

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA

LIMNOLOGIA E MANEJO DE REPRESAS

SÉRIE: MONOGRAFIAS EM LIMNOLOGIA

VOL. I
TOMO 1

EDITOR: J. G. TUNDISI

Academia de Ciências do Estado de São Paulo
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A.
Organização dos Estados Americanos
International Lake Environment Committee
United Nations Environmental Programme
United Nations Centre for Regional Development



Ficha Catalográfica

LIMNOLOGIA E ANEJO DE REPRESAS. Série:
Monografias em Limnologia. Ed. J. G. Tundisi,
Vol. I (Tomo 1: 506 p.; Tomo 2: 440 p.)
EESC - USP / CRHEA / ACIESP. 1988

Foto da Capa:

REPRESA DE TUCURUÍ, RIO TOCANTINS

Cortesia de OBJETIVO FOTO-STUDIO LTDA.

ESTUDO DO FLUXO DE DETRITOS A PARTIR DA DECOMPOSIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REPRESA DO LOBO(BROA) - *Nymphoides indica*

Bianchini Jr., I.¹, Rocha, M.G.B.², Toledo, A.P.P.³

1 Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais
Universidade Federal de São Carlos

2 Departamento de Computação - Universidade Federal de São Carlos

3 Departamento de Química e P.P.G.E.R.N.
Universidade Federal de São Carlos

ABSTRACT

The production and flux of detritus resulting from the decomposition of *Nymphoides indica* was studied under different experimental conditions. The methods were developed mainly under laboratory conditions. Mathematical modeling for simulation of transference processes was used. The role of detritus in the food chain at Broa Reservoir is discussed.

RESUMO

Neste estudo discute-se o fluxo de detritos a partir da decomposição de uma espécie de macrófita aquática (*Nymphoides indica*), sob diferentes condições experimentais. Infere-se também sobre o destino das diferentes frações de matéria orgânica, originadas da decomposição desta espécie, na cadeia de detritos da Represa do Lobo. A metodologia adotada se utilizou de ensaios de decomposição em laboratório e do emprego de modelagem matemática, para a simulação dos dois processos de transferência.

1. INTRODUÇÃO

Em função das múltiplas interações que caracterizam os estudos ecológicos e das facilidades advindas da utilização de computadores, tem sido cada vez mais freqüente a adoção de métodos sistêmicos, para a análise dos processos de transferência que ocorrem nos diferentes sistemas naturais. Para os ecossistemas aquáticos, usualmente tais estudos têm sido desenvolvidos no sentido de acompanhar os mecanismos envolvidos com os ciclos biogeoquímicos, bem como evidenciar as interações existentes entre as diversas formas dos elementos e a biota do sistema.

Particularmente para o carbono, verifica-se que quantitativamente, a maior parte se encontra em equilíbrio com os produtos do ácido carbônico, somente uma pequena parcela ocorre na forma orgânica e ainda, uma menor fração como constituinte da biota (WETZEL, 1975). Entretanto, para alguns ecossistemas lacustres, a produção de biomassa referente às macrófitas aquáticas pode vir a constituir até a metade do aporte de carbono orgânico para o sistema. Muito pouco deste carbono fotossintetizado permanece na forma reduzida através do tempo geológico, mas pelo contrário, torna-se um recurso imprescindível para o metabolismo do sistema (GODSHALK & WETZEL, 1978).

Os compostos orgânicos, através de seus diferentes arranjos moleculares (por exemplo: carboidratos, amino ácidos, substâncias húmicas, etc.) e variações físicas (material particulado, dissolvido e colóides) podem interagir com a biota através de várias maneiras tais como:

- fornecendo energia ou carbônico orgânico para os microrganismos, assim como: bactérias e algas (GOLTERMAN, 1975) ;
- apresentando-se como fator acessório de crescimento de fitoplâncton (SHAPIRO, 1957 ; PRAKASH & RASHID, 1967, 1968) ;
- promovendo a formação de agregados orgânicos (SIEBURTH & JANSEN, 1968, 1969) ;
- atenuando a luz e portanto, os processos fotossintéticos (KIRK , 1976) ;
- exercendo efeitos tóxicos em larvas e algas (GOLTERMAN, 1975) ;
- viabilizando a manutenção de algas em ambientes a elas tóxicos (TOLEDO et al., 1980).

Dada a relevância destes compostos no metabolismo dos sistemas aquáticos, este estudo tem por objetivo discutir, com base em ensaios de laboratório e simulações numéricas, alguns processos relacionados com o balanço de biomassa de detritos, originados da decomposição de *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze na Represa do Lobo (22° 15' S e 047° 49' W). Dentre as espécies de macrófitas aquáticas, uma das mais freqüentes e abundantes deste reservatório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios foram montadas em laboratório câmaras de decomposição (reatores fechados) que continham *Nymphoides indica* previamente seca (a 60° C), na proporção de 1% em água. Com o objetivo de simular diferentes situações de decomposição, os reatores foram mantidos sob 3 condições distintas:

- I) baixo teor de oxigênio dissolvido e presença de microrganismos.
- II) baixo teor de oxigênio dissolvido e ausência de microrganismos.
- III) saturação de oxigênio dissolvido e presença de microrganismos.

