

INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO ARTIFICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA DA REPRESA DO LOBO (SP) SOBRE A BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DE *Nymphoides indica* (L.) O. KUNTZE E *Pontederia cordata* L.

MENEZES, C.F.S.; ESTEVES, F.A.; ANESIO, A.M.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Cidade Universitária, CCS, Departamento de Ecologia
21941 - Rio de Janeiro, RJ

RESUMO: Influência da variação artificial do nível d'água da Represa do Lobo (SP) sobre a biomassa e produtividade de *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze e *Pontederia cordata* L. Nesta pesquisa foi avaliada a influência da variação artificial do nível d'água da Represa do Lobo (SP) sobre a biomassa e produtividade de *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze e *Pontederia cordata* L. A biomassa de diferentes estruturas foi determinada através do método de quadrados de área conhecida e a produção primária através do método de crescimento relativo médio e biomassa. Os resultados indicam que a ocorrência do abaixamento artificial do nível d'água, em consequência da ruptura parcial da barragem, interferiu nas relações ecológicas da Represa do Lobo. Os valores de produtividade apresentaram forte diferenciação entre a fase aquática e a terrestre, sendo este fenômeno mais evidente em *N. indica*, onde o valor médio de produtividade da folha foi de 2,199 gPS/m²/d na fase aquática, enquanto na fase terrestre foi de 1,336 gPS/m²/d. Em *P. cordata*, o valor de produtividade médio da folha foi de 1,031 gPS/m²/d na fase aquática e de 0,861 gPS/m²/d na fase terrestre. A dimensão desta interferência também pôde ser conhecida através da morte do limbo e pecíolo em cada transição do ambiente (de aquático para terrestre e de terrestre para aquático), contribuindo com grande quantidade de matéria orgânica para o sistema.

ABSTRACT: Effect of the artificial variation of water level at the Lobo Reservoir on the biomass and productivity of *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze and *Pontederia cordata* L. This project evaluated the influence of artificial variation of water level of the Lobo Reservoir (São Paulo) on the biomass and productivity of *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze and *Pontederia cordata* L. The biomass of different structures was determined by the quadrant method and the primary productivity by the method of relative mean growth and biomass. The results indicate that artificial lowering of water level, as a consequence of rupturing of the dam, disrupted the ecological relationships in Lobo Reservoir. Productivity values differed greatly between the aquatic and terrestrial phases. This phenomenon was most evident in *N. indica* where the mean productivity value for the leaf was 2.199 gDW/m²/d in the aquatic phase, while in the terrestrial phase this value was 1.336 gDW/m²/d. In *P. cordata*, the mean leaf productivity value was 1.031 gDW/m²/d in the aquatic phase and 0.861 gDW/m²/d in the terrestrial phase. The dimensions of this interference were also apparent in the death of stems and petioles during each environmental change (from aquatic to terrestrial and from terrestrial to aquatic), contributing large quantities of organic matter to the system.

INTRODUÇÃO

O estudo da produtividade primária constitui uma das etapas mais importantes para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas, devendo esta importância, principalmente ao fato de ser este um processo diretamente relacionado ao fluxo de energia e à ciclagem de nutrientes.

Nos ecossistemas aquáticos continentais, a grande maioria dos estudos sobre produtividade primária compreende apenas a comunidade fitoplanctônica, desconsiderando outras comunidades produtoras como aquela formada pelas macrófitas aquáticas. Esta constatação é especialmente notória, quando se analisam os estudos sobre produtividade em ambientes lacustres temperados (Findenegg, 1964; Tilzer, 1973 e Stadelmann *et al.*, 1974).

As macrófitas aquáticas, especialmente as emersas e com folhas flutuantes estão enraizadas em sedimentos com concentrações de nutrientes muitas vezes superior àquelas encontradas na água e têm as suas folhas dispostas acima da coluna d'água, o que permite melhor eficiência fotossintética (Esteves, 1988). Estas características ecológicas, possibilitam que estas comunidades alcancem elevados valores de biomassa e de produtividade primária, podendo, segundo Westlake (1963), serem incluídos entre as comunidades vegetais mais produtivas da biosfera.

Em ecossistemas lacustres localizados nas regiões tropicais, os estudos sobre produtividade primária de macrófitas aquáticas assume importância ainda maior, na medida que estes ecossistemas, na sua grande maioria são rasos e, conseqüentemente, com extensas áreas litorâneas, geralmente colonizadas por várias espécies de macrófitas aquáticas. Nestes ecossistemas, os valores de biomassa e de produtividade primária das macrófitas aquáticas, com frequência, são superiores àqueles encontrados para a comunidade fitoplanctônica.

No Brasil, estudos sobre biomassa e produtividade primária de macrófitas aquáticas são raros, podendo ser citados as pesquisas realizadas por Junk (1970), Piedade (1988), Nogueira & Esteves (1990) e Esteves & Menezes (submetido).

Esta pesquisa visa portanto, contribuir para o conhecimento da produtividade primária de macrófitas aquáticas tropicais, utilizando-se como estudo duas espécies muito frequentes em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros: *Nymphoides indica* (L.) Kuntze e *Pontederia cordata* L. Além disso, visa preencher uma importante lacuna no balanço da produção primária global do ecossistema da represa do Lobo.

