

Fontes de energia e estrutura trófica da ictiofauna exploradora de fundo da planície de inundação do alto rio Paraná

Célia de Almeida Lopes, Evanilde Benedito-Cecilio; Alice M. Takeda

Introdução

Em regiões tropicais, as alterações sazonais nos níveis da água promovem elevada diversidade de fontes alimentares detritais (Veríssimo, 1999), favorecendo o sucesso de peixes exploradores destes recursos alimentares de fundo (Vaz et al., 1983). Conforme Agostinho et al. (1997) a categorização dos grupos tróficos dos peixes exploradores de fundo, realizada para a planície de inundação do alto rio Paraná, é baseada na análise dos itens alimentares predominantes nos conteúdos estomacais: espécies iliófagas se caracterizam por ingerirem grandes quantidades de sedimento finamente particulado, juntamente com microorganismos e algas unicelulares; as espécies detritívoras ingerem detrito pouco particulado, associado a restos e excrementos de invertebrados; e na categoria bentófaga, encontram-se as espécies que, embora explorem o fundo, selecionam e ingerem, de maneira mais definida em relação aos demais grupos tróficos, os organismos da fauna bentônica. Entretanto, o grande mosaico de itens alimentares encontrados no estômago desses peixes e a considerável parcela ingerida que permanece sem identificação, devido ao elevado grau de decomposição, acabam por promover diferenças nas categorizações tróficas realizada pelos especialistas.

Atualmente, a análise de isótopos estáveis tem se caracterizado como uma das mais eficientes ferramentas na elucidação da dinâmica do fluxo de carbono e nitrogênio em cadeias alimentares complexas (Forsberg et al., 1993). Os diversos organismos das cadeias alimentares refletem exatamente os isótopos estáveis de carbono (^{13}C) das suas fontes de energia, com pequenas diferenças, aumentando de 0,2 a 1‰ a cada nível trófico (Fry, 1988). Os isótopos estáveis de nitrogênio (^{15}N), por serem fracionados

consistentemente ao longo da cadeia alimentar, permitem inferências sobre as relações tróficas dos organismos. O aumento de ^{15}N , por nível trófico, nos animais, é de cerca de 3,4‰ (Vander-Zanden et al., 1997) e aqueles com valores isotópicos mais próximos das plantas são considerados seus consumidores diretos.

Neste sentido, este trabalho investigou a variabilidade de ^{13}C e ^{15}N dos produtores primários, carbono orgânico particulado (COP), invertebrados (zooplâncton e zoobentos) e de espécies de peixes iliófagas (*Apareiodon affinis*, *Cyphocharax nagelii*, *Prochilodus lineatus*, *Steindachnerina brevipinna* e *Steindachnerina insculpta*) detritívoras (*Loricariichthys platymetopon* e *Liposarcus anisitsi*) e bentófagas (*Satanoperca pappaterra*, *Hoplosternum littorale*) na planície de inundação do alto rio Paraná. A partir desta caracterização, a posição trófica e as possíveis contribuições das fontes autotróficas para os peixes foram calculadas.

Metodologia

A coleta do material foi realizada de fevereiro de 1999 a dezembro de 2003 na planície de inundação do alto rio Paraná (22° 40' - 22° 50'S; 53° 10' - 53° 40'W), incluindo três subsistemas: 1. *Paraná*: calha principal do rio Paraná e lagoa aberta rêsaco do Pau Véio; 2. *Baía*: calha principal do rio Baía, lagoa aberta Maria Luíza e lagoa fechada Fechada; e 3. *Ivinheima*: calha principal do rio Ivinheima, lagoa aberta Finado Raimundo e lagoa fechada Ventura. Em cada ponto de coleta foram capturados de 4 a 15 exemplares de cada espécie de peixe com redes de espera de diferentes malhagens. De cada exemplar foram tomados o comprimento padrão (cm) e uma amostra de músculo.

