

ANAIS DO VIII SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA	Volume VIII	p.	1997
--	-------------	----	------

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais
UFSCar, São Carlos - SP.

MINERALIZAÇÃO DE CARBOIDRATOS DOS DETRITOS DE DUAS ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS.

CUNHA, M. B.⁽¹⁾ & BIANCHINI Jr. I.⁽²⁾

O presente trabalho tem por objetivo descrever as cinéticas de mineralização de carboidratos, decorrentes da degradação aeróbia de duas espécies de macrófitas aquáticas: *Cabomba piauhyensis* e *Scirpus cubensis*. Para tanto, montou-se para cada espécie 10 câmaras de decomposição. A cada dia de amostragem desmontou-se uma câmara, de cada espécie, e separou-se a matéria orgânica particulada da dissolvida. Posteriormente, quantificou-se os carboidratos solúveis em cada fração. De modo geral, verificou-se que a mineralização dos carboidratos contidos na *C. piauhyensis* foi de 1,8 vezes mais efetiva que a dos constituintes da *S. cubensis*. Neste sentido, em 120 dias de experimento 77% dos carboidratos da *C. piauhyensis* foram mineralizados contra 42% dos carboidratos presentes na *S. cubensis*. A análise dos resultados mostrou ainda, que a mineralização dos carboidratos lixiviados teve maior participação nos processos de decomposição da *C. piauhyensis* visto que estes são mais intensamente liberados e consumidos, em comparação com os carboidratos dissolvidos da degradação da *S. cubensis*.

CARBOHYDRATES MINERALIZATION FROM THE DETRITUS OF TWO AQUATIC MACROPHYTES SPECIES. This study comprises the kinetic descriptions of carbohydrates mineralization derived from the decomposition of *Cabomba piauhyensis* and *Scirpus cubensis*, under aerobic conditions. For each specie, the laboratory experiment was conducted in 10 decomposition chambers. Every sample day the particulate organic matter were fractionated from the dissolved throughout centrifugation and, subsequently, a quantification of total carbohydrate soluble in each fraction was made. The mineralization of the carbohydrates from the *C. piauhyensis* tissues showed 1.8 times more effective than the *S. cubensis*. This way, in 120 days of the experiment 77% of the *C. piauhyensis* carbohydrates were mineralized against 42% of the *S. cubensis* carbohydrates. The results also show that, the mineralization of the released carbohydrates is notable and more important in the process of decomposition of *C. piauhyensis*, due to its high released and consumption, compared to the carbohydrates dissolved in the degradation of the *S. cubensis*.

INTRODUÇÃO

Em geral, as macrófitas aquáticas exercem um papel de destaque nos ecossistemas aquáticos rasos, pois influenciam a química da água, atuam como substrato para algas, sustentam as cadeias de detritos e de herbivoria e

¹ I.C./CNPq / Depto de Hidrobiologia, UFSCar, SP.

² Depto. Hidrobiologia e PPG-ERN, UFSCar, SP.

funcionam como compartimentos estocadores de nutrientes na coluna d'água (WETZEL, 1975).

Dentre as principais características das macrófitas aquáticas se destaca a habilidade de acumular nutrientes e acelerar a ciclagem destes elementos no ambiente (BROCK et al., 1983). A importância destes vegetais nos ciclos biogeoquímicos já foi reconhecida há muitos anos (CAINES, 1965; REIMER & TOTH, 1969; 1970; BOYD, 1969 entre outros).

Atualmente é bem conhecido que a concentração de substâncias inorgânicas na biomassa das macrófitas aquáticas afeta diretamente as cadeias alimentares (HOWARD-WILLIAMS & JUNK, 1977; ESTEVES, 1988).

O estudo do processo de decomposição da biomassa vegetal nos ecossistemas é de extrema importância, uma vez que as taxas de decomposição, condicionam a velocidade de ciclagem dos elementos, permitindo assim, a manutenção do fluxo contínuo de energia e matéria. Durante o processo de decomposição ocorrem modificações químicas e físicas dos detritos, decorrentes de três processos básicos: fragmentação, lixiviação e catabolismo (SWIFT et al., 1979). A fragmentação é o processo pelo qual se realiza a redução do tamanho original da partícula do detrito, sendo uma modificação de caráter físico. A lixiviação, inclui a perda rápida de material solúvel pela ação da água.

O catabolismo é o processo no qual os organismos decompositores degradam compostos orgânicos complexos em moléculas pequenas e simples. Este pode ser completo gerando, como na respiração aeróbia da glicose, somente produtos inorgânicos simples como CO_2 e H_2O , ou incompleto, gerando produtos intermediários, tais como as substâncias húmicas (SWIFT et al., 1979; BIANCHINI Jr. & TOLEDO, 1996).

