

Estimativa da Energia de Produtores e Consumidores da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná.

Benedito-Cecilio, E., Dourado, E. C. S., Lopes, C. A., Faria, A. E. A., Pinheiro, R. P. Bonicci, P., Pereira, A. L. & Morimoto, M.
Universidade Estadual de Maringá, NUPELIA-PEA, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-PR. E-mail: eva@nupelia.uem.br

RESUMO

Analisou-se a densidade calórica de produtores primários e consumidores, incluindo bivalves (Corbicula sp) e peixes (diferentes grupos tróficos). Constatou-se que os produtores primários apresentaram ampla variabilidade calórica, enquanto que entre os peixes foi possível verificar correlação inversa entre densidade calórica e posição trófica. São destacadas ainda questões a serem investigadas, com a finalidade de detalhar o fluxo de energia no ecossistema e fornecer subsídios à elaboração de modelos de bioenergética mais precisos para o ecossistema em questão.

Palavras-chave: teia alimentar, planície de inundação, peixes, produtores primários, calorimetria

INTRODUÇÃO

A crescente popularidade dos modelos de bioenergética, nos últimos anos, tem chamado a atenção para a importância na determinação da densidade calórica de peixes e de suas presas (Bryan et al, 1996). A densidade calórica dos diferentes integrantes das teias alimentares pode influenciar significativamente os cálculos do modelo de consumo, produção e eficiência de conversão. A despeito disso, alguns trabalhos têm assumido os valores de energia como equivalentes e constantes para os diferentes grupos tróficos quando na modelagem energética de peixes (Economidis et al., 1981).

Vários métodos, diretos e indiretos, podem ser utilizados para determinar o conteúdo de energia da matéria orgânica. A calorimetria mede diretamente a quantidade de calor liberado no processo de combustão da matéria, com o auxílio de um calorímetro e do oxigênio como um agente oxidante (Doria & Andrian, 1997). Por outro lado, estudos relacionados à bioenergética de peixes são raros. No Brasil tais pesquisas têm se restringido a peixes marinhos (Ngan et al, 1993). Em ambientes naturais de água doce, destacam-se apenas os resultados apresentados por Doria & Andrian (1997) para apenas duas espécies da planície de inundação do rio Paraná.

O sistema ecológico da planície alagável do alto rio Paraná, constituído de rios, canais e lagoas, tem se revelado complexo, no que se refere ao fluxo de energia entre seus compartimentos biológicos e entre as espécies de peixes pertencentes aos diferentes grupos tróficos (Agostinho et al, 1997; Manetta et al, *in press*). Neste sentido, o presente trabalho tem a proposta de, analisando as densidades calóricas de peixes, predadores e presas, produtores primários e sedimento, estabelecer a energia que pode estar disponível no sistema, entre e dentro de um mesmo nível trófico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostragens foram realizadas entre maio de 1999 a fevereiro de 2002 nos diferentes subsistemas da planície de inundação do rio Paraná (22° 40' a 22° 50' S e 53° 10' a 53° 40' W).

Foram coletadas espécies de peixes pertencentes a diferentes grupos tróficos, conforme Agostinho et al (1997): *Loricariichthys platymetopon* Isbrucker & Nijssen, 1979 (detritívora; n = 8); *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) e *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (piscívoras; n = 41 e 63, respectivamente); *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (onívora; n = 6); *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Steindachnerina insculpta* (Fernández- Yépez, 1948) (iliófagas; n = 9 para cada uma das espécies); e *Moenkhausia intermedia* Eigenmann, 1908 (insetívora; n = 28). Os valores calóricos da espécie herbívora *Schizodon borellii* (Boulenger, 1895) foram obtidos de Doria & Andrian (1997). De cada exemplar foi extraída uma amostra de musculatura, localizada próxima à inserção da base da nadadeira dorsal.

As espécies de peixes, plantas e bivalves foram selecionadas com base nas maiores frequências de ocorrência registradas para a planície de inundação do rio Paraná (Vazzoler et al, 1997). Folhas de plantas aquáticas e vegetação ripária (n = 6) foram amostradas ao acaso de diferentes indivíduos pertencentes à mesma espécie. As macrófitas aquáticas foram classificadas em C₄ (n = 6) e C₃ (n = 26), conforme os mecanismos metabólicos de fixação do CO₂. Os bivalves do gênero *Corbicula* (n = 6) foram amostrados do sedimento com auxílio de peneiras, dos quais extraiu-se o trato digestório a fim de se evitar equívocos na estimativa da densidade calórica dos tecidos deste grupo animal. Apenas para o bivalve foram necessários 20 indivíduos, de mesmo tamanho, para constituírem uma única amostra. As amostras de peixes, bivalves e plantas foram secas em estufa a 60° C, maceradas em moinho de bola e submetidas à combustão em bomba calorimétrica PARR.

