
APLICAÇÃO DE MODELO BIOGEOGRÁFICO EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Application of Biogeographie model in Aquatic Systems

Adler Guilherme Viadana

Prof. Dr. do Departamento de Geografia na UNESP/IGCE – Rio Claro

Artigo recebido em 25/03/04 e aceito para publicação em 15/05/04

RESUMO: *Este estudo refere-se a utilização de um modelo de integração e síntese de dados fisiográficos e biológicos, em setor fluvial do alto Corumbataí (SP), a ter como objetivo um melhor conhecimento sobre a distribuição horizontal de peixes em cursos d'água.*

Palavras chave: Biogeografia, hidrotopos, distribuição de peixes e cartografia biogeográfica.

ABSTRACT: *this study refers to the utilization of a model of integration and synthesis of biogeographic data in a fluvial sector of the Corumbatai river high course (SP), having as goal a better know ledge on horizontal distribution of flhises in water streams.*

Keywords: Biogeographic, hidrotopos, fish distribution and biogeographic cartography.

INTRODUÇÃO

Na concepção de Japiassu e Marcondes (1990, p. 170) tem-se que um modelo constitui parâmetro que visa um modo de explicação, “construção técnica, idealizada, hipotética que serve de avaliação e análise de uma realidade concreta”. Na modelagem de sistemas ambientais, “deve-se considerar aspectos envolvidos com as características e funções, que por vezes se entremeiam. São aspectos que possibilitam identificar e avaliar a qualidade dos modelos oferecidos, criando exigências mais específicas para com o cuidado a ser aplicado na modelagem” (Christofolletti, 1999, p. 21).

Os perfis biogeográficos ou geoecológicos são considerados importantes modelos na definição e avaliação ambiental; disto resulta sua franca utilização seja na pesquisa acadêmica ou, ainda na elaboração de laudos periciais dos crimes

cometidos contra a natureza; nos procedimentos da execução do EIA-RIMA; ou quando da solicitação de licenciamento ambiental (previsto em resolução legal da SMA e CONAMA), para subsidiar o Relatório Ambiental Preliminar (RAP). Considera-se o valor destes modelos no âmbito didático e, como técnica auxiliar nas atividades relacionadas ao planejamento ambiental, seja este de investida no mundo urbano ou rural.

Na opinião de Troppmair (2004, p. 170) “os perfis biogeográficos ou geoecológicos são (...) forma(s) de representar os fenômenos bióticos e abióticos, permitindo inclusive fácil correlação de todos os elementos através da leitura vertical ou leitura horizontal quando cada elemento pode ser acompanhado em sua distribuição espacial”.

Viadana e Troppmair (1989) viabilizaram para os ambientes hídricos continentais – lóticos e

lênticos – adaptações que tornaram possíveis, representações gráficas de componentes do meio aquático, para a construção de modelos, que os citados autores denominaram inicialmente perfil hidroecológico, sendo posteriormente batizado perfil ictiobiogeográfico. Isto, por se tratar de um documento cartográfico original, a visar a identificação e avaliação qualitativas e quantitativas dos componentes e interações de um segmento fluvial e a correspondente distribuição íctia horizontal.

O presente estudo fundamenta-se na aplicação deste modelo no qual a reprodução dos geoelementos de determinado espaço (no caso, o alto curso do Rio Corumbataí – SP), torna-se compatível aos interesses do biogeógrafo: a conotação espacial na distribuição dos fatos investigados e a percepção das ligações recíprocas de causa e efeito entre os diversos elementos do meio, tais como: largura, extensão e profundidade do canal fluvial. A composição litológica e sedimentar do curso d'água, além da transparência, pH e temperatura do corpo hídrico; do uso das margens fluviais e das ações impactantes ao meio com a ictiofauna existente.

O empenho pela representação de um perfil ictiobiogeográfico complementado pela distribuição da população de peixes em segmento do alto Corumbataí (SP), também tem por objetivo a promoção de parâmetros para condutas de preservação da qualidade em ambientes aquáticos. Tal procedimento poderá contribuir para um melhor conhecimento de setores pontuais do rio como área de contemplação cênica e de lazer para a comunidade imediata.

TÉCNICAS E MATERIAIS

A condução metodológica, tendo em meta a elaboração de perfis ictiobiogeográficos deve nortear-se pelas: a) observações e inventários de

informações obtidas em intenso e minucioso trabalho de campo; b) atividades de gabinete onde os perfis dos geoelementos deverão ser plotados com precisão rigorosa.