No caso dos reatores esterilizados (condição II), tanto as plantas quanto a água foram previamente autoclavadas em separado (a 1 atm e 120° C) por 40 e 20 minutos respectivamente, após então misturadas. Os reatores somente foram abertos nos dias previstos de amostragem.

A cada dia de amostragem (1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90 e 120 dias), desmontava-se uma das câmaras de cada situação para a coleta e quantificação das frações de matéria orgânica (MO).

2.1. QUANTIFICAÇÃO DAS FRAÇÕES DE MATÉRIA ORGÂNICA

As frações de matéria orgânica particulada foram obtidas a partir do material retido em rede de "nylon" de 0.4 mm de tamanho de malha (MOP < 0.4 mm). Após separados das demais frações, tais resíduos foram secos (a 60° C) até peso constante e submetidos a calcinação (a 450° C/2 horas) para ter descontado seu peso de cinzas.

As frações de MOP < 0.4 mm foram separadas do material dissolvido após a centrifugação (2860 g/2 horas) da mistura previamente filtrada. Em seguida, foram secas (até peso constante) e submetidas à calcinação.

O teor total de matéria orgânica particulada (MOPT) foi estimado a partir da adição das frações MOP < 0,4 e MOP < 0.4 mm.

Para a quantificação gravimétrica do resíduo seco da água, eva

porava-se (a 60° C) até peso constante, as alíquotas do sobrenadante. Os teores de matéria orgânica dissolvida (MOD) foram estimados após a calcinação das amostras de resíduo seco.

2.2. BALANÇO DE BIOMASSA DO SISTEMA FECHADO

Uma vez que cada reator se constituía em um sistema fechado de decomposição, as frações de matéria orgânica consumida pelas oxidações (MOC) puderam ser estimadas através da seguinte igualdade:

$$MOT = MOD + MOPT + MOC \quad (1)$$

onde: MOT se refere à quantidade total de matéria orgânica presente no reator no dia "zero" de decomposição.

A partir da equação (1) pode-se definir mais uma fração de matéria orgânica, denominada matéria orgânica do sistema (MOS), na qual se representa a quantidade total de matéria orgânica que efetivamente se encontrava nas câmaras, isto é, as frações particuladas e dissolvidas que não foram totalmente oxidadas até o dia da coleta. Desse modo:

$$MOS = MOPT + MOD \quad (2)$$

$$MOT = MOS + MOC \quad (3)$$

A partir do ajuste dos resultados experimentais as equações cinéticas convenientes (BIANCHINI, Jr., 1985) pode-se estimar até o tempo desejado, o destino das diversas frações, assim como o balanço de biomassa dentro do sistema fechado de decomposição.

A Figura 1 mostra o diagrama que resume de forma esquemática ,

o fluxo das diversas frações de MO originadas da decomposição de N. indica, segundo as 3 condições ensaiadas. Uma vez que tais experimentos obedecem a lei da conservação da energia, em qualquer tempo de decomposição, a adição dos conteúdos de MO dos compartimentos resultará sempre no valor de MOT.

Como resposta geral, para tais sistemas fechados de decomposição, obtém-se a seguinte matriz resultado (MR):

$$MR = \begin{bmatrix} T_0 & MOPT_0 & MOD_0 & MOC_0 & MOS_0 \\ T_1 & MOPT_1 & MOD_1 & MOC_1 & MOS_1 \\ T_2 & MOPT_2 & MOD_2 & MOC_2 & MOS_2 \\ T_3 & MOPT_3 & MOD_3 & MOC_3 & MOS_3 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ T_{TMax} & MOPT_{TMax} & MOD_{TMax} & MOC_{TMax} & MOS_{TMax} \end{bmatrix}$$

onde: T_0 = dia "zero" de decomposição

T_{Max} = tempo máximo de simulação

2.3. BALANÇO DE BIOMASSA DO SISTEMA DINÂMICO

A partir dos procedimentos anteriores descritos pode-se propor um balanço de biomassa para os detritos originados apenas de um aporte. Entretanto, na região do reservatório onde se desenvolvem as macrófitas

(Figura 2), o aporte para a cadeia de detritos ocorre de maneira contínua, bem como existe uma perda de MOD devido o escoamento.

