

## Impacto do sedimento sobre o desenvolvimento do perifíton no rio Taquari, Pantanal, MS.



## **República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*  
**Presidente**

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

### **Conselho de Administração**

*Marcio Fortes de Almeida*  
Presidente  
*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*José Honório Accarini*  
*Sergio Fausto*  
*Dietrich Gerhard Quast*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

### **Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente  
*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
Diretores-Executivos

### **Embrapa Pantanal**

*Emiko Kawakami de Resende*  
Chefe-Geral  
*José Anibal Comastri Filho*  
Chefe Adjunto de Administração  
*Aiesca Oliveira Pellegrin*  
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
*José Robson Bezerra Sereno*  
Gerente da Área de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1981  
Dezembro, 2002

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 37***

# **Impacto do sedimento sobre o desenvolvimento do perifíton no rio Taquari, Pantanal, MS.**

Márcia Divina de Oliveira  
Liliana Rodrigues

Corumbá - MS  
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Pantanal**

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: [www.cpap.embrapa.br](http://www.cpap.embrapa.br)

Email: [sac@cpap.embrapa.br](mailto:sac@cpap.embrapa.br)

### **Comitê de Publicações da Unidade:**

Presidente: Aiesca Oliveira Pellegrin

Secretário Executivo: Marco Aurélio Rotta

Membros: Balbina Maria Araújo Soriano

Evaldo Luis Cardoso

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: Regina Célia Rachel dos Santos

Supervisor editorial: Marco Aurélio Rotta

Revisora de texto: Mirane Santos da Costa

Normalização Bibliográfica: Romero de Amorim

Tratamento de ilustrações: Regina Célia R. dos Santos

Foto da capa: Márcia Divina de Oliveira

Editoração eletrônica: Regina Célia R. dos Santos

### **1ª edição**

1ª impressão (2002): formato digital

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Pantanal.

Oliveira, Márcia Divina de.

Impacto do sedimento sobre o desenvolvimento do perifiton no Rio Taquari, Pantanal, MS / Márcia Divina de Oliveira, Liliana Rodrigues - Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2002.

20 p. il. – (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, 37).

1. Impacto ambiental - Sedimento - Rio Taquari. 2. Pantanal - Impacto ambiental - Sedimento. 3. Sedimento - Impacto ambiental – Perifiton – Planta aquática. I. Rodrigues, Liliana. II. Embrapa Pantanal. III. Título. IV. Serie. CDD 333.714

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Área de estudo.....	8
Resultados.....	10
1. Caracterização físico-química da água.....	10
2. Sedimento aderido e biomassa.....	11
3. Perifiton orgânico e inorgânico.....	12
4. Análise estatística.....	13
Discussão.....	15
Conclusões .....	17
Referências Bibliográficas.....	18

# Impacto do sedimento sobre o desenvolvimento do perifiton no rio Taquari, Pantanal, MS.

---

Márcia Divina de Oliveira<sup>1</sup>

Liliana Rodrigues<sup>2</sup>

## Resumo

As macrófitas aquáticas são muito abundantes em áreas alagadas como as do Pantanal, e fornecem um vasto substrato para a microbiota, em particular para a comunidade perifítica. Foi avaliado o efeito da deposição de sedimento sobre a comunidade perifítica ao longo de 40km do trecho final do rio Taquari, em 12 estações de amostragem, em setembro de 1998. Foram coletados pecíolos de *Eichhornia azurea*, raspados e filtrados para análise da biomassa perifítica (clorofila *a* e peso seco). Foram tomadas amostras de raízes, caules e folhas da macrófita para análise do sedimento aderido. E as características da água também foram estudadas. Do sedimento suspenso analisado, 55% foi depositado até a última estação, e 86% é de origem inorgânica. A transparência da água passou de 27cm a 50cm na última estação de coleta, próxima à foz. A biomassa ficoperifítica aumentou nas últimas estações, sugerindo que próximo da foz a fixação e desenvolvimento dos organismos, principalmente os autotróficos, é beneficiada pela diminuição acentuada do material inorgânico.