Numa carta topográfica, em escala adequada (p. ex.: 1:10.000), é traçado o segmento percorrido durante as excursões ao campo. Alguns pontos referenciais locais de apoio, deverão ser assinalados no documento cartográfico, tais como: sedes ou distritos urbanos, propriedades rurais, estradas, traços da geomorfologia fluvial (desembocadura de rios tributários ao canal principal, corredeiras, quedas d'água, etc...), considerados de importância em termos locais e de orientação terrestre.

Durante o trajeto, em trabalho de campo, serão constatadas as propriedades geométricas do canal fluvial, como por exemplo: a extensão, profundidade e largura da calha. Na mesma oportunidade serão aferidas a temperatura, transparência e o pH do meio hídrico. Na execução desta tarefa, utiliza-se: régua graduada, trena, disco de Sechi, reagentes indicadores para pH e termômetro.

Ainda nesta fase, efetuam-se observações detalhadas do uso das áreas junto às margens do rio e as interferências antrópicas no ambiente: retirada da mata ciliar, extração de areia do talvegue, remoção de argila do assoalho das várzeas, retificação do canal e lançamento de efluentes domésticos e industriais in natura.

No inventário da ictiofauna local, redes de malhas compatíveis ao tamanho dos indivíduos, tornam possível a captura das espécies. Tarrafas, redes de arrasto, peneiras e espinhéis, também serão úteis na pesca científica. Os pontos preferidos nesta etapa da pesquisa, localizam-se nos remansos, poços e imediatamente a jusante dos rápidos e quedas d'água.

Pela utilização de outros mapas temáticos, climogramas e da literatura especializada, pode-se obter informações adicionais que completam o perfil desejado.

RESULTADOS

As cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, têm gênese em cursos d'água de conformação centrípeta, cujas nascentes alojam-se nas encostas areníticas-basálticas do rebordo da Província das Cuestas Basálticas do Estado de São Paulo. Este rebordo festonado, exibe um pacote de rochas sedimentares silicificadas que pelas propriedades inerentes aos arenitos, constitui um dos importantes aquíferos paulistas, fazendo emergir pontilhados, à meia encosta, "olhos-d'água" ou fontes cristalinas que alimentam o sistema da drenagem de superfície.

O destaque altimétrico dos paredões abruptos, alçados numa amplitude entre 800 a 1.100 m de altitude, possibilitam, através do efeito orográfico, chuvas abundantes (1.500 mm anuais), em relação às áreas circunvizinhas (Brino, 1973). A umidade atmosférica e as chuvas locais que percolam pelo manto arenoso e atinge o lençol freático, favorecem a baixa encosta e no contato com os sedimentos tenros da média Depressão Periférica Paulista, a manutenção da mata nos desníveis estruturais e a mata ciliar ao longo de pequenos riachos e do próprio Corumbataí e seus afluentes importantes.

No perfil ictiobiogeográfico elaborado (Fig. 1), a leitura vertical do documento cartográfico permitiu a identificação de dois hidrotópos, no segmento denominado "Alto Corumbataí": o hidrotopo dendrítico e o hidrotopo retificado.

