ambientes (AGOSTINHO *et al*, 1997). Essas características demonstram-se apropriadas à maioria das espécies registradas nas áreas de estudo.

4.1.2 Hábito alimentar

A análise dos conteúdos estomacais é uma forma comum de se investigar a alimentação de uma espécie de peixe. Esta investigação torna possível o reconhecimento da diversidade inter e intra-específica na composição da dieta, além de sua variação quali-quantitativa em relação aos parâmetros de tamanho corporal, reprodutivos, de crescimento e sazonais (ZAVALA-CAMIN, 1996).

É de grande importância também o reconhecimento dos itens alimentares encontrados nos conteúdos estomacais, pois fornecem subsídios para saber se a dieta alimentar é de origem autóctone ou alóctone para a manutenção e manejo dos ecossistemas que influenciam diretamente na alimentação desta espécie.

As informações existentes acerca das preferências alimentares em rios e riachos tropicais apontam para a falta de especialização em relação aos alimentos utilizados, sendo que o alimento alóctone, principalmente insetos terrestres, tem sido considerado mais importante (KNOPPEL, 1970; LOWE MCCONNELL, 1975). Outros trabalhos ressaltam a importância de itens autóctones como algas, insetos aquáticos e invertebrados aquáticos (COSTA, 1987; UIEDA, 1995; ESTEVES & ARANHA, 1999).

A avaliação da estrutura trófica da comunidade pode levar a um inestimável indicador da qualidade de água de um sistema. Alterações na qualidade da água ou outras condições do hábitat, inclusive o uso da terra na bacia hidrográfica, podem resultar em diminuição ou eliminação de muitos recursos alimentares para os peixes.

Sob este aspecto, a alimentação de uma dada espécie de peixe varia durante seu desenvolvimento. Esta adaptação visa a diminuir a competição por alimento ou suprir necessidades fisiológicas que o peixe possa ter durante seu desenvol-

vimento ontogenético em função da migração, primeira maturação sexual e/ou reprodução (BRAGA & BRAGA, 1987).

4.1.3 Entorno

Mata ciliar

As comunidades de peixes de riachos têm uma grande relação com as matas de galerias, que vão desde fonte alimentar a regulação de temperatura do ambiente aquático. Segundo Barrella *et al* (2001), do ponto de vista da manutenção da biodiversidade dos peixes, as matas possuem as seguintes funções ecológicas: 1) proteção estrutural do hábitat; 2) estabilidade do sistema (fluxo de água, abrigos e sombra) e 3) fornecimento de uma variedade de alimentos de origem vegetal e de animais terrestres que caem na água. Assim a relação entre os dois sistemas é maior nas partes superiores e cabeceiras dos rios.

Com a mata ciliar abundante na margem dos riachos, ocorre um acúmulo de troncos e galhos dentro do seu leito, que dificulta o fluxo da água, provocando represamentos parciais. Tais ambientes possuem condições favoráveis para abrigar diferentes espécies de peixes, aumentando a heterogeneidade ambiental e conseqüente biodiversidade regional. Isto pode ser verificado através da composição da ictiofauna existente em ambientes que apresentam matas ciliares com diferentes graus de alteração.

A retirada da vegetação próxima aos rios pode levar ao assoreamento dos leitos, alterando micro-hábitats e diminuindo a oferta de alimento para peixes bentófagos. Sem vegetação marginal, as águas dos riachos também ficam mais expostas à luz solar, com conseqüente aumento de luminosidade e temperatura. Populações de peixes sensíveis a estes fatores podem ser drasticamente reduzidas ou até mesmo extintas localmente, por outro lado outras espécies com capacidade de suportar ambientes iluminados podem ter suas populações aumentadas (SABINO, 1990).

Outro aspecto importante para a manutenção da mata ciliar é a sua contribuição para o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos ribeirinhos. Possuem papel fundamental nos processos de óxido-redução e reciclagem de nutrientes dos ecótonos água-terra, sendo um importante

instrumento de manejo e recomposição da qualidade ambiental dos rios. Estas zonas de transição funcionam como filtros que amortecem os impactos e produzem condições de sobrevivência para várias espécies de peixes.

Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação são áreas naturais protegidas por meio de legislação específica, como a Resolução CONAMA n° 11 de 3/12/87 e Lei Federal n° 9.985 de 18/07/00, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Além dessas unidades de conservação, parques lineares ao longo dos rios foram implantados em Curitiba a partir da década de 70, visando a garantir a preservação de remanescentes de florestas ciliares e da fauna, além de proteger o sistema natural de drenagem, minimizando o problema das enchentes.