Para a simulação de um sistema dinâmico de decomposição que incorporasse tais características, neste trabalho considerou-se que:

- 1) a cadeia de detritos do reservatório recebe um aporte temporal de biomassa de N.indica (MOT), segundo uma função de força previamente estabelecida.
- 2) durante a decomposição as frações de biomassa detrital se distribuiriam pelos "compartimentos" do sistema, de acordo com as projeções obtidas para os sistemas experimentais.
- 3) além das perdas geradas pelas oxidações (químicas e/ou bioquímicas), existem as perdas de MOD decorrentes da renovação da água do reservatório (MODA).
- 4) As forças advectivas não eliminam as frações particuladas do reservatório.

Desse modo, para cada dia ou aporte diário de detritos simulase, com base nas cinéticas utilizadas nos sistemas fechados, os destinos das diferentes frações de MO até o tempo máximo desejado (TMAX). Em seguida, somam-se as matrizes resultados (número de matrizes igual ao número de dias) de cada simulação (Figura 3), de modo que cada compartimento incorpore ao mesmo tempo: o ganho de biomassa correspondente aos aportes de MO e as perdas envolvidas com os processos de decomposição (oxidações) e com o tempo de residência da água do reservatório.

Dados de entrada do modelo matemático "BIOMASSA" desenvolvido para a realização das simulações do balanço de detritos:

- tempo de simulação (TMAX) = 365 dias

- taxa diária média de aporte de detritos = 28,61 gramas de resíduo seco por metro quadrado (*)
- amplitude de variação da taxa média de aporte de detritos = 83,31 gramas de peso seco por metro quadrado (*)
- número de períodos em que há uma reação da biomassa viva de N. indica = 1 (outono/inverno)(*)
- tempo de residência do reservatório = 21 dias (TUNDISI, 1985).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos por MENEZES (1984) pode-se propor uma variação de influxo diário de detritos de N. indica para a Represa do Lobo (Figura 4). Nota-se que pelo padrão de aporte adotado, nos meses de janeiro, novembro e dezembro não haveria incremento de matéria orgânica para a cadeia de detritos. Por outro lado, verifica-se que as taxas máximas de aporte de detritos de N. indica seriam encontradas entre os meses de maio e julho (final de outono/inverno).

Através desta Figura, observa-se também a dependência dos diferentes processos oxidativos e de ciclagem das frações de MOPT em função dos teores de oxigênio dissolvido e presença de microrganismos. Nesse sentido, a condição III de decomposição se mostrou a mais eficiente, seguida das condições I e II. Visto que seria capaz de metabolizar, no mesmo ano em que se deu o aporte, 84,9 % da biomassa de detritos, contra 62,3 % da condição I e 11,6 % da II. Entretanto, mesmo que o reservatório se encontrasse em uma condição equivalen-

(*) Resultados estimados a partir do estudo realizado por MENEZES (1984).

te a qualquer uma das ensaiadas, provavelmente sua atividade de consumo deveria ser pouco mais elevada que sua análoga obtida em laboratório, pois nestes ensaios somente foram considerados os processos de consumo que envolviam microrganismos e reações químicas.

Na hipótese de uma permanência prolongada de uma forte oxiclina, por estes resultados pode-se verificar, de forma comparada, o efeito do déficit de oxigênio na inibição do metabolismo e na conseqüente promoção do acúmulo de MOPT dentro da ciclagem de detritos de N. indica. Entretanto, devido à morfometria (STRIXINO & STRIXINO, 1980), o regime polimítico e o perfil vertical de oxigênio dissolvido característicos deste reservatório (TUNDISI, et al., 1972), supõe-se que a condição ensaiada mais semelhante das usualmente encontradas na Represa do Lobo, seja a que simula os processos de decomposição sob saturação de oxigênio dissolvido. Portanto, pressume-se que neste reservatório, grande parte do aporte de detritos de N indica (provavelmente mais que 85 %) deva ser metabolizado no mesmo ano e cerca de 15 % da biomassa deva permanecer na forma particulada. Com base em análises específicas deste material remanescente (BIANCHINI, Jr., 1982, 1985) estima-se que tais frações sejam principalmente constituídas por estruturas ligno-celulósicas, ricas em nitrogênio e em compostos húmicos, com predominância dos ácidos húmicos.

Na comparação entre o padrão de variação das taxas diárias de detritos (Figura 4) e o de MODA (Figura 5), verifica-se que tais resultados são diretamente relacionados. Esta equivalência resulta da rapidez dos processos hidrolíticos em conjunto com o pequeno tempo de residência do reservatório. Pois, no caso de não se considerar a perda por escoamento (MOD), pode-se observar que estas frações permaneceriam no

sistema por um período mais prolongado e em concentrações mais elevadas.