O hidrotopo dendrítico do Alto Corumbataí fornece os seguintes dados através da

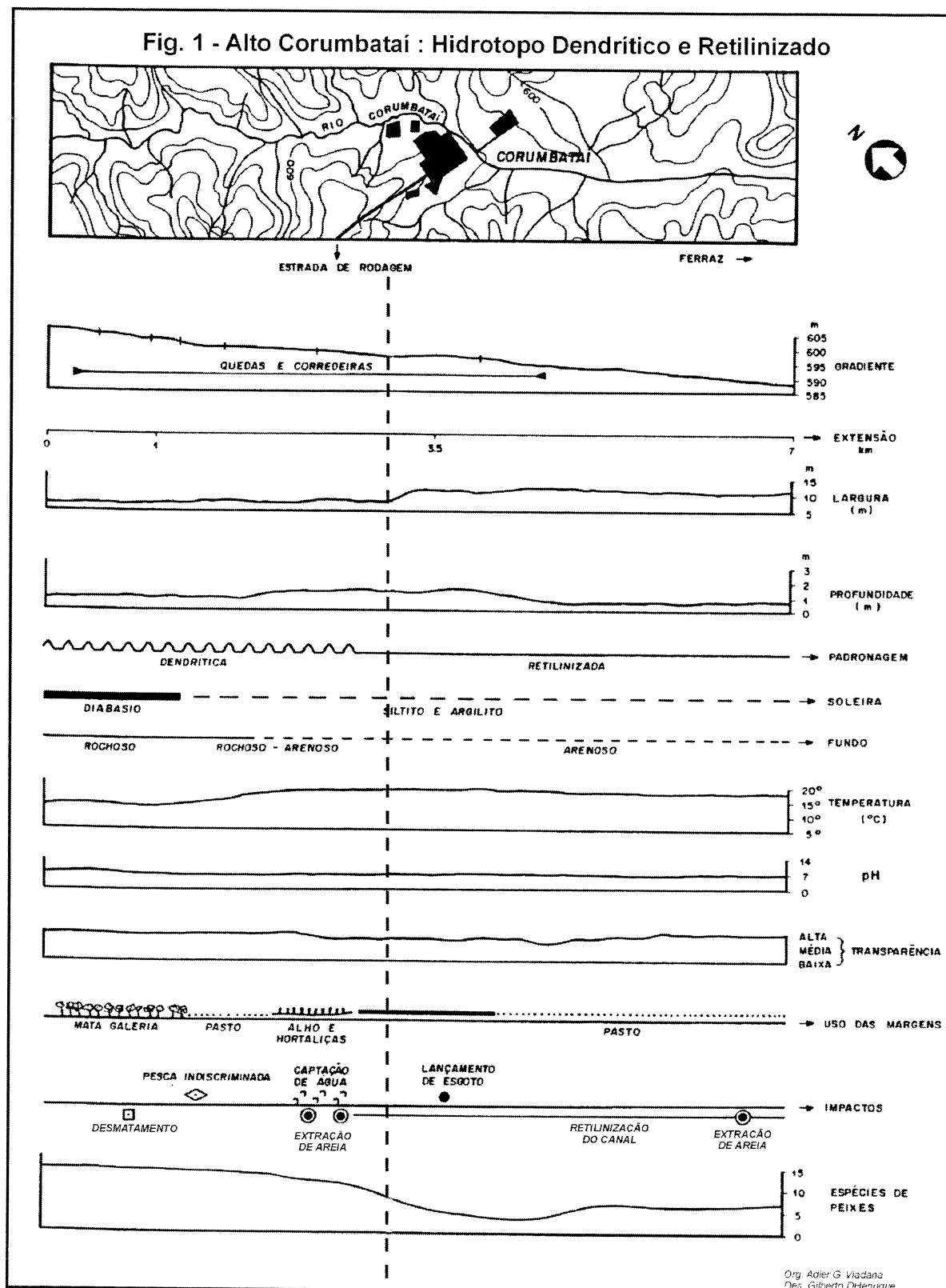
leitura de sua representação gráfica: a padronagem dendrítica estrutura o canal de drenagem numa extensão de aproximadamente 2,5 km, com declividade da ordem de 0,3%, o que expressa um desnível médio de 30 cm para cada seção de 100 m lineares ao longo do caudal.

Este trecho do rio, exibe uma sucessão de "saltos" e "corredeiras" seguidas imediatamente de "poções" com a massa líquida fluindo nestes obstáculos topográficos sobre soleiras de diabásio e rochas sedimentares da Formação Corumbataí, constituídas de siltitos, argilitos e arenitos finos. A agitação da lente hídrica, por tais traços morfológicos de fundo do vale é responsável pela re-oxigenação da água.

A largura do canal, neste setor, varia de 5 a 6 m, com profundidade máxima em torno de 0,60 a 1,10 m. O fundo mostra assoalho rochoso à montante da cidade de Corumbataí e rochoso-arenoso nos pontos à jusante deste centro urbano.

O desmatamento ciliar e a invasão das pastagens até as margens fluviais favorecem a liberação de lentes de areia através de intensa erosão laminar, que respondem pelo assoreamento dos "poções", intercalados nos exíguos segmentos que limitam os "saltos" e "corredeiras" deste hidrotopo.

O pacote arenoso, depositado no fundo do leito, possibilita a exploração mineral pelos "portos-de-areia" instalados próximos à cidade de Corumbataí, cuja atividade contribui para a redução da transparência da água do rio observado. A extração indiscriminada da fração arenosa, conduz ao estabelecimento de níveis de base locais modificados, alterando o equilíbrio do sistema à montante, com intensificação da erosão regressiva.