Termos de indexação: perifiton, sedimento, deposição, Pantanal, impacto ambiental, macrófitas aquáticas.

---

<sup>1</sup> Bióloga, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109, CEP 79320-900 - Corumbá, MS, mmarcia@cpap.embrapa.br

<sup>2</sup> Bióloga, Dra., Universidade Estadual de Maringá, DBI/PEA/NUPELIA, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900 - Maringá, PR, lrodrigues@wnet.com.br

# Impacts of sediment deposition on periphyton in Taquari river, Pantanal wetland.

---

## Abstract

The aquatic macrophytes are very abundant in floodplains like Pantanal and available ample substrate for colonization of periphyton. In this study was evaluated the effects of sediment deposition in the periphytic community. Were sampled, along 40km in the Channel of Taquari River, 12 stations. Plant stems of *Eichhornia azurea* were scraped and the collected material were filtered for analyzes by biomass (Chlorophyll *a* and dry weight). For adhered sediment analyses were sampled roots, stem, lives of macrophyte. The water characteristics were analyzed. 55% of suspended sediment were deposited until the last one station, and 86% this sediment was inorganic form. The water transparency was 27cm in the first stations and 50cm in the last one, nest the mouth with Paraguay River. The periphytic biomass increased for the last stations, suggesting that the fixation and organisms development next the mouth, mainly autotrophies, were supported by diminish of inorganic sediment.

Index terms: periphyton, sediment, deposition, Pantanal wetland

## Introdução

As macrófitas aquáticas são muito abundantes em áreas alagada como as do Pantanal, onde já foram identificadas 242 espécies (Pott & Pott, 1997). Elas fornecem um vasto substrato para a microbiota, em particular para a comunidade perífítica, visualmente observada nas águas transparentes do Pantanal, durante a cheia. Estudando a microbiota do rio Bento Gomes, Pantanal Norte, Paula *et al.* (1999), observaram 20 espécies de algas que colonizam o perífiton sobre *Eichhornia azurea*, com alta produtividade (entre 47,5 e 584,8 mgC.m<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>).

Em planícies de inundação, o pulso de inundação, a taxa de sedimentação e a velocidade da corrente são de grande importância para a colonização e estabelecimento das comunidades que habitam a região de interface terra/água. Dependendo do sucesso ou não destas, ocorrerá necessariamente alteração no metabolismo do sistema (Neiff, 1996; Camargo & Esteves, 1995).

No rio Taquari, próximo à confluência com o rio Paraguai, grande parte dos sedimentos que chegam à planície de inundação são depositados sobre as raízes, caules e folhas das macrófitas. O rio Taquari é responsável pelo transporte diário de grande quantidade de detritos inorgânicos oriundos do planalto e que são depositados na planície, onde a baixa declividade, diminuição do fluxo e represamento das águas em períodos de águas altas do rio Paraguai são os principais fatores que contribuem para a deposição de sedimentos. (Padovani *et al.*, 1998).

A área alagada no trecho final do rio Taquari (leque aluvial) é a região onde ocorre maior deposição de sedimento transportado. Esta área é densamente ocupada por macrófitas aquáticas, dentre as quais se destaca, por sua abundância, *Eichhornia azurea* Kunth. De acordo com Wetzel (1990, 1996), a superfície submersa de plantas aquáticas favorece o desenvolvimento da comunidade perífítica, que juntamente com as macrófitas, é responsável pela maior parte da produtividade do sistema. Essa é a primeira contribuição sobre a comunidade perífítica no rio Taquari, e que objetiva avaliar o efeito da deposição de sedimento nos bancos de *E. azurea* sobre a biomassa da comunidade perífítica.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Taquari abrange uma área aproximada de 65.023 km<sup>2</sup>, dentro da bacia do Alto Paraguai. No fim do alto curso, o rio Taquari recebe o rio Coxim e logo depois, entra na planície Pantaneira, desembocando no rio Paraguai numa extensão de aproximadamente 400 km. No Pantanal, o rio corre num leito elevado de tal forma que, na enchente, derrama suas águas para a planície adjacente, a qual tem a geomorfologia de um leque aluvial (Carvalho, 1986). No baixo curso, abre-se em inúmeros canais que espalham água pela planície (Brasil, 1979). A região próxima à foz recebe grande influência do rio Paraguai, sofrendo represamento, o que cria uma extensa área alagada na maior parte do ano. Esta área, localizada sob as coordenadas 18°55'S e 57°13'W, foi a escolhida para o estudo. A região litorânea encontra-se dominada por estandes multiespecíficos de macrófitas aquáticas, destacando-se *Eichhornia azurea* Kunth (Fig. 1). A coleta de dados foi realizada no mês de setembro/98, no trecho final do rio Taquari, em 12 estações, numa extensão total de aproximadamente 40km.

