

COLONIZAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE MACRÓFITAS POR MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM UM BREJO NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

NESSIMIAN, J.L. & DE LIMA, I.H.A.G.

Depto de Zoologia - Instituto de Biologia - UFRJ
Cx. Postal 68044 - 21944-970 - Cidade Universitária
Rio de Janeiro - RJ

RESUMO: Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. Foram observados os processos de colonização de três espécies de macrófitas dominantes no Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, RJ, pela fauna de macroinvertebrados aquáticos. Realizou-se um experimento no período de abril a junho de 1996, depositando-se no corpo d'água, 75 amostras de mesmo peso (50 g de peso úmido) de folhas de *Eleocharis sellowiana* (Cyperaceae), *Rhynchosphora corymbosa* (Cyperaceae) e *Nymphoides indica* (Menyanthaceae). Foram realizadas 5 retiradas de 15 amostras em um período de 70 dias, sendo 5 de cada espécie. Insetos representaram 51% do total de macroinvertebrados sendo os principais grupos, Chironomidae (Diptera) com 58%, Odonata com 22% e Caenidae (Ephemeroptera) com 11%. Os resultados mostraram padrões semelhantes de ocupação para as três macrófitas por parte das espécies não predadoras. Inicialmente o grupo dominante foi Cladocera, seguido por Chironominae (Chironomidae) e Ostracoda. Posteriormente, *Chironomus* spp. e *Polypedium* sp. (Chironomini) apresentaram dominância crescente, seguidos por Ostracoda, *Caenis cunniiana* (Caenidae) e ao final do experimento, *Oxyethira hyalina* (Trichoptera, Hydroptilidae). *E. sellowiana* apresentou o maior número de indivíduos colonizadores, com 44% do total coligido, mostrando a existência de preferência por parte dos macroinvertebrados. Por outro lado, não houve diferença significativa no número de predadores. As diferenças encontradas estão provavelmente relacionadas à natureza de cada macrófita quanto à proporção de celulose e lignina, taxa de decomposição e concentração de algas perifíticas.

Palavras-chave: macrófitas, macroinvertebrados aquáticos, colonização, brejos.

ABSTRACT: Colonization of three macrophyte species by aquatic macroinvertebrates in a marsh on the littoral of Rio de Janeiro state. Observations on the colonization of the three dominant macrophyte species in the Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, were made in a experiment from April to June of 1996. Seventy five samples of same weight (50 g of umid weight) of leaves of *Eleocharis sellowiana* (Cyperaceae), *Rhynchosphora corymbosa* (Cyperaceae) e *Nymphoides indica* (Menyanthaceae) were deposited in the water body. Fifteen samples were taken for five times in a period of 70 days, being five

for each species. Insects represented 51% of the total macroinvertebrate fauna. Chironomidae (Diptera), 58%; Odonata, 22% and Caenidae (Ephemeroptera), 11% were the major groups. The results showed similar patterns of occupation for the three macrophytes by non predator species. At the beginning, Cladocera was the dominant taxa, followed by Chironominae (Chironomidae) and Ostracoda. Posteriorly, *Chironomus* spp. and *Polypedilum* sp. (Chironominae) showed an increasing dominance, followed by Ostracoda, *Caenis cuniana* (Caenidae) and, by the end of the experiment, *Oxyethira hyalina* (Trichoptera, Hydroptilidae). *E. sellowiana* showed the major number of colonizers (44% of the total collected), pointing out the existence of macroinvertebrate preference for this species. On another hand, there was no significant difference in the number of predators. Probably, the encountered differences are related to the characteristics of each macrophyte in the cellulose and lignin proportion, decomposition rate and periphytic algae.

Key-words: macrophytes, aquatic macroinvertebrates, colonization, marshes.

INTRODUÇÃO

Brejos são corpos d'água de pequena profundidade e com densa cobertura vegetal, apresentando alta produtividade. [Como apontado por Hynes (1970) e Palmer (1981), há uma relação direta entre quantidade e riqueza de macrófitas e de fauna. Toda dinâmica da comunidade de macroinvertebrados desses corpos d'água depende direta ou indiretamente da diversidade e do ciclo de vida das macrófitas presentes (Voigts, 1976; Nessimian, 1995a). Estas representam fonte de recurso alimentar e refúgio para muitas espécies, além de desempenhar importante papel na estabilização das condições ambientais.]*

Macrófitas têm limitada importância como fonte de alimento enquanto vivas (Smock & Stoneburner, 1980; Bruquetas de Zozaya & Neiff, 1991). Tal fato é consequência da grande concentração de celulose, altas taxas de C/N, baixa digestibilidade de algumas proteínas e a possível presença de substâncias alelopáticas (Nessimian, 1995b). Sua principal utilização como fonte de alimento se dá como matéria morta. Segundo Suren & Lake (1989), durante o processo de decomposição, macrófitas apresentam um aumento nas concentrações de nitrogênio e proteína resultando em um aumento da atratividade em relação aos macroinvertebrados.

A decomposição de macrófitas depende grandemente da ação de bactérias e fungos, os quais quebram fibras e paredes celulares, convertendo-as em biomassa saprofítica e CO₂. Adicionando-se a isso o trabalho da microflora epifítica, ocorre um aumento das concentrações de N total (Suren & Lake, 1989).

Diferentes espécies de macrófitas apresentam variadas condições em termos de ocupação e alimentação pela fauna, devido a particularidades morfológicas e de estrutura química (Hargeby, 1990) e, conseqüentemente, diferentes processos de decomposição. Deste modo são esperadas diferentes composições de fauna associada. A duração do ciclo de vida das macrófitas pode também determinar maior ou menor estabilidade de habitat para a fauna favorecendo a permanência de espécies com estratégias do tipo *r* ou *k* (*sensu* Margalef, 1977) no processo de ocupação.

