

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA PARA CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO RIO PARAÍBA DO SUL E CONFIRMAÇÃO COM USO E OCUPAÇÃO DO SOLO POR GEOPROCESSAMENTO

BIANCA DE FREITAS TERRA¹
TATIANA PIRES TEIXEIRA²
EDUARDO OLIVEIRA ESTILIANO³
DANIEL GRACIA⁴
BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO⁵
FRANCISCO GERSON DE ARAÚJO⁶

-
1. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/UFRuralRJ, Discente do Curso de Ciências Biológicas;
 2. Bolsista de Iniciação Científica PAPER/UFRuralRJ, Discente do curso de Ciências Biológicas;
 3. Mestrando em Ciências Ambientais da UFRuralRJ;
 4. Discente do Curso de Agronomia da UFRuralRJ;
 5. Doutorando em Biologia Animal da UFRuralRJ;
 6. Professor do Instituto de Biologia da UFRuralRJ.
-

RESUMO: TERRA, B. de F.; TEIXEIRA, T.P.; ESTILIANO, E.O.; GRACIA, D.; PINTO, B.C.T.; ARAÚJO, F.G. de. *Utilização do índice de integridade biótica para caracterização da qualidade ambiental do Rio Paraíba do Sul e confirmação com uso e ocupação do solo por geoprocessamento. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v. 25, n. 2, p. 85-92, jul.-dez., 2005.* A qualidade ambiental do rio Paraíba do Sul foi avaliada através do Índice de Integridade Biótica e de técnicas confirmatórias de uso da terra usando geoprocessamento. As melhores classificações do IBI (Regular) foram encontradas nos locais com maior diversidade de habitats e usos do solo menos impactantes como floresta e pastagem. Já os locais mais urbanizados apresentaram menores IBI (Pobre/Muito Pobre). O período seco foi o mais adequado para aplicação deste método, quando foi possível amostrar mais eficientemente a ictiofauna devido maior acesso aos locais de amostragem e melhor performance dos equipamentos de pesca.

Palavras-chave: qualidade da água, poluição, peixe.

ABSTRACT: TERRA, B. de F.; TEIXEIRA, T.P.; ESTILIANO, E.O.; GRACIA, D.; PINTO, B.C.T.; ARAÚJO, F.G. de. *Use of the index of biotic integrity for characterizing environmental quality in the Paraíba do sul river and confirmation with land use by geoprocessing techniques. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v. 25, n. 2, p. 85-92, jul.-dez., 2005.* Environmental quality of the Paraíba do Sul river was assessed by the Index of Biotic Integrity and validated by land use through Geographic Information System (GIS) techniques. The best IBI scores (Regular) were found at more structured sites and areas with less impactant land use, such as forest and pasture. The more urbanized sites showed the lowest values (Poor/Very Poor). The application of IBI was more suitable during the dry period, when accessing sites was facilitated and fishing equipment performed better.

Key words: water quality, pollution, fish.

INTRODUÇÃO

A Bacia do rio Paraíba do Sul é uma das mais importantes áreas industrial do país. Os problemas ambientais mais importantes para os recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul estão relacionados à precariedade em

saneamento básico, à poluição industrial, à erosão, aos impedimentos de drenagem, à poluição por uso indiscriminado de insumos agrícolas e todas as consequências desses aspectos sobre a qualidade das águas (PEIXOTO, 2003). Tais alterações precisam ser avaliadas e monitoradas, diagnosticando a extensão e