As fontes potenciais disponíveis para os peixes foram constituídas de 3 a 5 amostras por ponto de coleta. Amostras de COP (Carbono Orgânico Particulado) foram obtidas com auxílio de redes de plâncton de 15 μ m e retidas em filtros de fibra de vidro previamente submetidos à combustão a 550°C durante 4 horas. Cada amostra da vegetação ripária, bem como de macrófitas aquáticas (C₃ e C₄) foi constituída de 5 folhas de exemplares diferentes da mesma espécie. O perifíton foi obtido através da raspagem de pecíolos de plantas aquáticas e retidos em filtros de fibra de vidro (GFC-Whatman), também submetidos previamente à combustão a 550°C. Amostras de zooplâncton (cladóceros e copépodos calanóides filtradores) foram coletadas com bomba de sucção escovante e acondicionadas em papel laminado. Para estimativa do fitoplâncton, considerou-se o fracionamento de 1,0‰ por nível trófico para $\delta^{13}\text{C}$ (Tiezen et al., 1983) e de 3,4‰ para o $\delta^{15}\text{N}$ (Vander-Zanden et al., 1997) nos valores isotópicos do zooplâncton. Táxons zoológicos bentônicos (Odonata, Gastropoda e Diptera) foram coletados com o pegador tipo Petersen modificado e peneiras (1 e 2mm). As amostras das fontes potenciais de energia foram ainda enxaguadas em solução de HCl a 1N. Todas as amostras foram submetidas à secagem em estufa a 60°C e maceradas. Posteriormente, amostras de aproximadamente 3mg foram enviadas ao CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) para a determinação da razão isotópica de carbono e nitrogênio em espectrômetro de massa, expressas em ‰ (partes por mil).

As diferenças espaciais (subsistemas Paraná, Baía e Ivinheima) nos valores isotópicos dos produtores primários, COP, zooplâncton, zoobentos e peixes, bem como as diferenças dentre os grupos funcionais dos peixes foram investigadas através de ANOVA de modelo nulo (ECOSIM). Considerando a variabilidade espacial, as diferenças entre espécies de peixe de mesmo grupo trófico foram averiguadas apenas nos subsistemas onde estas espécies ocorreram juntas. As contribuições dos produtores primários para os peixes foram realizadas através do programa IsoSource (1.1) (Phillips e Gregg, (2003). A posição trófica com base no $\delta^{15}\text{N}$ foi

calculada conforme Vander-Zanden et al. (1997).

Resultados

Variabilidade isotópica dos produtores primários e COP

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos produtores primários variaram de -30,4 a -27,7‰ para a vegetação ripária, de -28,9 a -20,1‰ para as macrófitas C₃, de -14,2 a -11,2‰ para as macrófitas C₄, de -30,3 a -18,2‰ para o perifíton e de -37,3 a -25,1‰ para o fitoplâncton. Diferenças espaciais significativas foram verificadas somente para o perifíton (IO=8,46; p<0,05) e fitoplâncton (IO= 6,47; p<0,05). O maior valor médio ocorreu no subsistema Ivinheima (perifíton= -24,3 \pm 3,18‰; fitoplâncton= -29,8 \pm 4,13‰) e o menor no subsistema Baía (perifíton= -28,2 \pm 2,69‰; fitoplâncton= -35,6 \pm 2,33‰) (Figura 1).

A variabilidade de $\delta^{15}\text{N}$ foi de -0,9 a 10,1‰ para a vegetação ripária, de -4,6 a 14,3‰ para as macrófitas C₃, de -2,0 a 8,6‰ para as macrófitas C₄, de 1,1 a 13,6‰ para o perifíton e de -0,6 a 10,7‰ para o fitoplâncton.

Variabilidade espacial significativa nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ foi observada para o fitoplâncton (IO= 6,05; p<0,05), vegetação ripária (IO= 4,63, p<0,05) e macrófitas C₃ (IO= 3,99; p<0,05). Estes grupos tiveram o maior valor médio no subsistema Paraná (fitoplâncton= 6,2 \pm 2,75‰; vegetação ripária= 3,5 \pm 3,67‰; macrófitas C₃ = 4,4 \pm 3,52‰) (Figura 1).

A composição isotópica de carbono do COP variou de -31,8 a -22,2‰. Diferenças significativas entre os subsistemas estudados foram verificadas nos valores isotópicos (IO=25,30; p<0,05) que foram maiores no subsistema Paraná (-25,8 \pm 1,92‰) e menores no subsistema Baía (-30,5 \pm 2,02‰) (Figura 1). Valores entre -0,2 a 11,8‰ foram constatados para a composição isotópica de nitrogênio do COP, não apresentando variabilidade espacial significativa (IO= 2,34; p= 0,11).

