

Dieta de *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829) (Osteichthyes, Hypophthalmidae) e variações de seu estoque no reservatório de Itaipu

Fabiane Abujanra* e Angelo Antonio Agostinho

Departamento de Biologia/Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aquicultura (Nupélia/PEA), Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência.

RESUMO. O objetivo deste trabalho é avaliar a dieta do mapará *Hypophthalmus edentatus* (Osteichthyes, Hypophthalmidae) no reservatório de Itaipu, durante o período de novembro/94 a outubro/97, e comparar os dados com a dieta dessa espécie nos primeiros anos de formação do reservatório, relacionando-os com a densidade de zooplâncton e fitoplâncton encontrados no ambiente e buscando possíveis relações com a depleção dos estoques que essa espécie vem apresentando nos últimos anos. Os conteúdos estomacais foram analisados pelos métodos de ocorrência e volumétrico, combinados no Índice Alimentar (IAi). A dieta do mapará no período de nov/94 a out/97 (149 estômagos) mostrou um número restrito de itens alimentares, sendo composta por cladóceros, copépodos, algas e tecamebas, todos organismos planctônicos. Os resultados deste trabalho evidenciaram que o mapará utiliza, em sua dieta, principalmente zooplâncton, sendo cladóceros o zooplâncton mais ingerido (aproximadamente 63%). Não foram observadas alterações marcantes entre locais, anos e classes de tamanho estudados. Entretanto, comparações entre a dieta da espécie nos primeiros anos da formação do reservatório e aquelas do período deste estudo mostraram diferenças relevantes, com uma maior participação de cladóceros de maior tamanho (*Daphnia gessneri*) e menor de algas cianofícias. A elevada concentração de nutrientes no período que se seguiu o represamento, com o aumento na biomassa fitoplanctônica no ambiente, e seu decréscimo com o passar dos anos, explicam essas variações. Dessa maneira, é esperado que flutuações na abundância do recurso conduzam a flutuações populacionais nesta espécie.

Palavras-chave: *Hypophthalmus edentatus*; reservatório de Itaipu; dieta.

ABSTRACT. Diet of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829), (Osteichthyes, Hypophthalmidae) and variations in its stock in Itaipu Reservoir. The aim of this paper is to assess the diet of *Hypophthalmus edentatus* (Osteichthyes, Hypophthalmidae), also called mapará, at Itaipu Reservoir from November 1994 to October 1997 and also to compare data to the species' diet during the first few years of the reservoir formation. The data analysis related to the density of zooplankton and phytoplankton in the environment and searched for possible relationship regarding to stock depletion shown by the species during the last few years. Stomach contents were analysed by the occurrence and volumetric methods, coupled to Food Index. Mapará diet showed an ingestion of a restricted number of feeding items consisting of plankton organisms such as cladocerans, copepods, algae and testacea amoebae in 149 stomachs from November 1994 to October 1997. Results showed that zooplankton is the chief item in mapará diet and the cladocerans are the most ingested (approximately 63.0%). No significant changes were found between sites, years and classes analysed. However, comparisons between the species' diet in the first years of the reservoir formation and those of this study period showed significant differences, or rather a high prevalence of bigger sized cladocerans (*Daphnia gessneri*) and a smaller amount of Cyanophyceae algae. High concentration of nutrients after impoundment, an increase in phytoplanktonic biomass of the species are expected according to the resource variation.

Key words: *Hypophthalmus edentatus*, Itaipu Reservoir, diet.

Introdução

Nos represamentos, as rápidas transformações que ocorrem na dinâmica da água conduzem a modificações nas condições ambientais e ao

comprometimento das interações bióticas, alterando a proporção entre os recursos alimentares e levando os diferentes organismos, inclusive peixes, a

respostas distintas frente às novas condições (Hahn *et al.*, 1997a).

Verifica-se, durante o processo de colonização de um reservatório, a depleção de algumas populações e a explosão de outras, sendo esse processo dependente das restrições e das condições favoráveis encontradas pelas diferentes espécies para manifestar seu potencial de proliferação (Agostinho *et al.*, 1999). O suprimento alimentar é considerado determinante no estabelecimento e no sucesso dos peixes em rios represados (Paiva, 1983 e Petts, 1984).

A proliferação do mapará *Hypophthalmus edentatus* foi a alteração ictiofaunística mais relevante após a formação do reservatório de Itaipu, fechado em outubro de 1982. Com uma densidade extremamente baixa na fase rio, quando foram capturados apenas três exemplares em três anos de amostragem, a espécie tornou-se a mais abundante nos anos que se seguiram ao represamento (Agostinho *et al.*, 1994). Assim, decorrido um ano da formação do reservatório, a espécie já era a principal na pesca experimental (Benedito-Cecílio e Agostinho, 1999). A proliferação de *H. edentatus* no novo ambiente refletiu as condições de alta disponibilidade de alimento (zooplâncton), promovida pelo represamento, e a sua capacidade em ocupar a zona pelágica, pouco explorada pelas demais espécies (Ambrósio *et al.*, 2001).

Dentre as características que conferiram a essa espécie a capacidade de ocupar com sucesso o reservatório de Itaipu, destacam-se: (i) o hábito alimentar planctófago-filtrador (Lansac-Tôha *et al.*, 1991); (ii) migrações verticais diárias associadas a alimentação e fuga de predadores, concentrando-se na superfície durante a noite (Agostinho *et al.*, 1994); (iii) dois picos de desova durante os anos iniciais de colonização e período de desova prolongada (outubro/março) (Benedito, 1989); (iv) ovos e larvas planctônicos (Nakatani *et al.*, 2001).

Em 1993, foi alcançado o rendimento máximo de *H. edentatus* na pesca comercial (323,7 ton.), decrescendo nos anos subseqüentes, chegando aos menores valores em 1995 (177,8 ton.), permanecendo aproximadamente constante nos anos subseqüentes (Ambrósio *et al.*, 2001). Os resultados da pesca experimental realizada mais recentemente no reservatório de Itaipu (Fuem-Nupélia/Itaipu Binacional, 1999) ratificam essa depleção nos estoques.