tendências espaço - temporais (sazonais ou de longo prazo). O monitoramento biológico em rios é essencial para identificar as respostas do ambiente aos impactos causados pela ação antrópica, além de fornecer diretrizes que possam regulamentar o uso dos recursos hídricos, possibilitando o desenvolvimento de alternativas para minimizar a degradação dos rios (KARR *et al.*, 2000). O Índice de Integridade Biótica (IBI) desenvolvido por KARR (1981) baseia-se numa hipótese bastante aceita no gerenciamento de recursos aquáticos, onde alterações em habitats de rios refletem comunidades bióticas alteradas, portanto, o estudo da biota no monitoramento e avaliação de sistemas aquáticos vem alcançando grande importância na detecção de impactos de origem antrópica. Associar o uso e ocupação da terra por geoprocessamento ao IBI é uma tentativa de testá-lo e confirmar se as modificações ocorridas em torno do rio influenciam em sua integridade. O geoprocessamento é um tipo de tecnologia aplicada a Sistemas de Informação, cuja singularidade é permitir a extração das informações territoriais dos dados georreferenciados, expostos em Cartogramas Digitais. Constitui-se num ramo do processamento de dados que realiza transformações nos dados contidos em uma base de dados geocodificada, através de recursos analíticos, gráficos e lógicos (XAVIER-DA-SILVA & CARVALHO FILHO, 1993). Esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental da Bacia do rio Paraíba do Sul, através do Índice de Integridade Biótica e de técnicas confirmatórias de uso da terra usando geoprocessamento.

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia do rio Paraíba do Sul está compreendida entre os paralelos 20° 26' e 23° 38' sul e os meridianos 41° 00' e 46° 30' oeste, possuindo uma área de

drenagem de 57.000 km². As amostragens foram realizadas em 15 locais, no período chuvoso e seco, distribuídos da seguinte maneira: cinco (01) no trecho Superior; três (02) no Médio-superior, dez (06) no trecho Médio-Inferior e sete (06) no Inferior. A unidade amostral em cada local foi definida como o total de peixes capturados pelas 22 redes de espera (malhas de 2,5 a 5,5 cm entre nós, comprimento de 30 m e altura de 2 m), acrescidos de 20 lances de tarrafas (diâmetro de 3 m e malha 2 cm) e 20 lances de peneiras (diâmetro de 80 cm e malha de 1 mm). Em cada local de coleta, foram feitas observações diretas dos principais usos da terra em uma área de padronizada de 8 km². Esta área foi definida a partir do local de amostragens de peixes, compreendendo de 5 km de comprimento, sendo 4 km a montante do e 1 km à jusante, com 0,8 km de largura a partir de cada margem do rio. Os seguintes tipos de uso do solo foram estimados: floresta secundária, pastagem, área urbana e drenagem. Esta atualização foi feita pela sobreposição dos dados básicos (1973) das cartas topográficas do IBGE, na escala de 1:50.000, tendo sido transformados pelo software SAGA/UFRJ, em mapa digital, com cada uso do solo sendo calculado em termos de percentagem da área padronizada. Estas áreas são consideradas as que mais diretamente estariam influenciando as assembléias de peixes nos locais amostrados. Neste estudo, foram feitas adaptações do IBI para os quatro diferentes trechos do rio Paraíba do Sul. Excepcionalmente, considerou-se, o rio Pomba como incluído no trecho Inferior, diferentemente de AB' SABER & BERNARDES *apud* BIZERRIL (1999), devido à presença de espécies marinhas migratórias neste ambiente e características ambientais mais relacionadas com o trecho Inferior do que com o Médio-Inferior. O IBI foi compreendido por 10 atributos nas seguintes categorias das assembléias de peixes: riqueza de espécies e composição