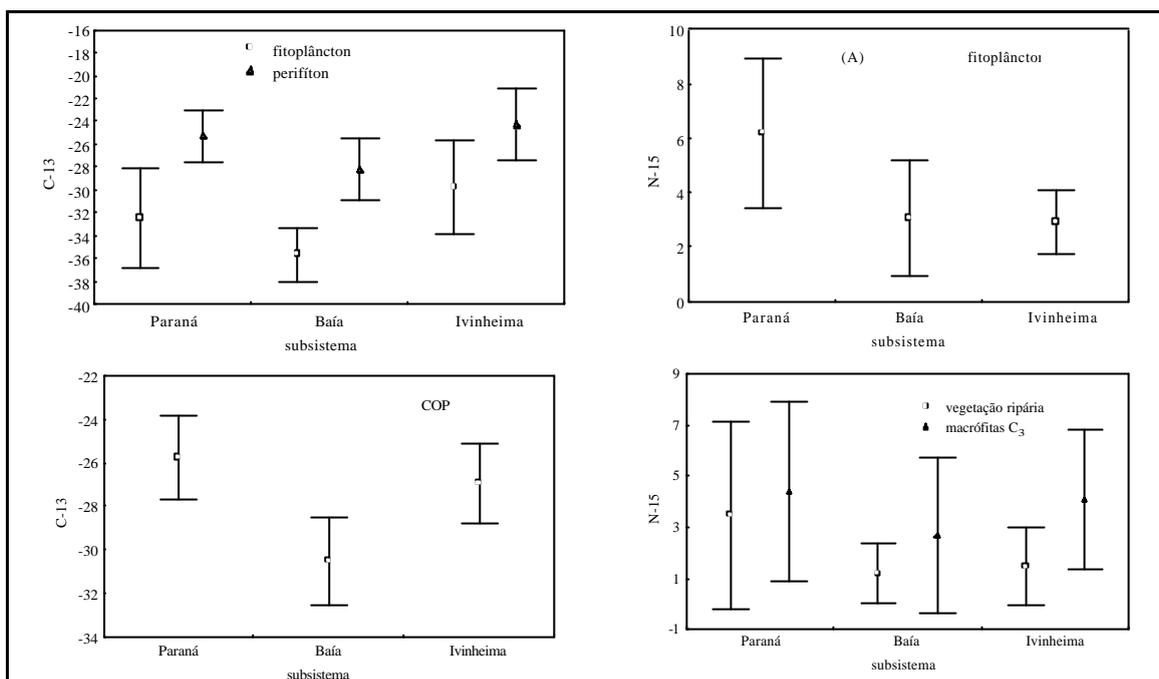


Figura 01. Valores médios e desvio padrão de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ para os produtores primários e COP por subsistema estudado.

Variabilidade isotópica dos consumidores

Peixes iliófagos

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram de $-23,0$ a $-17,1$ ‰ para *A. affinis*, de $-25,9$ a $-16,8$ ‰ para *C. nagelli*, de $-23,8$ a $-18,6$ ‰ para *S. brevipina*, de $-28,6$ a $-16,8$ ‰ para *S. insculpta* e de $-37,3$ a $-19,1$ ‰ para *P. lineatus*. Foram constatadas diferenças isotópicas significativas entre as espécies iliófagas ($\text{IO}=8,54$; $p<0,05$). O valor médio mais empobrecido em $\delta^{13}\text{C}$ foi evidenciado para *P. lineatus* ($-25,3 \pm 4,09$ ‰) (Figura 2A). A variabilidade isotópica espacial investigada para *P. lineatus* foi significativa ($\text{IO}= 31,35$; $p<0,05$), sendo a composi o isotópica média maior no subsistema Paraná ($-25,3 \pm 4,09$ ‰)

e menor no subsistema Baía ($-31,6 \pm 2,40$ ‰).