Dentre os pontos amostrados neste trabalho, três deles foram realizados dentro de unidades de conservação municipais, sendo eles: Parque Municipal das Nascentes, Parque Municipal Reinhart Maack e Parque Municipal São Lourenço.

4.2 Aplicação do IIB

4.2.1 Caracterização do IIB

O IIB neste estudo de caso para a bacia do rio Belém foi calculado com base nos métodos delineados por Karr (1981) e Araújo (1998).

O índice proposto baseou-se em vários atributos da comunidade de peixes para avaliar os efeitos da alteração ambiental, além de outros referentes à conservação do entorno da área estudada. Tais atributos cobrem uma amplitude de níveis ecológicos de indivíduos até população, comunidades e ecossistemas e foram agrupadas em três categorias: Composição e riqueza de espécies, Hábito alimentar e Entorno (Tabela 2).

4.2.2 Composição e riqueza de espécies

O levantamento de dados resultou em 8 espécies de peixes, distribuídas em cinco ordens e 6 famílias, sendo *Cichlidae* (2 espécies) e *Poeciliidae* (2 espécies) as mais representativas (Tabela 3).

O total de táxons registrados representa apenas 10% da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu, todavia, se considerarmos somente o trecho superior, que apresenta cerca de 49 espécies segundo ABILHOA (2004), este valor passa para 17%. Este pequeno número de espécies registrado provavelmente está relacionado à pequena área amostrada, as quais apresentam uma pequena heterogeneidade de ambientes, fato já constatado como um amplificador da riqueza de espécies (WOOTON, 1990).

4.2.3 HÁBITO ALIMENTAR

As espécies registradas e as inferências sobre os hábitos alimentares encontram-se na Tabela 4. As categorias tróficas consideradas para o agrupamento das espécies de peixes seguem o proposto por Agostinho *et al.* (1997): (i) herbívoros, que são

Tabela 2. Pontuações utilizadas na determinação do IIB para os locais amostrados

	Pontuação		
	5	3	1
Composição e riqueza de espécies			
Número de espécies	> 10	3 a 10	< 2
Presença de espécies exóticas	0	1	> 2
Proporção de espécies oportunistas	0	< 25%	> 25%
Hábito alimentar			
Número de categorias tróficas	> 5	2 a 4	1
Entorno			
Mata ciliar	preservada	degradada	sem
Unidade de Conservação	uso indireto	uso direto	não

Tabela 3. Espécies registradas nos locais de amostragem

Área amostrada	Espécies coletadas	
	Nome científico	Nome vulgar
Parque Municipal das Nascentes	<i>Geophagus brasiliensis</i> <i>Phalloceros</i> sp. <i>Tilapia rendalli</i>	Acará Barrigudinho Tilápia
Parque Municipal Reinhart Maack	-	-
Parque Municipal São Lourenço	<i>Tilapia rendalli</i> <i>Geophagus brasiliensis</i> <i>Poecilia vivipara</i> <i>Rhamdia quelen</i> <i>Hoplias malabaricus</i> <i>Cyprinus carpio</i>	Tilápia Acará Barrigudinho Bagre Traíra Carpa
Nascente	<i>Aspianax</i> sp. c	Lambari

peixes que se alimentam de vegetais superiores como folhas, sementes e frutos de plantas aquáticas e terrestres, além de algas filamentosas; (ii) insetívoros, que são peixes que se alimentam de insetos aquáticos e terrestres; (iii) iliófagos, que são peixes que ingerem sedimento juntamente com microorganismos e algas unicelulares; (iv) detritívoros, que são peixes que ingerem sedimento juntamente com restos e excrementos de invertebrados; (v), bentófagos, que são peixes que exploram o fundo e selecionam a presa da fauna bentônica; (vi) ictiófagos, também

denominados de piscívoros, que são peixes que se alimentam de outros peixes e (vii) onívoros, que são peixes que consomem indistintamente itens de origem animal e vegetal.

O espectro apresentado mostra uma dependência direta e indireta da matéria orgânica importada da vegetação ripária na alimentação da maioria dos peixes. Isto pode ser claramente observado no consumo de itens alimentares autóctones (larvas aquáticas, insetos, algas e macrófitas) e/ou alóctones (artrópodos terrestres e frutos).

Tabela 4. Espécies de peixes registradas, agrupadas de acordo com as categorias tróficas predominantes. As espécies foram agrupadas de acordo com as observações de campo e dados bibliográficos.