Através da Figura 5 observa-se a influência dos teores de oxigênio no consumo das frações dissolvidas, assim como pode-se verificar que se não houvesse no sistema uma atividade metabólica que utilizasse rapidamente a MOD, a maior parte provavelmente deveria ser exportada devido ao breve tempo de residência (MODA). Estima-se ainda que estes compostos dissolvidos devessem ser principalmente constituídos por substâncias húmicas (principalmente ácidos fúlvicos) e pobres em nitrogênio (BIANCHINI, Jr., 1985). Todavia, capazes de estimular o crescimento fitoplanctônico e suprimi-lo de fósforo e vitaminas (BIANCHINI, JR., TOLEDO & VIEIRA, 1980). Desse modo, pode-se esperar que nos meses de final de outono e inverno, seja a época em que a MODA, originada da decomposição de N. indica, mais deva influenciar no crescimento das comunidades fitoplanctônicas. Entretanto, é possível também que dependendo da sua concentração, neste mesmo período, haja certa inibição dos processos fotossintéticos devido à atenuação da luz.

Na comparação entre os resultados apresentados na Figura 4 e 5 verifica-se que independente da condição ensaiada, o padrão de variação do aporte acumulado de detritos é o que mais se relaciona com as de variação de MOPT e MOS, em detrimento do padrão de sua função derivada (taxas diárias de influxo). Esta constatação deve-se basicamente à relativa morosidade dos processos de degradação das estruturas fibrosas (BIANCHINI, Jr., 1985 ; MINDERMANN, 1968) face ao padrão de aporte adotado.

Com relação aos resultados da MOSA (Figura 6) ressalta-se a baixa eficiência dos mecanismos estritamente químicos de decomposição

(condição II). Neste sentido, pode-se observar que até o mês de dezembro cerca de 89,4 % da biomassa total aportada permaneceria no reservatório, contra 38,7 % e 16,1 % das condições I e III, respectivamente. Supõe-se que esta baixa eficiência se justifique, uma vez que os processos químicos de oxidação provavelmente só teriam se valido da hidrólise como agente catalizador, bem como não dispõem de mecanismos alternativos para que houvesse uma evolução da decomposição sob condições aeróbicas e/ou de baixo teor de oxigênio dissolvido.

Devido a limitação imposta na utilização do método das "cestas de decomposição", usualmente empregados nos estudos desta natureza, deixa-se de quantificar diretamente as frações consumidas e dissolvidas, o que dificulta a estimativa das taxas de ciclagem ("turn-over") do substrato como um todo. Assim, embora a meia vida das frações particuladas, para esta espécie, seja normalmente estimada entre 10 e 60 dias (BIANCHINI, Jr., 1982, 1985; ESTEVES & BARBIERI, 1983; HELBING et al., 1986), o que corresponderia neste estudo, a meia vida da MOPT, de um aporte diário; através da variação da MOT, MOC e MOSA (Figura 4 e 6) pode-se observar que, mesmo sob saturação de oxigênio dissolvido (condição III), os processos de decomposição levariam aproximadamente seis meses para reciclar 50 % do aporte anual de detritos. Nota-se ainda que na época que haveria a maior concentração de MOSA (agosto), o acúmulo corresponderia a 37 % do aporte total de MOT. Portanto, através deste balanço de detritos, demonstra-se que embora a MOPT apresente uma taxa de ciclagem relativamente alta, o padrão de influxo de detritos de N. indica induz a um acúmulo sazonal de MO para o reservatório. Assim, supõe-se que neste reservatório; no que se refere a N. indica, provavelmente haja uma tendência favorável aos processos de produção em detrimento aos de

consumo ($P/C > 1$) e por consequência, nestas condições, é de se esperar uma formação contínua de "gyttja" na região das macrófitas.

Pressume-se que este provável acúmulo de matéria orgânica, em adição aos padrões de circulação do reservatório sejam os principais fatores responsáveis para que haja diferenciação no estado trófico da região das macrófitas, o que poderia explicar em parte, o gradiente horizontal (no sentido região das macrófitas para a barragem) usualmente observado neste reservatório, no que se refere à produção primária fitoplanctônica (TUNDISI, 1977) e na distribuição do bacterioplâncton (GODINHO, 1976).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCHINI, Jr., I. - 1982. Contribuição ao Estudo da Decomposição de Plantas Aquáticas. Dissertação de Mestrado. Deptº de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos.
- BIANCHINI, Jr. I. - 1985. Estudo da Humificação de Nymphoides indica (L.) O.Kuntze, Tese de Doutorado. Deptº de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos
- BIANCHINI, Jr. I., TOLEDO, A.P.P. & VIEIRA, A.A.H. - 1980. Influência dos produtos de decomposição de Nymphoides indica no crescimento e rendimento de Scenedesmus quadricauda: Livro de Resumos do II Seminário Regional de Ecologia, UFSCar, São Carlos.
- ESTEVES, F.A. & BARBIERI, R. - 1983. Dry weight and chemical changes during decomposition of tropical macrophytes in Lobo Reservoir, São Paulo, Brazil. Aquat. Bot. 16, 285-295.
- HELBING, U.W.; ESTEVES, F.A.; TILZER, M.M. & STABEL, H.H. - 1986. Influência dos produtos da decomposição de Nymphoides indica (L.) O. Kuntze na composição química da água da represa do Lobo (Broa). São Paulo. Acta. Limnol. Brasil. 1, 611-637.
- KIRK, J.T.O. - 1976. Yellow substances (Gelbstoff) and its contribution to the attenuation of photosynthetically active radiation in some island and coastal South Eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 27, 61-71.