A variabilidade nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ foi de 11,8 a 14,2‰ para *A. affinis*, de 11,0 a 13,4‰ para *C. nagelli*, de 8,4 a 12,7‰ para *S. brevipina*, de 10,3 a 14,4‰ para *S. insculpta* e de 5,0 a 13,3‰ para *P. lineatus*. Para as espécies iliófagas também foram constatadas diferenças significativas na composi o isotópica de nitrogênio ($\text{IO}=8,06$; $p<0,05$) (Figura 2B). O maior valor médio foi verificado para *A. affinis* ($13,2 \pm 0,57$ ‰) e o menor para *S. brevipina* ($10,5 \pm 1,92$ ‰). Na composi o isotópica de *P. lineatus* também foi verificada diferenças espaciais significativas ($\text{IO}= 24,47$; $p<0,05$). No subsistema Paraná, os valores foram mais enriquecidos em $\delta^{15}\text{N}$ ($10,7 \pm 2,29$ ‰).

Componente Biótico

Ictiofauna

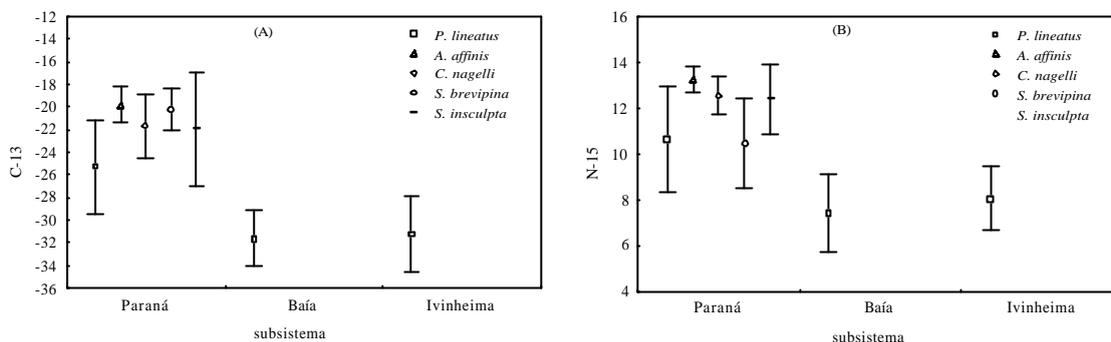


Figura 02. Valores médios e desvio padrão de ^{13}C (A) e de ^{15}N (B) para espécies iliófagas por subsistema.

Peixes detritívoros

Para *L. platymetopon* a variabilidade de ^{13}C foi de $-33,2$ a $-17,6\text{‰}$ e para *L. anisitsi* foi de $-36,3$ a $-24,3\text{‰}$. Estas duas espécies diferiram quanto as suas composições isotópicas ($\text{IO}= 16,33$; $p<0,05\text{‰}$) (Figura 3A). Em todos os subsistemas o maior valor médio ocorreu para *L. platymetopon*. Diferenças espaciais significativas foram evidenciadas apenas para *L. platymetopon* ($\text{IO}=9,00$; $p<0,05$) sendo que no subsistema Paraná esta espécie teve a maior média isotópica ($-23,1 \pm 4,07\text{‰}$).

Os valores isotópicos de nitrogênio variaram de $6,3$ a $14,1\text{‰}$ para *L. platymetopon* e de $5,1$ a $9,2\text{‰}$ para *L. anisitsi*.

As duas espécies também diferiram quanto as suas composições isotópicas de nitrogênio ($\text{IO}= 16,42$; $p<0,05$), as quais foram maiores para *L. platymetopon* em todos os subsistemas (Figura 3B). Variabilidade isotópica de nitrogênio foi verificada para ambas as espécies entre os subsistemas (*L. platymetopon*= $\text{IO}= 33,40$; $p<0,05$; *L. anisitsi*= $\text{IO}= 1,30$; $p<0,05$). Para *L. platymetopon*, o maior valor médio foi observado no subsistema Paraná ($12,3 \pm 1,63\text{‰}$) e o menor no subsistema Baía ($8,0 \pm 1,33\text{‰}$), enquanto que para *L. anisitsi*, o maior valor médio ocorreu no subsistema Baía ($7,5 \pm 0,94\text{‰}$) e o menor no subsistema Ivinheima ($6,3 \pm 0,85\text{‰}$).