A redução no rendimento de *H. edentatus* tem sido relacionada a vários fatores, ainda não comprovados, como a sobrepesca (o esforço ótimo de exploração foi ultrapassado em 1993; Ambrósio *et al.*, 2001), a predação (ela constituía cerca de 50% da

dieta da curvina; Hahn *et al.*, 1997b), a elevada concentração da alga *Microcystis* sp., que produz uma toxina muito potente (microcistina), com maior potencial de impacto sobre essa espécie, visto que ela é a única filtradora do plâncton no reservatório (Fuem-Nupélia/Itaipu Binacional, 1999).

Neste estudo, buscou-se responder como a dieta poderia estar relacionada à depleção dos estoques de *H. edentatus* no reservatório de Itaipu, detalhando as análises iniciadas por Ambrósio *et al.* (2001), que avaliaram alguns fatores responsáveis pela queda no rendimento pesqueiro do mapará nesse reservatório. Para isso, analisamos as variações na composição do espectro alimentar da espécie no período de novembro de 1994 a outubro de 1997, comparando estes dados com a dieta dessa espécie nos primeiros anos de formação do reservatório (Lansac-Tôha *et al.*, 1991), relacionando-os com a densidade de zooplâncton e de fitoplâncton.

Material e métodos

Área de estudo

O reservatório de Itaipu, localizado no rio Paraná (24°05' e 25°33' S, 54°00' e 54°37' W), ao longo da fronteira Brasil-Paraguai, foi fechado em outubro de 1982. Sua extensão é cerca de 150 km, ocupando uma área de 1.350 km², com uma profundidade média de 21 m e máxima de 170 m. O tempo de residência da água é de aproximadamente 40 dias e a vazão oscila em torno de 8.200 m³.s⁻¹. A concentração média de fósforo é de 22 mg.m⁻³ e a de clorofila 3,6 mg.m⁻³, correspondendo a índices de estado trófico de 49 e 43, respectivamente (Carlson, 1977), sugerindo condições mesotróficas (Andrade *et al.*, 1988).

Esse reservatório apresenta um gradiente longitudinal bem definido, com três zonas distintas, ou seja, zona fluvial, de transição e lacustre (Agostinho *et al.*, 1995; Pagioro, 1999; Okada, 2001). Foram estabelecidos três locais de coleta, um em cada zona do reservatório (Figura 1).

O primeiro local de coleta localiza-se próximo à cidade de Guaíra (zona fluvial), onde o corpo de água é mais estreito, raso, com reduzida penetração de luz, elevada turbidez, baixa produção primária, alta concentração de nutrientes, maior carga de sedimento, sendo que, nessa região, o transporte é o processo dominante, em decorrência da sua proximidade com o rio. O segundo local situa-se no refúgio biológico de Santa Helena (zona de transição), onde a transparência e os processos de sedimentação são mais elevados, sendo considerada a zona com maior rendimento pesqueiro até o ano de 1993 (Agostinho *et al.*, 1999). O terceiro localiza-se

nas imediações do Refúgio Biológico de Bela Vista, próximo à barragem (zona lacustre), caracterizando-se, por um lado, pela maior largura, profundidade e transparência, e, por outro, pela reduzida taxa de sedimentação e produtividade (Pagioro, 1999).

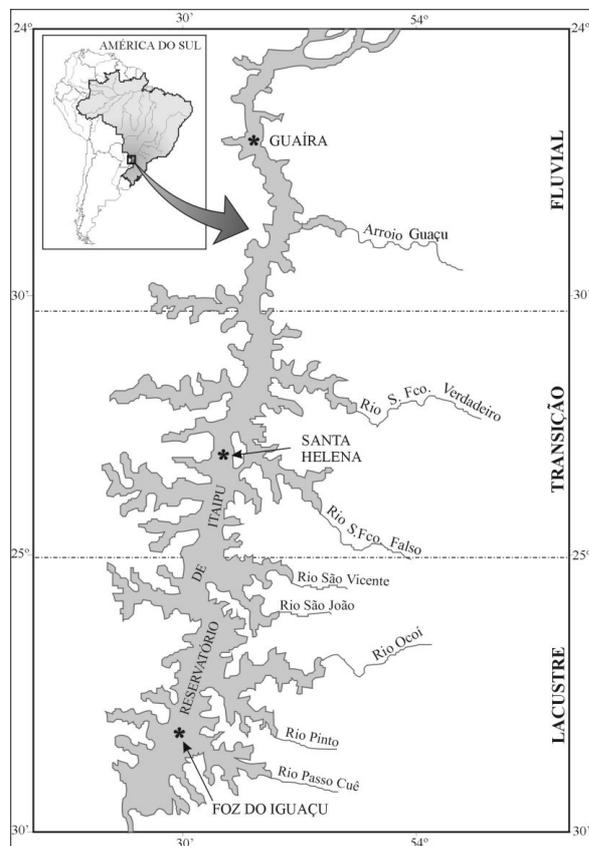


Figura 1. Mapa da área de estudo e localização dos locais de coleta

Coleta e análise dos dados

Os exemplares utilizados neste estudo foram obtidos em amostras mensais nas capturas da pesca artesanal realizada no reservatório de Itaipu durante o período de novembro de 1994 a outubro de 1997. As informações da dieta foram, então, comparadas com aquelas relatadas por Lansac-Tôha *et al.* (1991), a partir da pesca experimental realizada no período de novembro de 1983 a outubro de 1987. Nas duas etapas de amostragem, os exemplares de *H. edentatus* foram obtidos nos três locais de coleta, sendo as amostras na zona fluvial as menores, visto que nessa zona, a captura da espécie é esporádica.

Após a coleta e a tomada dos dados biométricos, em ambos os períodos, os exemplares foram abertos, os estômagos retirados e preservados em formol 4% para posterior análise de seus conteúdos.

Os conteúdos estomacais foram examinados utilizando-se os métodos de ocorrência, volumétrico

e dos pontos (Hynes, 1950; Hyslop, 1980), sendo este último utilizado no primeiro período e considerado uma estimativa do volume. Os percentuais obtidos com esses métodos foram combinados no Índice Alimentar (IAi) (Kawakami e Vazzoler, 1980).