Para análise do sedimento aderido aos bancos de *E. azurea* foi coletada uma amostra em cada estação. Uma bandeja foi inserida embaixo do banco de macrófita para evitar perdas de sedimento; a amostra foi retirada, e junto com a água e o sedimento, colocada em saco de polietileno.



Fig. 1. Perifiton sobre peciolo de *Eichhornia azurea*

No laboratório, o sedimento foi lavado e deixado em recipientes para decantação/evaporação. Após 15 dias o sobrenadante foi filtrado, seco e pesado e o sedimento restante também foi seco e pesado, para obtenção do sedimento aderido.

A mesma amostra de macrófita foi seca a 45°C e pesada até peso constante, para obtenção do peso seco. O resultado final foi expresso em grama (g) de sedimento/g de macrófita.

Para análise da biomassa perifítica, foram coletados 3 pecíolos de macrófitas, para cada análise, em cada estação de coleta. O perifíton foi removido de seu substrato e a determinação do peso seco, peso seco livre de cinzas (PSI) e das cinzas (PSO) seguiu Schwarzbald (1990). A determinação da clorofila *a* (corrigida dos feopigmentos) seguiu Marker et al. (1983), utilizando-se filtros Whatman GF/C.

Em cada estação de amostragem foi realizada análise limnológica abiótica de: oxigênio dissolvido (oxímetro YSI), pH e condutividade elétrica (potenciômetros portáteis DIGIMED), transparência da água (disco de Secchi), fluxo de corrente (fluxômetro portátil), sólidos suspensos totais, orgânicos e inorgânicos (técnica gravimétrica segundo APHA, 1985), e nitrato e ortofosfato (Wetzel & Likens, 1991) e clorofila *a* (Marker et al., 1983).

A Análise Multivariada dos Componentes Principais (ACP) foi utilizada para a ordenação das estações amostradas ao longo do rio Taquari em relação às variáveis físicas e químicas ambientais (Manly, 1994). Para avaliar a relação entre os fatores abióticos, resumidos através da ACP, e os dados de biomassa perifítica (clorofila *a*, peso seco, peso seco livre de cinzas e das cinzas), utilizou-se o Índice de Correlação de Spearman.

## **Resultados**

### 1. Caracterização físico-química da água

As características físicas e químicas da água, nos 40km amostrados no rio Taquari, encontram-se na Tabela 1. A porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido variou de 50 a 93,5%. O pH foi levemente ácido, entre 5,75 e 6,64. Em setembro de 1998 o nível d'água no rio Paraguai era de aproximadamente 4,5m, e ainda represava o rio Taquari e elevou a condutividade da água de 23,4 a para 40,0 $\mu$ S/cm, valor mais próximo do rio Paraguai que do Taquari.

A maior velocidade (fluxo) de corrente foi constatada na estação 2 (0,47m/s) e nas estações 10, 11 e 12 praticamente não houve fluxo.

Considerando a razão inorgânica nitrato:ortofosfato, os valores constatados para as estações 1 a 7 demonstram uma proporção próxima ou dentro da faixa (10-20) considerada ideal de suprimento desses nutrientes para as algas (Reynolds, 1984; Borhardt, 1996). Valores mais baixos foram encontrados nas estações localizadas próximo à foz do rio Taquari (estações 8 a 12).