- GODINHO, M.J.L. - 1976. Ciclo sazonal, "Standing-stock" e Distribuição do Bacterioplâncton em Ecossistema Lacustre Artificial (Represa do Lobo, São Carlos). Dissertação de Mestrado. Dept^o. de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos.
- GODSHALK, G.L. & WETZEL, R.G. - 1978. In *Freshwater Wetlands Ecological Processes and Management Potential* (Good, R.E., Wigham, D.F. & Simpson, R.L. (ed.)), pp. 131-144, Academic Press, London.
- GOLTERMAN, H.L. - 1975. *Physiological Limnology*, Elsevier, Amsterdam, 489 pp.
- MENEZES, C.F.S. - 1984. Biomassa e Produção Primária de Três Espécies de Macrófitas Aquáticas da Represa do Lobo, SP. Dissertação de Mestrado. Dept^o. de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos.
- MINDERMAN, G. - 1968. Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forests. *J.Ecol.* 56, 355-362.
- PRAKASH, A. & RASHID, M.A. - 1967. The influence of humic substances on coastal phytoplankton productivity. *Men.Simp.Intern.Lagunas Costeiras, Mexico*, 28-30.
- PRAKASH, A. & RASHID, M.A. - 1968. The influence of humic substances on the growth of marine phytoplankton: Dinoflagelates. *Limnol.Oceanogr.* 13, 598-606.
- SIEBURTH, J.McN. & JANSEN, A. - 1968. Studies on algal substances in the sea. I. Gelbstoff (humic material) in terrestrial and marine waters. *J.exp.mar.Biol.Ecol.* 2, 174-189.

- SIEBURTH, J. McN. & JANSEN, A. - 1969. Studies on algal substances in the sea. II. The formation of Gelbstoff (humic material) by exudates of phaeophyta. *J.mar.exp.BiolEcol.* 3, 275-289.
- STRIXINO, G. & STRIXINO, S.T. - 1980. Macroinvertebrados do fundo da Represa do Lobo (Estado de São Paulo - Brasil). Distribuição e abundância de CHIRONOMIDAE e CHAOBORIDAE (DIPTERA). *Tropical Ecology*, 21, 16-23.
- TOLEDO, A.P.P., TUNDISI, J.G. & DAQUINO, V.A. - 1980. Humic acid influence of the growth and copper tolerance of *Chlorella* sp. *Hydrobiologia* 71, 261-263.
- TUNDISI, J.G. - 1977. Produção Primária, "Standing-Stock", Fracionamento do Fitoplâncton e Fatores Ecológicos em Ecossistema Lacustre Artificial (Represa do Broa, São Carlos). Tese de Livre Docência. Deptº de Biologia, USP, Ribeirão Preto.
- TUNDISI, J.G., TUNDISI, T.M., STRIXINO, G., MARINS, M.A., MATTOS, E. & SANTOS, E.P. - 1972. Estudos Ecológicos em Ambiente Lacustre. I. (Progress Report). Deptº de Ciências Biológicas, UFSCar.
- WETZEL, R.G. - 1975. *Limnology*, W.B.Saunders Company, Philadelphia 473. pp.

