

Oxigênio dissolvido e temperatura em lagos da região de Ati Paraná-Solimões, Amazônia Central, Brasil

SÁNCHEZ-BOTERO, J.I.¹, GARCEZ, D.S.¹ & LOBÓN-CERVIÁ, J.²

¹ Av. Oswaldo Cruz, nº 81 / apto. 801 - Flamengo Rio de Janeiro / RJ - CEP: 22.250-060 - e-mail: jisbar@starmedia.com / dsgarcez@starmedia.com

² Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC - C/ José Gutiérrez Abascal, 2 - Madrid 20886 España - e-mail: MCNL178@mncn.csic.es

RESUMO: Oxigênio dissolvido e temperatura em lagos da região de Ati Paraná-Solimões, Amazônia Central, Brasil. Perfis nictimerais de oxigênio dissolvido e temperatura da água foram obtidos em julho de 2000, em seis lagos da região de Ati Paraná-Solimões, Amazônia Central, em regiões litorâneas colonizadas pelas macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* e *Paspalum repens*, em regiões limnéticas e de igapós. O objetivo deste estudo foi comparar os perfis de oxigênio dissolvido e temperatura entre cada uma destas regiões. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 0,10 e 8,40mg/L, com valores característicos de hipóxia a 1m de profundidade. A temperatura variou entre 24,4 e 30,6°C, sendo que em cada uma das regiões amostradas a variação foi de 2°C no máximo. Os perfis de oxigênio dissolvido obtidos nas regiões litorâneas colonizadas por *E. crassipes* e *P. repens* foram significativamente diferentes em todas as profundidades analisadas ($p < 0,05$), mostrando que regiões do mesmo lago podem apresentar particularidades em relação a esta variável.

Palavras-chave: oxigênio dissolvido - temperatura - nictimerais - lagos - Amazônia

ABSTRACT: Dissolved oxygen and temperature in lakes from Ati Paraná-Solimões region, Central Amazonia, Brazil. Diel cycles of dissolved oxygen and water temperature have been conducted in July 2000 on six lakes from Ati Paraná-Solimões region, Central Amazonia, at litoranean regions colonized by the aquatic macrophytes *Eichhornia crassipes* and *Paspalum repens*, limnetic regions and flooded forests, in order to compare each of these regions. The dissolved oxygen concentration varied between 0.10 and 8.40mg/L, showing values of hipoxia at 1m depth. The extreme temperature values were 24.4 and 30.6°C. At each studied area, the temperature presented a maximum range of 2°C. The dissolved oxygen values obtained at *E. crassipes* and *P. repens* regions were significative different at all depths observed ($p < 0,05$), showing that each region in a lake can presents particular conditions related to this variable.

Key-words: dissolved oxygen - temperature - diel cycle - lakes - Amazonia

Introdução

Os lagos da planície inundável do rio Amazonas-Solimões recebem forte influência do ciclo hidrológico, com flutuações anuais no nível da água entre 10 e 15m (Junk *et al.*, 1989; Odincz-Collart & Moreira, 1989). Desta forma, para suportarem as mudanças ambientais, a flora e a fauna que habitam estes ecossistemas adotaram mecanismos e estratégias adaptativas ao longo de sua história evolutiva (Junk, 1997). Durante os ciclos diurnos, os lagos estão sujeitos a mudanças nas suas variáveis físicas e químicas, em decorrência de processos como fotossíntese, respiração, oxiredução de substâncias e turbulência da água, esta última, causada principalmente pela ação dos ventos (Melack & Fisher, 1983).

Diversos estudos em lagos da Amazônia mostraram que as variações de oxigênio dissolvido levaram algumas espécies de peixes a desenvolverem adaptações para suportar as condições periódicas de hipóxia (Carter & Beadle, 1931; Braum & Junk, 1982; Saint-Paul & Soares, 1987; Almeida-Val *et al.*, 1993; Soares, 1993; Almeida-Val & Hochachka, 1995). Os limites de temperatura da água em lagos da Amazônia, normalmente variam entre 20°C durante o período da friagem (Esteves, 1988) e 34°C em áreas de macrófitas aquáticas nos períodos de enchente-cheia (Junk, 1973; Sánchez-Boicro, 2000). Estes valores são próximos às temperaturas letais registradas para algumas espécies de peixes

neotropicais de água doce (Rictzler *et al.*, 1981; Rantin & Petersen, 1985; Rantin *et al.*, 1985; Fernandez & Rantin, 1986).