de habitat, estrutura trófica e espécies indicadoras (Tabela 1). Algumas modificações nos atributos foram feitas, visando ajustá-los às diferentes condições ambientais dos trechos do rio. No trecho superior, o atributo espécies intolerantes foi substituído por espécies endêmicas, uma vez que nesta área a elevada altitude (1,800 a 572 m) e o relativo bom estado bom estado de preservação da Floresta Atlântica favorece o isolamento faunístico, devido a maior declividade associada a quedas d'água impedem a dispersão das espécies, características estas, não encontrada nos outros trechos. Nos trechos Médio-Superior e Médio-Inferior, o atributo espécies intolerantes foi considerado. Esses trechos, apesar da diversidade geomorfológica, apresentam ictiofaunas semelhantes e, concentram as maiores zonas industriais da bacia. No trecho Inferior, este atributo foi substituído por espécies marinhas migratórias, uma vez que a presença destes peixes é indicadora de inexistência de barreiras físicas e de boa qualidade do ambiente, favorecendo a livre migração das mesmas. Para cada trecho da Bacia os atributos foram ajustados em faixas de valores entre o maior (melhor) e o menor (pior) valor. Esses atributos foram calculados segundo a metodologia de GNASAN & HUGHES (1998), onde foi escolhido um valor de referência em cada trecho para cada atributo ecológico. A amplitude de valores do atributo encontrada, considerando todas as amostras do trecho, foi dividida em três faixas iguais, e foram atribuídas as notas 5, 3 e 1, conforme tais valores se aproximassem, diferenciassem moderadamente, ou diferenciassem acentuadamente da expectativa de melhor condição obtida, respectivamente. A soma das notas de todos os atributos de um local corresponde Índice de Integridade Biótica (IBI), que para o presente estudo pode variar de um mínimo de 10 a um máximo 50. O IBI expressa a qualidade do ambiente aquático de acordo com as classes: Bom

(> 40), Regular (30-40), Pobre (20-0) Muito Pobre (10-20). Os resultados do IBI foram associados às percentagens do uso da terra e obtidas as correlações através do coeficiente de correlação de Pearson, visando testar as relações de dependências entre estas duas variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IBI apresentou um padrão de variação espacial e temporal ao longo da bacia do rio Paraíba do Sul (Figura 3). Quando considerada toda a bacia, não houve coincidência no padrão espacial entre os dois períodos estudados.

Tabela 1. Atributos do IBI.

1-Riqueza de espécies e composição de habitats
Número de espécies nativas
Número de espécies de Characiformes
Número de espécies Siluriformes
2-Espécies Indicadoras
Porcentagem de <i>Geophagus brasiliensis</i>
Porcentagem de espécies intolerantes
Porcentagem de espécies introduzidas
Número de espécies que compõem 90% das amostras
3-Estrutura Trófica
Porcentagem de indivíduos carnívoros
Porcentagem de indivíduos onívoros
Porcentagem de indivíduos invertívoros

O período chuvoso apresentou, na maioria dos casos, os maiores valores em relação ao período seco, e isto pode ser associado ao mais baixo nível d'água neste último período, que diminui a diversidade de microhabitats, e a capacidade de diluição de efluentes domésticos e industriais que possam vir a ser introduzidos no rio. Segundo WHITESIDE and MCNATT (1972), o aumento do volume de água nos períodos de cheia, propicia uma maior diversificação dos microhabitats, possibilitando assim, uma maior diversificação das espécies. Contrariamente ao padrão geral observado para a bacia, no trecho Superior o período seco apresentou