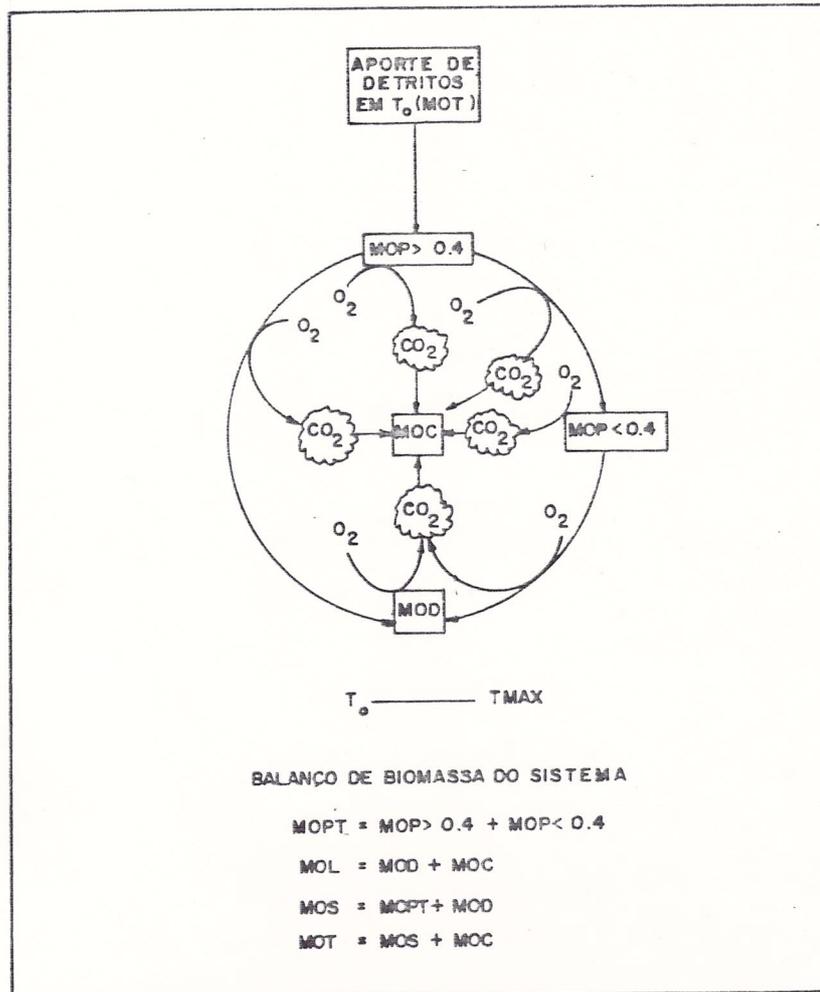


FIG. 1 - FLUXO DE BIOMASSA PROPOSTO PARA O SISTEMA FECHADO DE DECOMPOSIÇÃO.

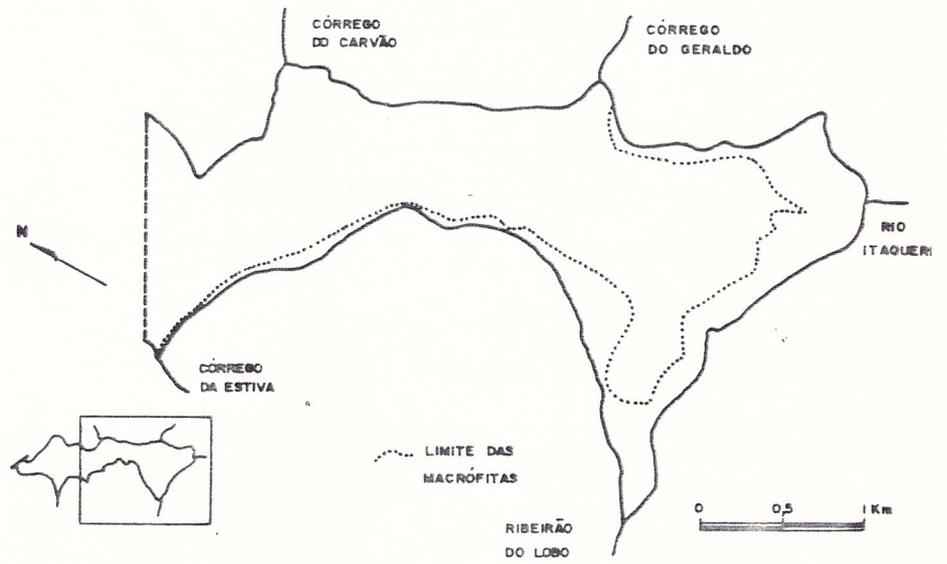


FIGURA 2 - REGIÃO ONDE USUALMENTE SE DESENVOLVEM AS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA REPRESA DO LOBO.