É possível que as diversas áreas dentro de um lago apresentem condições físico-químicas particulares e a compreensão de sua dinâmica e comportamento pode ser um fator importante para o entendimento da estrutura da biota aquática. Desta forma, o objeto do presente estudo foi comparar as variações diurnas de oxigênio dissolvido e temperatura entre regiões de igapós, limnéticas e litorâneas, colonizadas pelas macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* e *Paspalum repens*, espécies abundantes em lagos da Amazônia (Junk & Piedade, 1997).

Material e métodos

Os valores de oxigênio dissolvido e temperatura deste estudo foram coletados durante o desenvolvimento do projeto "Efeito do desmatamento da várzea sobre a fauna de invertebrados, peixes e quelônios", do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em convênio com a Agência Espanhola de Cooperação Internacional (AECI).

A concentração de oxigênio dissolvido e a temperatura foram medidas durante período de cheia em julho de 2000, em regiões litorâneas dominadas pelas macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (Martius) e *Paspalum repens* (Berg), em regiões limnéticas e em igapós, de seis lagos localizados entre os rios Ati Paraná e Solimões, Amazônia Central, sendo estes: Curimatá, Malvado, Tarará, Campina, Sacambu e Tracajá (Fig. 1). Desta forma, para cada região amostrada foram feitas seis réplicas. Todos os lagos possuíam área maior do que 100 hectares e abundância das macrófitas *E. crassipes* e *P. repens* na região litorânea.

Os perfis de oxigênio dissolvido e temperatura foram obtidos utilizando-se um oxímetro portátil YSI 55, por um período de 24 horas, com medições a cada 4 horas. Posicionou-se o eletrodo na superfície, a 0,5m e 1m de profundidade, nas regiões litorâneas e, na superfície, a 1m e 3m, nas regiões limnéticas e de igapós. O oxímetro foi calibrado com a precisão de 0,1mg/L para oxigênio dissolvido e 0,1°C para temperatura.

Para comparar os valores de oxigênio dissolvido e temperatura, foram feitos testes de Friedman ($p < 0,05$) (Zar, 1984), entre as regiões:

E. crassipes e *P. repens*, na superfície, a 0,5m e a 1m de profundidade;

E. crassipes e limnética, na superfície e a 1m de profundidade;

E. crassipes e igapó, na superfície e a 1m de profundidade;

P. repens e limnética, na superfície e a 1m de profundidade;

P. repens e igapó, na superfície e a 1m de profundidade;

limnética e igapó, na superfície, a 1m e a 3m de profundidade.

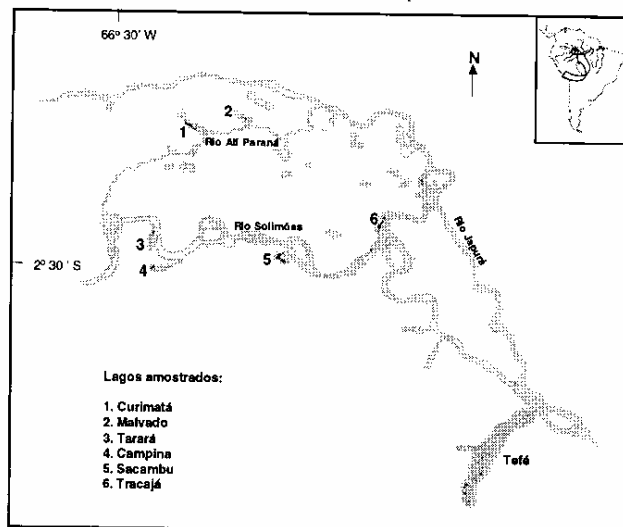


Figura 1: Lagos amostrados na região de Ati Paraná-Solimões (Escala 1:100.000). Fonte: NASDA JERS-1 SAR, 1995 (Global Rain Forest Mapping Project South America).

Resultados

Oxigênio dissolvido

De uma maneira geral, a concentração de oxigênio dissolvido mostrou tendência em diminuir com a profundidade, sendo os valores máximos encontrados em todas as regiões, entre as 10 e 22hs. Nas regiões de *E. crassipes* e limnéticas os valores mais altos ocorreram particularmente às 22hs. Os valores mínimo e máximo de oxigênio dissolvido em cada uma das regiões foram, respectivamente: 0,10 - 6,09mg/L em *E. crassipes*; 0,10 - 5,50mg/L em *P. repens*; 0,10 - 8,40mg/L na região limnética e 0,12 - 6,60mg/L no igapó (Fig. 2).