Em estudos realizados por Nessimian (1995b) e Da Silva (1994), no Brejo-canal de Itaipuaçu, um brejo de dunas em Maricá no litoral do Estado do Rio de Janeiro, observou-se um maior índice de ocupação pela fauna de macroinvertebrados, após a senescência da

macrófita dominante e durante o período de decomposição. Observações preliminares mostraram que a estrutura da fauna varia entre áreas do mesmo corpo d'água com predominância de diferentes espécies de macrófitas, que por sua vez apresentam diferentes estruturas e ciclos de vida.

Este estudo visa observar possíveis preferências da fauna de macroinvertebrados quanto à colonização de três espécies de macrófitas dominantes no Brejo-canal de Itaipuaçu: *Eleocharis sellowiana* e *Rhynchosphora corymbosa* (Cyperaceae) e *Nymphoides indica* (Menyanthaceae), durante o processo de decomposição.

ÁREA DE ESTUDOS

O estudo desenvolveu-se no Brejo-canal de Itaipuaçu, na Restinga de Maricá, 43° 54'W; 22° 57'S, Estado do Rio de Janeiro. A região enquadra-se no clima Aw de Köppen, com verão chuvoso e quente e inverno seco. A precipitação média anual situa-se entre 1000 mm e 1350 mm. (Franco *et al.*, 1984).

O brejo possui cerca de 1500 m de extensão e uma largura máxima de 200 m, situando-se na depressão que separa os dois cordões arenosos (dunas) da restinga, sendo sua formação resultado do fechamento de um canal que ligava a lagoa ao mar, há 41 anos. Possui pequena profundidade, águas pretas e ácidas e substrato compacto de material orgânico (turfa) sobre solo arenoso. Apresenta caráter semi-permanente e a variação do nível da água está relacionada com o lençol freático, às chuvas e à evaporação. O nível máximo é alcançado no inverno e o mínimo no verão (Carmo & Lacerda, 1984; Nessimian, 1995a).

A vegetação dominante é constituída por *Eleocharis sellowiana* Kunth. (Cyperaceae), *Rhynchosphora corymbosa* (L.) Britton (Cyperaceae), *Sagittaria lancifolia* L. (Alismataceae), *Nymphoides indica* (L.) O.Kuntze (Menyanthaceae), *Utricularia gibba* L. (Lentibulariaceae) e *Ludwigia longifolia* (D.C.) Hara (Onagraceae).

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo de colonização foram utilizadas as três espécies de macrófitas dominantes no brejo: *Rhynchosphora corymbosa*, *Eleocharis sellowiana* e *Nymphoides indica*. Em campo foram pesados lotes de 50g de folhas frescas, sendo estas lavadas e colocadas em sacos de filó com malha de 1,5 mm de abertura. Foram preparadas 75 amostras, sendo 25 de cada macrófita, e dispostas no corpo d'água em 5 transectos (com 5 amostras de cada espécie). O experimento teve duração de 70 dias (abril-junho de 1996). As retiradas foram efetuadas em 7, 14, 28, 42 e 70 dias após o início do experimento, sendo o material coletado sempre entre 10 e 11 horas da manhã. As amostras foram fixadas em formaldeído a 4% e no mesmo dia, lavadas, sendo o material retido em uma peneira com malha de 0,21 mm de abertura e posteriormente conservado em álcool etílico a 80%.

Os macroinvertebrados presentes foram triados com o auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de até 160 vezes. As folhas foram separadas, secas e pesadas em balança com precisão de 1 mg. Foram realizadas observações quanto ao estado de decomposição.

Dados físico-químicos (condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e temperatura) da água do brejo estudado foram tomados mensalmente (abril, maio e junho). O teor de

oxigênio dissolvido foi medido pelo método de Winkler (Brower & Zar, 1977). Foram tomadas medidas de variação da altura da coluna d'água.

A Análise de Correspondência (Ludwig & Reynolds, 1988), foi usada como método de ordenação. O padrão de pontos assim obtido foi submetido a um teste de independência do χ^2 , afim de detectar a presença de padrões aleatórios, sendo aceitos os valores de $p \leq 0,01$ (Sokal & Rohlf, 1969). Para a interpretação dos resultados os autovalores dos eixos de variação foram submetidos à Prova de Decaimento de acordo com Valentin (1995).

Categorias tróficas funcionais dos macroinvertebrados presentes foram baseadas no estudo de Nessimian (1997), realizado no mesmo corpo d'água. Para verificar diferenças nas freqüências dos diversos taxons e categorias funcionais entre macrófitas e entre as retiradas, os dados foram submetidos a uma ANOVA a um fator com repetições (Sokal & Rholf, 1969). Os resultados significativos ao nível de 0,05 foram confirmados a posteriori pelo teste de Scheffé (Norman & Streiner, 1994).

RESULTADOS

O ambiente

O estudo foi realizado durante o período de elevação do nível de água do Brejo-canal de Itaipuaçu. Neste período é esperada uma queda nos valores de condutividade elétrica, temperatura e pH e uma elevação nos teores de oxigênio dissolvido, o que não foi observado para os dois últimos fatores (Tabela I).