Em média, 55% do sedimento suspenso medido nas 3 primeiras estações de amostragem foi depositado até a última estação, e 86% do sedimento suspenso foi de origem inorgânica. A transparência da água na região litorânea, local de colonização das macrófitas, foi influenciada pelo transporte de material em suspensão inorgânico, passando de 27cm para 50cm na última estação de coleta, próxima à foz. Os valores de clorofila *a* foram menores que 1 $\mu$ g/L na maioria das amostras.

Tabela 1. Variáveis limnológicas analisadas no trecho final do rio Taquari, em setembro de 1998.

Locais	Fluxo	OD	pH	Cond.	Secchi	SSI	SSO	NO <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Clor. a
	(m/s)	% Sat.		(μS/cm)	(m)	%	%		(μg/L)
1	0,37	93,50	6,64	25,30	0,27	8,96	91,04	12,40	< 1
2	0,47	92,60	6,53	24,80	0,27	10,78	89,22	8,79	1,87
3	0,30	89,60	6,55	23,40	0,27	11,26	88,74	6,91	1,58
4	0,39	82,00	6,51	23,40	0,24	10,57	89,43	8,74	< 1
5	0,17	50,00	6,32	24,20	0,33	11,60	88,41	11,40	2,58
6	0,21	59,00	6,29	23,80	0,28	14,11	85,92	10,20	< 1
7	0,19	71,30	6,08	23,00	0,27	13,36	86,64		1
8	0,40	82,40	6,40	31,50	0,36	15,22	84,76	3,30	< 1
9	0,06	81,10	6,48	40,00	0,27	13,15	86,85	1,36	< 1
10	0,002	75,20	6,33	30,30	0,32	12,54	87,46	1,62	< 1
11	0,002	71,50	5,75	31,70	0,33	9,52	90,48	1,16	< 1
12	0,002	65,40	6,32	33,00	0,50	11,80	88,20	0,75	< 1

## 2. Sedimento aderido e biomassa

A quantidade de sedimento depositado sobre caule, folha e raiz das macrófitas (sedimento aderido) e no pecíolo (perífiton inorgânico) decresce em direção à foz (Fig. 2).

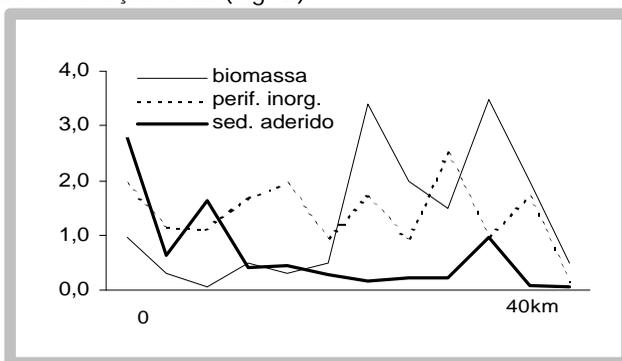
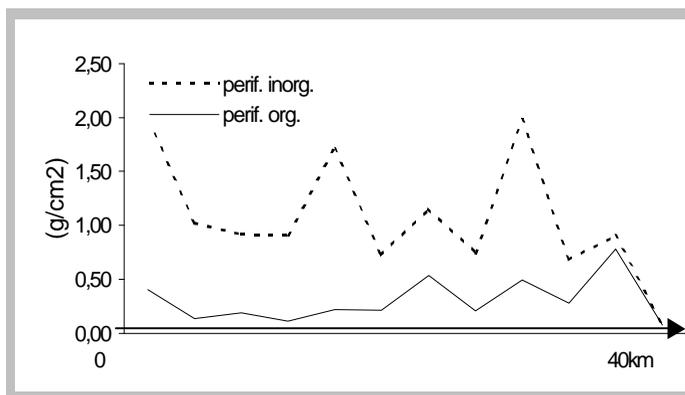


Fig. 2. Biomassa perifítica (clorofila a) (g/cm<sup>2</sup>), peso seco das cinzas (perífiton inorgânico) (g/cm<sup>2</sup>), sedimento aderido (g/g de macrófita seca, no trecho estudado do rio Taquari, em setembro de 1998.