Categorias	Espécies registradas
herbívoros	<i>Astyanax; Cyprinus carpio</i>
insetívoros	<i>Astyanax; Phalloceros sp.</i>
iliófagos	<i>Poecilia vivipara</i>
detritívoros	<i>Rhamdia quelen</i>
bentófagos	<i>Geophagus brasiliensis</i>
ictiófagos	<i>Hoplias malabaricus; Rhamdia quelen</i>
onívoros	<i>Astyanax; Tilapia rendalli; Cyprinus carpio</i>

4.2.4 CLASSES E ATRIBUTOS

De acordo com os dados levantados e com o índice originalmente proposto por KARR (1981), um critério de pontuação para os ambientes analisados foi proposto (Tabela 5).

Para os pontos analisados, as classes de integridade variaram de pobre a regular, sendo que o Parque Municipal das Nascentes e São Lourenço alcançaram as maiores pontuações. Somente o Parque Municipal Reinhart Maack atingiu a classe pobre (Tabela 6).

Tabela 5. Pontuação de integridade biótica, classes e atributos.

Classes	Atributos
Boa entre 21 e 30 pontos	Áreas protegidas (Unidades de Conservação). Presença de mais de cinco espécies de peixes. Amplo espectro alimentar. Ausência ou pequeno número de espécies exóticas. Mata ciliar preservada.
Regular entre 11 e 20 pontos	Áreas protegidas (Unidades de Conservação). Presença de poucas espécies de peixes (<3). Espécies oportunistas. Hábitos alimentares diversificados.
Pobre até 10 pontos	Ausência de peixes ou presença de poucas espécies. Mata ciliar descaracterizada.

Tabela 6. Aplicação do IIB

Área amostrada	IIB	
	pontos	Classe
Parque Municipal das Nascentes	16	regular
Parque Municipal Reinhart Maack	8	pobre
Parque Municipal São Lourenço	16	regular
Nascente 12	regular	

5. Discussão

Considerando-se que os impactos antrópicos alteram a estrutura físico-química dos ecossistemas aquáticos, o Índice de Integridade Biótica tem a capacidade de avaliar a dimensão desta perturbação, uma vez que apresenta dados sobre a integridade das comunidades que vivem nestes ambientes, assim como atribui um grau para os impactos em sua diversidade e estrutura.

Uma grande vantagem do uso o IIB é sua capacidade de integrar diversos atributos ecológicos, evitando a seleção de determinado critério isolado que possa resultar em diagnósticos menos confiáveis do que o conjunto de medidas (KARR *et al. apud* ARAÚJO, 1998). Entretanto, para a aplicação do índice para toda a bacia como foi proposto inicialmente, este estudo de caso evidenciou a necessidade de um maior número de amostragens, possibilitando um monitoramento biológico que permita inferir a qualidade e integridade do ambiente, independente das variações em curto prazo.

Este índice mostrou-se eficiente mecanismo de monitoramento ambiental, porém antes de propor uma adaptação aplicável e confiável para os riachos urbanos, deve-se aumentar os estudos sobre a ictiofauna da região, a qual apresenta muita deficiência de conhecimentos com relação à sua biologia e condição anterior. Em muitas regiões do Estado é difícil ou até mesmo impossível encontrar locais onde a comunidade aquática esteja ainda inalterada, e é importante se destacar que na bacia do rio Belém estes ambientes são particularmente raros, pois o seu curso natural foi todo retificado.

São necessários estudos sobre a distribuição dos peixes em riachos e nascentes, pois se-

gundo Abilhoa (2004) as comunidades destes pequenos córregos são, em função do regime de chuvas, submetidas a mudanças drásticas nas condições limnológicas, fato que lhes confere complexidade no seu estudo e conseqüente conservação. Estas comunidades são afetadas de modo marcante por mudanças estacionais decorrentes da expansão e contração do ambiente aquático durante as variações climáticas, fato que é mais dificilmente observado nas regiões baixas dos rios, podendo levar a uma distribuição longitudinal diferenciada da fauna ictiica.

Outra dificuldade encontrada na execução do trabalho foi a determinação dos locais nos quais seriam realizadas as amostragens, pois o leito do rio Belém está quase que totalmente canalizado. A alternativa encontrada foi a utilização das unidades de conservação municipais e uma nascente cadastrada em um programa de educação ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba (SMMA).

A atual configuração das unidades de conservação na região do alto rio Iguaçu não garante ainda uma efetiva proteção das regiões de cabeceiras dos rios, sendo que a delimitação e a conservação desses ambientes são essenciais para a preservação da biodiversidade de peixes.

Para lidar adequadamente com esse problema, a gestão dessas unidades deve estar associada aos planos diretores locais, definindo diretrizes de uso e ocupação do solo regional, considerando-se as restrições impostas pelo suporte natural.