As velocidades através das quais os nutrientes e o carbono são ciclados e acumulados dependem, basicamente, dos balanços entre os processos de imobilização e de mineralização. Como imobilização de um dado elemento, entende-se como sendo sua incorporação ou manutenção na forma orgânica, processo esse que, nos sistemas aquáticos é efetuado, geralmente, através da ação das comunidades fitoplanctônicas e de microrganismos, pelas raízes das plantas aquáticas e por meio das interações químicas que envolvem as substâncias húmicas e os processos de adsorção. A mineralização ocorre quando as formas inorgânicas de um dado elemento são liberadas durante o catabolismo de um recurso (por exemplo: SO_4^{2-} , CO_2 , NH_3 , etc.). Desse modo, a disponibilidade de um determinado elemento nutriente depende da mineralização líquida, na qual a resultante do processo de mineralização excede o de imobilização (SWIFT et al., 1979).

Os carboidratos, freqüentemente denominados de amidos ou açúcares, estão largamente distribuídos nos tecidos animais e vegetais. Nas plantas são produzidos através dos processos fotossintéticos e compreendem amidos estruturais e das células. Nas células, os carboidratos constituem importante fonte de energia para as atividades vitais. Alguns são dotados de funções altamente específicas dentro das rotas metabólicas. Quimicamente, os carboidratos são definidos como derivados aldeídicos ou cetônicos de álcoois

polihídricos superiores, ou como compostos, que ao serem hidrolizados, fornecem tais derivados (HARPER, 1968).

De acordo com LEHNINGER (1993), os dissacarídeos, a sacarose e a lactose são hidrolizadas pelos microrganismos à monossacarídeos, por meio da hidrólise enzimática das ligações glicosídicas das moléculas de glicose que compõem os açúcares ou amidos. A conversão da molécula de glicose em duas moléculas de piruvato é chamada de glicólise e se constitui numa das principais rotas de obtenção de energia, na forma de ATP, na maioria dos organismos vivos.

Em condições anaeróbias, na fermentação alcoólica, o piruvato é reduzido em lactato ou em etanol e CO₂. Segundo LEHNINGER (op. cit.) a equação global da glicólise anaeróbia da fermentação láctea pode ser assim descrita:



Por sua vez, a fermentação alcoólica pode ser representada pela seguinte equação:



Em condições aeróbias o piruvato é oxidado a acetil-CoA e CO₂ em lugar de ser reduzido a lactato ou etanol e CO₂. A glicólise, deste modo, constitui-se no primeiro e obrigatório estágio do catabolismo aeróbio e anaeróbio da glicose e de outros carboidratos, de vários organismos.

Diante da importância dos processos de ciclagem (de matéria e energia) para o funcionamento dos ecossistemas, este trabalho visa descrever as cinéticas de mineralização de carboidratos, provenientes da degradação de duas espécies de macrófitas aquáticas (*Scirpus cubensis* e *Cabomba piauhyensis*). Tem também por objetivo discutir a importância das taxas obtidas frente ao metabolismo do sistema aquático no qual as macrófitas foram colhidas (Lagoa do Infernã).

MATERIAIS E MÉTODOS

As macrófitas aquáticas utilizadas neste estudo foram exemplares adultos de *Scirpus cubensis* e *Cabomba piauhyensis* coletados, na mesma época, em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu, a Lagoa do Infernã (21° 35' S e 47° 51' W). Após colhidos os exemplares foram lavados com água da própria lagoa, ao serem trazidos ao laboratório, foram novamente lavados com água corrente e secos em estufa (65 °C).

Em laboratório, para cada espécie de macrófita aquática, foram montadas 10 câmaras de decomposição. A montagem das câmaras se constituiu da adição de fragmentos de planta (previamente secos) em amostra de água da

Lagoa do Infernã (previamente filtrada em lã de vidro), na proporção de 5,0 g de planta para cada 0,65 litro de água.

O experimento teve duração de 120 dias e foi realizado no escuro, sob temperatura ambiente e condição aeróbia, através do borbulhamento constante de ar comprimido. Periodicamente uma câmara com fragmentos de cada espécie de planta foi desmontada (dias: 1, 3, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 90 e 120), a cada dia de amostragem foram estimadas as frações de matéria orgânica particulada (MOP) e de matéria orgânica dissolvida (MOD), através de método gravimétrico (BIANCHINI Jr., 1982). Estimou-se, ainda, nestas frações os teores de carboidratos totais solúveis. Para a extração dos carboidratos dos detritos particulados foram empregados os procedimentos sugeridos por BIANCHINI Jr. *et al.* (1979), as quantificações foram efetuadas por meio de método colorimétrico, segundo metodologia proposta por DUBOIS *et al.* (1956).