De forma inversa à deposição de sedimento, a biomassa fotossintética da comunidade perifítica, medida através dos valores de clorofila *a*, tende a aumentar em direção à foz do rio Taquari (Fig. 2), apesar da relação não ser significativa ( $p=0,3896$ ). Isto sugere que quanto maior a concentração de sedimento, menor é a colonização das algas que compõem o perífiton.

### 3. Perífiton orgânico e inorgânico

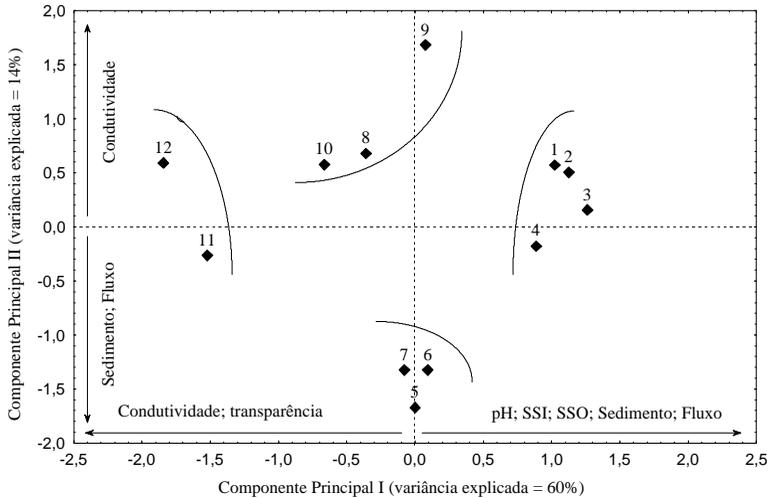
Na maioria das estações a comunidade perifítica ficou caracterizada como tipo inorgânico, representando 50 a 92% do total. Ou seja, o complexo aderido é tipicamente inorgânico, como também observado através dos teores de clorofila *a*. A porcentagem de perífiton orgânico aumenta nas 3 últimas estações chegando a 50% do total, ficando no limite inorgânico-orgânico, onde a concentração de sedimentos aderidos é menor (Fig. 3).



**Fig. 3.** Peso seco das cinzas (perífiton inorgânico) ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) e PS livre das cinzas (perífiton orgânico) ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), no trecho estudado do rio Taquari, em setembro de 1998.

#### 4. Análise estatística

A análise dos componentes principais explicou 74% da variabilidade total dos dados abióticos em seus dois primeiros eixos, revelando a formação de quatro grupos (Fig. 4).

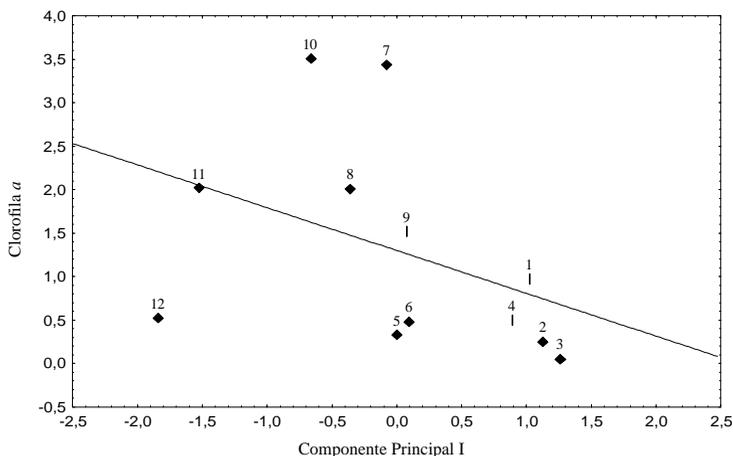


**Fig. 4.** Análise multivariada de componentes principais para as 12 estações estudadas.

O primeiro componente (60%) associou-se negativamente com a condutividade e a transparência da coluna de água e, positivamente, com o pH, sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos, fluxo da corrente e sedimento depositado sobre a macrófita. Neste componente fica evidente a formação de dois grupos distintos: (a) o primeiro reunindo as estações 1 a 4, localizadas acima do largo, devido às maiores concentrações de sólidos suspensos na coluna d'água, nas macrófitas e maior fluxo de corrente; (b) o segundo aproximando as estações 11 e 12, já localizadas próximo à foz, devido ao aumento da transparência e condutividade. Nestes dois pontos, as águas do rio Taquari já se misturam às do rio Paraguai, ocorrendo assim, a diluição de suas características abióticas, principalmente descaracterizando a presença de grande quantidade de detritos particulados na água.