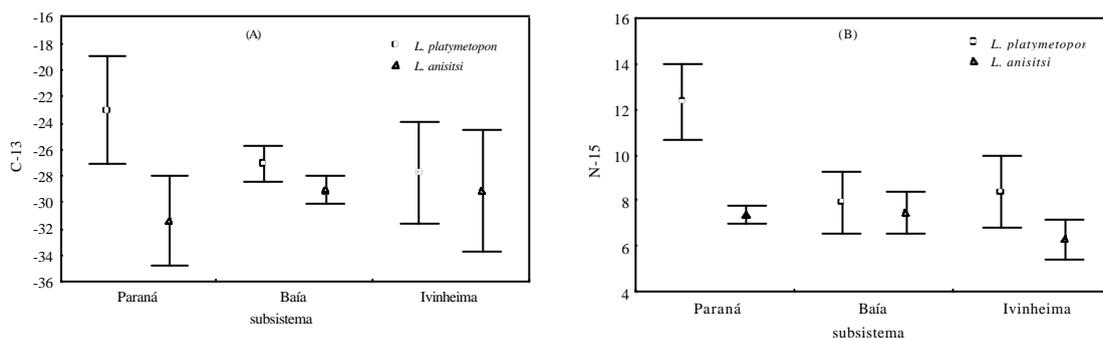


Figura 03. Valores médios e desvio padrão de ^{13}C (A) e de ^{15}N (B) para as espécies detritívoras por subsistema estudado.

Peixes bentófagos

Para as espécies *H. littorale* e *S. pappaterra* os valores isotópicos de carbono variaram de $-33,5$ a $-24,9\text{‰}$ e de $-29,3$ a $-23,4\text{‰}$, respectivamente. Assim, os maiores

valores foram verificados para *S. pappaterra*, independentemente do subsistema de coleta (Figura 4A). A variabilidade espacial observada nos valores de ^{13}C para *H. littorale* foi significativa ($\text{IO}= 14,80$; $p<0,05\text{‰}$).

Componente Biótico

No subsistema Baía, o valor isotópico médio foi maior ($-27,3 \pm 1,8\text{‰}$).

A composição isotópica de nitrogênio variou de 7,56 a 8,72‰ para *H. littorale* e de 12,7 a 13,9‰ para *S. pappaterra*. Em geral,

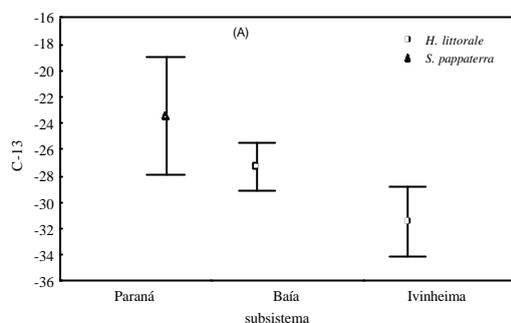
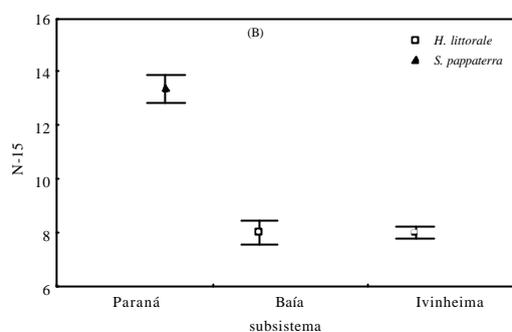


Figura 04. Valores médios e desvio padrão de $\delta^{13}\text{C}$ (A) e de $\delta^{15}\text{N}$ (B) para as espécies bentófagas por subsistema estudado.

Ictiofauna

S. pappaterra também teve a maior composição isotópica média de nitrogênio (Figura 4B). Diferenças espaciais significativas não foram verificadas para *H. littorale* (IO=0,01; $p=0,92$).