Desde que Lindemann em 1942 propôs conceitos de fluxo de energia relacionados com a trofodinâmica dos ecossistemas lacustres, estudos objetivando o entendimento do funcionamento dos ecossistemas têm se intensificado (Acot, 1990). Dados sobre equivalentes calóricos têm sido obtidos para alguns grupos animais, entretanto, análises quantitativas de energia ainda estão longe de serem entendidas para muitos grupos tróficos. No presente estudo, entre as espécies de peixes, o menor valor calórico foi determinado para *Loricariichthys platymetopon* (4763,2 ± 181,5 cal/g de peso seco) enquanto que o maior para *Steindachnerina insculpta* (5479,9 ± 153,4 cal/g de peso seco) (Figura 1). Ambas as espécies são exploradoras de fundo, sendo que a primeira é categorizada como detritívora por ingerir, juntamente com o sedimento, detrito particulado, larvas de insetos, tecamebas, microcrustáceos, nematóides, ácaros, moluscos e algas, enquanto que *S. insculpta* ingere, além do sedimento, detrito e algas (Agostinho et al, 1997) (Fugi, 1993). *P. lineatus* corresponde à outra espécie, também denominada iliófaga pelos mesmos autores, pelo fato de ingerir detrito, algas, tecamebas, nematóides além de sedimento.

Fugi (1993), analisando o tamanho de partículas ingeridas pelas referidas espécies iliófagas, constatou que estas apresentaram menores valores médios no teor de matéria orgânica, se comparada a *L. platymetopon* (detritívora). Diferenças significativas foram constatadas com relação ao valor calórico presente no músculo dessas espécies pertencentes a esses dois grupos tróficos (ANOVA: Gl = 7; F = 15,48; p < 0,05; Tuckey: p < 0,05) (Figura 1). Dentre as espécies exploradoras de fundo, *L. platymetopon* é também a única que inclui em sua dieta os moluscos. O valor calórico identificado nos tecidos do bivalve analisado, componente do zoobentos, é também muito próximo ao desta espécie de peixe (4870,5 ± 89,0 cal/g de peso seco).

No geral, entre as espécies de peixes foi possível constatar correlação inversa entre densidade calórica e nível trófico (Figura 1). As espécies piscívoras apresentaram as menores densidades calóricas, enquanto a espécie onívora, *P. maculatus*, exibiu a maior amplitude de variação em cal/g de peso seco (de 4260,6 a 5643,7).

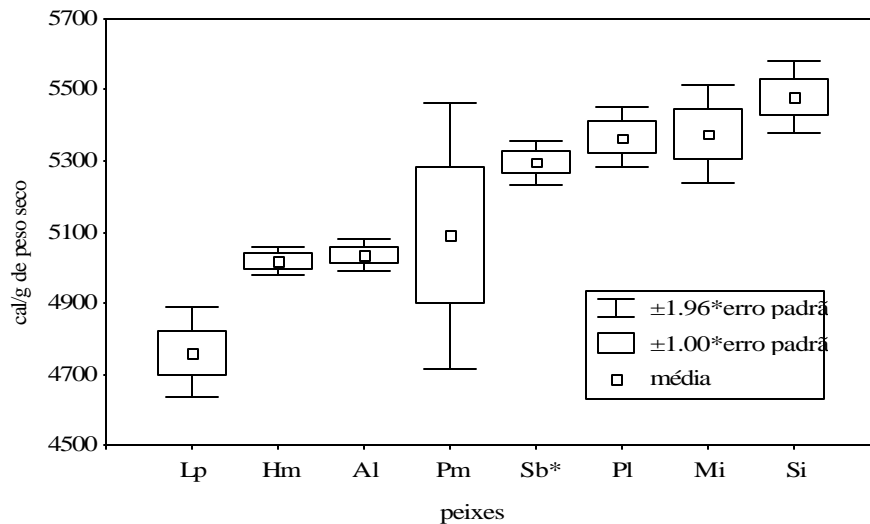


Figura 1. Valores calóricos das espécies de peixes da planície de inundação do rio Paraná (LP = *L. platymetopon*; HM = *H. malabaricus*; AL = *A. lacustris*; PM = *P. maculatus*; PL = *P. lineatus*; SB = *S. borellii*; MI = *M. intermedia*; SI = *S. insculpta*). * extraído de Doria & Andrian (1997)

A espécie herbívora, *S. borellii*, analisada por Doria & Andrian (1997), situou-se entre as espécies de maior densidade calórica nos músculos. Essa espécie é, entre as demais, a que apresenta as maiores contribuições de carbono proveniente das plantas C_4 (Manetta et al, *in press*; Forsberg et al, 1995). Estas plantas exibiram densidades calóricas ($4137,9 \pm 135,6$) superiores àquelas das macrófitas C_3 ($3992,8 \pm 387,5$), ainda muito inferior ao registrado para a espécie herbívora. Entretanto, as amostras de vegetação ripária analisadas variaram de 3871,2 a 5091,1 cal/g de peso seco. Embora esta variabilidade seja maior, podem ser constatados valores calóricos mais próximos aos das espécies com mais elevada densidade calórica (Figura 2). Obviamente, diferenças significativas entre os produtores primários foram constatadas (ANOVA: GL = 2; F = 8,41; p = 0,001).