Neste processo, o retrabalhamento dos materiais componentes dos leitos e margens dos rios, irá se constituir na gênese da deposição arenosa ou ainda, na acumulação dos pacotes de areia pré-existentes. Isto ocorre nos setores do eixo principal, no caso, o Corumbataí.

A retirada de água do canal, por bombeamento, atende as exigências da irrigação dos cultivos de alho e hortaliças nas propriedades rurais localizadas próximas à calha do Rio Corumbataí e afluentes.

Na extensão do rio, cujas margens estão ocupadas pela mata ciliar, a transparência da coluna d'água apresenta-se "alta" (com a visão total do disco de Sechi, até 50 cm de profundidade). As soleiras em diabásio promovem um meio hídrico tendendo à alcalinidade, acusando índices entre 7,5 à aproximadamente 8,0 de potencial hidrogeniônico. O sombreamento efetuado pelas copas das árvores e a correnteza da água límpida, de permeio às exposições rochosas, entre "saltos" e "corredeiras", possibilitam temperaturas da água, abaixo de 14°C, registradas na manhã do dia 27/10/1987.

Na ausência das árvores que são substituídas pelas pastagens e cultivos variados, somada às soleiras de siltitos e argilitos e à extração de areia; as condições físico-químicas deste hidrotopo revelam situações diferentes: o pH tende à neutro (7,0) e a transparência hídrica "média", com visão parcial do disco de Sechi, até 50 cm de profundidade. A temperatura da água registrada, mostrou-se variando de 16,0°C até 18,5°C, condicionada pela carga transportada em suspensão pela corrente d'água.

A pesca no hidrotopo dendrítico é praticada sem observação aos dispositivos legais, que regulamenta, a atividade, mesmo na época da reprodução dos peixes.

No levantamento efetuado sobre a ictiofauna deste setor individualizado do Alto Corumbataí, foram capturados os seguintes exemplares:

- Hypostomus hermanni (Casado-Comum).
- Loricaria macrodon (Casado-Espada).
- Astyanax fasciatus (Lambari-de-Rabo-Vermelho).
- Astyanax chubarti (Lambari-de-Rabo-Amarelo).
- Astyanax bimaculatus lacustri (Tambiú).
- Aphyocharax difficilis (Piquira).
- Schizodon nasutus (Ximboré).
- Pimelodella brasiliensis (Mandi-Chorão).
- Rhamdia hilarii (Bagre).
- Callichthys callichthys (Caboja).
- Tilapia rendalli (Tilápia).
- Pseudocurimata elegans (Saguiro).
- Geophagus brasiliensis (Acará).

Os registros obtidos pelo trabalho de campo na aferição das características físicas, químicas e biológicas do hidrotopo dendrítico, mostraram que os índices de pH e a variação térmica do meio aquático, estão compreendidos entre os limiares aceitáveis, para a sobrevivência de peixes tropicais. Percebeu-se que existe relação entre a cobertura vegetal marginal, a composição litológica do leito do canal e a turbidez da massa líquida do rio e seus indicadores químicos (pH) e físicos (temperatura da água), e, a respectiva população de peixes.

Segundo Branco (1972), o potencial hidrogeniônico aceitável para comunidades ictias está fixado em meio hídrico ácido até pH 4,0 e alcali até pH 9,0. Ainda, conforme Branco (op.cit.), os limites permitidos da temperatura do meio aquático, sem prejuízo para o peixe, estão entre 4°C e 40°C, variando muito o comportamento dos

indivíduos de espécies diferentes ou não; considerando as especificidades dos hidrotopos.

A transparência da coluna d'água, refletida no disco de Sechi, acusou padrões “Alta” e “Média”, as quais permitem a penetração da luz solar que garante a atividade fotossintética dos hidrófitos.

Deve-se destacar a preferência de espécies como Pimelodella brasiliensis (Mandi-Chorão), Rhamdia hilarii (Bagre), Callichthys callichthys (Caboja), Geophagus brasiliensis (Acará) e Tilapia rendalli (Tilápia), pelos “poções”, onde as águas lânticas apresentam média turbidez.

O Hypostamus hermanni (Cascudo-Comum) aparece mais abundante em setores do canal, onde as soleiras de diabásio estão expostas. A captura da Loricaria macrodon (Cascudo-Espada) sempre se deu em águas mais torrentosas, independente das condições litológicas do canal.