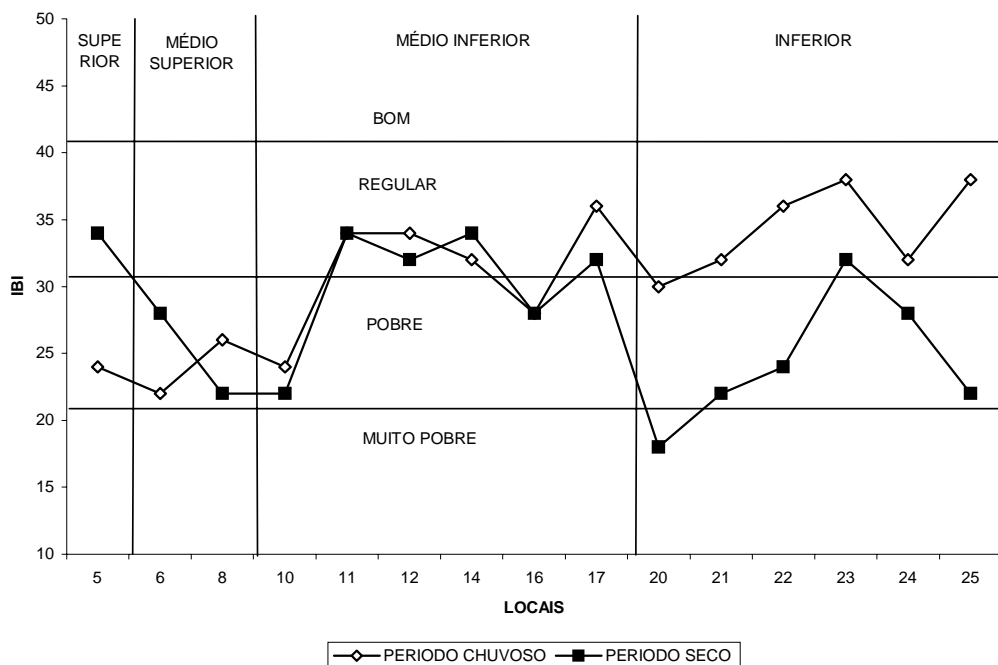


Gráfico 2. Valores do IBI (Índice de Integridade Biótica) para a Bacia do rio Paraíba do Sul. 5- 5- encontro do rio Paraitinga com o rio Paraíba (Paraibuna); 6- rio Paraíba do Sul (São José dos Campos); 8- rio Paraíba do Sul (Cachoeira Paulista); 10- rio Paraíba do Sul (Volta Redonda); 11- rio Preto (Rio das Flores); 12- rio Paraíba-mineiro (Rio as Flores); 14 Paraíba do Sul (Três Rios); 16- rio Paraíba do Sul (Anta); 17- rio Paraíba do Sul (Sapuçaia); 20 - rio Pomba (Santo Antônio de Pádua); 21- rio Dois Rios (São Fidelis); 22 Rio Paraíba do Sul (São Fidelis); 23 rio Paraíba do Sul (Campos dos Goytacazes); 24 rio Muriaé (Italva); 25-rio Paraíba do Sul (São João da Barra).

melhor qualidade (regular) do que período chuvoso (pobre). Isto pode ser explicado pela dificuldade de amostragem no período chuvoso, nessa região, devido as fortes correntezas e dificuldade de acesso a diversos microhabitats.

A situação regular da qualidade ambiental, no período seco, deve-se à presença de áreas de pastagens, agricultura e despejos de esgotos domésticos próximo às áreas de amostragem, além da proximidade de duas grandes barragens (Santa Branca e Paraibuna). Tais barragens modificam as estruturas dos habitats, devido a alterações no fluxo da água. Na região Médio-Superior em São José dos Campos (local 6) também se obteve melhores notas no período seco, mas a qualidade manteve-se pobre, com este padrão se estendendo

até Volta Redonda (ponto 10), no trecho Médio-Inferior. A maior cidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, é a que mais lança esgoto sem tratamento no rio, sendo estimado em cerca de 16 toneladas de detritos/dia, uma vez que somente 45% de suas residências têm esgoto tratado. Contudo, é no trecho Médio-Inferior, especialmente entre Resende e Barra do Pirai, onde ocorre a maior concentração de atividades industriais de médio e grande porte. Outros pesquisadores encontraram valores baixos de IBI para locais próximos a regiões urbano-industriais, como ARAÚJO (2003) no rio Paraíba do Sul, que também encontrou os menores valores próximos a Volta Redonda, atribuindo-os a perturbações de origem antrópica. Ainda no trecho Médio-Inferior, mas a jusante desta região industrial, a Bacia apresenta