ÁREA DE ESTUDO

A Represa do Lobo situa-se na região centro-oeste do Estado de São Paulo (22° 10' latitude Sul e 47° 54' longitude Oeste) com altitude média de 700 m. O clima da região é caracterizado por inverno seco e frio e verão quente e úmido. Suas principais características morfométricas são: comprimento máximo de 7,5 km, largura máxima de 2,0 km, largura média de 0,9 km, profundidade máxima de 11,5 m, profundidade média de 3,0 m, superfície de 6,7 km² e volume de 22x10⁸ m³.

A reduzida superfície da água e a baixa profundidade média (60% da área é de profundidade menor que 4 m) confere ao ecossistema características tipicamente litorâneas (Strixino, 1973), proporcionando o desenvolvimento de densas populações de macrófitas aquáticas, como *Nymphoides indica* e *Pontederia cordata* (fig. 1).

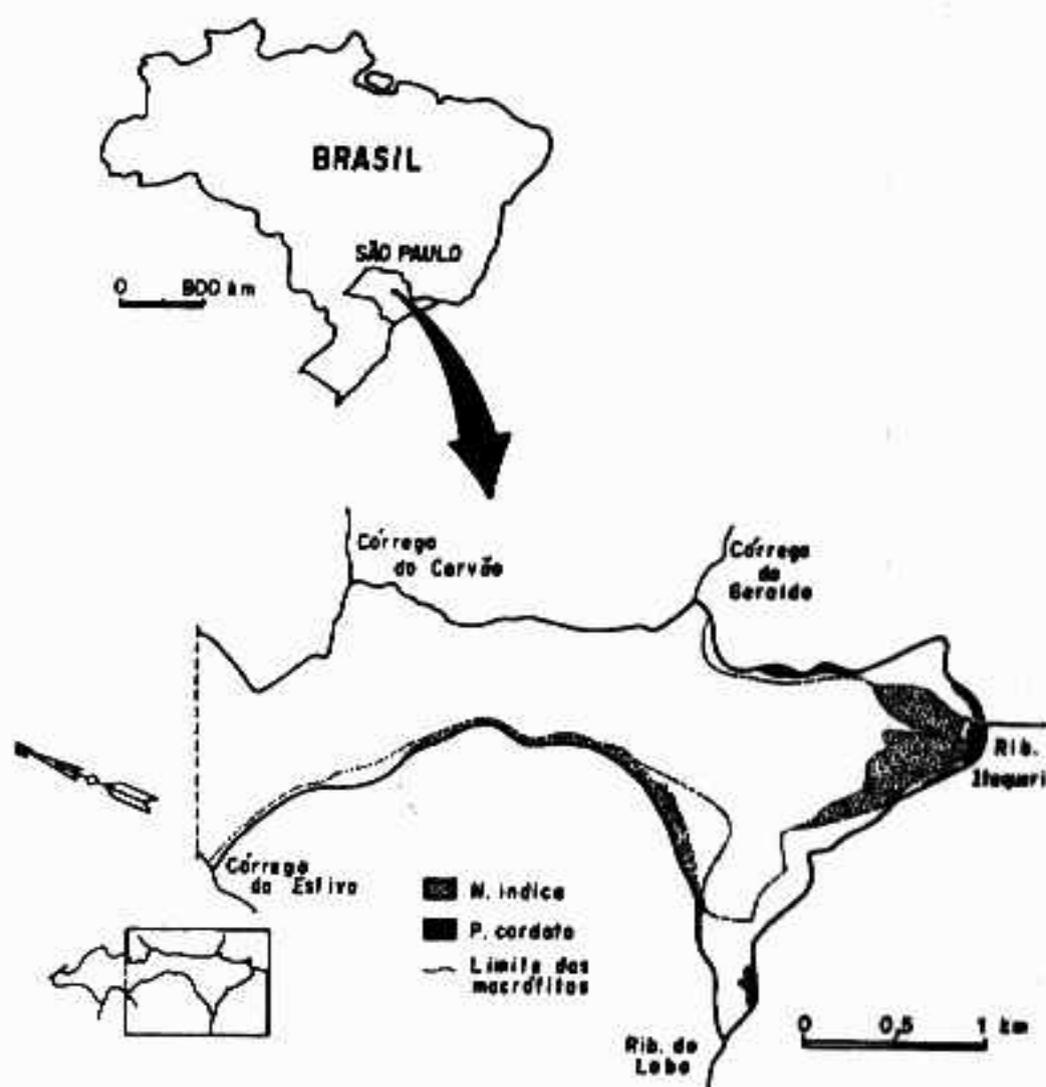


Figura 1 - Localização da Represa do Lobo e distribuição das macrófitas aquáticas estudadas.