O fracionamento da MOP e da MOD foi realizado por meio de filtração em rede de “nylon” (0,4 mm de diâmetro de poro) e, posteriormente, por centrifugação (1 hora, 5000 rpm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das Figuras 1 e 2 apresentam-se as variações temporais dos teores de carboidratos solúveis totais nas frações particuladas e dissolvidas de matéria orgânica, decorrentes da decomposição de *S. cubensis* e *C. piauhyensis*. São apresentadas, ainda, as cinéticas de consumo de carboidratos (mineralizações), decorrentes dos processos oxidativos, e as variações da temperatura no decorrer do experimento. A temperatura média na qual os experimentos foram desenvolvidos foi de 25,3 °C, com máxima de 27,5 °C e mínima de 22,0 °C (Figura 1D). Comparando-se as variações de temperatura nas quais o experimento foi efetuado com as registradas através dos inventários realizados por ESTEVES (1991), FERESIN (1991) e GIANOTTI (1994) na lagoa do Infernã, verifica-se que os processos de mineralização dos carboidratos desenvolveram-se, em laboratório, sob temperaturas que oscilaram dentro de um intervalo similar ao verificado na lagoa. Por este motivo, admite-se que, no que se refere a esta variável, os processos de mineralização desenvolvidos *in vitro* podem ser considerados similares aos que se realizam na lagoa do Infernã. Admite-se, portanto, que a temperatura não se constituiu em um fator limitante.

Com base nestas figuras é possível observar que houve, no início do experimento, intensos decaimentos dos carboidratos contidos nos detritos particulados de ambas espécies ($\approx 40\%$ para *S. cubensis* e $\approx 60\%$ para *C. piauhyensis*). Na sequência, os carboidratos remanescentes passaram a decair de modo mais lento (Figuras 1A e 2A). Segundo SWIFT *et al.* (1979); BIANCHINI Jr. (1982; 1985); BIANCHINI Jr. & TOLEDO (1996) os intensos decaimentos verificados, no início do experimento, dos carboidratos contidos nos detritos particulados decorrem da lixiviação das frações protoplasmáticas e oxidação das frações lábeis. Os decaimentos atenuados observados nas frações remanescentes (particuladas) de carboidratos provavelmente reflitam a

participação destes compostos nas matrizes ligno-celulósicas dos elementos estruturais destas espécies, ou mesmo, a natureza refratária dos carboidratos remanescentes.

Em decorrência dos processos de lixiviação, no início do experimento nota-se, nas câmaras de decomposição das duas espécies de macrófitas, intensos incrementos dos teores de carboidratos dissolvidos. Após o 1º dia verifica-se que também as frações de carboidratos dissolvidos passaram a decair expressivamente, processo este que se manteve até, aproximadamente, o 5º dia nos frascos que continham *S. cubensis* (Figura 1B) e o 20º dia nas câmaras com *C. piauhyensis* (Figura 2B). Em seguida, os teores de carboidratos dissolvido presentes nas câmaras contendo *S. cubensis* foram incrementados e passaram a oscilar entre 7 e 15% até o final do experimento (Figura 1B). Provavelmente estas oscilações sejam decorrentes do enriquecimento de carboidratos por excreção de microrganismos, formação de compostos húmicos (produtos de ressíntese), ou mesmo a conversão de frações de celulose em carboidratos solúveis. Após o 20º dia, os teores de carboidratos dissolvidos decorrentes da degradação de *C. piauhyensis* decaíram continuamente até o final do experimento, no entanto, de modo mais lento (Figura 2B).

Com relação as cinéticas de mineralização dos carboidratos verifica-se que, para as duas espécies, no início do experimento houve intensificação dos processos de consumo até aproximadamente o 20º dia, no decorrer do tempo as velocidades de mineralização tenderam decair (Figuras 1C e 2C). Estes resultados sugerem que no início do experimento houve principalmente o consumo das frações lábeis (particuladas e dissolvidas) e no decorrer do tempo, o predomínio gradual do consumo das formas resistentes de carboidratos. Sugerem, ainda, que a partir do 20º dia tenha ocorrido equivalência entre as taxas de oxidação e de formação de carboidratos (imobilização) por parte dos microrganismos. Outra possibilidade refere-se a incorporação dos carboidratos nas estruturas dos compostos húmicos, através da qual as moléculas de carboidratos tenderiam se tornar mais refratárias. Nesse sentido, os carboidratos tem sido freqüentemente citados como participantes da formação de vários compostos relacionados com as substâncias húmicas ou proto-húmicas, tais como os melanóides e glicosídeos (BIANCHINI Jr. *et al.*, 1984).

Através das comparações entre as cinéticas de consumo de matéria orgânica (total) e de carboidratos (totais) para ambas as espécies de macrófitas aquáticas (Figura 3), observa-se que para a *S. cubensis* os carboidratos consumidos constituíram-se em aproximadamente 2,2% da MOC total, para a *C. piauhyensis* os carboidratos representaram 7,5% de toda biomassa consumida. Estes resultados indicam que os carboidratos presentes nos detritos de *C. piauhyensis* foram, aproximadamente, 3,4 vezes mais consumidos do que os carboidratos presentes na *S. cubensis*, respeitando a proporção original entre carboidratos e demais compostos orgânicos dos fragmentos utilizados para a montagem do experimento (*S. cubensis* = 13,6 mg de carboidratos/g de detrito e *C. piauhyensis* = 42,6 mg de carboidratos/g de detrito). Com base nestes resultados pode-se inferir que a constituição dos tecidos de sustentação da *C. piauhyensis*, por ser uma macrófita submersa, possua provavelmente menos

carboidratos na forma de celulose e lignina do que a *S. cubensis* que por sua vez, é uma espécie emersa.