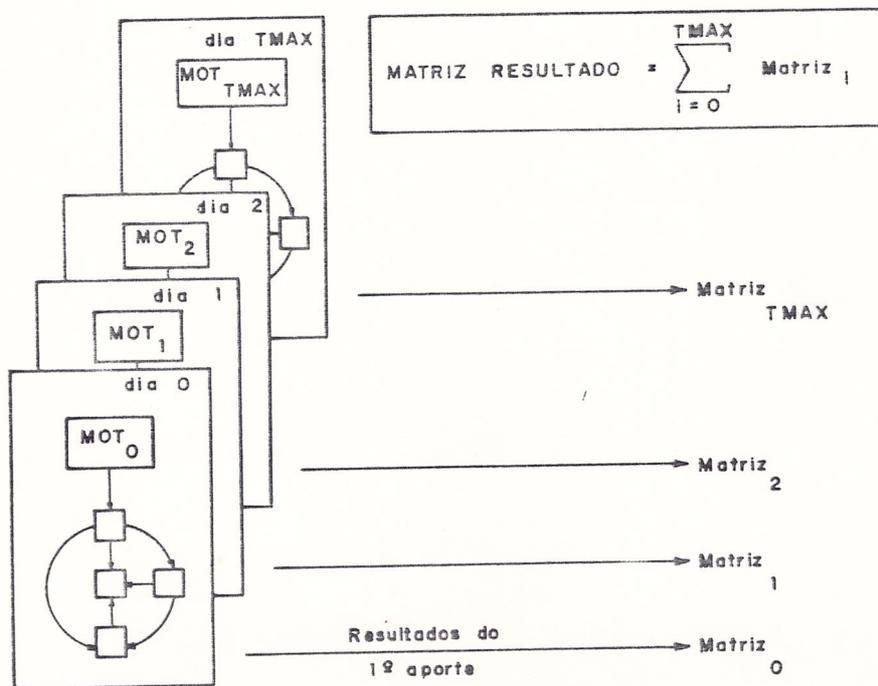
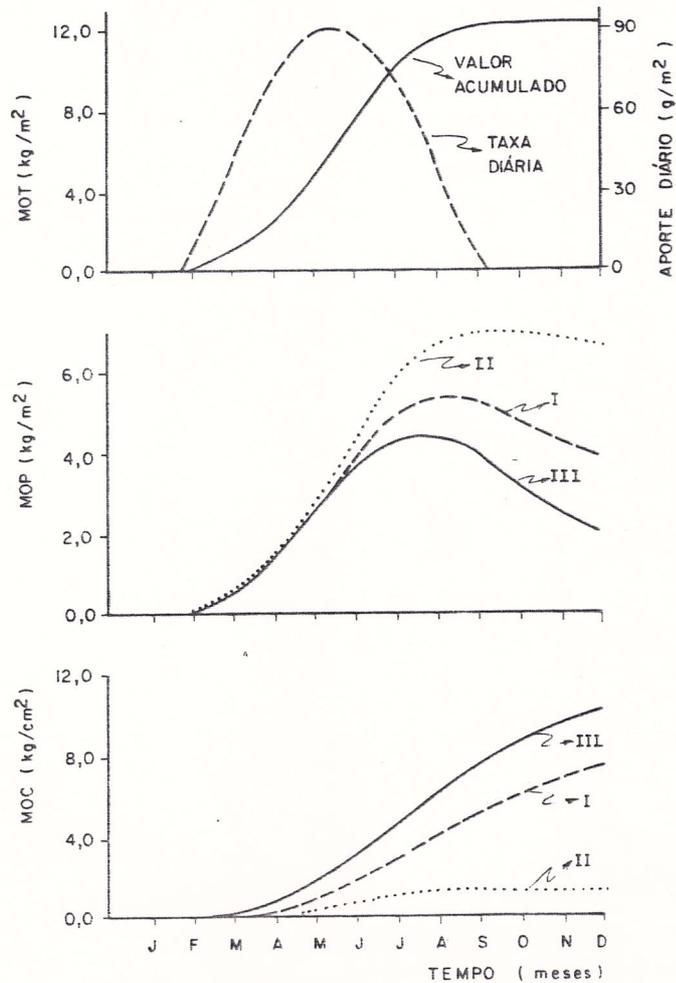


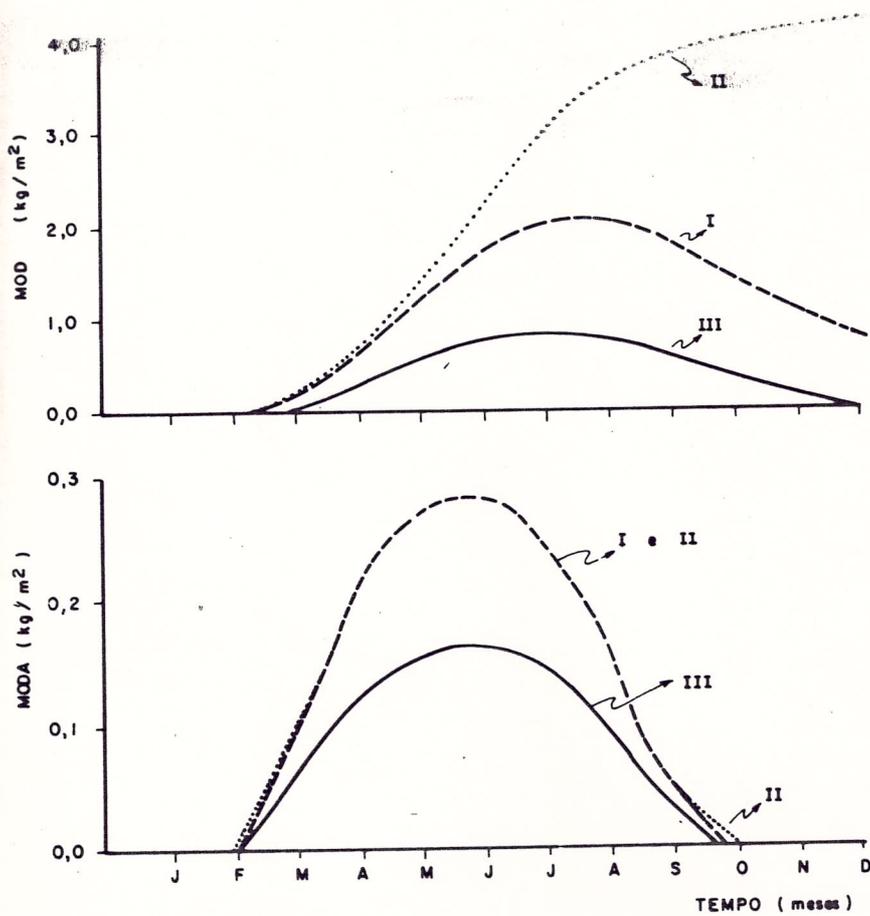
FIG. 3 - MÉTODO ADOTADO PARA SIMULAR O APORTE TEMPORAL DE MOT NO SISTEMA FECHADO DE DECOMPOSIÇÃO.