Macrófitas

A três espécies de macrófitas apresentaram diferentes processos de decomposição durante os 70 dias de experimento. *N. indica* sofreu rápida perda de material, com as folhas fragmentando-se aos 28 dias e desaparecendo quase por completo aos 42 dias de exposição. Por outro lado, nesse período, surgiram pequenas folhas novas em número reduzido, e ocorreu um grande acúmulo de algas sobre os restos vegetais. *E. sellowiana* e *R. corymbosa*, mais rígidas, não apresentaram perda visível em sua estrutura. Suas folhas tornaram-se escuras e perderam a rigidez mais lentamente, sendo o processo mais acentuado em *E. sellowiana* (a partir de 28 dias). *N. indica* apresentou maior perda de material e peso durante o período de estudos enquanto que a menor perda ocorreu em *R. corymbosa* (Fig. 1).

Tabela I. Variáveis ambientais medidas no Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, nos meses de abril, maio e junho de 1996. CE - Condutividade elétrica; OD - Oxigênio dissolvido; pH - potencial hidrogeniônico; TC - Temperatura do ar; TH - Temperatura da água; PF - Altura da coluna d'água.

	OD (mg.l ⁻¹)	CE (μ S.cm ⁻¹)	pH (°C)	TC (°C)	TH (cm)	PF
Abril	5,42	158,0	4,7	27,0	28,5	38,1
Maio	4,14	142,5	4,0	26,5	27,5	55,8
Junho	4,49	110,5	4,9	26,7	24,5	61,3

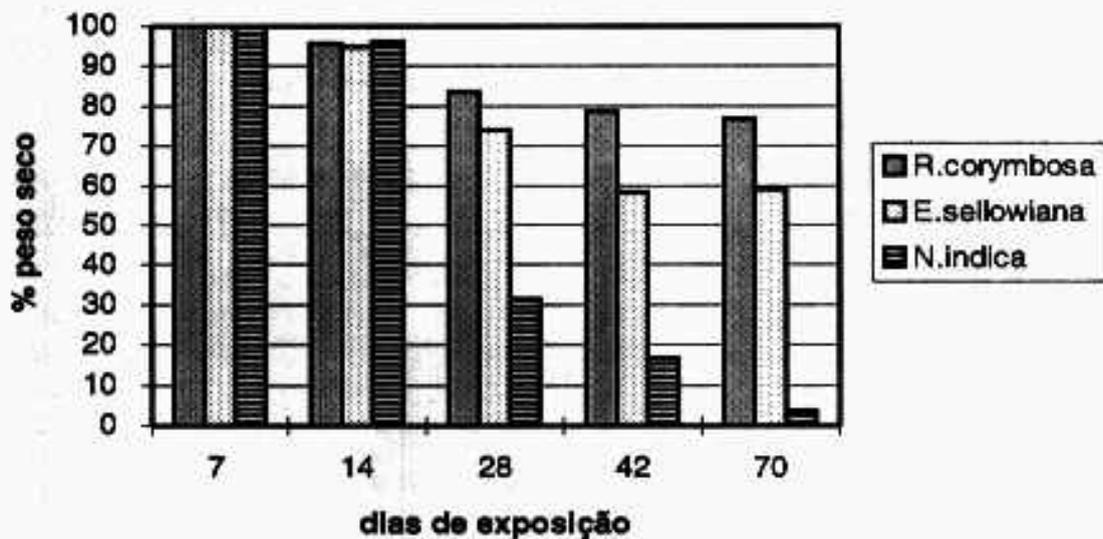


Figura 1. Porcentagem de peso seco das três macrófitas estudadas no Brejo-canal de Itaipuaçu a cada retirada em relação à primeira (7 dias).

Macroinvertebrados

Ao final de 70 dias de experimento, foram coligidos 7769 indivíduos em *R. corymbosa*, 7688 em *E. sellowiana* e 6582 em *N. indica*, distribuídos em 31 táxons. Nas três macrófitas, a maioria dos táxons presentes apresentou distribuição contagiosa (Tabela II).

Os maiores valores em número de indivíduos foram alcançados aos 42 dias de exposição, sendo os padrões de colonização similares nas três macrófitas. Os grupos mais importantes foram Insecta (50,7%), Acari (25,6%), Ostracoda (13,0%), Cladocera (7,0%) e Naididae (2,4%). Dentre os Insecta os principais grupos foram Chironomidae (Diptera) com 57,8%, Odonata com 21,6% e Caenidae (Ephemeroptera) com 10,8%.

Dentre os táxons presentes após 7 dias de exposição, Naididae, Copepoda e Cladocera apresentaram decréscimo em sua frequência até o final do experimento (para os dois últimos, não significativo ao nível de 5% em *R. corymbosa*). Comportamento oposto foi apresentado por Ostracoda e Chironominae.

A ocupação de *R. corymbosa* por Naididae ocorreu somente aos 14 dias de experimento, porém apresentando o mesmo decréscimo como nas outras macrófitas. *Caenis cunniiana* Fröhlich ocorreu nas três macrófitas no início da colonização, não apresentando modificação significativa em número de indivíduos. Dytiscidae spp. e *Oxyethira hyalina* Müller ocorreram efetivamente a partir de 28 dias e *Nimbecera rhabdomantis* Trivinho-Strixino e Strixino (não significativo), aos 70 dias de exposição (Fig. 2).

Análises de correspondência efetuadas para cada macrófita não mostraram diferenças significativas em termos de composição da fauna de macroinvertebrados, especialmente a partir de 28 dias. Há, porém, nítida separação das amostras da primeira semana de exposição com relação a todas as outras. Em alguns casos, especialmente em *R. corymbosa*, amostras de 7 e 14 dias apresentaram poucas diferenças entre si, exceto com relação à presença

Tabela II. Médias e desvios padrão do número de macroinvertebrados por amostra (50 g peso úmido, n = 25) de três espécies de macrófita no Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, RJ, durante o período de estudos.