A partir dos ajustes dos resultados a modelos cinéticos de primeira ordem, de acordo com procedimentos similares que os sugeridos por **BIANCHINI Jr. & TOLEDO**, (1996) verifica-se que no processo de decomposição da *S. cubensis*, houve intenso decaimento dos carboidratos contidos na MOP (44%). Este decaimento resultou de dois processos ocorridos em paralelo: a mineralização das frações lábeis e a lixiviação. Nesse sentido, a mineralização foi responsável pelo decaimento de 20,6% dos carboidratos e a lixiviação por cerca de 23,4%; a taxa global destes processos foi estimada em 2,5 dia⁻¹, que corresponde a um tempo de meia-vida de 0,27 dia ($\approx 6,5$ horas) para estes processos (Figura 4).

Para a *C. piauhyensis* a taxa global dos processos de mineralização e lixiviação foi, aproximadamente, 30% maior (3,2 dia⁻¹) que a apresentada na decomposição de *S. cubensis*, correspondendo a um tempo de meia-vida da ordem de 0,21 dia (≈ 5 horas). Estes processos envolveram cerca de 62,8% dos carboidratos da *C. piauhyensis*, dos quais 48,2% foram mineralizados e o restante (52%) constituíram-se nas frações dissolvidas (Figura 5). Na comparação entre estes processos (lixiviação e mineralização) verifica-se que os ocorridos nos detritos de *C. piauhyensis* foram aproximadamente 1,3 vezes mais rápidos e envolveram 42% a mais de carboidratos que os ocorridos nos detritos de *S. cubensis*, provavelmente tais características decorram, basicamente, das características estruturais e da composição de cada espécie.

As taxas de mineralização das frações lábeis de carboidratos dissolvidos foram próximas ($\approx 0,2$ dia⁻¹) independente da origem do detrito lixiviado, no entanto, para *S. cubensis* as frações oxidadas corresponderam a 9,1% do total de carboidratos, contra 21,8% dos carboidratos presentes na *C. piauhyensis*. A análise destas taxas indica que os processos de mineralização destas frações dissolvidas foram relativamente rápidos visto que apresentaram uma meia vida da ordem de, apenas, 3,2 dias.

Na decomposição destas duas espécies de macrófitas aquáticas, a formação de carboidratos refratários dissolvidos foram, próximas em termos relativos (*S. cubensis* $\approx 14,3\%$ e *C. piauhyensis* $\approx 10,7\%$). Entretanto, de acordo com o modelo cinético desenvolvido, apresentaram origens diferentes. No caso dos carboidratos refratários originados de *S. cubensis*, foram provenientes do decaimento dos carboidratos lábeis, ou seja constituíram-se, basicamente, em produtos de ressíntese e provavelmente se mantiveram nas câmaras sem sofrer consumo significativo, por se constituírem em compostos húmicos. No caso dos carboidratos refratários dissolvidos originados da decomposição de *C. piauhyensis* supõe-se que sejam, principalmente, decorrentes dos processos de lixiviação. A baixa taxa de oxidação destes compostos (0,005 dia⁻¹) sugere que também estes compostos transformaram-se em substâncias húmicas.

Ainda com base no modelo cinético desenvolvido verifica-se que 56% dos carboidratos presentes nos detritos de *S. cubensis* encontravam-se ligados aos detritos particulados e foram mineralizados com uma taxa de 0,001 dia⁻¹; para a *C. piauhyensis* esta fração correspondeu a 37,2% do total de carboidratos e sua

taxa de mineralização foi cerca de 7,6 maior que a apresentada por *S. cubensis*. A análise destes resultados indica que grande parte dos carboidratos contidos nos detritos de *S. cubensis* e de *C. piauhyensis* foi mineralizada, lentamente, em conjunto com o material particulado. Nesse sentido, as oxidações de tais carboidratos apresentaram uma meia vida da ordem de 23 (*S. cubensis*) e de 3 meses (*C. piauhyensis*).

A partir da análise das cinéticas de mineralização de carboidratos, de ambas espécies de macrófitas aquáticas, pode-se inferir que, de modo geral, os carboidratos presentes na *C. piauhyensis* são muito mais facilmente lixiviados e oxidados em comparação com os carboidratos presentes na *S. cubensis*. Supõe-se que na lagoa do Infernã, os carboidratos dos detritos de *S. cubensis* e *C. piauhyensis* possam ter os seguintes destinos: 1º) sofrerem rápida mineralização por se constituírem em fonte de energia para os processos vitais dos microrganismos; 2º) se constituírem em precursores de substâncias húmicas e/ou outros produtos de ressíntese e 3º) se manterem refratários por um longo período, devido suas interações químicas com outros compostos presentes nas estruturas dos tecidos vegetais (por exemplo: lignina).