No final de agosto de 1980, as estruturas laterais da barragem sofreram danos o que resultou em um abaixamento brusco do nível da água da represa. A amplitude total do abaixamento do nível d'água foi cerca de dois metros e nestas condições permaneceu até o final de dezembro. Assim sendo, o período de estudo compreende duas fases distintas: a primeira, compreendida de fevereiro a agosto de 1980 e de janeiro a julho de 1981, foi caracterizada pelas condições ambientais normais da represa, denominada fase aquática. A segunda, compreendida de setembro a dezembro de 1980, foi caracterizada pelos baixos níveis d'água que deixaram o litoral seco e foi denominada fase terrestre.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise da biomassa foi realizada utilizando-se a técnica de quadrados (Westlake, 1965, 1968 e 1974). Dos estandes de cada espécie amostrada foram coletados três quadrados de 0,25 m² cada, aleatoriamente, em intervalos mensais de fevereiro de 1980 a março de 1981. A retirada do material contido nos quadrados foi realizada manualmente para a parte não sub-

terrânea (limbo, pecíolo e flor) e suspendendo-se o sedimento por intermédio de pás, até a profundidade de 20 cm para a parte subterrânea (rizoma e raíz). Após a coleta, todo o material foi lavado em peneira de 3 mm de malha, e depois o excesso de água foi retirado por intermédio de uma centrífuga, especialmente construída para esse fim. Em seguida, o material foi colocado em estufa (70°C) até peso seco constante. Os dados de peso seco obtidos para cada quadrado foram extrapolados para biomassa média expressa em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m²).

O abaixamento do nível d'água provocou, de imediato, a morte da parte aérea das espécies estudadas e assim foi calculada a contribuição de material particulado para a represa, com base nas biomassas de agosto e nas áreas de distribuição.

Para a avaliação da produção primária, foi acompanhado o crescimento das folhas de *N. indica* e *P. cordata* de abril de 1980 a junho de 1981. Folhas jovens foram marcadas e o crescimento foi acompanhado até a sua morte. O método consiste basicamente no acompanhamento ao longo do tempo, das alterações ocorridas no peso seco dos indivíduos, para o cálculo do crescimento relativo, e associá-las às variações na biomassa (Howard-Williams, 1978). O peso do limbo e do pecíolo foi estimado, indiretamente, através de expressões matemáticas originadas da relação peso seco-variável biométrica de indivíduos semelhantes coletados no mesmo ambiente.

A escolha da melhor relação peso seco com a variável biométrica foi baseada no valor do coeficiente de correlação linear de Pearson e na variância dos pontos empíricos às curvas teóricas de ajustamento.

Para *N. indica*, foram testadas as relações peso seco com: o comprimento, a largura e a área do limbo, calculada assumindo-se a forma esférica (Van Der Velde *et al.*, 1979) e o comprimento, diâmetro e volume do pecíolo, calculado assumindo-se a forma cilíndrica (Soares, 1981). A precisão do cálculo da área foliar e do volume do pecíolo foi testada a partir da pesagem de moldes e do volume de água deslocada.

Entre as variáveis biométricas, a área foliar ($r = 0,964$ para a forma aquática e $r = 0,969$ para a forma terrestre) expressa matematicamente por uma equação potencial ($y = ax^b$), foi a que se apresentou melhor relacionada ao peso seco do limbo. Enquanto, para o peso seco do pecíolo, a melhor relação foi com a variável volume ($r = 0,842$ para a forma aquática e $r = 0,953$ para a forma terrestre), também expressa por uma equação potencial.

Para *P. cordata*, foram testadas as relações do peso seco com o comprimento, a largura e a área do limbo, calculada através da pesagem de moldes, porém devido à sua forma irregular e a inexistência de variação no comprimento ou na largura, optou-se pelo estabelecimento de uma regressão múltipla do peso seco-comprimento-largura do limbo ($y = ax_1^b x_2^c$, onde $y =$ peso seco, x_1 e $x_2 =$ largura e comprimento e b e $c =$ coeficientes obtidos pela regressão linear).

A estimativa da produtividade primária foi realizada segundo a fórmula proposta por Ricker (1946 e 1958):

$$P = \frac{(\ln PS_2 - \ln PS_1) \times (B_1 + B_2)/2}{T_2 - T_1}$$

onde para cada parte da folha: $P =$ produtividade (gPS/m²/d), B_1 e $B_2 =$ biomassa nos tempos 1 e 2 (gPS/m²), $\ln PS_1$ e $\ln PS_2 =$ logaritmo natural do peso seco médio nos tempos 1 e 2 (mgPS), $T_2 - T_1 =$ intervalo entre as coletas (d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de biomassa, em *N. indica*, variaram no limbo de 12,0 (setembro) a 42,5 (março de 80) com média de 24,4 gPS/m²; no pecíolo de 10,2 (outubro) a 179,8 (março de 80) com média de 83,0 gPS/m²; na flor de 0,1 (julho, setembro e outubro) a 19,3 (março de 80) com média de 3,4 gPS/m²; no rizoma de 10,6 (março de 81) a 47,3 (dezembro) com média de 24,7 gPS/m² e na raiz de 16,2 (fevereiro de 81) a 115,1 (dezembro) com média de 57,7 gPS/m² (fig. 2).