Com relação às características regionais da ictiofauna, qualquer programa que tenha como objetivo sua proteção nesta bacia hidrográfica deve considerar que a preservação de remanescentes de áreas inalteradas ou pouco alteradas é a princi-

pal prioridade, aliada a um programa de conhecimento ictiofaunístico dos rios e riachos do Estado do Paraná.

Referências

- ABILHOA, V. **Composição, aspectos biológicos e conservação da ictiofauna do alto curso do rio Iguaçu, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná. 81p. 2004.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. & BORGHETTI, J.R.. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação; um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Unimar**, v.14, p.89-107, 1992.
- AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M. & GOMES, L.C. **Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo**. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p.97-112.
- AGOSTINHO, A.A. & JULIO JR, H.F. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. **Ciência Hoje**, v. 21, n.124, p.36-44, 1996.
- ARAÚJO, F.G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Rev. Bras. Biol**, v.58, n.4, p.547-558, 1998.
- BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S. & MONTAG, L.F.A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. **Matas Ciliares**; conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001. p.187-208.
- BRAGA F.M.S. & BRAGA M. A. S. Estudo de hábito alimentar de *Prionotus punctatus* (BLOCH, 1797) (TELEOSTEI, TRIGLIDAE), na região da Ilha Anchieta, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, n. 1/2, p. 31.36, 1987.
- BROWN, A. V. & MATTHEWS, W. J. Streams Ecosystems of the Central United States. In: CUSHING, C. E., CUMMINS, K. W. & MINSHALL, G. W. **Ecosystems of the World**. River and Stream Ecosystems. Amsterdam, Elsevier. p. 89-116, 1995.
- BUCKUP, P. **Biodiversidade dos peixes da Mata Atlântica**. Workshop "Padrões de biodiversidade da mata atlântica do sudeste e sul do Brasil". Campinas: Fundação André Tosello / Base de dados tropical, 1996. Disponível em <http://www.bdt.org.br/workshop/mata.atlantica> Acesso em 10 mar. 2000.
- COSTA, W.J.E.M. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, rio Mato Grosso, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.22, n.3, p.145-153, 1987.
- ESTEVES, K. E. & ARANHA, J. M. R.. **Ecologia trófica de peixes de riachos**. In Caramaschi, E. P.; Mazzoni, R. & P. R. Peres-Neto (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos*. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. Série Oecológica Brasiliensis, vol. VI, p.157-182, 1999.
- GARAVELLO, J.C.; PAVANELLI, C.S. & SUZUKI, H.I. **Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu**. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p.61-84.
- JÚLIO JR., H.F.; BONECKER, C.C. & AGOSTINHO, A.A. **Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu**. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p.1-17.
- KARR, J.R. Assesment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v.6, n.6., p.21-27, 1981.
- KNAPP, R.A. & MATTHEWS, K.R.. Effects of nonnative fishes on wilderness lake ecosystems in the Sierra Nevada and recommendations for reducing impacts. USDA **Forest Service Proceedings RMRS-P-15**, v. 5.,p.312-317, 2000.
- KNOPPEL, H. Food of central Amazonian fishes: contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain-forest-streams. **Amazoniana**, v. 2, n. 3, p. 267-352, 1970.
- LOWE-McCONNELL, R.H. **Fish communities in tropical freshwater**: their distribution, ecology and evolution. London: Longman, 1975. 337p.
- LUCINDA, P.H.F. **Estudo taxonômico dos peixes Cyprinodontiformes da bacia do rio Iguaçu**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. 162p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Estado do Paraná, 1981. 450p.

RINGUELET, R.A. Zoogeografia y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictológicas de América del Sur. **Ecosur**, v.2, n.3, p.1-122, 1975.

SAMPAIO, F.A.A. **Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysi) da bacia do rio Iguçu, com comentários sobre o endemismo dessa fauna.** São Carlos (SP), 1988. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. 175p. 1988.

UIEDA, V.S. 1995. **Comunidade de peixes de um riacho litorâneo: composição, habitat e hábitos.** Campinas, 1995. Tese (Doutorado), Universidade de Campinas. 229p.

WOSIACKI, W.B. **Sistemática de Trichomycteridae (Ostariophysi – Siluriformes) na bacia do rio Iguçu a montante das Cataratas, com a descrição de oito espécies novas.** Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes.** London: Chapman and Hall, 1990.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural.** Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/Nupelia, 1996. 129 p.

Recebido em/Received in: 04.12.2003.

Aprovado em/Approved in: 05.01.2004.