Invertebrados

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram de $-36,3$ a $-24,6\text{‰}$ e de $-31,5$ a $-25,4\text{‰}$ para zooplâncton e zoobentos, respectivamente. Variabilidade espacial significativa na composição isotópica de carbono foi observada para o primeiro grupo de invertebrados (IO=5,35, $p<0,05$), cujo maior valor médio ($-28,8 \pm 4,13\text{‰}$) ocorreu no subsistema Ivinheima e o menor no subsistema Baía ($-34,6 \pm 2,33\text{‰}$) (Figura 5A).

A variabilidade de $\delta^{15}\text{N}$ foi de 2,8 a 14,1‰ para os organismos zooplancônicos e de 1,6 a 12,1‰ para os zoobentônicos. Ambos os grupos tiveram variabilidade espacial nas composições isotópicas (zooplâncton: IO= 6,05; $p<0,05$; zoobentos: IO= 15,91; $p<0,05$) que foram maiores no subsistema Paraná (zooplâncton= $9,6 \pm 2,75\text{‰}$; zoobentos= $11,6 \pm 0,76\text{‰}$) (Figura 5B).

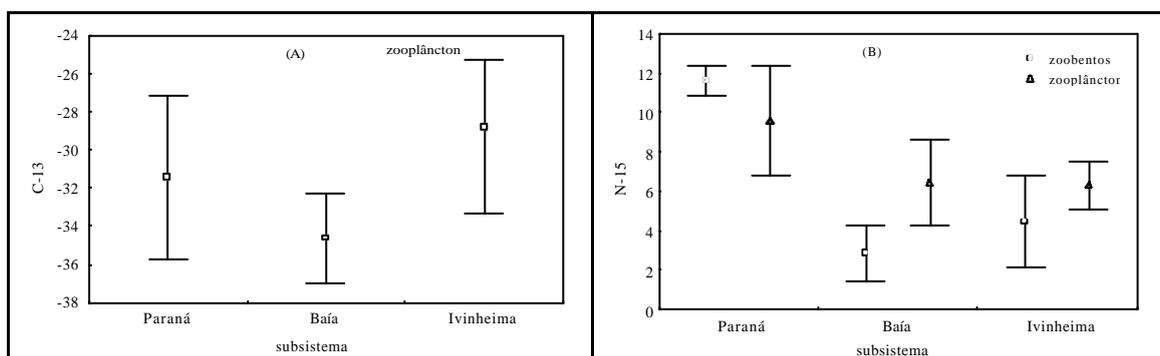


Figura 05. Valores médios e desvio padrão de $\delta^{13}\text{C}$ para o zooplâncton (A) e de $\delta^{15}\text{N}$ (B) para zooplâncton e zoobentos por subsistema estudado

Fontes de energia autotrófica para peixes exploradores de fundo

No subsistema Paraná, as maiores contribuições máximas para os peixes, com exceção de *L. anisitsi*, foram provenientes de perifíton (até 97%) e macrófitas C₃ (até 80%) e as maiores contribuições médias foram constituídas principalmente por macrófitas C₄ (por apresentarem as maiores contribuições mínimas) seguidas pelo perifíton (Tabela 1).

Para *L. anisitsi* tanto as contribuições máximas quanto as médias foram atribuídas ao fitoplâncton (máxima= até 93% e média de 74%) e vegetação ripária (máxima= até 51% e média de 14%). Provavelmente, as plantas C₄ foram efetivamente mais exploradas pelas espécies iliófagas *A. affinis*, *C. nagelli*, *S. brevipina* e *S. insculpta*.

P. lineatus teve maior contribuição de fitoplâncton e perifíton no subsistema Baía. Neste subsistema, as espécies detritívoras e a bentófaga *H. littoralle* receberam as maiores contribuições do perifíton, vegetação ripária e macrófitas C₃.

No subsistema Ivinheima foi observada maior contribuição de fitoplâncton e/ou vegetação ripária para *P. lineatus* e *H. littoralle* (até 100%), devido apresentarem valores isotópicos mais negativos e próximos de ambos produtores primários, enquanto que os peixes detritívoros além de explorar esses recursos, exploraram também as macrófitas C₃.