No hidrotopo dendrítico, o Schizodon nasutus (Ximborê), constitui a espécie de maior porte. Um dos exemplares capturado, neste ambiente, mediu 37 cm de comprimento total. Este peixe habita, preferencialmente, as extensões do canal fluvial, em que as margens apresentam-se ocupadas pelo manto herbáceo.

Indivíduos das espécies Astyanax fasciatus (Lambari-de-Rabo-Vermelho), Astyanax chubarti (Lambari-de-Rabo-Amarelo), Astyanax bimaculatus lacustri (Tambiú), Aphyocharax difficilis (piquira) e Pseudocurimata elegans (Sagüiru) em função dos resultados de esforço de pesca, parecem ocupar, de modo indiscriminado, toda extensão horizontal do hidrotopo pesquisado. Dentre estes peixes, o Sagüiru e o Lambari-de-Rabo-Amarelo mostram as maiores populações.

Nos anos de 1988, 89, 90 e 91, por ocasião dos primeiros “aguaceiros” de verão, nos meses de outubro ou novembro, foram observadas neste hidrotopo, migrações na direção das cabeceiras, de espécies variadas de lambaris e cardumes de sagüirus. Os peixes transpunham sem dificuldades, os “saltos” e “corredeiras” deste trecho fluvial.

No segmento batizado “Alto Corumbataí”, reconheceu-se e individualizou-se outra unidade hídrica, que se denomina hidrotopo retelinizado.

No final da década de 60, este trecho do Rio Corumbataí sofreu profundas e irreversíveis mudanças, efetuadas pelo programa de aproveitamento agrícola das várzeas inundáveis e meandros abandonados.

Na interpretação do perfil ictiobiogeográfico deste setor do rio, pode-se perceber que o canal foi retificado numa extensão superior a 4 km. Inicialmente, a caixa do rio foi alargada e aprofundada, desde a montante da cidade de Corumbataí até a localidade de Ferraz, no município de Rio Claro.

Em função destas mudanças realizadas pelo homem, o rio deixou de meandrar e passou a um escoamento retelinizado evitando os constantes transbordamentos.

O canal fluvial deste setor estudado, apresenta soleira de siltitos e argilitos, da Formação Corumbataí, com alguns pontos emergentes, onde blocos da rocha sedimentar, expostos em pequenos degraus, compõem “saltos” e “corredeiras” com desníveis topográficos variando de 0,50 a 1 m aproximadamente.

A largura da calha do rio no hidrotopo retelinizado, varia de 10 a aproximadamente 13 m.

No entanto, a profundidade não excede 0,80 cm, constituindo um leito que acomoda um pacote arenoso, resultante da deposição sedimentar de materiais finos provenientes dos processos erosivos de montante.

Com relação às propriedades físicas do meio hídrico, verificou-se que a temperatura superficial da água, tomada na manhã do dia 28/10/1987, registrou 19°C na passagem pelo centro urbano e 18°C na extensão fluvial em direção ao distrito de Ferraz. A maior temperatura registrada, nas proximidades da cidade, responde à carga de sedimentos transportada em suspensão e ao aumento da turbidez pela descarga de esgotos domiciliares.

O pH da água deste hidrotopo é constante ao longo do segmento, mesmo nos locais de recebimento de efluentes domésticos, com índice acusando neutralidade, isto é, potencial hidrogeniônico 7,0.

Ao longo deste setor individualizado, a transparência da coluna d'água tende a diminuir no ponto de lançamento de esgoto e imediatamente em secções à jusante. Os processos depurativos do caudal são evidenciados pela "Alta" transparência da água, com visão total do disco de Sechi até aproximadamente 50 cm de profundidade, isto à partir de aproximadamente 3 km da desembocadura das águas servidas e dos dejetos domiciliares da cidade de Corumbataí.

A observação da utilização das margens revela uma ocupação urbana modesta e pontual, sucedida pelo contínuo alongamento marginal das pastagens, que predominam no conjunto paisagístico.

Distinguem-se nesta unidade hídrica, três modalidades de impactos promovidos no ambiente fluvial: a) A retificação do canal gerando novas

situações no fluxo do caudal e dos traços topográficos do curso d'água; b) O acolhimento do esgoto doméstico do núcleo urbano, inferior a 10 l/s; c) A instalação de "portos-de-areia" com extração indiscriminada dos depósitos de fundo, no talvegue, em quantidade superior a 40 ton/dia.