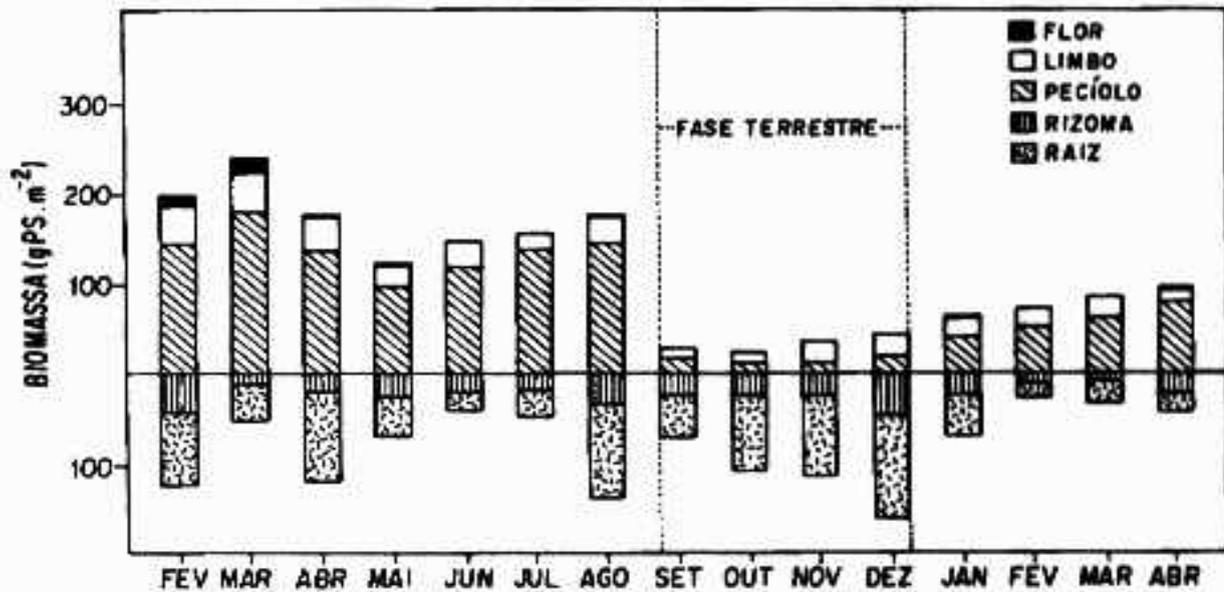


Figura 2 – Biomassa das partes de *N. indica* (de fevereiro de 1980 a abril de 1981).

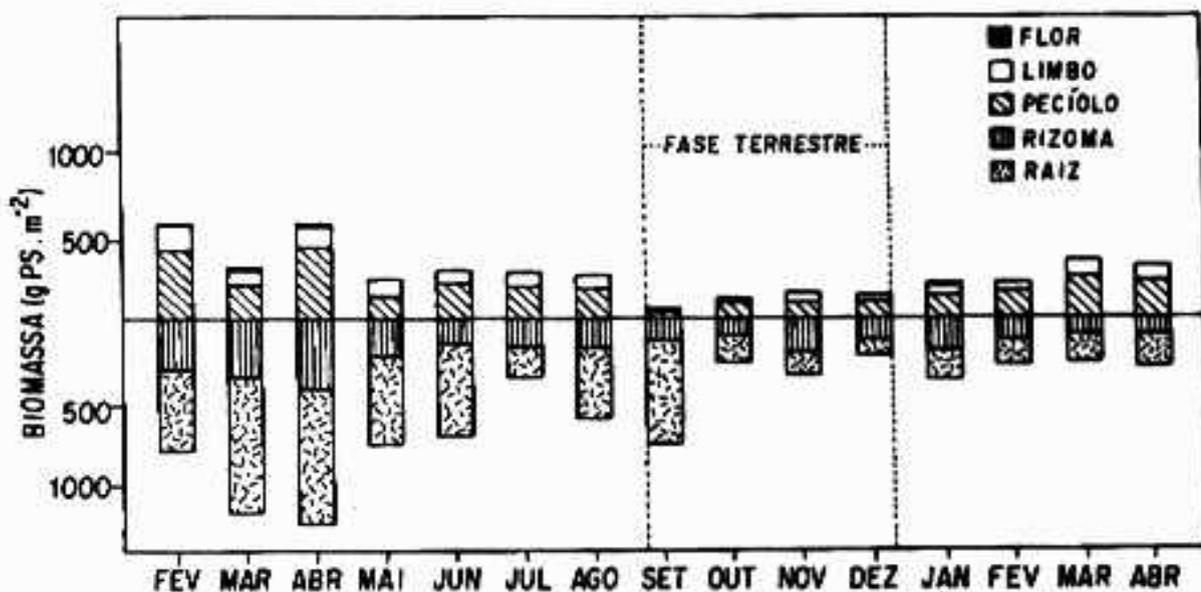


Figura 3 – Biomassa das partes de *P. cordata* (de fevereiro de 1980 a abril de 1981).

Em *P. cordata*, os valores de biomassa variaram no limbo de 7,3 (setembro) a 165,0 (fevereiro de 80) com média de 79,6 gPS/m²; no pecíolo de 37,7 (setembro) a 430,1 (abril de 80) com média de 190,4 gPS/m²; na flor de valores não detectáveis (julho, agosto e setembro) a 24,4 (janeiro) com média de 5,0 gPS/m²; no rizoma de 97,8 (abril de 81) a 414,3 (abril de 80) com média de 188,5 gPS/m² e na raiz de 98,5 (dezembro) a 841,6 (março de 80) com média de 379,8 gPS/m² (fig. 3).