Em termos de metabolismo da lagoa do Infernã os resultados obtidos sugerem que grande parte dos carboidratos contidos nos detritos destas espécies de macrófitas aquáticas sejam mineralizada dentro do próprio sistema. Neste sentido, 56% dos carboidratos constituintes de *S. cubensis* e 32% dos carboidratos da *C. piauhyensis* estão inseridos nas estruturas dos detritos particulados, que naturalmente devem ser mineralizados dentro da lagoa, a menos que haja uma significativa remoção dos detritos particulados por meio de uma grande enchente da planície de inundação. Com base nas baixas taxas de mineralização estimadas, ressalta-se a importância destes carboidratos contidos nos detritos para o processo de colmatação, humogenesis e formação do sedimento permanente desta lagoa marginal.

No que se refere a lixiviação dos carboidratos de *S. cubensis* e de *C. piauhyensis* há que se comparar as taxas de mineralização dos carboidratos dissolvidos com as variações temporais do fluxo hidráulico, sugeridas por **ROCHA & BIANCHINI Jr. (1995)**, para esta lagoa. Neste sentido, estima-se que na época de seca o tempo de residência situe-se entre 70 e 128 dias e que na época de cheia, possa chegar a 4 dias. No caso da época de cheia, é provável que grande parte dos carboidratos lixiviados presentes na lagoa sejam exportados, por outro lado, caso os processos de lixiviação ocorram no período de seca (inverno), grande parte dos carboidratos dissolvidos devem ser mineralizados dentro da lagoa, visto que tais processos apresentam tempos de meia vida da ordem de 3,3 dias. Desse modo, até que haja a indução dos processos de diluição, por meio do aumento da vazão, a mineralização destes compostos pode estar gerando demandas expressivas de oxigênio dissolvido para a lagoa.

CONCLUSÕES

De modo geral, com base nas condições experimentais adotadas, os resultados obtidos permitem concluir: 1) No processo de decomposição de carboidratos da *Cabomba piauhyensis*, 62,8% dos carboidratos contidos nos detritos foram rapidamente lixiviados e/ou mineralizados com uma taxa igual a 3,2 dia⁻¹. Para a *Scirpus cubensis* esta taxa global de decaimento foi de 2,5 dia⁻¹ e 44,0% dos carboidratos foram mineralizados e/ou lixiviados rapidamente. Portanto, o conteúdo das frações lábeis e/ou solúveis de *C. piauhyensis* foi, aproximadamente, 43% maior do que o apresentado pela *S. cubensis*; 2) A taxa de mineralização dos carboidratos lábeis dissolvidos originados da degradação destas duas espécies de macrófitas foram próximas, porém 21,8% destes carboidratos lábeis, provenientes da decomposição de *C. piauhyensis*, foram oxidados contra 9.1% dos originados dos detritos de *S. cubensis*; 3) 37,2% dos carboidratos contidos nas frações particuladas da *C. piauhyensis* foram lentamente mineralizados, para *S. cubensis* esta fração correspondeu a 66% e apresentou uma taxa de oxidação 7,6 vezes menor que a obtida na mineralização dos carboidratos contidos nos detritos particulados de *C. piauhyensis* e 4) Em termos absolutos, na lagoa do Infernã, a degradação de *C. piauhyensis* deve contribuir, principalmente, para o conjunto dos compostos orgânicos dissolvidos enquanto que a de *S. cubensis*, para a formação das frações permanentes dos sedimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCHINI, Jr. I. Contribuição ao estudo da decomposição de plantas aquáticas. São Carlos: UFSCar - Departamento de Ciências Biológicas, 1982. 178 p. (Dissertação)
- BIANCHINI Jr., I. Estudos dos processos da humificação de Nymphoides indica (L.) O. Kuntze. São Carlos: UFSCar - Departamento de Ciências Biológicas, 1985. 285 p. (Tese de Doutorado)
- BIANCHINI Jr., I, TOLEDO, A. P. P., SOUZA, J. A. Extração e determinação de carboidratos de plantas aquáticas - Uma comparação de métodos, Livro de Resumos do 1º Encontro Regional de Química, São Carlos: UFSCar 1979. 258 p. 99
- BIANCHINI Jr., I., TOLEDO, A. P. P., TOLEDO, S. H. P. P. Influência do tempo na variedade e na quantidade de polifenóis dissolvidos originados da decomposição de plantas aquáticas. Anais IV Sem. Reg. Ecol. São Carlos: UFSCar, 1984. 519 p. 41-57
- BIANCHINI Jr., I., TOLEDO, A. P. P., Estudo da mineralização de *Eleocharis mutata*. Anais VII Sem. Reg. Ecol. São Carlos: UFSCar, 1996. p. 57-72