As variações na dieta foram avaliadas por local (zona fluvial, de transição e lacustre), por ano e entre três classes de comprimento padrão dos indivíduos amostrados (27,6-32,2; 32,2-36,8 e 36,8-41,6 cm). O tamanho amostral mínimo para avaliação dessas variações foi de nove estômagos, conforme definido pela curva espécie-amostra proposta por Brower *et al.* (1990).

A comparação da dieta nos dois períodos considerados (1983-87 e 1994-97) foi baseada na análise da similaridade a partir do coeficiente de concordância de Kendall (W) (Siegel, 1975), que fornece uma medida do grau de associação entre os anos. Os valores obtidos foram representados em um dendrograma de similaridade.

Os valores médios anuais da densidade de zooplâncton (cladóceros, copépodos e rotíferos) e o fitoplâncton total foram fornecidos pela Itaipu Binacional (Surehma-Itaipu Binacional, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989; Sema-Itaipu Binacional, 1998).

As cotas altimétricas do reservatório de Itaipu foram fornecidas pelo Departamento de Hidrologia da Itaipu Binacional, e os valores das capturas por unidade de esforço (CPUE, Kg/pesca/dia), através dos dados de Ambrósio *et al.* (2001). O valor da CPUE de 1987 não foi considerado, visto que esse ano correspondeu ao de implantação do sistema de coleta de informação do desembarque e ao ano inicial da exploração comercial dessa espécie.

Para avaliar a seleção das presas de *H. edentatus*, estabeleceu-se a relação entre a proporção dos itens ingeridos pela espécie e as densidades relativas do zooplâncton no ambiente, utilizando-se o índice de eletividade relativo (E) de Vanderploeg e Scavia's (1979), dado pela equação:

$$E_i = [W_i - (1/n)] / [W_i + (1/n)],$$

onde $W_i = (r_i / p_i) / \sum_i (r_i / p_i)$, r_i = proporção do item na dieta, p_i = proporção do item no ambiente e n = número de categorias alimentares obtidas.

Os valores de E variam de -1 a +1, sendo que valores próximos a zero indicam que o alimento foi ingerido ao acaso, enquanto valores maiores que zero indicam seleção, e menores que zero, evitação.

A análise de eletividade (E) foi realizada para cada zona do reservatório de Itaipu e período anual,

visando inferir sobre a preferência alimentar da espécie, sendo utilizadas apenas as amostras para as quais existiam registros de zooplâncton nos conteúdos e no ambiente.

Resultados

Variações no nível do reservatório e na pesca de *H. edentatus*

O nível do reservatório teve uma grande variação das cotas no ano de 1984, quando sua cota prevista de operação foi alcançada. Nos quatro anos que se seguiram, constataram-se três grandes depleções de nível (set/85, 217,3 m; out/86, 215,5 m; out/88, 216,2m). Nos três anos subsequentes (1989 a 1991), verificaram-se baixas flutuações nos níveis, com amplitudes máximas situadas entre 0,8 e 1,0 m, com reduções ainda mais acentuadas entre 1992 e 1994 (0,6 a 0,8 m). Nos dois últimos anos considerados (1996 e 1997), as flutuações de níveis passaram a ser maiores, com amplitudes de 1,0 a 1,3 m (Figura 2).

O acompanhamento dos desembarques da pesca artesanal de *H. edentatus* no reservatório de Itaipu, iniciado em 1987, mostra que a espécie apresentou sensível redução nas capturas por unidade de esforço a partir de 1993. Essa redução mostrou-se inversamente relacionada com o coeficiente de variação anual dos níveis do reservatório do ano anterior ($R^2=0,604$; $F=10,7$; $p<0,013$).

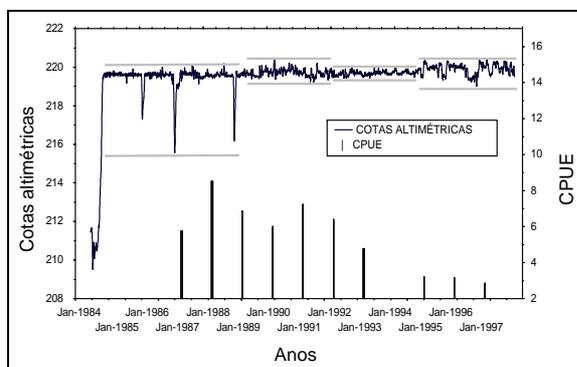


Figura 2. Variações diárias nas cotas altimétricas (m) do reservatório de Itaipu e nas capturas por unidade de esforço (CPUE, Kg/pesca/dia) da pesca artesanal de *H. edentatus* (fonte: Ambrósio *et al.*, 2001)

Abundância dos componentes planctônicos

A produção primária na área represada mostrou sensível redução desde a formação do reservatório, conforme demonstrado pelos valores decrescentes na densidade do fitoplâncton total e na concentração de clorofila (Figura 3). Essa redução foi mais pronunciada a partir de 1991, especialmente nos três últimos anos. Assim, as densidades médias de fitoplâncton, próximas a $2,8 \cdot 10^9$ org./ml, nos

primeiros anos, caíram para $4,6 \cdot 10^8$ org./ml, nos últimos. O mesmo ocorreu com a clorofila, onde a média caiu de $4,8 \text{ mg/m}^3$ (1984-1986) para $1,8 \text{ mg/m}^3$ (1995-97). Ressaltam-se, entretanto, quedas gradativas na densidade de fitoplâncton entre 1984 e 1988, após o que apresenta novo incremento, retomando a tendência de queda no período subsequente.