Em dois momentos distintos foram observados grandes aportes de detrito para a represa do Lobo, resultantes da morte do limbo e pecíolo de *N. indica* e *P. cordata* decorrente da variação brusca do nível d'água. O primeiro foi observado em agosto, quando ocorreu o abaixamento do nível d'água, em cerca de dois metros, que teve como consequência a morte dos indivíduos. Somente com as espécies estudadas, tornou-se disponível para a cadeia de detritos 47.624 kgPS de detrito de *N. indica* e 10.514 kgPS de *P. cordata*. Após o restabelecimento do nível d'água, ocorreu a morte dos indivíduos adaptados à fase terrestre resultando na formação de 11.701 e 5.711 kgPS de detritos respectivamente.

Ao longo da fase aquática, anterior à variação do nível d'água da represa, os valores de produtividade, em *N. indica* variaram no limbo entre 0,330 e 0,982 com média de 0,679 gPS/m²/d e no pecíolo entre 0,884 e 3,103 com média de 1,776 gPS/m²/d (fig. 4). Em *P. cordata* estes valores foram no limbo de 0,119 gPS/m²/d e no pecíolo de 0,912 gPS/m²/d.

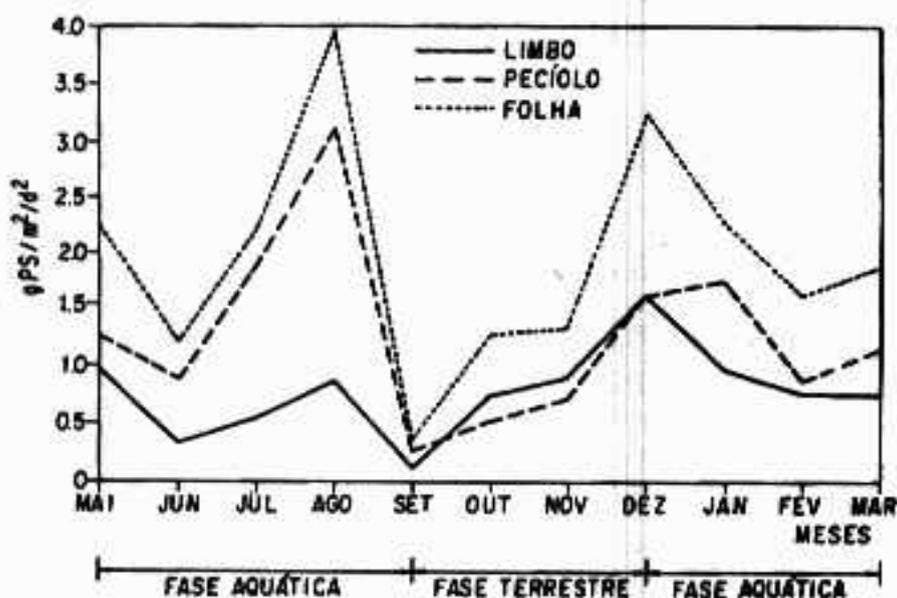


Figura 4 - Valores de produtividade do limbo, pecíolo e folha de *N. indica* nas três fases do período de estudo.

Em *N. indica*, no primeiro ciclo de medidas realizadas, na fase terrestre foram encontrados os menores valores de produtividade do limbo e pecíolo (0,117 gPS/m²/d e 0,261 gPS/m²/d respectivamente). Contudo, ao longo da fase terrestre, observou-se tendência ao aumento destes valores, sendo no primeiro ciclo, após o restabelecimento do nível da água, onde se registraram os valores mais elevados nestas duas estruturas (1,627 gPS/m²/d no limbo e 1,605 gPS/m²/d no pecíolo). Ao longo da fase aquática, após a fase terrestre, observou-se tendência à redução destes valores nos meses de verão-outono (de dezembro à abril).

Para a produtividade de *P. cordata*, os valores na fase terrestre foram de 0,256 gPS/m²/d no limbo e 0,605 gPS/m²/d no pecíolo.

A ocorrência do abaixamento artificial do nível d'água durante o período de estudo interferiu, de forma fundamental, nas relações ecológicas da Represa do Lobo. A dimensão desta interferência sobre as comunidades de macrófitas aquáticas pôde ser conhecida, através das alterações nas estruturas das espécies estudadas (fig. 5). Entre as consequências mais importantes podem-se ressaltar: a interferência no padrão de variação dos parâmetros estudados impedindo a visualização de qualquer tendência cíclica sazonal; a morte do limbo e pecíolo em cada transição do ambiente, contribuindo com grande quantidade de matéria orgânica para o sistema, e indução a modificações para formas terrestres nas espécies estudadas. Além disso, Barbieri e Esteves (1991) apontaram as modificações da composição química e Camargo (1984), as modificações na fauna associada às macrófitas.

Pôde-se atribuir às abruptas transições ambientais, observadas no período de estudo, o polimorfismo vegetativo, caracterizado principalmente pela ocorrência da heterofilia. Este fenômeno pôde ser constatado, através de observações de campo, onde após as transições de ambiente aquático para terrestre e deste para aquático, foram observados indivíduos de *N. indica* que já apresentavam folhas tipicamente terrestres ou aquáticas e outros indivíduos, que além de apresentarem estes tipos foliares ainda apresentavam algumas folhas vivas da forma antiga.