Posição trófica para peixes exploradores de fundo

As posições tróficas variaram de 2,0 a 3,7 entre os subsistemas estudados (Tabela 2). As maiores posições tróficas dos peixes ocorreram no subsistema Paraná. Apenas, *L. anisitsi* teve sua menor posição nesse subsistema. Entre as espécies iliófagas, *P. lineatus* e *S. brevipina* tiveram as menores posições. Para as espécies detritívoras as menores posições foram verificadas para *L. anisitsi* em todos os subsistemas estudados.

Considerações Gerais

1. A cadeia alimentar detrital aquática, a qual pertencem os peixes exploradores de fundo, é dependente de processos que regem cada subsistema, visto a variabilidade significativa identificada para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$, verificados tanto para os organismos consumidores quanto para suas possíveis fontes de energia;

2. No subsistema Paraná onde foram analisadas as espécies iliófagas, os recursos autotróficos explorados foram proporcionalmente os mesmos;

3. As espécies detritívoras, analisadas em todos os subsistemas, parecem explorar recursos distintos somente no Paraná;

4. O fato dos peixes apresentarem maiores proporções de ^{13}C e ocuparem níveis mais elevados nas cadeias alimentares do subsistema Paraná, permite supor que os microorganismos (bactérias, fungos...) podem estar intermediando a transferência de energia;

5. Os resultados evidenciam que a manutenção das espécies de peixes estudadas é energeticamente dependente da produção de plantas vasculares e algas, sendo as proporções variáveis de acordo com o subsistema;

6. Os invertebrados bentônicos não revelaram alterações nas proporções isotópicas de carbono, embora as de nitrogênio tenham sido espacialmente diferentes, sendo mais enriquecidas em ^{15}N também no subsistema Paraná.

Conclui-se, ainda que é necessário um esforço na investigação do suposto papel dos microorganismos na transferência de energia no subsistema Paraná, uma vez que neste ambiente os valores de ^{13}C foram os mais altos registrados para a planície. Este resultado não pode ser atribuído diretamente às plantas C₄. Por outro lado, futuras medidas de manejo não devem ignorar o papel dos produtores primários e suas diferentes contribuições, em cada subsistema analisado, pois são as fontes autotróficas as mantenedoras da biomassa dos peixes.

Tabela 1. Porcentagem das contribuições dos produtores primários para peixes exploradores de fundo baseada no balanço de massa (as variações representam as contribuições mínimas e máximas de cada produtor primário e os valores entre parênteses representam as contribuições médias dos produtores e valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ dos produtores e peixes) por subsistema estudado.

Espécies/Subsistemas		Fontes				
Paraná		Fitoplâncton (-32,4‰)	Perifiton (-25,3‰)	Vegetação ripária (-30,4‰)	Macrófitas C ₃ (-28,1‰)	Macrófitas C ₄ (-13,3‰)
Espécies iliófagas	<i>P. lineatus</i> (-25,3‰)	0-61 (16)	0-97 (25)	0-68 (18)	0-80 (20)	0-37 (21)
	<i>A. affinis</i> (-19,8‰)	0-33 (8)	0-54 (14)	0-38 (9)	0-42 (11)	46-66 (58)
	<i>C. nagelli</i> (-21,7‰)	0-42 (11)	0-67 (17)	0-47 (12)	0-59 (14)	31-56 (45)
	<i>S. brevipina</i> (-20,2‰)	0-36 (9)	0-56 (14)	0-39 (10)	0-44 (12)	43-64 (55)
	<i>S. insculpta</i> (-22,0‰)	0-43 (11)	0-72 (18)	0-50 (13)	0-57 (14)	28-54 (43)
Espécies detritívoras	<i>L. platymetopon</i> (-23,1‰)	0-51 (13)	0-80 (21)	0-55 (14)	0-64 (16)	19-49 (36)
	<i>L. anisitsi</i> (-31,4‰)	49-93 (74)	0-15 (4)	0-51 (14)	0-24 (7)	0-5 (1)
Espécie bentófaga	<i>S pappaterra</i> (-23,4‰)	0-52 (13)	0-83 (21)	0-58 (15)	0-67 (17)	0-47 (34)
Baía		Fitoplâncton (-35,6‰)	Perifiton (-28,2‰)	Vegetação ripária (-29,4‰)	Macrófitas C ₃ (-29,0‰)	Macrófitas C ₄ (-12,6‰)
Espécie iliófaga	<i>P. lineatus</i> (-31,6‰)	36-79 (51)	0-52 (14)	0-62 (16)	0-60 (15)	0-16 (4)
Espécies detritívoras	<i>L. platymetopon</i> (-27,1‰)	0-60 (16)	0-90 (23)	0-83 (22)	0-83 (22)	8-36 (17)
	<i>L. anisitsi</i> (-29,1‰)	0-71 (19)	0-87 (23)	0-94 (26)	0-96 (25)	0-28 (7)
Espécie bentófaga	<i>H. littorale</i> (-27,3‰)	0-64 (16)	0-93 (24)	0-85 (22)	0-86(22)	6-36 (16)
Ivinheima		Fitoplâncton (-29,8‰)	Perifiton (-24,3‰)	Vegetação ripária (-29,7‰)	Macrófitas C ₃ (-28,5‰)	Macrófitas C ₄ (-13,1‰)
Espécie iliófaga	<i>P. lineatus</i> (-31,2‰)	0-100	-	0-100	-	-
Espécies detritívoras	<i>L. platymetopon</i> (-27,8‰)	0-88 (27)	0-36 (14)	0-87 (27)	0-94 (26)	0-12 (5)
	<i>L. anisitsi</i> (-29,1‰)	0-96 (39)	0-12 (4)	0-95 (39)	0-51 (17)	0-4 (1)
Espécie bentófaga	<i>H. littorale</i> (-31,5‰)	0-100	-	0-100	-	-