MOT - MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL
MOP - MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA
MOC - MATÉRIA ORGÂNICA CONSUMIDA

I - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICRORGANISMOS
II - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E AUSÊNCIA DE MICRORGANISMOS
III - SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICRORGANISMOS

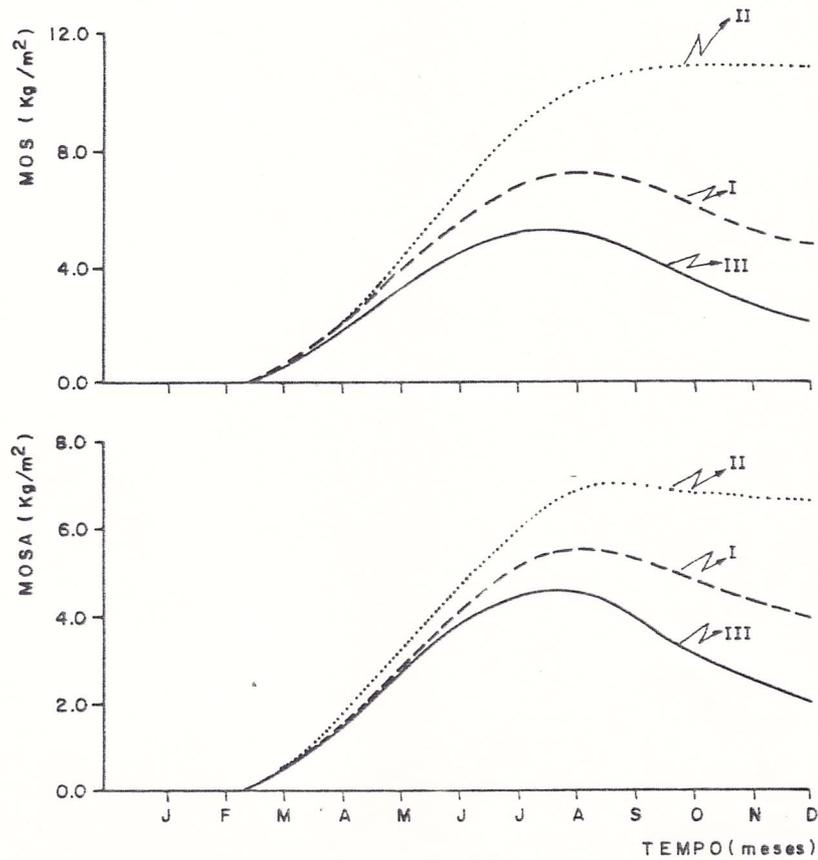
FIGURA 4 - VARIACÃO ANUAL (SIMULADA) DE MOT, MOP e MOC DURANTE A DECOMPOSIÇÃO DE N. INDICA NA REPRESA DO LOBO



MOD - MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA (SISTEMA FECHADO)
 MODA - MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA (S.STEMA ABERTO)

- I - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICROORGANISMOS
- II - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E AUSÊNCIA DE MICROORGANISMOS
- III - SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICROORGANISMOS

FIGURA 5 - VARIÇÃO ANUAL (SIMULADA) DA MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA DECORRENTE, DA DECOMPOSIÇÃO DE N. ÍNDICA NA REPRESA DO LOBO.



MOS - MATÉRIA ORGÂNICA DO SISTEMA (MOP+MOD)(SISTEMA FECHADO)

MOSA - MATÉRIA ORGÂNICA DO SISTEMA (MOP+MOD)(SISTEMA ABERTO)

I - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICRORGANISMOS

II - BAIXO TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E AUSÊNCIA DE MICRORGANISMOS

III - SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PRESENÇA DE MICRORGANISMOS

FIGURA 6 - VARIACÃO ANUAL (SIMULADA) DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SISTEMA DECORRENTE DA DECOMPOSIÇÃO DE N. ÍNDICA NA REPRESA DO LOBO.