Táxons	<i>R. corymbosa</i>		<i>E. sellowiana</i>		<i>N. indica</i>	
	Média	Desv.	Média	Desv.	Média	Desv.
Nematoda	0.04	0.20	0.04	0.20	0	0
Oligochaeta, Naididae spp.	11.64	13.00	7.12	7.86	2.68	5.06
Acari spp.	99.44	53.03	65.28	39.09	60.68	34.66
Ostracoda spp.	34.24	19.82	39.84	30.12	40.44	19.74
Cladocera spp.	17.96	23.17	27.60	42.78	15.72	23.90
Copepoda spp.	2.88	6.50	4.84	7.95	2.96	4.59
Caenidae, <i>Caenis cunmiana</i>	19.52	13.70	23.52	14.81	5.48	4.57
Bactidae, <i>Callibaetis guttatus</i>	0.44	0.87	0	0	0.04	0.20
Odonata spp.	31.60	11.51	29.96	16.40	35.08	35.84
Naucoridae, <i>Pelocoris</i> sp.	0.56	0.65	0.64	0.57	0.80	0.82
Belostomatidae, <i>Belostoma</i> sp.	0.32	0.56	0.44	0.82	0.40	0.71
Notonectidae, <i>Buenoa</i> sp.	0	0	0	0	0.04	0.20
Noteridae sp.	0	0	0.12	0.44	0.16	0.47
Dytiscidae spp.	4.44	3.93	4.24	5.61	1.84	2.15
Hydrophilidae, <i>Berosus</i> spp.	0.04	0.20	0.24	0.44	0.04	0.20
Curculionidae sp.	0	0	0.04	0.20	0.12	0.33
Pyralidae, <i>Parapoynx restingalis</i>	0.16	0.47	0.20	0.41	0.04	0.20
Hydroptillidae, <i>Oxyethira hyalina</i>	2.48	4.06	3.72	3.52	5.48	6.14
Chironomini, <i>Polyphemus</i> , <i>Chironomus</i> spp.	45.08	35.33	59.24	44.99	51.92	39.46
Tanitarsini, <i>Nimbecera rhabdomantis</i>	2.08	2.78	2.24	3.77	0.84	1.72
Orthoclaadiinae sp.	0.40	0.76	0.2	0.58	0.28	0.84
Tanypodinae sp.	32.04	24.66	32.20	25.23	32.32	20.11
Ceratopogonidae spp.	2.44	3.73	2.24	3.17	2.12	2.20
Chaoboridae <i>Sayomyia</i> sp.	0.04	0.20	0	0	0.12	0.33
Culicidae sp.	0	0	0.04	0.20	0	0
Tabanidae spp.	2.68	1.70	3.40	1.58	3.20	2.66

de Naididae. Para *E. sellowiana*, houve poucas diferenças entre amostras de 14 dias e as subsequentes, indicando um processo mais rápido de colonização. De uma maneira geral as diferenças tornaram-se menores com o tempo de exposição. O teste de decaimento aplicado aos autovalores mostraram que os três primeiros eixos são importantes para explicação das variações observadas (exceto em *E. sellowiana*, para a qual o são somente os dois primeiros). Os valores percentuais de explicação dos eixos quanto às variações observada e as principais contribuições absolutas dos táxons presentes são dados na Tabela III.

Os principais contribuintes em *R. corymbosa*, foram Cladocera e Copepoda, para o 1º eixo, separando nitidamente as duas primeiras semanas de exposição; Acari e Chironomini para o 2º eixo, tendo Chironomini participação efetiva nas últimas semanas; e Naididae e Odonata para o 3º eixo, separando, principalmente o período intermediário do experimento. Houve, após 14 dias de exposição participação significativa de Naididae, Acari e Cladocera havendo um gradiente decrescente para esses grupos até o final do experimento. O oposto ocorreu com Chironomini e Tanypodinae. Além disso, *C. cunmiana* e Ostracoda apresentaram aumento em suas frequências aos 28 dias (Fig. 3).