melhoria na qualidade mantendo-se regular nos dois períodos amostrados. Isso aponta para uma recuperação, provavelmente, pela maior diversidade de habitats e diminuição dos níveis de poluição. O rio Paraíba – MG (local 12) apesar de passar por Juiz de Fora, um dos maiores centros urbano-industriais mineiros, apresentou qualidade regular a jusante desta cidade, também mostrando capacidade de recuperação a jusante desta localidade. Contudo, é possível que haja influência da poluição industrial proveniente das cidades a montante, já que a qualidade encontrada é regular. Em Anta (local 16), a qualidade decresce, o que pode ter ocorrido pela destruição do substrato, nesse local, causado por areais, que degradam também as margens, diminuindo os microhabitats. O trecho Inferior manteve qualidade regular em todos os locais no período chuvoso. Já no período seco o rio Pomba (local 20) apresentou qualidade muito pobre, possivelmente conseqüência do vazamento de resíduos tóxicos da Indústria de Papel Cataguases, ocorrido em março de 2003. A partir desse local todos o trecho apresenta qualidade progressiva, ainda pobre, até Campos (local 23), onde foi registrada qualidade regular. Isso pode estar associado à presença de alagados e lagoas marginais que contribuem para maior resiliência do rio neste trecho, que apesar de ter perturbações, como lançamento de esgotos e rejeitos das refinarias de cana-de-açúcar, consegue manter uma boa qualidade ambiental. Os rios Dois Rios (22) e Muriaé (24) apresentaram qualidade variando de regular (chuvoso) a pobre (seco). Essa tendência à qualidade baixa no rio Muriaé deve ser devido à presença de pecuária extensiva, rizicultura e canaviais ao longo das margens do rio. Já na bacia do rio Dois Rios há atividades agrícolas como a olericultura que gradativamente dá lugar à atividade urbana. Na análise de uso do solo, a pastagem foi predominante na região Superior, seguida por área urbana. Esse padrão foi observado

em todo os trechos exceto nos centros urbanos de Cachoeira Paulista e Volta Redonda, onde a área urbana predominou; e em Campos, onde a agricultura (monocultura de Cana) foi predominante (Tabela 3). As relações entre os tipos de uso da terra e o IBI foram avaliadas, em cada período de amostragem, através de regressões lineares simples visando estimar possíveis relações de dependências. Significativa correlação negativa foi encontrada entre área urbana e o IBI para os dois períodos estudados (r -seco = 0,498; r -chuvoso = 0,640). WANG (1998), estudando riachos de Wisconsin, Estados Unidos, também encontrou similar relação entre este uso da terra e o IBI, ressaltando a contribuição negativa deste tipo de uso para a qualidade ambiental dos sistemas aquáticos. Por outro lado, a categoria pastagem apresentou correlação positiva com o IBI, porém com baixo coeficiente de correlação ($r=0,104$ período chuvoso; $r=0,150$ período seco). Embora o uso da terra por pastagens geralmente resulte em efeitos negativos para a qualidade do rio e conseqüentemente as assembleias de peixes que ali vivem, pois tais áreas com seus solos desprotegidos são mais expostos as chuvas, resultando nos processos de erosão do solo e conseqüente assoreamento. No caso estudado isto não se verificou embora a cobertura vegetal seja pobre, parece minimizar os efeitos da erosão, o que pode ser verificado pelas positivas correlações com o IBI. A presença de área urbana, no entanto, tem um impacto muito maior sobre o ecossistema aquático, pois além da contaminação dos cursos d'água, através do lançamento de esgotos doméstico e industrial, elevam a concentração de sólidos em suspensão, através da erosão, sendo associada ao intenso desmatamento das margens, o que prejudica a sobrevivência da ictiofauna. Segundo WAITE & CARPENTER (2000) esses usos diminuem a qualidade das áreas riparianas, aumentando a temperatura da água e dos