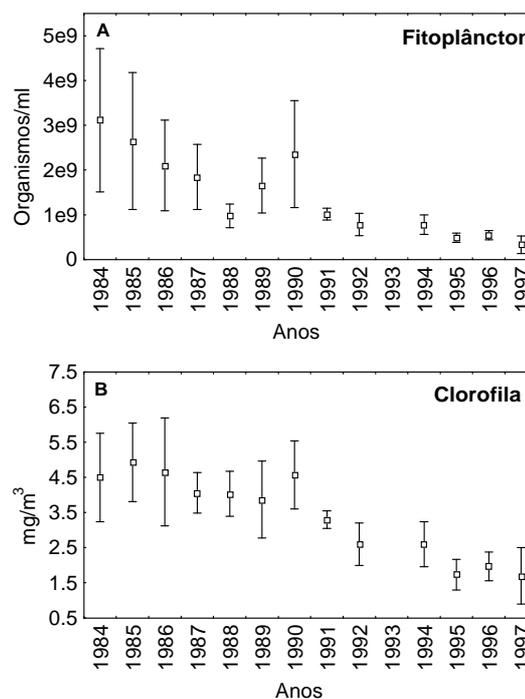


Figura 3. Variação anual na densidade média de fitoplâncton total (A) e na concentração de clorofila *a* (B), no reservatório de Itaipu. Os quadrados correspondem às médias e as barras ao erro padrão (Fonte: Surehna-Itaipu Binacional, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989; Sema-Itaipu Binacional, 1998)

A densidade de zooplâncton também decresceu nos anos que sucederam o represamento (Figura 4). As flutuações dessa abundância variaram, entretanto, entre os diferentes grupos taxonômicos considerados. Assim, os cladóceros apresentaram flutuações similares àquelas verificadas para a do fitoplâncton. A densidade de copépodos, após uma queda já em 1986, manteve-se baixa nos três anos subsequentes, flutuando em níveis mais elevados no restante do período. A densidade de rotíferos flutuou de forma marcante nos quatro primeiros anos, após o que manteve uma tendência de queda progressiva no período subsequente, com menores valores no último ano.

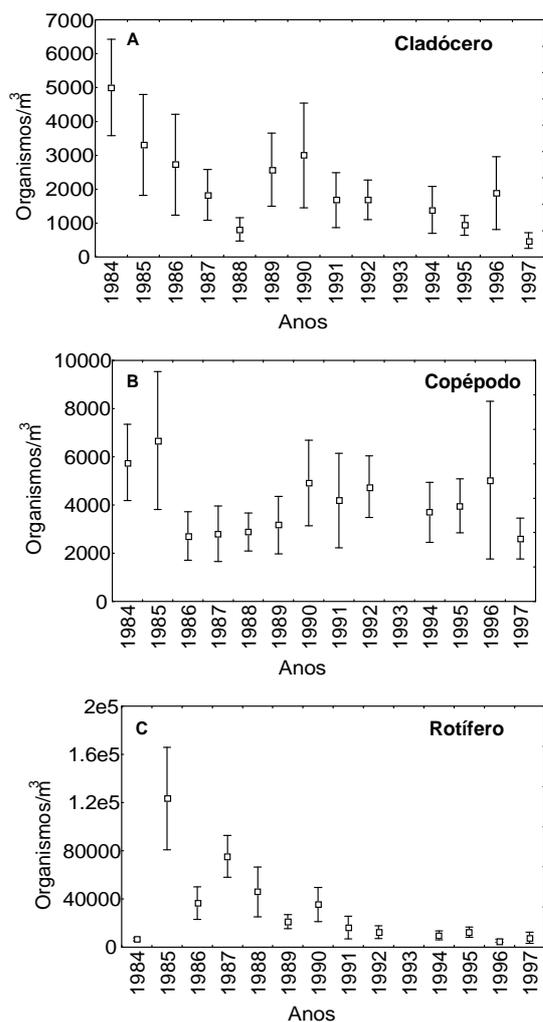


Figura 4. Variação anual na densidade média de Cladocera (A), de Copepoda (B) e de Rotífero (C), no reservatório de Itaipu. Os quadrados correspondem às médias e as barras ao erro padrão (Fonte: Surehma-Itaipu Binacional, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989; Sema-Itaipu Binacional, 1998)

Dieta de *H.edentatus* no período de depleção dos estoques

A dieta de *H. edentatus* no período de novembro/94 a outubro/97 (149 estômagos) mostrou a ingestão de um número restrito de itens alimentares, sendo composta por cladóceros (*Bosmina deitersi*; *Bosmina hagnmani*; *Bosmina huaroensis*; *Ceriodaphnia cornuta*; *Ceriodaphnia reticulata*; *Daphnia gessneri* e *Diaphanosoma* sp.), copépodos (Calanoida e Cyclopoida), alga (*Microcystis* sp.) e tecamebas, organismos planctônicos.

Analisando os três anos separadamente (11/94 a 10/95, 11/95 a 10/96 e 11/96 a 10/97), o item predominante na dieta de *H. edentatus* foi cladócero, seguido de copépodo, exceto no ano de 1996, quando os copépodos foram dominantes (52,9%) (Figura 5). Dos cladóceros ingeridos, *D. gessneri* foi a principal espécie

consumida em todos os anos estudados. No ano de 1996, entretanto, sua importância relativa foi menor, com um acréscimo de *B. hagnmani* (um cladócero de menor porte) na dieta. Os copépodos utilizados foram Calanoida e Cyclopoida, com predomínio marcante dos primeiros durante todo o período de estudo.

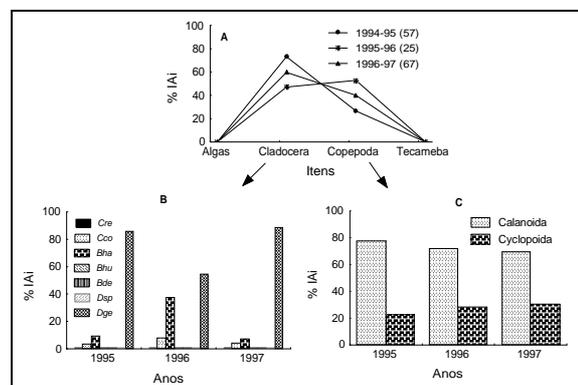


Figura 5. Variações anuais na composição da dieta de *H. edentatus*, considerando os três anos separadamente (94 - 97) (A) e na proporção das espécies de cladóceros (B) e copépodos (C). Número entre parênteses = número de estômagos analisados. Cre = *C. reticulata*; Cco = *C. cornuta*; Bha = *B. hagnmani*; Bhu = *B. huaroensis*; Bde = *B. deitersi*; Dsp = *Diaphanosoma* sp.; Dge = *D. gessneri*

O predomínio de cladóceros na dieta foi constatado nas três zonas do reservatório, seguidos pelos copépodos. Esse último grupo de microcrustáceo teve, entretanto, reduzida participação na dieta de exemplares provenientes da zona fluvial. Dentre os cladóceros, a principal espécie utilizada, nos três locais de coleta, foi *D. gessneri*. Em relação aos copépodos, Calanoida foi o mais ingerido, sendo as proporções de Calanoida e cyclopoida praticamente as mesmas nas três zonas (Figura 6).