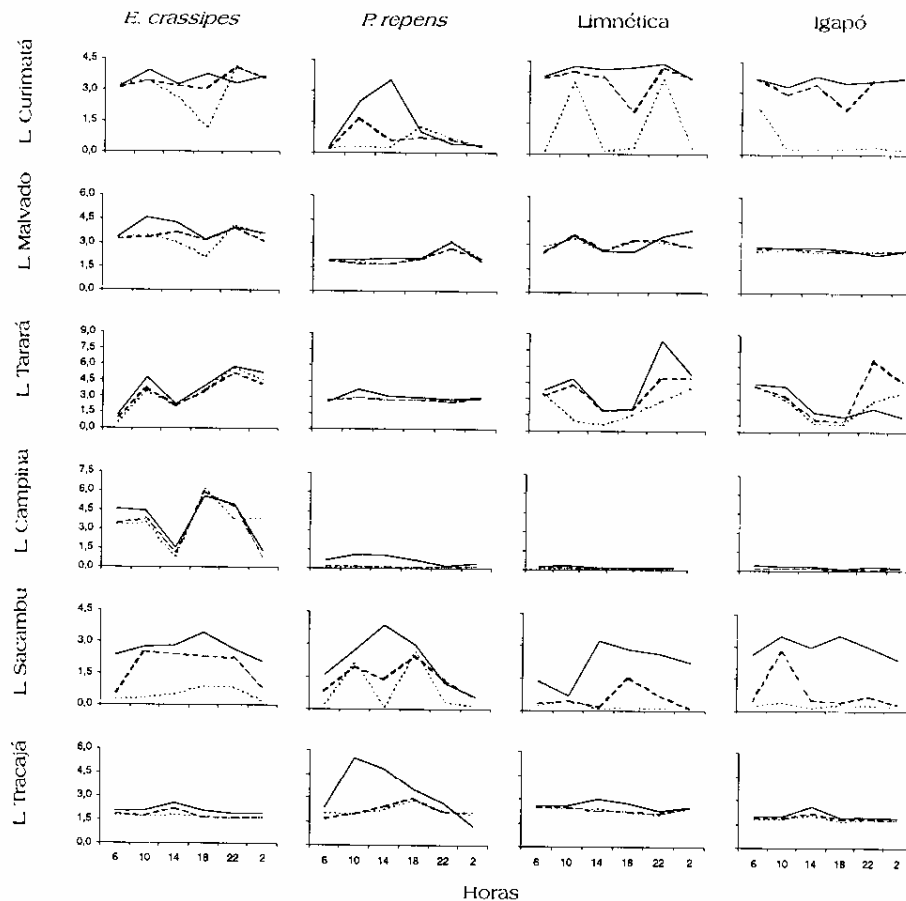


Figura 2: Variações diurnas dos teores de oxigênio dissolvido (mg/L), em regiões de *Eichhornia crassipes* e *Paspalum repens*, na superfície (—), a 0,5m (---) e a 1m (....) de profundidade, e em regiões limnéticas e de igapós, na superfície (—), a 1m (---) e a 3m (....) de profundidade.

Os valores de oxigênio dissolvido entre as regiões de *E. crassipes* e *P. repens* mostraram diferença significativa quando comparados na superfície, a 0,5m e a 1m de profundidade, sendo em todos os casos mais altos em *E. crassipes*. Os valores de oxigênio dissolvido entre as regiões de *P. repens* e limnética foram significativamente diferentes a 1m e entre *P. repens* e igapó houve diferenças significativas a 1m de profundidade. A comparação dos teores de oxigênio dissolvido entre cada uma das demais regiões, nas diferentes profundidades, não apresentaram diferenças significativas (Tab. I).

Tabela 1: Resultados dos testes de Friedman (Fr) e probabilidade (p) para os valores de oxigênio dissolvido (OD) (mg/L) e temperatura (T) (°C) nas profundidades e regiões avaliadas.