sedimentos, alterando a comunidade de peixes. PINTO (2003) conclui que as pastagens, embora prejudiciais à qualidade dos ambientes aquáticos, conservam um pouco mais as zonas de vegetação ripariana, enquanto os trechos com maior uso urbano não abrigam esse tipo de vegetação. O uso por floresta secundária, embora em pequenas proporções quando comparada aos outros usos, apresentou correlação positiva e significativa, somente no período seco, ($r=0,556$) provavelmente pelos mais acurados e eficientes registros do IBI terem ocorrido neste período. GREGORY et al., 1992 afirmam que a rugosidade das margens proporcionada pela mata ciliar e pela queda de galhos e troncos (resíduos grosseiros), favorece o processo de retenção, por obstruírem o fluxo d'água, criando zonas de turbulência e zonas de velocidade diminuída, conseqüentemente favorecendo o processo de deposição de partículas e sedimentos, e criando, também, micro habitats favoráveis para vários organismos aquáticos. A porcentagem do uso por floresta foi baixa na maioria das localidades, com apenas três locais apresentando valores acima de 5% (11%- local 5 - Encontro do Paraitinga com Paraibuna; 8% -local 12 - rio Paraibuna mineiro e 6% -local 14 - rio Paraíba do Sul em Três Rios), registrando a melhor qualidade ambiental (regular). Assim a presença mesmo que de fragmentos de floresta contribui para uma melhor qualidade ambiental, fornecendo alimento, abrigo e áreas de refúgio para uma diversidade maior de espécies. Entretanto, o uso do solo por floresta secundária no período chuvoso apresentou correlação negativa não

significativa com o IBI ($r=-0,269$), isso foi provocado pelo ponto 5 (Encontro do Paraitinga com Paraibuna), que apesar de apresentar maior área de florestas em relação aos outros locais, foi registrado com baixa qualidade de acordo com o IBI, o que pode ter sido causada por dificuldades de acesso na amostragem. A categoria drenagem no período chuvoso apresentou correlação positiva significativa ($r=0,573$), com o IBI, confirmando a diversificação de microhabitats, conseqüentemente de alimento e abrigo para os peixes, e diminuindo o impacto do lançamento de rejeitos orgânicos e industriais através da diluição desses efluentes. No período seco, o IBI não variou em função da drenagem, provavelmente, devido aos baixos volumes de água não influírem significativamente qualidade ambiental. Esses resultados indicam uma interação de alguns tipos de uso da terra no entorno do rio com a integridade biótica desses ambientes aquáticos. As melhores qualidades ambientais foram indicadas para locais com maior diversidade de habitats e usos do solo menos impactantes como floresta e pastagem quando contrastada com as áreas urbanas. Já os locais mais urbanizados e com grande concentração de indústrias, conseqüentemente, mais poluídos apresentaram menores IBI ratificando a confiabilidade deste índice para a avaliação da qualidade ambiental. Maiores investigações entre estas relações precisam ser feitas, especialmente no sentido de avaliar se uma maior área, do que os 8 km² realizados neste estudos, apresenta correlações mais consistentes.

Tabela 3. Principais usos da Bacia do rio Paraíba do Sul.

LOCAIS	% Pastagem	% Agricultura	% Área Urbana	% Floresta Secundária	% Drenagem
5	50,5535	0	24,2027	11,5746	8,3341
6	48,0386	0	26,0255	0	9,3311
8	31,5747	0	61,4969	0	6,9283
10	4,2802	0	78,3868	3,0967	10,3142
11	84,5672	0	5,8767	2,3603	6,143
12	61,7296	0	7,1104	6,3487	7,9548
14	66,5549	0	3,5305	8,0792	13,1128
16	47,5649	0	1,3991	2,5706	6,6948
17	43,0017	0	0	2,5821	7,6687
20	61,5798	0	27,7781	2,1914	8,4506
21	89,5447	0	0	0	4,6882
22	43,7145	0	33,4348	0	22,8507
23	6,5242	53,3554	7,7136	0	29,4236
24	70,6407	3,1506	16,9203	0	9,2884
25	39,0276	23,8912	6,2602	0	30,821