O segundo componente (14%) separou as estações localizadas dentro do largo, aproximando as estações 5, 6 e 7 devido a presença de sedimento sobre as macrófitas e o fluxo da corrente. As estações 8 a 10 formaram o quarto grupo, devido à condutividade elevada, principalmente na estação 9.

Relacionando os dados de biomassa perifítica com os fatores abióticos obtidos na análise de componentes principais (Fig. 5), verificou-se a correlação entre o componente principal I e a biomassa fotossintética. Os resultados demonstram que a maior quantidade de sedimento retido nas macrófitas, maior quantidade de sólidos suspensos na água e maior fluxo provocam a diminuição da biomassa fotossintética. À medida que ocorre maior transparência da coluna de água e aumento da condutividade, aumenta também a concentração dos teores de clorofila *a*. Embora não tenha sido obtido um valor de significância inferior a 5%, o perifiton inorgânico (PSC) demonstra forte tendência à correlação com os dados abióticos resumidos no componente principal I. Ou seja, a medida em que ocorre um aumento na quantidade de sedimento retido nas macrófitas, na quantidade de sólidos suspensos na água e no aumento do fluxo, ocorre um aumento do material inorgânico na comunidade perifítica, com conseqüente diminuição da biomassa fotossintética.



**Fig. 5.** Relação entre os dados abióticos resumidos na CPI e a biomassa fotossintética do ficoperifiton ( correlação de Spearman = 0,013).

## Discussão

Perifíton pode ser definido como microalgas que crescem sobre um substrato (Wetzel, 1991). Esta comunidade pode ser afetada por inúmeros fatores como nutrientes, contaminantes, luz, temperatura, velocidade da água e pastejo ("grazing"). A penetração da luz na coluna d'água pode ser afetada por altas concentrações de sedimentos suspensos, como observado por Oliveira & Calheiros (1998) no rio Taquari.

O rio Taquari tem um caráter divergente, ou seja, derrama suas águas para a planície. Muitas das águas que extravasam do canal principal retornam ao leito à jusante com transparência maior que no leito principal, após passar por área de densa cobertura de macrófitas. Isto indica que há uma forte deposição de sólidos em suspensão por influência da vegetação. Esta deposição também ocorre no leito principal, embora em menor intensidade, tendo em vista o decréscimo 55% na concentração de sedimento no trecho estudado.

No rio Taquari observou-se uma relação inversa da deposição de sedimento (sedimento aderido) e o desenvolvimento do perifíton, sendo este mais abundante nas estações próximas ao rio Paraguai, onde o rio Taquari apresenta águas com menor quantidade de sedimento depositado sobre as macrófitas.

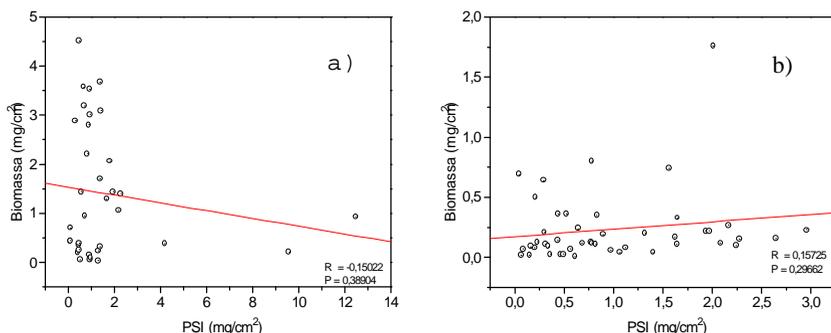
Além da quantidade de sedimento na água e no substrato (macrófita), outro fator que poderia influenciar o desenvolvimento das algas do perifíton seria a razão inorgânico nitrato:ortofosfato, cuja relação ideal é na faixa de 10-20, considerada para o suprimento desses nutrientes para as algas (Reynolds, 1984; Borchardt, 1996). Os valores desta relação na primeira metade do trecho estudado demonstram uma proporção próxima ou dentro da faixa (10-20) e valores mais distantes do ideal foram encontrados nas estações localizadas próximo à foz do rio Taquari, onde o desenvolvimento das algas foi maior, observado na análise de clorofila a do perifíton.