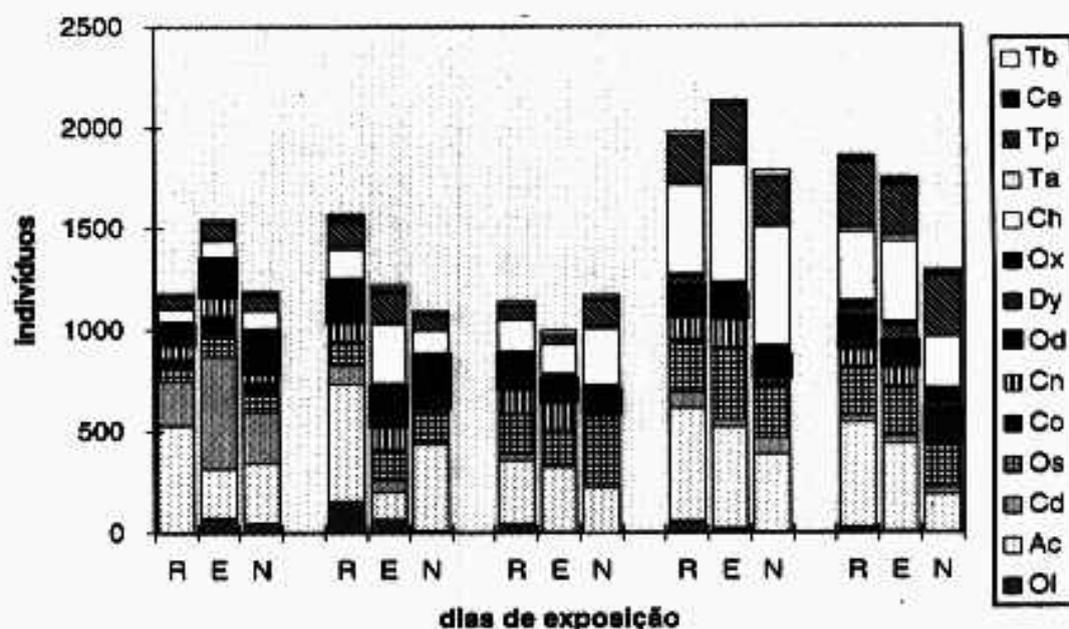


Figura 2. Frequência dos táxons mais importantes em 7, 14, 28, 42 e 70 dias de colonização das três macrófitas estudadas no Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, RJ. Tb - Tabanidae; Ce - Ceratopogonidae; Tp - Tanyptodinae; Ta - Tanytarsini; Ch - Chironomini; Ox - *O. hyalina*; Dy - Dytiscidae; Od - Odonata; Cn - *C. cuniana*; Co - Copepoda; Os - Ostracoda; Cd - Cladocera; Ac - Acari; Ol - Oligochaeta; R - *R. corymbosa*; E - *E. sellowiana*; N - *N. indica*.

Tabela III. Análise de correspondência. Porcentagens de explicação dos eixos quanto à variação encontrada e principais contribuições absolutas dos táxons presentes em 70 dias de exposição de três espécies de macrófita no Brejo-canal de Itaipuaçu, Maricá, RJ.

	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3
<i>R. corymbosa</i>			
Explicação do eixo (%)	29,17	21,40	13,76
Contrib. Absoluta (%)	Cladocera - 61,7 Copepoda - 16,6	Acari - 52,7 Chironomini - 17,3	Naididae - 49,7 Odonata - 12,1
<i>E. sellowiana</i>			
Explicação do eixo (%)	53,98	11,23	8,08
Contrib. Absoluta (%)	Cladocera - 65,7 Copepoda - 11,6 Chironomini - 10,6	Acari - 45,1 Odonata - 16,3 Chironomini - 13,3 Naididae - 11,6	Chironomini - 31,3 <i>C. cuniana</i> - 26,0 Odonata - 15,1
<i>N. indica</i>			
Explicação do eixo (%)	37,21	21,55	13,60
Contrib. Absoluta (%)	Cladocera - 41,1 Naididae - 12,4 Chironomini - 12,9	Odonata - 74,9 Cladocera - 12,8	Acari - 61,6 Tanyptodinae - 10,0 <i>O. hyalina</i> - 8,0

R. corymbosa

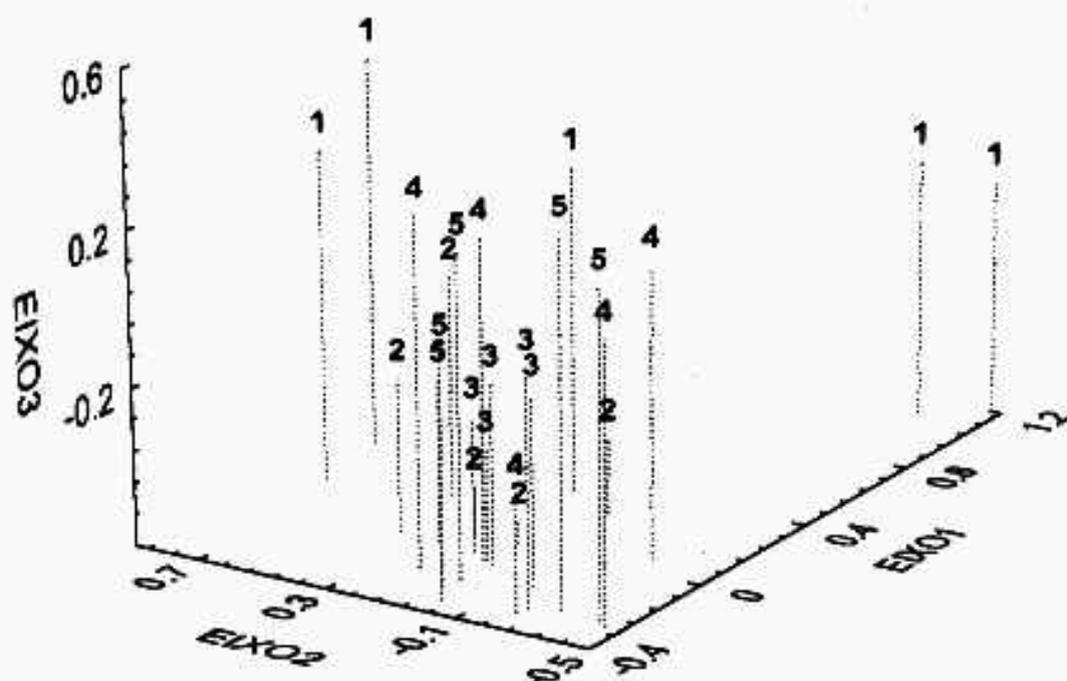


Figura 3. Análise de correspondência. Distribuição das amostras de folhas de *R. corymbosa* com relação aos três primeiros eixos de variação (X^2 matriz = 3849,68, g.l = 600, $\alpha = 0,01$). 1 - amostras de 7 dias, 2 - amostras de 14 dias, 3 - amostras de 28 dias, 4 - amostras de 42 dias, 5 - amostras de 70 dias.