Prof. (m)	Var.		<i>E. crassipes</i>	<i>E. crassipes</i>	<i>E. crassipes</i>	<i>P. repens</i>	<i>P. repens</i>	Limnética
			vs <i>P. repens</i>	vs Limnética	vs Igapó	vs limnética	vs igapó	vs Igapó
0,0	OD	Fr	7,111	0	2,778	0,444	0,444	1,000
		P	0,008*	1	0,096	0,505	0,505	0,317
		T	0,694	2,250	4,000	4,694	5,444	2,778
0,5	T	Fr	0,405	0,134	0,046*	0,030*	0,020*	0,096
		P	0,405	0,134	0,046*	0,030*	0,020*	0,096
		T	0,405	0,134	0,046*	0,030*	0,020*	0,096
1	OD	Fr	4,000	-	-	-	-	-
		P	0,046*	-	-	-	-	-
		T	1,778	-	-	-	-	-
3	T	Fr	0,182	-	-	-	-	-
		P	0,182	-	-	-	-	-
		T	0,182	-	-	-	-	-
1	OD	Fr	5,440	0,444	0	7,110	6,250	0,250
		P	0,020*	0,510	1	0,010*	0,010*	0,620
		T	6,250	10,030	6,250	0,030	0,110	1,360
3	T	Fr	0,010*	0,002*	0,010*	0,870	0,740	0,240
		P	0,010*	0,002*	0,010*	0,870	0,740	0,240
		T	0,010*	0,002*	0,010*	0,870	0,740	0,240
3	OD	Fr	-	-	-	-	-	0,280
		P	-	-	-	-	-	0,870
		T	-	-	-	-	-	2,780
3	T	Fr	-	-	-	-	-	0,100
		P	-	-	-	-	-	0,100
		T	-	-	-	-	-	0,100

Temperatura

De uma maneira geral, os valores de temperatura mostraram tendência em diminuir com a profundidade, sendo os valores máximos em todas as regiões, dominantes entre as 14 e 22hs. Os valores mínimo e máximo de temperatura da água encontrados em cada uma das regiões foram, respectivamente: 25,7 - 30,1°C em *E. crassipes*; 25,6 - 30,6°C em *P. repens*; 25,5 - 29,4°C na região limnética e 24,4 - 30°C no igapó (Fig. 3).

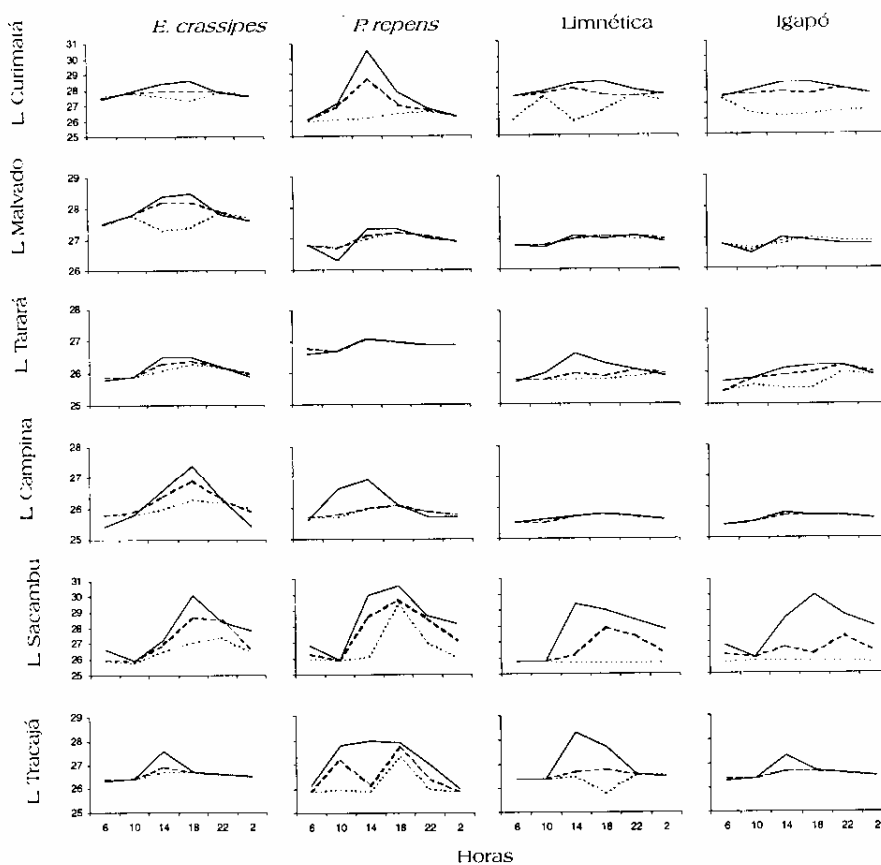


Figura 3: Variações diurnas dos valores de temperatura (°C), em regiões de *Eichhornia crassipes* e *Paspalum repens*, na superfície (—), a 0,5m (---) e a 1m (....) de profundidade, e em regiões limnéticas e igapós, na superfície (—), a 1m (---) e a 3m (....) de profundidade.