Tabela 2. Posição trófica das espécies de peixes exploradores de fundo por subsistema.

Espécies	Paraná	Baía	Ivinheima
Ilíofagas			
<i>P. lineatus</i>	2,9	2,4	2,5
<i>A. affinis</i>	3,7		
<i>C. nagelli</i>	3,5		
<i>S. brevipina</i>	2,9		
<i>S. insculpta</i>	3,5		
Detritívoras			
<i>L. platymetopon</i>	3,4	2,5	2,6
<i>L. anisitsi</i>	2,0	2,4	2,0
Bentófagas			
<i>S. pappaterra</i>	3,7		
<i>H. littorale</i>		2,6	2,5

Dificuldades e Facilidades Encontradas

As dificuldades encontradas estiveram relacionadas com a inclusão no cronograma e esquema das coletas do programa PELD das amostras de peixes. Outro fato foi devido ao custo financeiro para a determinação das amostras isotópicas gerando atraso no cronograma das determinações das amostras para o ano de 2003.

Por outro lado, os laboratórios do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (NUPELIA) prestaram importante apoio logístico. Em especial, somos gratos aos laboratórios de Limnologia, Zooplâncton e Mata Ciliar. Agradecemos também ao apoio do Herbário da UEM.

Referências

AGOSTINHO, A. A., N. S. HAHN, L. C. GOMES & L. M. BINI, Estrutura trófica. In Vazoller, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds.) **A planície de inundação do rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** EDUEM/NUPELIA, Maringá: 209–228. 1997.

FORSBERG, B. R., C. A. R. M. ARAUJO-LIMA, L. A. MARTINELLI, R. L. VICTORIA & J. A. BONASSI. Autotrophic carbon

sources for fish of the central Amazon. *Ecology* 74 (3): 643–652. 1993.

FRY, B. Food web structure on Georges bank from stable C, N, and S isotopic compositions. *Limnol. Oceanogr.* 33 (5): 1182–1190. 1988.

PHILLIPS, D. L.; J. W. GREGG Source partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. *Oecologia* 136: 261–269. 2003.

TIEZEN, L. L., T. W. BOUTTON, K. G. TESDAHL; N. A. SLADE, Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia* 57: 32–37. 1983.

VANDER-ZANDEN, M. J., G. CABANA & J. B. RASMUSSEM Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$) and literature dietary data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1142–1158. 1997

VAZ, M. M., L. A. MARTINELLI; A. A. MOZETO The dietary regime of detritivorous fish from the River Jacaré Pepira, Brazil. *Fish. Manag. Ecol.* 6: 121–132. 1999.

VERÍSSIMO, S., 1999. Influência do regime hidrológico sobre a ictiocenose de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: 90 pp.