Em *E. sellowiana*, as contribuições mais importantes para o 1º eixo foram de Cladocera, Copepoda e Chironomini, os dois primeiros táxons separando a primeira semana de experimento. Para o 2º eixo, Acari, Odonata, Chironomini e Naididae foram os principais grupos. Os três últimos separaram principalmente as retiradas da segunda semana de experimento. Chironomini, *C. cunniana*, e Odonata, foram os grupos de maior contribuição para o 3º eixo, sendo Chironomini mais importante nas últimas semanas de exposição (Fig. 4).

Em *N. indica*, Cladocera, Naididae e Chironomini foram os maiores contribuintes para o 1º eixo. Os dois primeiros táxons separam o início do experimento. O 2º eixo teve contribuição importante de Odonata, separando amostras isoladas de 7, 14 e 28 dias, e Cladocera, que nessa macrófita, esteve presente até o final das retiradas. Para o 3º eixo, houve uma oposição entre Acari, nas primeiras semanas, e Tanypodinae e *O. hyalina*, no final do experimento (Fig. 5).

Resultados semelhantes foram obtidos na análise de correspondência para dados médios por macrófita. Os três primeiros eixos corresponderam respectivamente a 54,30%, 16,13% e 8,03% da variação. Os gradientes observados mostram Cladocera (59,7%, 1º eixo) e Copepoda (10,7%, 1º eixo) como táxons importantes no início da colonização. Acari (27,%, 2º eixo; 30,3%, 3º eixo) estabeleceram-se efetivamente desde o início do experimento e com participação relativa mais importante aos 14 e 28 dias, em oposição a Cladocera (15,2%, 2º eixo) e Naididae (46,9%, 3º eixo), que decresceram em frequência e Chironomini (13,2%, 2º eixo) e Tanypodinae (10,2%, 2º eixo) os quais aumentaram em número até os 70 dias (Fig. 6). O 3º eixo de variação, nas três macrófitas, separa as retiradas de 14 e 28 dias. Nestas, nota-se uma queda nos valores de frequência, de um modo geral, o que provavelmente não está diretamente relacionado ao processo de colonização, mas a possíveis mudanças no ambiente.

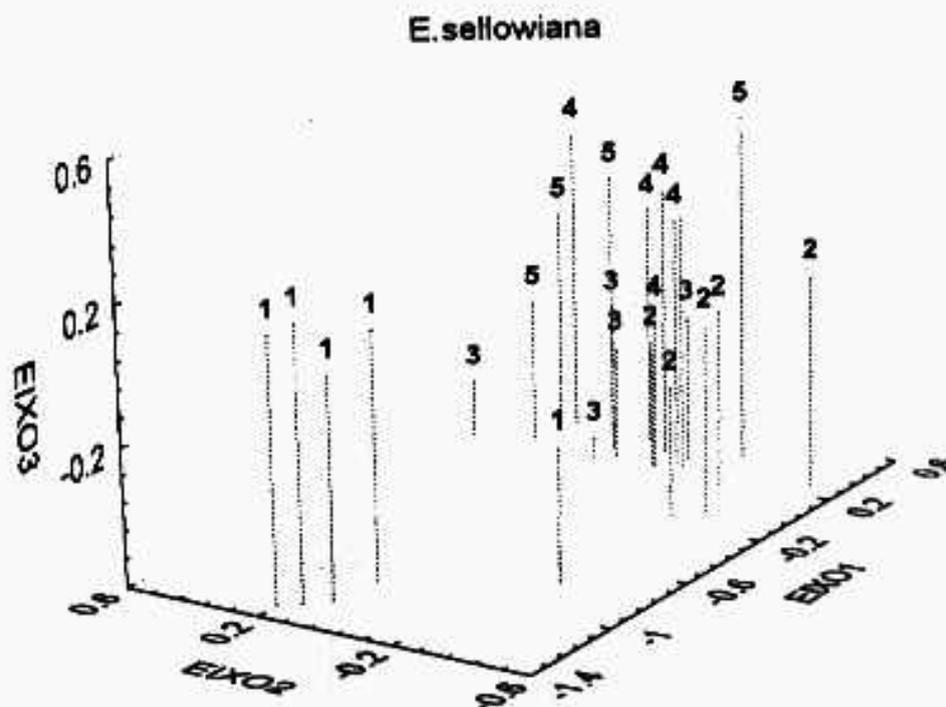


Figura 4. Análise de correspondência. Distribuição das amostras de folhas de *E. Sellowiana* com relação aos três primeiros eixos de variação variação (X^2 matriz = 4460,75, g.l = 552, $\alpha = 0,01$). 1 - amostras de 7 dias, 2 - amostras de 14 dias, 3 - amostras de 28 dias, 4 - amostras de 42 dias, 5 - amostras de 70 dias.