Os valores de temperatura foram significativamente diferentes quando comparados entre as regiões de: *E. crassipes* e *P. repens*, a 1m de profundidade; *P. repens* e igapós, e *P. repens* e regiões limnéticas, na superfície; *E. crassipes* e regiões limnéticas a 1m de profundidade; e *E. crassipes* e igapós, na superfície e a 1m de profundidade. A temperatura entre cada uma das demais regiões, nas diferentes profundidades, não apresentaram diferenças significativas (Tab. 1).

Discussão

Neste estudo, a tendência de diminuição dos valores de oxigênio dissolvido com a profundidade deveu-se, provavelmente, à redução da atividade fotossintética na coluna d'água. Nas regiões limnética e de *E. crassipes*, as altas concentrações observadas às 22hs podem ser explicadas, respectivamente, em função do movimento das águas e pela liberação de oxigênio dissolvido através das raízes desta macrófita aquática, fato observado por Jedicke *et al.* (1989) em condições de laboratório.

A variação de 1 a 2°C de temperatura observada durante o dia na maioria dos casos, não se manteve durante a noite, possivelmente devido à mistura da coluna de água, provocada por ventos (Esteves, 1988; Furch & Junk, 1997).

Este estudo registrou a 1m de profundidade, concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 0.5mg/L. Segundo Soares (1993), quando o oxigênio atinge este nível, os peixes exibem respostas adaptativas à hipóxia. Da mesma forma, em lagos próximos a Manaus foram registrados valores que raramente excedem 0.5mg/L de oxigênio dissolvido na superfície da água, apresentando hipóxia periódica durante o dia, provavelmente devido à pouca turbulência da água e à grande quantidade de matéria orgânica em decomposição (Furch & Junk, 1992).

Os valores de oxigênio dissolvido obtidos na região colonizada por *E. crassipes* superaram em aproximadamente 45% os valores registrados nas regiões de *P. repens*. Jedicke *et al.* (1989) observaram experimentalmente o processo de liberação de oxigênio para a água, efetuado pelas raízes de *E. crassipes*, sendo possível, que este fato também ocorra em habitats naturais. Como consequência, esta situação pode propiciar sob as áreas de *E. crassipes*, condições para o estabelecimento de espécies que não apresentam adaptações a condições de hipóxia. O fato de não existirem diferenças significativas entre os valores de oxigênio dissolvido obtidos nas regiões de *E. crassipes*, limnéticas e igapós, deveu-se, possivelmente, à dinâmica de correntes de água dentro dos lagos, as quais podem promover trocas horizontais.

Foram observadas diferenças significativas da temperatura entre as regiões litorâneas de macrófitas aquáticas, limnéticas e de igapós. Algumas profundidades na coluna de água nas regiões limnética e do igapó, apresentaram menores valores de temperatura quando comparadas às regiões litorâneas de *E. crassipes* e *P. repens* onde, supostamente, as folhas e estruturas submersas deveriam estar protegendo a massa d'água da exposição aos raios solares e de seu consequente aquecimento. É possível também, que a ação de ventos estivesse causando misturas na coluna de água nas regiões limnéticas, promovendo menores valores de temperatura. Este efeito pode ser menos atuante nas regiões litorâneas, onde se estabelecem as macrófitas aquáticas.

Na região do Ati Paraná-Solimões, as variáveis oxigênio dissolvido e temperatura mostraram tendências e valores similares aos encontrados em lagos neotropicals da África (Talling, 1957; Melack, 1982) e em regiões de igapós, limnéticas e de macrófitas aquáticas sem distinção por espécie, em lagos da Amazônia (Reinke, 1962; Schimdt, 1973; Junk *et al.*, 1983; Melack & Fisher, 1983; Val, 1986; Saint-Paul & Soares, 1987; Odinetz-Collari & Moreira, 1989; Crampton, 1998; Garcez *et al.*, 1998; Sánchez-Botero *et al.*, 1998; Almeida-Val *et al.*, 1999; Sánchez-Botero, 2000). Porém, as diferenças significativas destas variáveis entre as regiões de *E. crassipes* e *P. repens*, nunca antes testadas, indicam que as diversas regiões dentro de um lago podem apresentar condições particulares. Esta heterogeneidade foi examinada por Sánchez-Botero (2000) com os valores de oxigênio e temperatura em regiões de *Paspalum repens*, *Echinochloa*