O levantamento da ictiofauna, através da captura dos indivíduos pela pesca, revelou empobrecimento das comunidades de peixes neste hidrotopo, em relação ao hidrotopo dendrítico. Os resultados obtidos, indicam a existência das seguintes espécies:

- Loricaria macrodon (Casco-de-Espada).
- Astyanax fasciatus (Lambari-de-Rabo-Vermelho).
- Astyanax chubarti (Lambari-de-Rabo-Amarelo).
- Pimelodella brasiliensis (Mandi-Chorão).
- Callichthys callichthys (Caboja).
- Pseudocurimata elegans (Saguiru).

A retificação do canal fluvial deste trecho do Rio Corumbataí mostra-se desfavorável à manutenção de uma comunidade íctia mais numerosa e diversificada. A transformação de um leito sinuoso sujeito, em determinadas épocas do ano, à transgressão do nível das águas em pontos mais depressivos do vale, para situações de pleno escoamento do caudal, originaram um ambiente hídrico onde espécies de peixes mais exigentes, não conseguiram adaptação.

A massa líquida percola pela caixa do rio com maior velocidade, adquirindo competência na fricção marginal, fazendo deslocar o material sedimentável em proporções suficientes para o aumento da turbidez da água e do pacote arenoso depositado no fundo do talvegue. Isso num processo em que sucessivamente se alternam, rio abaixo, erosão e sedimentação.

Com exceção da *Loricaria macrodon*, as demais espécies do hidrotopo retificado apresentam-se adensadas no trecho próximo ao lançamento do esgoto domiciliar, onde incursionam em busca de partículas orgânicas as quais lhes servem de alimento.

O Cascudo-Espada foi encontrado em toda extensão deste segmento fluvial, dando preferência aos ambientes aquáticos torrentosos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levada a efeito a presente pesquisa, pode-se alinhar como conclusivo:

a) Os estudos biogeográficos de ecossistemas aquáticos, exigem dos pesquisadores, interpretações cada vez mais na perspectiva da dinâmica ecológica. Portanto, as técnicas analíticas separatistas constituem obstáculo para se atingir estes propósitos. O perfil ictiobiogeográfico representando na sua totalidade, as relações de causalidade entre os componentes bióticos e abióticos e as interferências da sociedade nos hidrotopos, promove através de sua leitura vertical um conhecimento mais adequado das diferentes situações encontradas no Alto Corumbataí e, a possibilidade da delimitação e caracterização de seus diferentes hidrotopos, que permitem assim, por sua vez, um planejamento ambiental a atender os preceitos preservacionistas dos ambientes aquáticos.

b) A interpretação integrada dos componentes fisiográficos, biológicos e humanos que constam no perfil ictiobiogeográfico do Alto Corumbataí, permite constatar que a distribuição horizontal dos peixes, no referido canal fluvial também está sob forte influência dos condicionantes sociais.

c) Enquanto o hidrotopo dendrítico que ainda preserva relativamente, suas condições

próximas às originais, aporta 13 espécies diferentes de peixes; o hidrotopo retificado e mais impactado pelas ações antrópicas apresenta apenas 6 espécies na sua composição ictia.

d) Através da leitura do documento cartográfico apresentado, demonstrou-se a importância da mata ciliar para a estabilidade do hidrotopo dendrítico e a sua maior diversidade em termos da respectiva população ictia.

Por fim, pode-se admitir que o perfil ictiobiogeográfico constitui um modelo de valor para as atividades relacionadas ao planejamento ambiental em ecossistemas aquáticos fluviais.

BIBLIOGRAFIA

Branco, S.M. A Auto-depuração dos Cursos d'água. In: *Poluição e Psicologia*. São Paulo: FSPUSP-IP, 1972, 247 p.

Brino, W.C. *Contribuição à Definição Climática da Bacia do Corumbataí (SP)*. Rio Claro: FFCL-RC, 1973, 119 p. (Tese de Doutorado).

Christofolletti, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgar Blücher, 1999, 236 p.

Japiassu, H. e Marcondes, D. *Dicionário Básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1990, 265 p.

Troppmair, H. *Biogeografia e Meio Ambiente*. Rio Claro: Edição do autor, 2004, 205 p.

Viadana, A.G. e Troppmair, H. Uma Metodologia Alternativa na Interpretação de Hidrobiocenoses. In: *Anais do II Encontro de Geógrafos de América Latina* (IV). Montivideo: Intendência Municipal/UNESCO, 1989, 286 p.