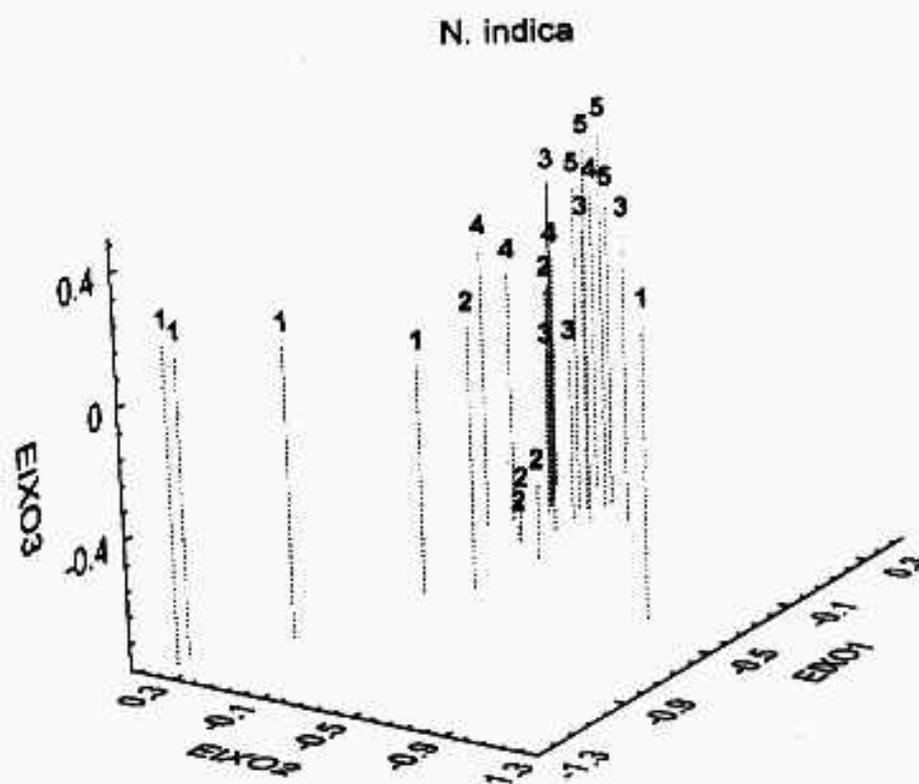


Figura 5. Análise de correspondência. Distribuição das amostras de folhas de *N. indica* com relação aos três primeiros eixos de variação variação (X^2 matriz = 3939,09, g.l = 600, $\alpha = 0,01$). 1 - amostras de 7 dias, 2 - amostras de 14 dias, 3 - amostras de 28 dias, 4 - amostras de 42 dias, 5 - amostras de 70 dias.

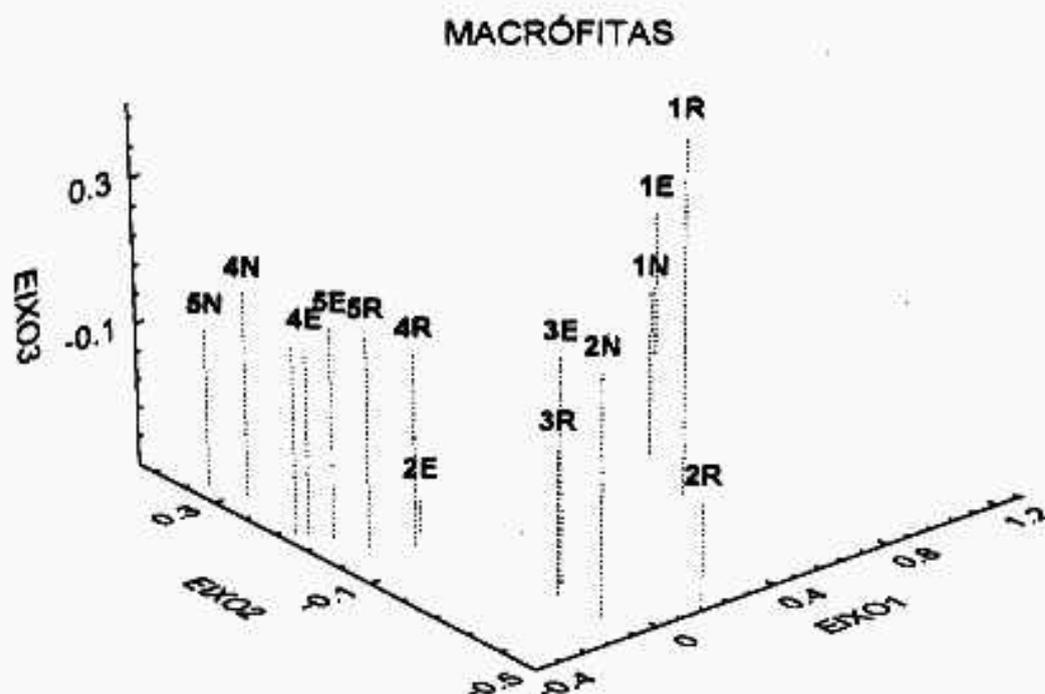


Figura 6. Análise de correspondência. Distribuição das amostras de folhas de três macrófitas com relação aos três primeiros eixos de variação (X^2 matriz = 1640,61, g.l = 416, $\alpha = 0,01$). R - *R. corymbosa*, E - *E. sellowiana*, N - *N. indica*, 1 - amostras de 7 dias, 2 - amostras de 14 dias, 3 - amostras de 28 dias, 4 - amostras de 42 dias, 5 - amostras de 70 dias.

A composição relativa das categorias funcionais tróficas em termos de frequência foi semelhante nas três macrófitas (Fig.7). Contudo, nota-se uma maior importância de filtradores no início da colonização, principalmente em *E. sellowiana* e *N. indica*, e uma maior importância de predadores em *R. corymbosa*. Esta macrófita apresentou o maior número de predadores com 39,8% do total. Coletores apresentaram maior participação relativa a partir de 14 dias, mantendo-se praticamente constantes até o final do experimento. *E. sellowiana* apresentou o maior número de indivíduos colonizadores, com 44% do total coligido (45,9% dos coletores e 38,0% dos filtradores), indicando a possível existência de preferência por parte dos macroinvertebrados. Os outros grupos funcionais apresentaram pequena participação, sendo que *N. indica* apresentou o maior número de sugadores herbívoros (45,9%), devido à presença de *O. hyalina* no final do experimento.