polystachya e *Eichhornia* spp. Em relação à fauna íctica, um estudo comparativo entre as macrófitas litorâneas *P. repens* e *Eichhornia azurea*, no lago Camaleão, Amazônia Central, demonstrou diferenças na estrutura de peixes associados a estas regiões (de Lima *et al.*, 2000). Isto ocorreu possivelmente, em função de valores diferenciados de oxigênio e temperatura e da complexidade estrutural característica das partes submersas de cada espécie de macrófita aquática.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Dr. Carlos Araújo Lima, coordenador do Projeto "Efeito do desmatamento da várzea sobre a fauna de invertebrados, peixes e quelônios", INPA - AECI, ao mestrando Rafael Bernhard, ao MSc. Fred Chu Koo, à Dra. Claudia de Deus Silva, à tripulação do "Comandante Kassia" do Município de Tefé/AM, pela colaboração no trabalho de campo e ao Dr. André Furtado do Laboratório de Limnologia, Depto. de Ecologia/UFRJ, pela revisão deste manuscrito.

Referências citadas

- Almeida-Val, V.M.F. & Hochachka, P.W. 1995. Air-breathing fishes: metabolic biochemistry of the first diving vertebrates. In: Hochachka, P.W. & Mommsen, T. (eds.) Biochemistry and molecular biology of fishes. Elsevier, Amsterdam. p. 45-55.
- Almeida-Val, V.M.F., Val, A.L. & Hochachka, P.W. 1993. Hypoxia tolerance in Amazon fishes: status of an under-explored biological "goldmine". In: Hochachka, P.W., Lutz, P.L., Sick, T., Rosenthal, M. & van den Thillart, G. (eds.) Surviving hypoxia: mechanisms of control and adaptation. CRC Press, Boca Raton. p. 435-445.
- Almeida-Val, V.M.F., Val, A.L. & Walker, I. 1999. Long and short-term adaptation of Amazon fishes to varying O₂-levels: intraspecific phenotypic plasticity and interspecific variation. In: Val, A.L. & Almeida-Val, V.M.F. (eds.) Biology of Tropical Fishes. INPA, Manaus. p. 185-206.
- Braum, E. & Junk, W.J. 1982. Morphological adaptation of two Amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen deficient waters. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, 67:869-886.
- Carter, G.S. & Beadle, L.C. 1931. Notes on the habits and development of *Lepidosiren paradoxa*. *J. Limnol. Soc. Lond. Zool.*, 37:197-203.
- Crampton, W.G.R. 1998. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. *J. Fish Biol.*, 53:307-331.
- De Lima, A.C., Guilherme, F.A.G., Campo, F., Procópio, L.C. & Beccerra, M.T. 2000. Cidades submersas: comunidades de peixes associadas às raízes de macrófitas aquáticas. In: Venticinque, E. & Hopkins, M. (eds.) Ecologia da Floresta Amazônica: Curso de Campo. INPA/Smithsonian/OTS, Manaus. p. 49-50.
- Esteves, F.A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Interciência - FINEP, Rio de Janeiro. 545p.
- Fernandes, M.N. & Rantin, F.T. 1986. Lethal temperatures of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Rev. Bras. Biol.*, 46:589-595.
- Furch, K. & Junk, W.J. 1992. Nutrient dynamics of submersed decomposing Amazonian herbaceous plant species *Paspalum fasciculatum* and *Echinochloa polystachya*. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 25:75-85.
- Furch, K. & Junk, W.J. 1997. Physico-chemical conditions in the floodplains. In: Junk, W.J. (ed.) The Central Amazon Floodplain : ecological Studies. Springer-Verlag, Berlin. v. 126, p. 69-108.
- Garcez, D.S., Garcia, C. & Forsberg, B.R. 1998. Variação da meso e macrofauna bentônica segundo a profundidade, em uma área impactada do lago Janaúca, Amazônia Central. In: Anais do IV Congresso de Ecologia do Brasil. Belém.
- Jedicke, A., Furch, B., Saint-Paul, U. & Schüte, U. 1989. Increase in the oxygen concentration in Amazon waters resulting from the root exudation of two notorious water plants, *Eichhornia crassipes* (Potentillaceae) and *Pistia stratioides* (Araccae). *Amazoniana*, 11:53-89.