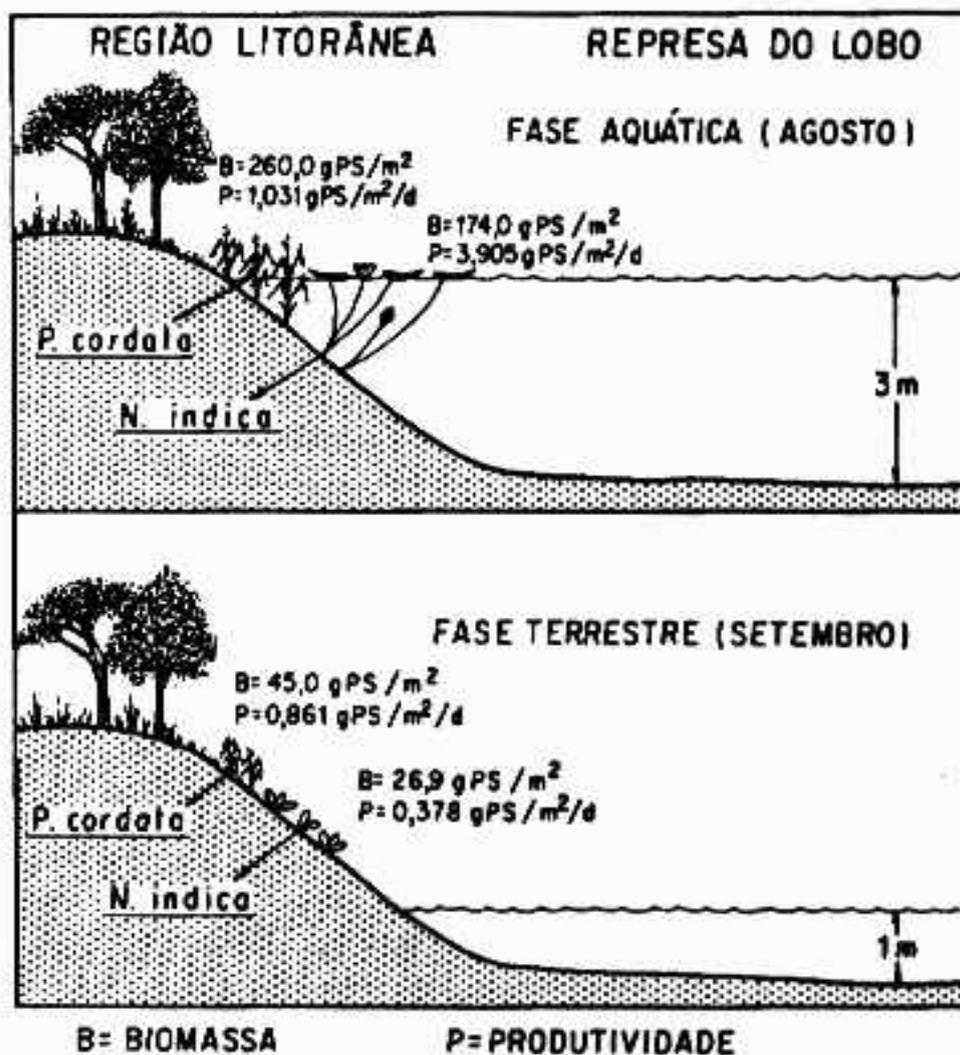


Figura 5 - Valores de biomassa e produtividade de *N. indica* e *P. cordata* nas fases aquática e terrestre.

As diferenças biométricas observadas em *N. indica* e *P. cordata* podem ser vistas na fig. 6. *N. indica* apresentou redução do comprimento do pecíolo e da superfície foliar e aumento da espessura do limbo, consistindo assim folhagem em roseta fechada junto ao sedimento. *P. cordata* apresentou aumento do diâmetro do pecíolo, da superfície e da espessura do limbo e redução do comprimento do pecíolo. Em ambas as espécies ocorreram aumentos de peso seco pela mesma unidade de volume ou comprimento de pecíolo e de área, largura ou comprimento do limbo. Este fato pode ter ocasionado diferenças na composição química entre as duas formas que foram demonstradas por Barbieri e Esteves (1991).