- BROCK, T. C. M., BONN J.J., PAFFEN, B.G.P. The effects of the season and of water chemistry on the decomposition of *Nymphae alba* L.: weight loss and pyrolysis mass spectrometry of the particulate matter. Aquat. Bot., v. 22, p.197-229, 1983.
- BOYD C. E. The nutritive value of three species of water weeds, Econ. Bot., v. 23, p.123-127, 1979.
- CAINES, L.A. The phosphorous content of some aquatic macrophytes with special reference seasonal fluctuations and applications of phosphates fertilizers, Hydrobiologia, v. 25, n. 1-2, p. 289-301, 1965.
- DUBOIS, M., GILLES, K., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem., v.28, p. 350-356, 1956.
- ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 p.
- ESTEVEZ, M. R. Dinâmica da Fixação de Nitrogênio pela Comunidade Perifítica de *Eichhornia azurea* KUNTH em um Ecossistema de Planície de Inundação do Rio Mogi-Guaçu (Lagoa do Infernã, SP). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos: UFSCar, 1991. 145 p. (Dissertação)
- FERESIN, E. G. Nitrificação em uma Lagoa Marginal do Rio Mogi-Guaçu (Lagoa do Infernã, Estação Ecológica de Jatai - Luiz Antônio, SP). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos: UFSCar, 1991. 69 p. (Dissertação)
- GIANOTTI, E. P. Desnitrificação em uma Lagoa Marginal do Rio Mogi-Guaçu, Lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jatai - Município de Luiz Antônio - SP). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos: UFSCar, 1994. 298 p. (Tese de Doutorado)
- HARPER, H. A. Manual de Química Fisiológica. São Paulo: Atheneu, 1969. 1-14 p.
- JUNK, W., HOWARD-WILLIAMS, C. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia: limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin. Dordrecht: Dr. W. Junk, 1984. 269-293 p..
- LEHNINGER, A.L. Princípios de Bioquímica. São Paulo: Sarvier, 1993. 287-310 p.

REIMER, D. N., TOTH, S. J. A survey of the chemical composition of the Potamogeton and Myruophyllum in New Jersey. Weed Sci., v.17, p.219-223, 1969.

ROCHA, M.G.B., BIANCHINI Jr., I. Simulation of *Scirpus cubensis* detritus cycling in the Lagoa do Infern o. XXVI Congress of International Association of Theoretical and Applied Limnology - Abstracts, 1995. 283 p.

SWIFT, M. J., HEAL, D.W., ANDERSON, J.M. Studies in ecology: decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell: Oxford, 1979. 371 p.

WETZEL, R. G. Limnology. Philadelphia: Saunders, 1983. 767 p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo (modalidade: PIBIC/UFSCar) e a Funda o de Amparo   Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido (proc. n  95/0119-8).

ENDEREÇO DOS AUTORES

Universidade Federal de São Carlos, Via Washington Luiz, km 235, São Carlos (SP) - 13565-905
email: irineu@power.ufscar.br

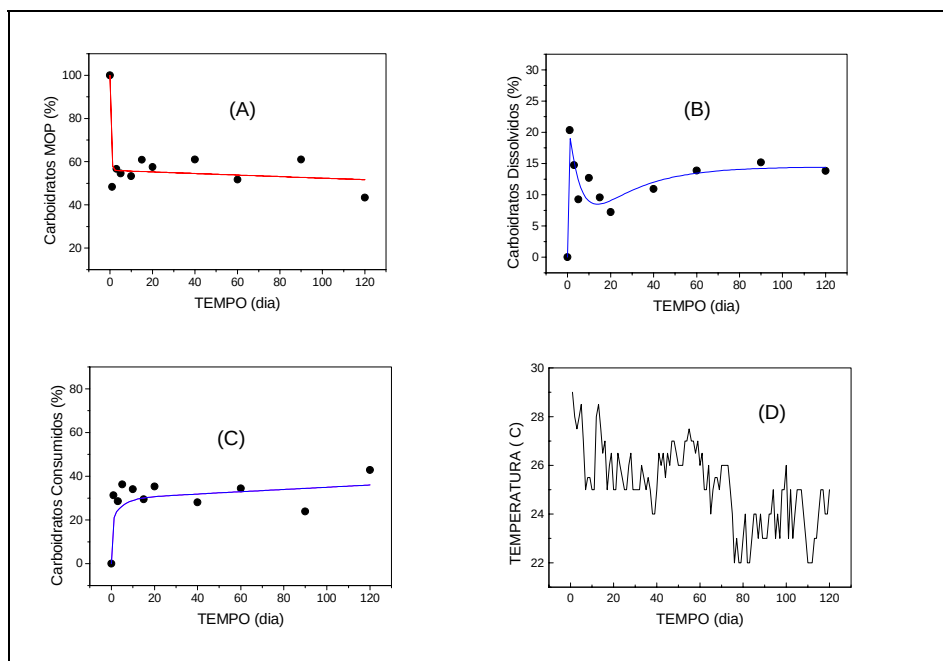


Figura 1 - Variações temporais das porcentagens de carboidratos contidos na MOP (A), dissolvidos (B) e consumidos (C) durante a decomposição de *Scirpus cubensis* e variação temporal da temperatura durante o transcorrer do experimento (D).