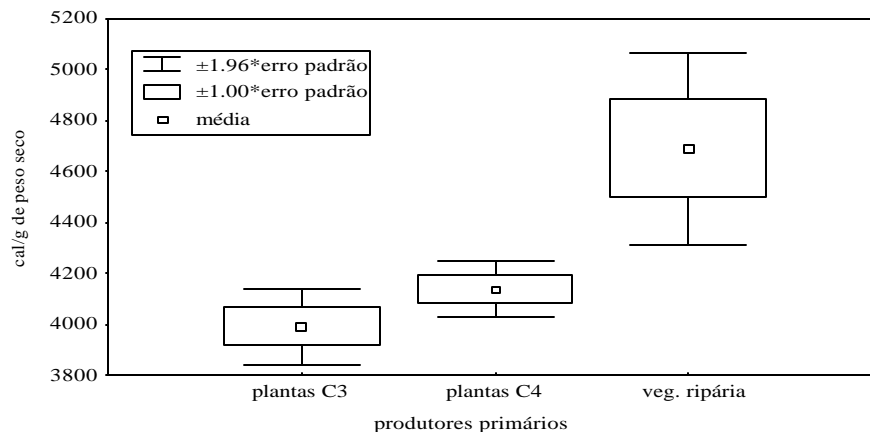


Figura 2. Valores calóricos dos produtores primários da planície de inundação do rio Paraná.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo revela a existência de padrões claros no conteúdo energético das espécies de peixes pertencentes aos diferentes grupos tróficos. Entretanto, variações significativas no

conteúdo de energia podem ocorrer com o sexo, tamanho corpóreo e sazonalidade associada com o material gonadal (Bryan et al, 1996; Doria & Andrian, 1997). Com relação aos produtores analisados foram determinadas as densidades calóricas apenas das folhas. É importante considerar que caule e raízes também contribuem para o sistema, através das vias decomposição, grazing ou mesmo indiretamente através de espécies de peixes que, raspando o substrato, ingerem detrito e/ou perifíton aderido a estes órgãos vegetais. Para o sedimento não tem sido possível estabelecer a densidade calórica, em virtude da elevada proporção de matéria inorgânica (Yossa-Perdomo, 2002), sendo necessário ainda, estabelecer a metodologia específica para sua quantificação. Sendo assim, este subprojeto terá como objetivo imediato esclarecer as questões levantadas acima, com a finalidade de detalhar o fluxo de energia no ecossistema e fornecer subsídios à elaboração de modelos de bioenergética mais precisos para o ecossistema em questão.

REFERÊNCIAS

- ACOT, P. **História da Ecologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campus. 1990. 212p.
- AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C. & BINI, L. M. Estrutura trófica. p. 229-248. In Vazzoler, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S (editores.) **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM/NUPELIA, 1997. 460p.
- BRYAN, S. D., SOUPIR, C. A., DUFFY, W. G., FREIBURGER, C. E. Caloric densities of three predatory fishes and their prey in Lake Oake, South Dakota. **Journal of Freshwater Ecology**, Holmen, v. 11, no.2, p. 153-161, 1996.
- DORIA, C. R. C., ANDRIAN, I. F. Variation in energy content of somatic and reproductive, tissues related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borellii* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). **Revista Unimar**, Maringá, v. 19, no. 2, p. 421-437, 1997.
- ECONOMIDIS, P. S., PANTIS, J., MARGARIS, N. S. Caloric content in some freshwater and marine fishes from Greece. **Cybiurn**, Paris, v. 5, no. 4, p. 97-100, 1981.
- FORSBERG, B. R., ARAUJO-LIMA, C. A. R. M., MARTINELLI, L. A., VICTORIA, R. L., BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon. **Ecology**, Washington, v. 74, no. 3, p. 643-652, 1993
- FUGI, R. **Estratégias alimentares utilizadas por cinco espécies e peixes comedoras de fundo do alto Rio Paraná / PR-MS**. 1993. 142f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MANETTA, G. I.; BENEDITO-CECILIO, E.; MARTINELLI, M. Carbon sources and trophic position of the main species of fishes from Baía River, Paraná River floodplain, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.63, n.3, 2003 (*in press*).
- NGAN, P. V., GOMES, V., MORAIS, D. M., PASSOS, M. J. A. C. R. Estudos bioenergéticos de animais marinhos costeiros. I. *Paralichthys brasiliensis* (Perciformes, Scianidae). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 10, p. 199-215, 1993.
- YOSSA-PERDOMO, M. I. **Estratégia alimentar de peixes detritívoros das bacias do Orinoco e do Amazonas**. 2002. 59f. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). INPA: Universidade do Amazonas.
- VAZZOLER, A. E. A. M., AGOSTINHO, A. A., HAHN, N. S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM/NUPELIA, 1997. 460p.