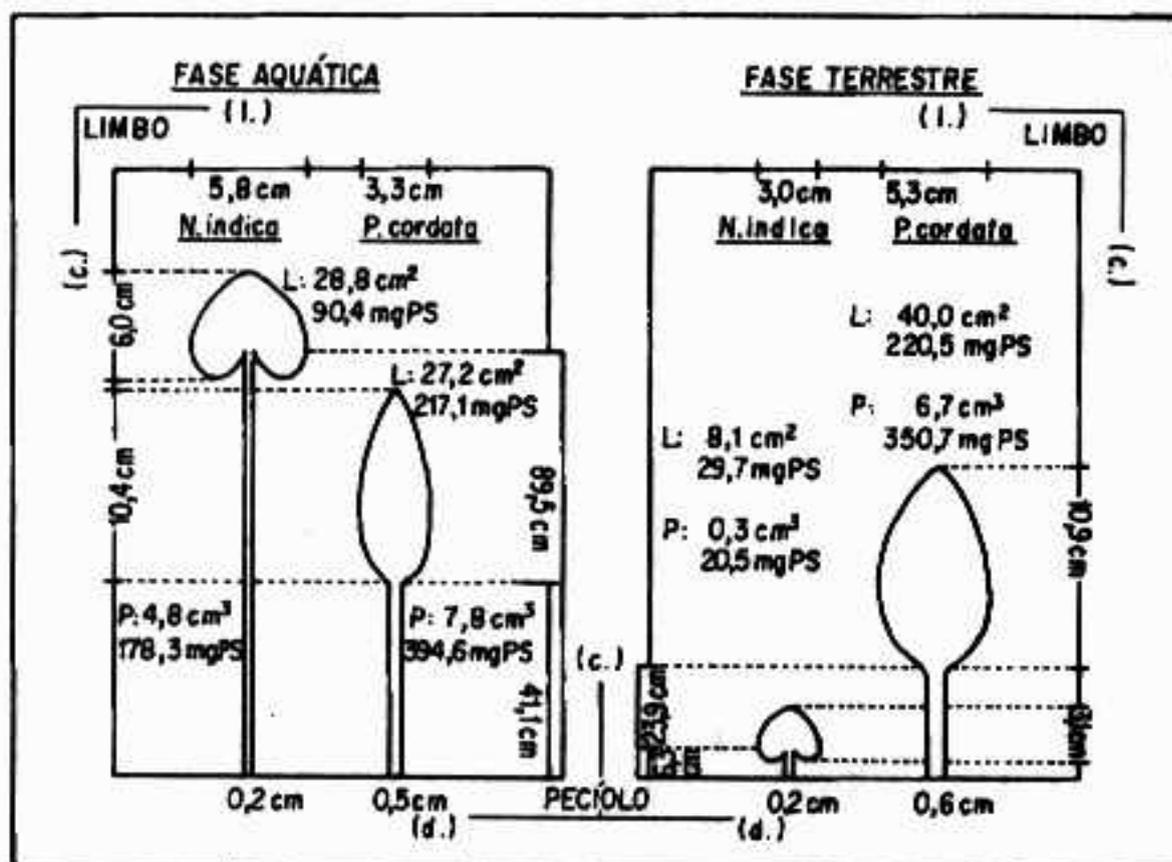


Figura 6 - Diferenças fenotípicas e biométricas das formas aquáticas (de abril a agosto de 1980) e terrestres (de setembro a dezembro de 1980). (l = largura, c = comprimento e d = diâmetro).

O conjunto das modificações biométricas observadas foi de extrema importância para a adaptação das espécies à fase terrestre. Além disto, em *N. indica* pode ter ocorrido o aumento de tecidos mecânicos que conferem maior rigidez às folhas e possibilitam resistir a novas condições ambientais e manter as estruturas fotossintetizantes mais elevadas, impedindo assim sua rápida decomposição no sedimento, ainda com alto teor de umidade. A eficiência com que a forma terrestre de *P. cordata* utilizou os recursos disponíveis possibilitou maior produtividade do limbo, mas uma menor produtividade do pecíolo, além de valores reduzidos de biomassa.

Com a morte do pecíolo e do limbo da forma aquática ou terrestre após cada transição do ambiente, as contribuições totais com biomassa de *N. indica* e *P. cordata* para o sistema foram

consideradas elevadas, principalmente levando-se em consideração o pequeno período de tempo em que ocorreram. Na transição de aquático para terrestre, o conteúdo de energia potencialmente disponível foi de $8,41 \times 10^8$ de *N. indica* e $1,74 \times 10^8$ KJ de *P. cordata* e durante a transição de terrestre para aquático, este conteúdo de energia foi de $2,33 \times 10^8$ de *N. indica* e $9,31 \times 10^7$ KJ de *P. cordata* (Esteves e Thomaz, 1991).

O abaixamento artificial do nível d'água alterou também a biomassa e produtividade das espécies estudadas. No 1º mês da fase terrestre, a biomassa do limbo e pecíolo de *N. indica* reduziu de 174,0 para 26,9 gPS/m² e *P. cordata* teve sua biomassa reduzida de 260,3 para 45,0 gPS/m². A mesma tendência foi observada na produtividade da folha, que teve em *N. indica* a diminuição de 3,905 para 0,378 gPS/m²/d e em *P. cordata* de 1,031 para 0,861/m²/d.

Pórem, durante a fase seca, as duas espécies apresentaram tendências a aumentar os valores de biomassa do limbo e pecíolo nos meses de primavera-verão (de setembro à dezembro). Tendência similar foi observada em relação à produtividade de *N. indica*.

O aumento de biomassa parece estar relacionado ao aumento de produtividade, o que pode ser atribuído à intensa formação de estruturas terrestres. Não foi possível identificar qual dos fatores é mais influente, se o próprio hábito terrestre ou as condições climatológicas ou ambos, embora se espere uma influência marcante das condições climatológicas. Na primavera (de setembro à novembro), inicia-se o período de maior precipitação, vento, temperatura e radiação solar que provavelmente influenciou positivamente a produtividade.