O fluxo também pode interferir na fixação das algas, no entanto, conforme Stevenson (1996) apud Rodrigues & Bicudo (in prep.) o nível de corrente 0,3 a 0,5 m/s possui efeito estimulador para a recolonização rápida. Este fato foi registrado por Rodrigues & Bicudo (in prep.) na planície de inundação do rio Paraná. No rio Taquari o fluxo variou de 0,0 a 0,5m/s, não exercendo efeito negativo sobre o desenvolvimento do perifiton.

No rio Taquari a relação entre o perifiton inorgânico (PSI), depositado sobre o pecíolo e a biomassa apresenta relação inversa (embora não significativa a nível de 5%), ou seja, quanto menor o perifiton inorgânico, maior é a biomassa (Fig. 6). Oliveira et al (2002), estudando o rio Cuiabá próximo à foz e o rio Paraguai à montante a jusante da confluência com o rio Cuiabá, observou relação contrária. A biomassa (clorofila a) mostrou relação direta com o perifiton inorgânico (PSI). Neste caso a menor concentração de sedimentos deve favorecer o desenvolvimento do perifiton. E os nutrientes adsorvidos aos sedimentos favorece o desenvolvimento das algas, que mostra aumento da biomassa na fase de vazante/seca, fase que a drenagem da água da planície para o rio introduz nutrientes na água do rio (Oliveira & Calheiros, 2000).

Engle & Melack (1990) estudando a comunidade perifítica das raízes de *Paspalum repens* no lago Calado (Amazônia), observou que a deposição de silte nas raízes impede o crescimento das algas, observado pela diminuição da clorofila durante a enchente. A biomassa perifítica foi maior na vazante, quando há maior luminosidade, chuvas menos frequentes e estão sendo produzidos novos tecidos das macrófitas. Experimentos in situ revelaram que a turbidez inorgânica regula a habilidade das algas fixas de utilizarem os nutrientes dissolvidos presentes na água do rio (Engle & Melack, 1993).

A concentração da clorofila observada na água do rio Taquari foi muito baixa se comparada à biomassa das algas fixas ao substrato (perifiton), constituindo estas uma fonte importante de alimento para larvas de peixes e outros organismos.



**Fig. 6.** Relação entre a biomassa do perifiton (clorofila a) e o PSI do pecíolo de *Eichhornia azurea*, no rio Taquari (a) e nos rios Cuiabá e Paraguai, região do Amolar(b), em setembro de 1998 e setembro e abril de 1999, respectivamente.

## Conclusão

A comunidade perifítica do trecho final do rio Taquari sofre influência direta do sedimento inorgânico carreado pelo rio e após a sedimentação dos sólidos suspensos a biomassa ficoperifítica tende a aumentar. Isso sugere que, mais próximo à foz, a fixação e desenvolvimento dos organismos, principalmente os autotróficos, é beneficiada pela diminuição acentuada do material inorgânico.

## Agradecimentos

À Neuza O. S. Galvão, Maria Davina R. Oliveira, Egídia A. Costa, Elizângela L.V. Silva e Valdomiro L. Silva pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório.