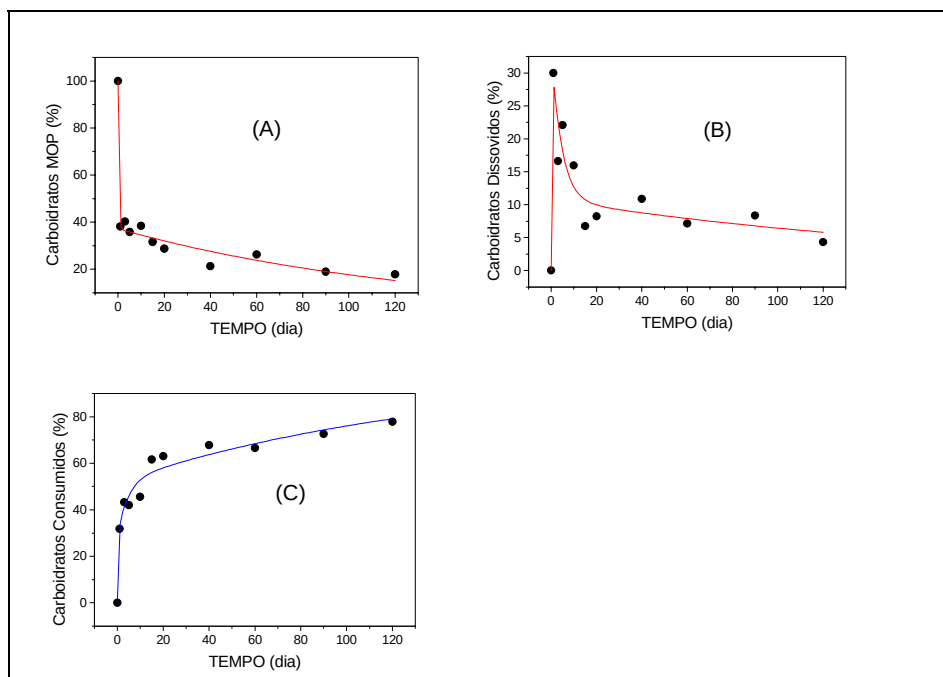


Figura 2 - Variações temporais das porcentagens de carboidratos contidos na MOP (A), dissolvidos (B) e consumidos (C) durante a decomposição de *Cabomba piauhyensis*.

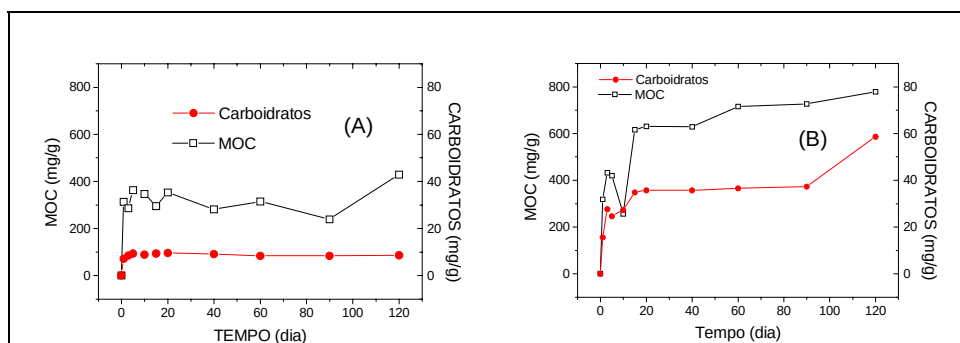


Figura 3 - Variação temporal da MOC (mineralização) e do consumo acumulado de carboidratos durante a decomposição de *Scirpus cubensis* (A) e de *Cabomba piauhyensis* (B).