- Junk, W.J. 1973. Investigation of the ecology and production biology of the "Floating meadows" (*Paspalo-Echinochloetum*) on the Middle Amazon. II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. *Amazoniana*, 4:9-112.
- Junk, W.J. 1997. Structure and function of the large central amazonian river floodplains: synthesis and discussion. In: Junk, W.J. (ed.) *The Central Amazon Floodplain*. Ecological Studies.. Springer-Verlag, Berlin. v. 126, p. 455-472.
- Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: Junk, W.J. (ed.) *The Central Amazon Floodplain*. Ecological Studies. Springer-Verlag, Berlin. v.126. p. 147-185.
- Junk, W.J., Soares, C.M. & Carvalho, F.M. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with especial reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana*, 7:397-431.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. (ed.) *Proc Int Large River Symp (LARS)*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106:110-127.
- Melack, J.M. 1982. Photosynthetic activity and respiration in a equatorial African Soda lake. *Freshwater Biol.*, 12:381-400.
- Melack, J.M. & Fisher, T.R. 1983. Diel oxygen variations and their ecological implications in Amazon floodplain lakes. *Arch. Hydrobiol.*, 98:442-450.
- NASDA JERS-1 SAR 1995. Global Rain Forest Mapping Project South America. Tropical Rain Forest Information Center, Michigan. Available from: < <http://southport.jpl.nasa.gov/GRFM>>.
- Odiniz-Collart, O & Morcira, L.C. 1989. Quelques caractéristiques physico-chimiques d'un lac varzea en Amazonie centrale (Lago do Rei, Île de Carreiro). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 22:191-199.
- Rantin, F.T. & Petersen, J.A. 1985. Thermal tolerance of South American cichlid *Geophagus brasiliensis*. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 18:221-226.
- Rantin, F.T., Fernandes, N.M., Furegato, H.C.M. & Sanches, J.R. 1985. Thermal acclimation in the Teleost *Hoplias malabaricus* (Pisces - Erythrinidae). *Bol. Fisiol. Anim. Univ. São Paulo*, 9:103-109.
- Reinke, R. 1962. Das klima Amazoniens. Tübingen - Germania. p. 1-201. (Dissertation)
- Rietzler, A.C., Rantin, F.T. & Glens, F. 1981. Studies of the critical thermal maximum of the guppy *Phallocceros caudimaculatus* (Hensel, 1926) (Pisces, Pocciliidae). *Bolm. Fisiol. Anim. Univ. São Paulo*, 5:19-27.
- Saint-Paul, U. & Soares, G.M. 1987. Diurnal distribution and behavioral responses of fishes to extreme hypoxia in Amazon floodplain lake. *Environ. Biol. Fishes*, 20:91-104.
- Sánchez-Botero, J.I. 2000. Distribuição espacial da ictiofauna associada às raízes de macrófitas aquáticas em relação ao oxigênio dissolvido, temperatura e tipo de planta na Amazônia central. Manaus, INPA/FUA, 47p. (Dissertação).
- Sánchez-Botero, J.I., Sousa, K.N.S. & Araújo-Lima, C.A.R.M. 1998. Influência do tipo de capim, oxigênio e temperatura na composição da ictiofauna, durante o período de cheia, no lago Janauacá, Amazônia Central, Brasil. In: *Anais do IV Congresso de Ecologia do Brasil*. Belém.
- Schmidt, W.G. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of the Amazon waters. III. Primary productivity of phytoplankton in a tropical flood-plain lake in Central Amazonia. Lago do Castanho, Amazonas, Brazil. *Amazoniana*, 4:379-404.
- Soares, M.G. 1993. Estratégias respiratórias em peixes do lago Camaleão (Ilha da Marchantaria) - AM, BR. Manaus, INPA/FUA, 146p. (Tese).
- Talling, J.F. 1957. Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African waters. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 147:57-83.
- Val, A.L. 1986. Hemoglobinas de *Colossoma macropomum* Cuvier, 1918 (Characoide, Pisces): aspectos adaptativos (Ilha da Marchantaria, Manaus, AM). Manaus, INPA/FUA, 112p. (Tese).
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 718p.

Recebido em: 22 / 11 / 2000

Aprovado em: 20 / 08 / 2001