## Referências Bibliográficas

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (Washington, DC). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA; AWWA; WPCF, 1985. 1268 p.
- BORCHARDT, M.A. Nutrients. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; Lowe, R.L. (Eds.). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press, 1996. p.183-227.
- BRASIL. Ministério do Interior. Superintendencia do Desenvolvimento da Região Centro-Oeste (Brasília, DF). **Estudos de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai - EDIBAP: descrição física e recursos naturais**. Brasília, 1979. t.2. 235 p.
- CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. Pesquisa limnológica no Pantanal: uma revisão. In : SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1996, Corumbá, MS. **Manejo e conservação: anais**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. p. 115-125.
- CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. Influence of water level variation on fertilization of an oxbow lake of Rio Mogi-Guaçu, state of São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, The Hague, v.299, p.185-193, 1995.
- CARVALHO, N.O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL. 1., 1984, Corumbá, MS. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.43-49. (EMBRAPA-CPAP. Série Documentos, 5).
- ENGLE, D.L.; MELACK, J.M. Floating meadow epiphyton: biological and chemical features of epiphytic material in an Amazon floodplain lake. **Freshwater Biology**, Oxford, v.23, p.479-494, 1990.
- ENGLE, D.L.; MELACK, J.M. Consequence of riverine flooding for seston and the periphyton of floating meadows in an Amazon floodplain lake. **Limnology Oceanography**, New York, v.38, n. 7, p.1500-1520, 1993.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods**. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1994. 215 p.

MARKER, A.F.H.; NUSH, E.A.; RAI, H.; RIENMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: conclusions and recommendations. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** v.14, p.91-106. 1983.

NEIFF, J.J. Large rivers of South America: toward the new approach. **Verhandlungen International Verh. Limnology**. v.26, p.167-180. 1996.

OLIVEIRA, M.D. de ; CALHEIROS, D.F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, New York, v.427, p.101-112, 2000.

OLIVEIRA, M.D. de; CALHEIROS, D.F. Transporte de nutrientes e material em suspensão na bacia do rio Taquari, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 6., 1997, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1997. p. 352.

OLIVEIRA, M.D. de; WANTZEN, K.M.; HARDOIM, E.L.; DE-LAMONICA-FREIRE, E.; BARBOSA, D.S. **Avaliação ecológica rápida - Parque Nacional do Pantanal, MT- limnologia: relatório técnico.** [Corumbá?] : TNC; IBAMA; GASBOL, 2002. 96p.

PADOVANI, C.R.; CARVALHO, N.O.; GALDINO, S.; VIEIRA, L.M. Deposição de sedimentos e perda de água do rio Taquari no Pantanal. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 3., 1998, Belo Horizonte. **Assoreamento de reservatório e erosão a jusante - anais.** Belo Horizonte: ABRH, 1998. p. 127-134.

PAULA, A.M.; LIMA, Z.M.; SERGIO, E.C.; BORGES, L.M.K.; ALBUQUERQUE, L.L.; CRUZ, S.F.O.; SCHWARBOLD, A. Caracterização limnológica e produção primária do perifíton em *Eichhornia azurea* (Swart) Kunth, no rio Bentos Gomes, Pantanal de Poconé – MT. In : SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1996, Corumbá, MS. **Manejo e conservação: anais.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. p.375-380.

POTT, V.J.; POTT, A. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. **Acta Botanica Brasiliensia**, São Paulo, v.11, n.2, p.215-227. 1997.

REYNOLDS, C.S. **The ecology of tropical rivers and lakes**. New York: J. Willey, 1984. 301p.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C. **Influência do nível hidrológico associado ao regime hidrodinâmico sobre características limnológicas na planície de inundação do alto rio Paraná**. (em preparação)

SCHWARZBOLD, A. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifíton. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v.3, p.545-592, 1990.

WETZEL, R.G. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. **Verhandlungen International Ver. Limnology**. v.24, p. 6-24. 1990.

WETZEL, R.G.; LINKENS, G.E. **Limnological analyses**. New York: Springer-Verlag, 1991. 391 p.

WETZEL, R.G. Benthic algae and nutrient cycling in lentic freshwater ecosystems. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Eds.) **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press, 1996. p.641-667.



---

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal  
Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento***  
Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109  
CEP 79320-900 Corumbá-MS  
Telefone: (67)233-2430 Fax: (67) 233-1011  
<http://www.cpap.embrapa.br>  
email: [sac@cpap.embrapa.br](mailto:sac@cpap.embrapa.br)

**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**