Após a seca, observou-se aumento dos valores de biomassa do limbo e pecíolo. Este fato parece estar relacionado ao início do restabelecimento das comunidades, devido ao retorno das condições ambientais normais da represa, influenciado pelos dados climatológicos de verão (de dezembro à fevereiro). Este restabelecimento foi lento e gradual e até o final do período de estudo ainda se observaram valores bem inferiores aos mesmos meses do ano interior. Em *N. indica* os valores de produtividade voltam a atingir os mesmos níveis da fase normal. Estes fatores mostraram o restabelecimento da espécie com a normalização do nível d'água da represa.

Os resultados obtidos demonstraram que as duas espécies estudadas podem ter participação ativa no metabolismo do ecossistema da represa do Lobo, especialmente no que se refere à sua produtividade. *P. cordata* foi a espécie que apresentou maior biomassa, porém *N. indica* destacou-se por apresentar a maior área ocupada e a maior taxa de produtividade.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos colegas do Laboratório de Limnologia do Departamento de Ecologia da UFRJ, especialmente ao Sidnei Magela Thomaz, Ricardo Barbieri e Fábio Roland, pela valiosas críticas e sugestões feitas ao manuscrito. Pesquisa realizada com auxílio do CNPq, FINEP e FAPESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, R. & ESTEVES, F.A. (1991). The chemical composition of some aquatic macrophyte species and implications for the metabolism of a tropical lacustrine ecosystem - Lobo Reservoir, São Paulo, Brazil. *Hydrobiol.*, 213:133-140.
- CAMARGO, A.F.M. (1984). *Estudo comparativo de três espécies de macrófitas aquáticas tropicais: Macroinvertebrados associados e decomposição da biomassa*, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos 174 p. (Dissertação).

- ESTEVEES, F.A. (1988). *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 575 p.
- ESTEVEES, F.A. & THOMAZ, S.M. (1991). Temporal variation of energy of two species of tropical aquatic macrophytes. *Rev. Brasil. Biol.*, 50 (4):957-962.
- ESTEVEES, F.A. & MENEZES, C.F.S. (1992). Productivity and organic carbon release in a tropical aquatic macrophyte: *Utricularia breviscapa* Grieseb. Submetido in *Aquatic Botany*.
- FINDENEGG, I. (1964). Produktionsbiologische Plankton Untersuchungen an Ostalpenseen. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 49:381-416.
- HOWARD-WILLIAMS, C. (1978). Growth and production of aquatic macrophytes in a south temperate saline lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 20:1153-1158.
- JUNK, W.J. (1970). Investigation on the ecology and production biology of the "floating-meadows" (*Paspalo-Echinochloetum*) on the middle Amazon. I. The floating vegetation and its ecology. *Amazoniana*, 2:449-495.
- NOGUEIRA, F. & ESTEVEES, F.A. (1990). Variação temporal da biomassa de duas espécies de macrófitas aquáticas em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (SP). *Acta Limnol. Brasil.*, 3:617-632.
- PIEIDADE, M.T.F. (1988). *Biomassa, produtividade e atividade fotossintética de Echinochloa polystachya (H.B.K.) Hitchcock (Gramineae = Poaceae), capim semi-aquático da várzea amazônica*. INPA, Manaus. 154 p. (Tese).
- RICKER, W.E. (1946). Production and utilization of fish populations. *Ecol. Monogr.*, 16:373-391.
- RICKER, W.E. (1958). *Handbook of computations for biological statistics of fish populations*. (Bulletin No. 119) Fisheries Research Board of Canada, 300 p., Ottawa.
- SOARES, J.J. (1981). *Estudos sobre biomassa e produtividade do perifiton em macrófitas na Represa do Lobo (Brota - Itirapina)*. Instituto de Biociências, USP, São Paulo (Tese).
- STADELMANN, P.; MOORE, J.E & PICKETT, E. (1974). Primary production in relation to structure, biomass concentration and light conditions at an inshore and offshore station in lake Ontario. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 31:1215-1232.
- STRIXINO, G.B.M.A. (1973). *Sobre a ecologia dos macroinvertebrados do fundo na Represa do Lobo*. Instituto de Biociências, USP, São Paulo (Tese).
- TILZER, M. (1973). Diurnal periodicity in the phytoplankton assemblage of a high mountain lake. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 15-30.
- VAN DER VELDE, G.; GILSEN, Th. G. & VAN DER HEIJDEN, L. (1979). Structure, biomass and seasonal changes in biomass of *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae), A preliminary study. *Aquatic Botany*, 7: 279-300.
- WESTLAKE, D.F. (1963). Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.*, 38: 385-425.
- WESTLAKE, D.F. (1965). Some basic data for investigations of productivity of aquatic macrophytes. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 18 suppl. 229-248.
- WESTLAKE, D.F. (1968). *Methods used to determine the annual production of reedswamp plants with extensive rhizomes*. In: *Methods of productivity studies in rootsystems and rhizosphere organism*. IBP Root Symposium, Moscow. Nauka, Moscow pp. 226-234.
- WESTLAKE, D.F. (1974). *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*. (R.A. Vollenweider Ed.) IBP. Handbook No. 12: 32-37. Blackwell Scientific Publications, Oxford.