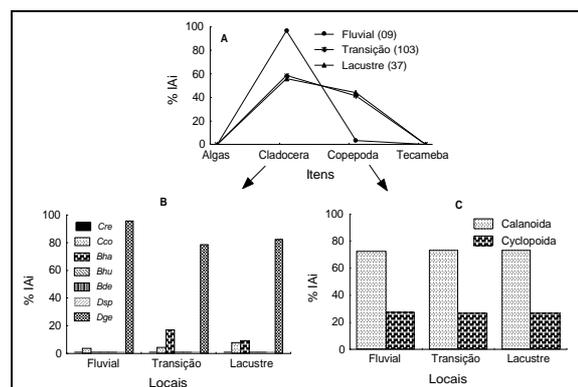


Figura 6. Variações espaciais na dieta de *H. edentatus*, considerando-se as três zonas do reservatório de Itaipu (A), e na proporção das espécies de cladóceros (B) e de copépodos (C), durante o período de depleção de seus estoques. Número entre parênteses = número de estômagos analisados. Cre = *C. reticulata*; Cco = *C. cornuta*; Bha = *B. hagnmani*; Bhu = *B. huaroensis*; Bde = *B. deitersi*; Dsp = *Diaphanosoma* sp.; Dge = *D. gessneri*

O predomínio de cladóceros foi também verificado nas três classes de comprimento analisadas, sendo seguido por copépodo. *D. gessneri* foi a espécie de cladóceros mais utilizada na dieta, sendo, porém, mais importante para os exemplares maiores do predador. Indivíduos de pequeno porte, embora tenha nessa espécie a principal fonte de alimento, ingerem quantidades relevantes de *B. hagmani* e de *C. cornuta*, ambas de menor tamanho (Figura 7).

Para todos os anos, locais e classes de tamanhos estudados, a participação de *Microcystis* sp. foi pouco expressiva, sendo a preferência concentrada no zooplâncton, principalmente cladóceros e copépodos.

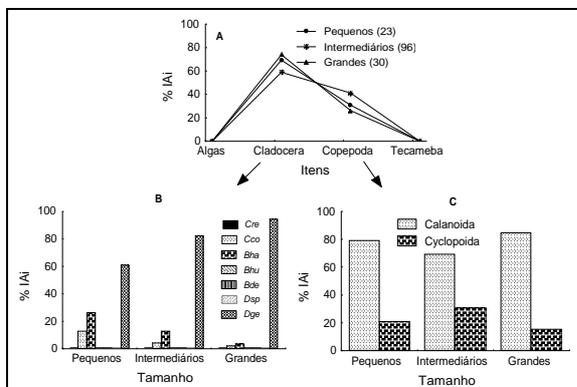


Figura 7. Variações na dieta de *H. edentatus*, considerando-se três grupos de tamanho (A), e na proporção das espécies de cladóceros (B) e de copépodos (C), no reservatório de Itaipu, durante o período de depleção de seu estoque. Número entre parênteses = número de estômagos analisados. Cre = *C. reticulata*; Cco = *C. cornuta*; Bha = *B. hagmani*; Bhu = *B. huaronsis*; Bde = *B. deitersi*; Dsp = *Diaphanosoma* sp.; Dge = *D. gessneri*

Comparação da dieta de *H. edentatus* entre fases distintas do reservatório

A composição e a proporção dos itens na dieta de *H. edentatus* variou de modo relevante entre dois períodos distintos, ou seja, entre nov/1983 a out/1987, quando a espécie proliferou no reservatório, e entre nov/1994 a out/1997, quando seus estoques entraram em depleção. Observou-se que, no primeiro período, embora as categorias cladóceros e copépodos tenham sido importantes na alimentação da espécie, as algas tiveram uma importante participação. Nessa ocasião, esses três grupos mostravam importâncias similares, com leve predomínio das últimas. No segundo período, como já descrito, a dieta foi composta essencialmente por cladóceros e copépodos (Figura 8).

Os valores de similaridade entre os alimentos tomados durante os sete anos considerados permitem distinguir esses dois períodos. No

primeiro período (1984-87), o valor de $W = 0,887$ e, no segundo período (1995-97), $W = 0,933$. Esses valores são apresentados no dendrograma da Figura 9 que, conforme as estimativas do coeficiente de correlação cofenético ($C_{cc} = 0,97$), é uma boa representação da matriz de similaridade original. Destaca-se o fato de a similaridade na dieta da espécie entre os diferentes anos ser menor no primeiro período, particularmente em relação ao ano de 1985.

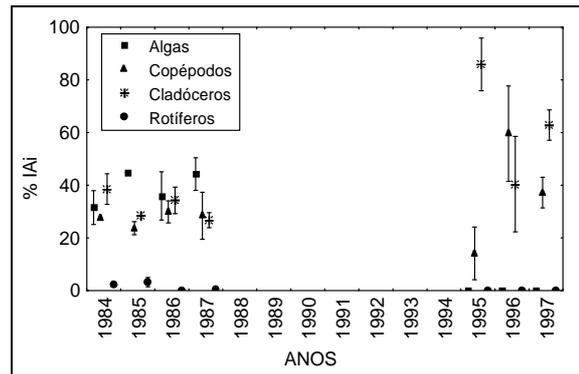


Figura 8. Espectro alimentar de *H. edentatus* no reservatório de Itaipu, nos dois períodos estudados. Os quadrados correspondem as médias e às barras aos valores máximos e mínimos

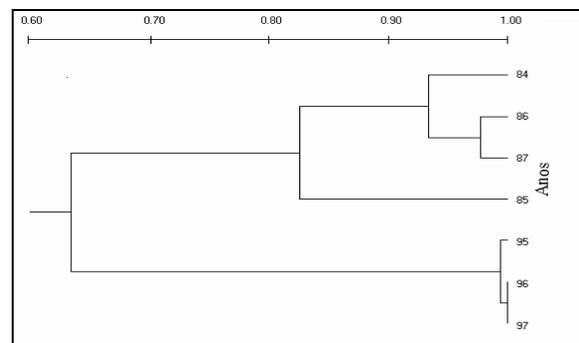


Figura 9. Similaridade alimentar de *H. edentatus* entre os diferentes anos desde a formação do reservatório de Itaipu

Eletividade de *H. edentatus* em relação ao zooplâncton disponível

Em relação à análise de eletividade (E), cladóceros foi o único componente zooplânctônico selecionado positivamente em todos os locais e anos analisados (valores de E maiores que zero), sendo essa seleção mais evidente no ano de 1995, quando os valores de E foram elevados em todos os locais amostrados. Nesse ano, verificou-se, no ambiente, densidades baixas de cladóceros e moderadas de copépodos (Tabela 1).