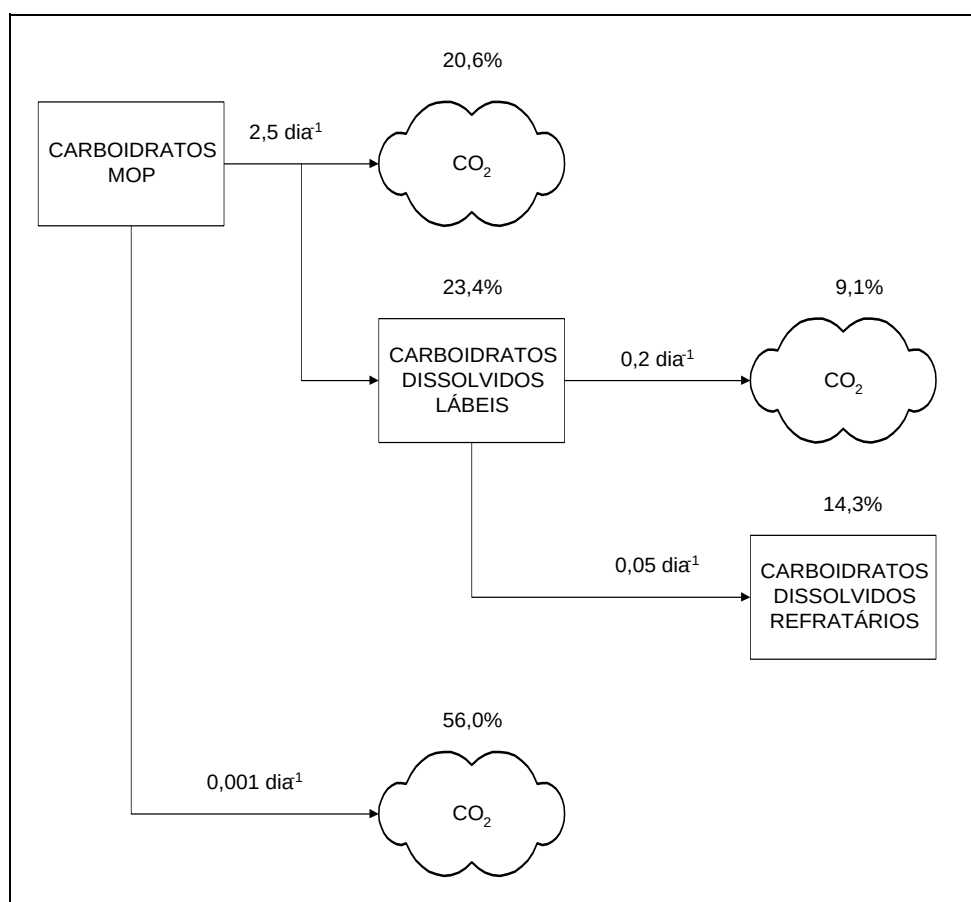


Figura 4 - Balanço global do processo de mineralização de carboidratos, com suas respectivas taxas de lixiviação/oxidação durante a decomposição de *Scirpus cubensis*.

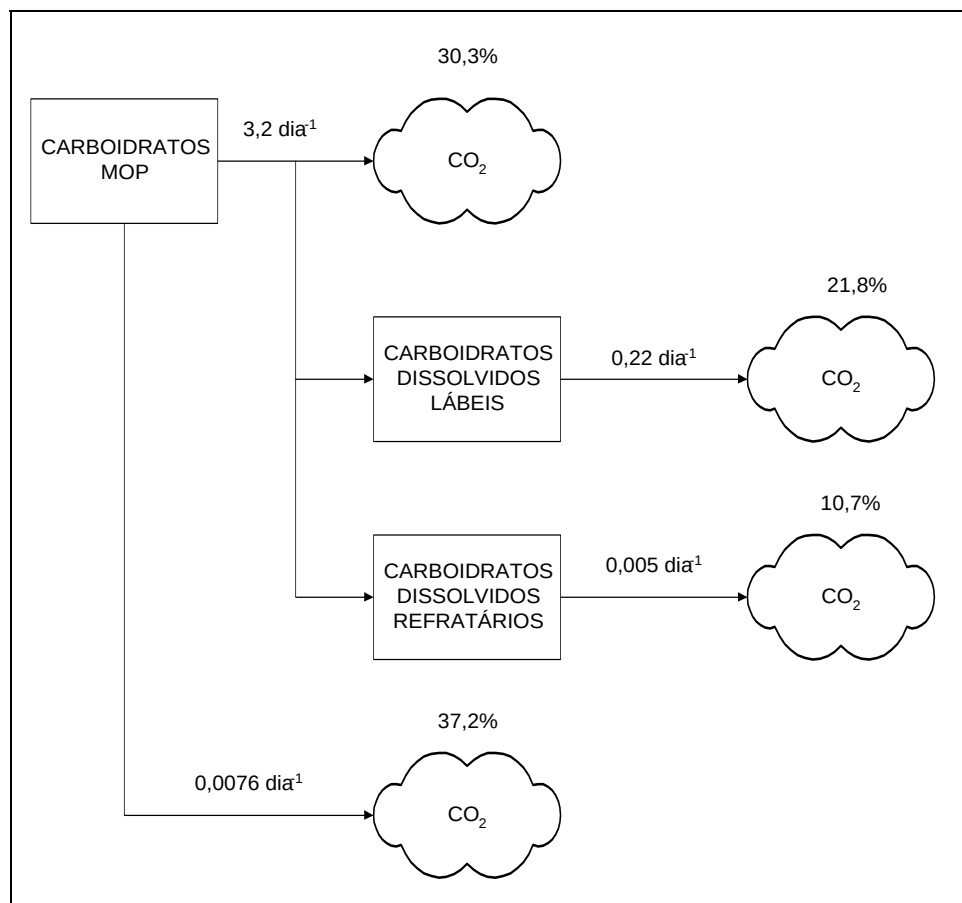


Figura 5 - Balanço global do processo de mineralização de carboidratos, com suas respectivas taxas de lixiviação/oxidação para a macrófita aquática *Cabomba piauhyensis*.