CONCLUSÃO

- 1- O Índice de Integridade Biótica (IBI) aplicado para toda a bacia do rio Paraíba do Sul apresentou qualidade regular no trecho Superior decrescendo no Médio-Superior até Volta Redonda (Médio-Inferior), com recuperação à jusante e atingindo maiores valores em Campos (Inferior).
- 2- O inverno foi o período mais adequado para aplicação do IBI, quando foi possível amostrar mais eficientemente a ictiofauna, tendo resultado em variações mais consistentes com os padrões esperados para a bacia do rio Paraíba do Sul.
- 3- O uso da terra por Áreas Urbanas contribuiu significativamente para o decréscimo da qualidade ambiental, enquanto que o por Florestas (período seco) contribuiu para melhoria, conforme indicado pelo IBI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, F.G.; FICHBERG, I.; PINTO, B.C.T. & PEIXOTO, M.G. A preliminary index of Biotic Integrity for Monitoring the condition of the rio Paraíba do Sul, Southeast Brazil. *Environmental Management*, Oak Ridge, U. S. A., v. 32, n. 4, p. 516-526, 2003.
- BIZERRIL, C.R.S.F. The ichthyofauna of the Rio Paraíba do Sul watershed. Biodiversity and biogeographic patterns. *Brasilian archives of biology and technology*, Curitiba, v. 42, p. 233-250, 1999.
- GANASAN, V.; HUGHES, R.M. Application of Index of biological Integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Klan and Kshipra (Madhya Pradesh), India. *Freshwater Biology*, v. 40, n. 2, p. 367-383, 1998.
- GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; MCKEE, W.A. & CUMMINS, K.W. "An Ecosystem Perspective of riparian Zones". *BioScience*, v. 41, n. 88; p. 540-551, 1992.

KARR, J.R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, v. 6, n. 6, p. 21-27, 1981.

KARR, J.R.; ALLAN, D. & BENKE, A.C. River conservation in the United States and Canada: Science, Policy, and Practice. In: BOON, P.J.; B.R. DAVIS & G.E. PETTS (eds.). *Global Perspectives on River Conservation: Science, Policy, and Practice*. John Wiley. Chichester, 35p. 2000.

PEIXOTO, M.G. *Distribuição espacial e temporal da ictiofauna no rio Paraíba do Sul ao longo do seu trecho médio - inferior (Queluz - Além Paraíba)*. Seropédica, RJ, 2003. 200 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

PINTO, B.C.T. *Aplicação do Índice de Integridade Biótica, baseado em assembléias de peixes, para avaliação de qualidade ambiental do trecho médio-inferior do rio Paraíba do Sul e relação com indicadores de habitat e de uso da terra*. Seropédica, RJ, 2003. 83 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

XAVIER-DA-SILVA, J. & CARVALHO FILHO, L.M. *Sistemas de Informação Geográfica: Uma Proposta Metodológica*. Anais da IV Conferência Latino-americana sobre Sistemas de Informação Geográfica/ 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. São Paulo, 1993, p. 608-628.

WAITE, I.R.; CARPENTER, K.D. Associations among Fish Assemblage Structure and Environmental Variables in Willamette Basin Streams, Oregon. *Transactions of the American Fisheries Society*. v. 129, p. 754-770, 2000.

WANG, L.; LYONS, J.; KANEHL, P. Development and evaluation of a habitat rating system for low – gradient Wisconsin streams. *North American Journal of Fisheries Management*. v. 18, p. 775-785, 1998.

WHITESIDE, B.G. and MCNATT, R.M. Fish species diversity in relation to stream order and physicochemical conditions in the Plum Creek rainage basin. *The Amer. Midl. Nat.*, v. 88, n. 1, p. 90-101, 1972.