A seleção de copépodos por *H. edentatus* foi, em geral, nula ou negativa na maioria dos locais e anos analisados. A seleção negativa foi mais conspícua na

zona lacustre e no ano de 1995, onde e quando a densidade desse grupo alcança níveis intermediários. Rotíferos não foram utilizados pela espécie em todas as zonas e períodos, com valores negativos extremos nos últimos anos.

Tabela 1. Valores do Índice de eletividade relativo (Vanderploeg e Scavia's, 1979), para os diferentes anos e locais (ausência de um dado local e ano deve-se à não-disponibilidade de dados). Os valores positivos indicam seleção do item alimentar e os valores negativos quando o item foi evitado

Ano	Local	Itens		
		Copépodos	Cladóceros	Rotíferos
1984	Transição	0,030	0,294	-0,808
1984	Lacustre	0,072	0,275	-0,844
1985	Transição	0,031	0,316	-0,979
1985	Lacustre	-0,230	0,406	-0,984
1986	Transição	0,274	0,110	-1,000
1986	Lacustre	-0,279	0,418	-0,999
1987	Fluvial	0,135	0,256	-1,000
1987	Transição	0,099	0,280	-0,995
1987	Lacustre	-0,110	0,374	-0,995
1995	Fluvial	-0,961	0,498	-1,000
1995	Transição	-0,928	0,495	-1,000
1995	Lacustre	-0,493	0,454	-1,000
1996	Transição	-0,006	0,336	-1,000
1996	Lacustre	0,232	0,166	-1,000
1997	Lacustre	-0,585	0,465	-1,000

Discussão

O sucesso na ocupação de reservatórios recém formados pelas espécies de peixes pré-existentes na bacia dependerá, em grande parte, das adaptações que essas espécies apresentam às condições lacustres (Kubecka, 1993) e da natureza dos recursos alimentares que se disponibilizam sob as novas condições. Como tendência geral, os primeiros anos de represamento são caracterizados por elevada produção primária, resultante da alta liberação de nutrientes pela matéria orgânica inundada, que se reflete no incremento na produtividade biológica dos demais níveis da cadeia (Kimmel e Groeger, 1986; O'Brien, 1990). Após alguns anos e em decorrência dos processos de sedimentação e de exportação via descarga ou retirada de peixes pela exploração pesqueira, constata-se uma depleção nas concentrações de nutrientes e na produção biológica (Agostinho *et al.*, 1999). Esses processos puderam ser acompanhados no reservatório de Itaipu, onde elevadas densidades de fitoplâncton e de zooplâncton foram observadas nos primeiros anos, decrescendo acentuadamente com o passar dos anos. As variações na abundância de *H. edentatus* nesse reservatório refletem essa seqüência de eventos. Essa espécie, além de ser dotada de uma morfologia apropriada à ocupação da zona pelágica, é a única da bacia com hábito filtrador-planctófago (Ambrósio *et al.*, 2001), características que lhe conferiram vantagens na exploração do abundante zooplâncton

presente no reservatório durante seus primeiros anos.

As variações espaciais na abundância de *H. edentatus* ao longo do reservatório refletem também aquelas do plâncton. Assim, a espécie foi especialmente abundante nas zonas de transição e lacustre (Ambrósio *et al.*, 2001), que são locais mais internos e lânticos do reservatório, onde as condições bióticas e abióticas para proliferação do plâncton devem ter sido mais favoráveis. Nessas zonas, a menor turbidez e a maior penetração da luz (Okada, 2001) influenciam positivamente a produção planctônica, tendo reflexos sobre a densidade dos peixes comedores de plâncton (Obeng, 1973).

A correlação inversa significativa entre a captura por unidade de esforço na pesca artesanal de *H. edentatus* no reservatório de Itaipu (Ambrósio *et al.*, 2001) e o coeficiente de variação anual dos níveis desse reservatório, podem também estar relacionados com a disponibilidade de alimento, uma vez que as flutuações nas cotas devem implicar a perda de biomassa de plâncton pelas descargas a nível de barragem e redução no tempo de renovação da água. O efeito das flutuações de nível do reservatório sobre a densidade de plâncton deve, entretanto, ser corroborada pela análise das vazões de entrada e saída do reservatório em cada intervalo de tempo considerado. No reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, foram registrados maiores valores de densidade de cladóceros no período de menor vazão (UEM-Nupélia/Furnas, 2000), sendo o fato explicado pelos efeitos dessa no maior tempo de residência da água no reservatório e menor diluição do plâncton. Alves (1995), analisando a influência da manipulação artificial de nível na produtividade ictiofaunística do reservatório de Cajuru, Estado de Minas Gerais, observou que as alterações no nível do reservatório influenciam diretamente a sobrevivência das larvas de peixes (recrutamento) e provocam grandes alterações nas características limnológicas da água (condutividade elétrica, temperatura, pH e transparência) refletindo sobre a comunidade de peixes.

Estudos realizados por Carvalho (1980), no lago do Castanho, e por Lansac-Tôha *et al.* (1991), no reservatório de Itaipu, este último no período de nov/1983 a out/1987, revelaram que *H. edentatus* apresentou uma dieta especializada, ingerindo plâncton de forma expressiva. Fato similar é registrado neste estudo para o mesmo reservatório, no período de nov/1994 a out/1997. Carvalho (1980), analisando o aparelho branquial do mapará, relata suas adaptações a esse tipo de dieta, destacando

que seus arcos possuem rastros longos, finos e numerosos, sendo que, no primeiro par, são mais longos. Lagler *et al.* (1962) e Nikolsky (1963) atribuem tais características aos peixes planctófagos.

O mecanismo de filtração utilizado pelo mapará é o de deslocamento com filtração passiva, que consiste em natação com a boca aberta e opérculos dilatados, sendo o processo de seleção mais relacionado com o tamanho da presa que fica retida na malha branquial (Gerking, 1994).

Exceto pela reduzida importância de copépodes na zona fluvial, constatou-se que as variações espaciais e o comprimento do predador não foram relevantes durante o período em que estas foram analisadas. Cavicchioli (2000) estudou mudanças ontogênicas na morfologia do trato digestório e na dieta de larvas de *H. edentatus* do reservatório de Itaipu, relatando que as larvas dessa espécie consumiram essencialmente cladóceros, como constatado no presente estudo. A autora observou, entretanto, a presença de dentes maxilares e faríngeais em larvas de *H. edentatus*, o que sugere que inicialmente apresentem estratégia predadora de material particulado, utilizando, ao final do período larval, ambos os métodos (filtração e particulado). A partir do período juvenil, passa a se alimentar somente por filtração. Carvalho (1980) reporta que o número de rastros branquiais dessa espécie aumenta com o tamanho do peixe, porém os espaçamentos entre os mesmos mantêm-se constante, explicando a baixa variabilidade na dieta entre as classes de comprimentos analisadas.

A densidade de copépodos foi levemente maior que a de cladóceros, desde a formação do reservatório de Itaipu. Entretanto, esses últimos predominaram na dieta de *H. edentatus* e apresentaram valores positivos de eletividade em todas as zonas do reservatório e classes de comprimento analisadas. Copépodos foram mais relevantes na dieta dessa espécie no ano de 1995-96, quando sua densidade no ambiente esteve elevada e a de cladóceros baixa. Nesse contexto, é relevante o fato de, nesse ano, os índices de eletividade por cladóceros terem alcançado altos valores. Embora *H. edentatus* utilize cladóceros de menor porte, como *B. haggmani* e *B. deitersi*, pode-se sugerir que se alimente preferencialmente de grandes organismos componentes do plâncton, como é o caso dos representantes de *Daphnia*. Embora seja um peixe filtrador, é possível que utilize a visão para detectar esses organismos, freqüentemente distribuídos em "manchas", em razão de seus maiores tamanhos, presença de ovos e olhos grandes e pigmentados (em *Daphnia*). Carvalho (1980), partindo do princípio de

que cladóceros e copépodos apresentam tamanhos similares, acredita que a mobilidade seja fator importante na maior predação de cladóceros em relação a copépodos. Isso porque os cladóceros são relativamente lentos e nadam compassadamente, podendo ser capturados mais facilmente que os copépodos, que nadam rapidamente, com bruscas mudanças de direção, tornando-os mais difíceis de serem capturados (Allan, 1976 *apud* Carvalho, 1980).

A comparação da dieta de *H. edentatus* do reservatório de Itaipu entre dois períodos distintos, um nos primeiros anos de formação (1983-87) e outro decorrido mais de dez anos (1994-97), mostrou variações relevantes, como demonstrado pelo dendrograma de similaridade. A grande ingestão de algas cianofíceas no primeiro período, uma das diferenças mais evidentes, deveu-se à alta disponibilidade desse recurso no ambiente, na ocasião, como indicado pelos elevados valores da concentração de clorofila. Essa diferença não parece ser, entretanto, a mais relevante, visto que a digestibilidade dessas algas é baixa ou nula, passando intactas pelo trato digestivo (Rosemara Fugi, comunicação pessoal). A elevada ingestão de algas levou Lansac-Tôha *et al.* (1991) a classificá-la como planctófaga, ao contrário de outros autores como Marlier (1967), no lago Redondo/AM, e Carvalho (1980), no lago Castanho/AM, que, devido ao marcante predomínio de zooplâncton, principalmente *Daphnia*, atribuíram-lhe um hábito zooplanctófago.

Outra diferença relevante na dieta do mapará refere-se aos cladóceros que, no primeiro período de estudos, eram representados por *Bosmina haggmani* e *Bosminopsis deitersi*, de menor porte, e no segundo, por *Daphnia gessneri*, uma espécie maior. A ingestão de cladóceros de menor porte no início da formação do reservatório pode estar relacionada com a maior disponibilidade desses cladóceros no ambiente (Pozzobon *et al.*, 1990). *D. gessneri* passou a ser um dos cladóceros mais abundantes apenas a partir de 1988 (Sema-Itaipu Binacional, 1998). O sucesso dessa espécie no ambiente pode estar relacionado com a competição por alimento, sendo que *D. gessneri* é um excelente filtrador, passando a predominar quando a densidade fitoplanctônica mostrou sensível redução, especialmente a partir de 1991.

O fato de *H. edentatus* apresentar um espectro alimentar restrito, composto por organismos do plâncton, demonstra que a morfologia de seu aparelho filtrador apresenta alto grau de seleção, permitindo sua classificação entre as espécies especialistas (Gerking, 1994). Como tal mostra alta

eficiência no aproveitamento do recurso quando em alta disponibilidade, permanecendo, entretanto, dependente dessa disponibilidade, visto que se mostra pouco flexível no uso de outros recursos. Dessa maneira, é esperado que flutuações na abundância do recurso conduzam a flutuações populacionais nessa espécie.

Referências

- AGOSTINHO, A.A. *et al.* A pesca no reservatório de Itaipu: aspectos sócio-econômicos e impactos do represamento. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO-FAPESP, 1999. p.279-320.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Spatial and temporal distribution of sardela, *Hypophthalmus edentatus* (Pisces, Siluroidei), in the area of influence of the Itaipu reservoir (Paraná, Brazil). *Revista Unimar*, Maringá, v.16, supl.3, p.27-40, 1994.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* The high river Paraná Basin: Limnological and Ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G. *et al.* (Ed.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, 1995. p.59-103.
- ALVES, C.B.M. *Influência da manipulação artificial da época de enchimento na produtividade ictiofaunística em um reservatório de médio porte - UHE - Cajuru, rio Pará (MG): uma proposta de manejo*. 1995. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.
- AMBRÓSIO, A.M. *et al.* The fishery and fishery yield of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829), (Siluriformes, Hypophthalmidae), in the Itaipu reservoir, Paraná State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v.13, n.1, p. 93-105, 2001.
- ANDRADE, L.F. *et al.* Fitoplâncton e características físico-químicas do reservatório de Itaipu-Br. In: TUNDISI, J.G. (Ed.). *Limnologia e Manejo de Represas*. São Carlos: USP, 1988. p.205-268.
- BENEDITO, E. *Estrutura da população, reprodução e seletividade amostral de Hypophthalmus edentatus (Spix, 1829) (Osteichthyes, Siluriformes) no reservatório de Itaipu - Pr.* 1989. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- BENEDITO-CECILIO, E.; AGOSTINHO, A.A. Determination of patterns of ichthyofauna co-occurrence in the Paraná river basin, area of influence of the Itaipu reservoir. *Interciencia*, Caracas, v.24, n.6, p.360-365, 1999.
- BROWER, J.E. *et al.* *Field and laboratory methods for general ecology*. 3.ed. Dubuque: Wn. C. Brown Publishers. 1990.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanog.*, Waco, n.22, p.361-369, 1977.
- CARVALHO, M.L. Alimentação do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). *Acta Amazônica*, Manaus, v.10, n.3, p.545-555, 1980.
- CAVICCHIOLI, M. *Mudanças ontogênicas na morfologia do trato digestório e na dieta, e seletividade alimentar de larvas de peixes do reservatório de Itaipu - rio Paraná, Brasil*. 2000. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.
- FUEM-Nupélia/ITAIPU BINACIONAL. *Reservatório de Itaipu Aspectos biológicos e socioeconômicos da pesca: Relatório anual do projeto de pesquisa*. Maringá. 1999.
- GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. San Diego: Academic Press. 1994.
- HAHN, N.S. *et al.* Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 1997a. p.141-162.
- HAHN, N.S. *et al.* Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Hechel, 1940) (Osteichthyes, perciformes) in Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v.9, p.11-22, 1997b.
- HYNES, H.B.N. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, v.19, n.1, p.36-58, 1950.
- HYSLOP, E.J. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, London, v.17, p.411-429, 1980.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v.29, n.2, p.205-207, 1980.
- KIMMEL, B.L.; GROEGER, A.W. Limnological and ecological changes associated with reservoir aging. In: HALL, G.E.; Van DEN AVYLE, M.J. *Reservoir fisheries management strategies for the 80's*. Maryland: American Fisheries Society, Bethesda: 1986. p.103-109.
- KUBECKA, J. Succession of fish communities in reservoirs of Central and Eastern Europe. In: STRAKRABA, S. *et al.* (Ed.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: Netherlands, 1993. p.153-168.
- LAGLER, K.F. *et al.* *Ichthyology*. New York: John Wiley & Sons, 1962.
- LANSAC-TÔHA, F.A. *et al.* Composição da dieta alimentar de *Hypophthalmus edentatus* SPIX, 1829 (Pisces, Hypophthalmidae) no reservatório de Itaipu e no rio Ocoí. *Revista Unimar*, Maringá, v.13, n.2, p.147-162, 1991.
- MARLIER, G. Ecological studies on some lakes of the Amazon Valley. *Amazoniana*, Manaus, v.1, n.2, p.91-115, 1967.
- NAKATANI, K. *et al.* *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem, 2001.
- NIKOLSKY, G.V. *The ecology of fishes*. London: Academic Press, 1963.
- O'BRIEN, W.J. Perspectives on fish in reservoir limnology. In: THORTON, W.K. *et al.* (Ed.). *Reservoir limnology: ecology perspectives*. New York : Wiley, 1990. p.209-225.

- OBENG, L.E. Volta Lake: physical and biological aspects. In: ACKERMANN, W.C. et al. *Man-Made lakes: their problems and environmental effects*. Washington, DC.: American Geophysical Union, 1973. p.87-98.
- OKADA, E.K. *Gradientes espaço-temporais na pesca artesanal do reservatório de Itaipu, PR, Brasil*. 2001. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.
- PAGIORO, T.A. *Variações espaço-temporais das características físicas e químicas da água, material em sedimentação e produtividade fitoplancônica no reservatório de Itaipu*. 1999. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1999.
- PAIVA, M.P. *Peixes e pescas de águas interiores do Brasil*. Brasília: Editerra, 1983.
- PETTS, G.E. *Impounded rivers: perspectives for ecological management*. Chichester: J. Wiley & Sons, 1984.
- POZZOBON, M.G.G. et al. Análise comparativa do zooplâncton do corpo central e meadros do reservatório de Itaipu, Paraná: Densidade, composição e abundância relativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Sociedade Brasileira de Limnologia, 1990, p.47.
- SEMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu: no período de 1988 - 1997*. Curitiba. 1998.
- SIEGEL, S. *Estatística não paramétrica*. São Paulo: Mc. Graw-Hill, 1975.
- SUREHMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de novembro/83 a outubro/84*: Relatório anual do projeto de pesquisa. Curitiba. 1985.
- SUREHMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de novembro/84 a março/85*: Relatório anual do projeto de pesquisa. Curitiba. 1986.
- SUREHMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de maio/85 a junho/86*: Relatório anual do projeto de pesquisa. Curitiba. 1987.
- SUREHMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de julho/86 a junho/87*: Relatório anual do projeto de pesquisa. Curitiba. 1988.
- SUREHMA - ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de julho/87 a junho/88*: Relatório anual do projeto de pesquisa. Curitiba. 1989.
- UEM-Nupélia/FURNAS. *Estudos limnológicos na Área de influência do Reservatório de Corumbá (GO)*: Relatório final do projeto de pesquisa. Maringá. 2000.
- VANDERPLOEG, H.A.; SCAVIA. D. Two electivity indices for feeding with special reference to zooplankton grazing. *J. Fish. Res.* v.36, p. 362-365, 1979.

Received on November 19, 2001.

Accepted on March 08, 2002.