DISCUSSÃO

A diferença apresentada no processo de decomposição das três macrófitas pode ser explicada pelas suas estruturas. *N. indica* possui folhas tenras e com baixa quantidade de lignina. Esteves & Barbieri (1983), estudando a decomposição dessa espécie observaram uma rápida perda de peso nos primeiros 7 dias (não medida no presente estudo) seguida por um período com menor velocidade. Essa perda inicial resulta da liberação de material solúvel na água, enquanto que no segundo período ocorre a decomposição por processos biológicos de compostos estruturais como celulose e lignina. O peso restante aos 70 dias de experimento está de acordo com o observado pelos autores citados. Embora esta macrófita sempre apresente folhas vivas (mesmo no períodos de seca), há grande substituição destas. Suas

folhas servem de alimento, quando vivas a diversos insetos como observado para Pyralidae (Da Silva & Nessimian 1991; Nessimian & Da Silva, 1994) e Chironomidae (Kondo & Hamashima, 1992). Lammens & Van Der Velde (1978), estudando outra espécie do mesmo gênero, *N. peltata* (Gmel.) O.Kuntze, assinalaram diversos consumidores entre Oligochaeta, Mollusca e Crustacea e Insecta. A perda de peso observada em *E. sellowiana* foi semelhante à obtida por Carmo (1984) em estudo sobre a decomposição desta espécie (nesse trabalho, determinada como *E. subarticulata* (Nees) Boeckler) no mesmo corpo d'água, sendo a decomposição dos componentes estruturais, muito mais lenta. As diferenças obtidas entre as três macrófitas ocorreram dentro do esperado, sendo maiores as concentrações de celulose e lignina de *E. sellowiana* e especialmente *R. corymbosa* (A. A. Monteiro de Barros, com. pess.).

Com relação à colonização os padrões observados, em termos de sucessão, foram semelhantes aos dados obtidos por Bruquetas de Zozaya & Neiff (1991) em um brejo na Argentina, para Oligochaeta e Coleoptera. Houve uma ocupação inicial por Naididae, Microcrustacea, Acari e Chironomidae (principalmente *Polypedilum* sp. e *Chironomus* spp.), tendendo os dois primeiros grupos a diminuir sua participação relativa. Ninfas de Odonata apresentaram maior participação a partir da segunda semana de exposição e se mantiveram relativamente constantes. Coletores (pastadores) como *C. cuniana* e Chironomidae (*Chironomus* spp.) aumentaram sua participação mais tardiamente, assim como os predadores Dytiscidae e Noteridae. Segundo Oliver (1971) Chironomidae são capazes de eficiente dispersão, através de oviposição e/ou da capacidade de nado das larvas de primeiros instares (pelágicas), colonizando assim novos habitats com facilidade. O mesmo ocorre com Cladocera, Ostracoda e diversos Acari. Por outro lado, embora as amostras tenham permanecido próximas à superfície da água, a pequena profundidade e a proximidade de outras plantas enraizadas no início do experimento favoreceu o acesso de animais do fundo como Naididae, o que foi dificultado com o aumento da coluna d'água.

Estudos realizados no mesmo corpo d'água (Nessimian, 1995b), mostram que o período de elevação do nível d'água (no qual foi realizado este experimento) caracteriza-se pela ocupação do brejo pelos primeiros colonizadores. Cladocera, Ostracoda e Acari (principalmente Gamasina) são muito abundantes neste período. Segundo o mesmo autor, o período



Figura 7. Participação relativa das categorias funcionais tróficas nas três macrófitas estudadas, no Brejo-canal de Itaipuaçu, em 7, 14, 28, 42 e 70 dias de exposição. SU - sugadores herbívoros; CR - cortadores; FI - filtradores; PR - predadores; RA - raspadores; CO - coletores; R - *R. corymbosa*; E - *E. sellowiana*; N - *N. indica*.

final do outono e início do inverno é marcado o pelo aparecimento de *Parapoynx restingalis* Da Silva & Nessimian, *C. cunniana* e *N. rhabdomantis* e uma queda na frequência de Cladocera e Copepoda. O mesmo padrão foi observado na ocupação das amostras, independente da macrófita. Grupos com picos de frequência nesta época do ano e que não foram encontrados ou que decresceram com o aumento da coluna d'água são ocupantes do substrato do fundo, como *Zavrelliela* sp. (Chironomidae) e *Oligochaeta*.

A importância das macrófitas vivas como fonte de alimento para macroinvertebrados é muito pequena devido à sua pouca digestibilidade (Smock & Stoneburner, 1980; Trivinho-Strixino & Strixino, 1991). De acordo com Suren & Lake (1989), bactérias e fungos e posteriormente algas epifíticas, durante o processo de decomposição, promovem um aumento nas concentrações de nitrogênio e proteínas resultando em um aumento da atratividade em relação aos macroinvertebrados. Tal fato foi observado no Brejo-canal de Itaipuaçu por Nessimian (1995b) e Da Silva (1994), onde a maior concentração de macroinvertebrados ocorreu após a morte das folhas de *E. sellowiana*, macrófita dominante e de ciclo anual.

Segundo Nessimian (1995a, 1995b), a fauna de invertebrados no brejo estudado está adaptada ao seu ciclo anual e ao ciclo de *E. sellowiana*, ocorrendo diversas estratégias adaptativas em decorrência da sazonalidade. A maior parte das espécies presentes tem hábitos generalistas, estando poucas destas restritas a um biótopo ou fonte alimentar. A presença de qualquer substrato para ocupação ou fonte alimentar disponível é prontamente respondida. Assim, a maior relação da fauna com *E. sellowiana* deve estar relacionada à sua dominância no corpo d'água.

Neste ponto, além da dominância, é importante levar em conta o ciclo de vida das macrófitas presentes e a velocidade de decomposição. Hargeby (1990), estudando a ocupação de macrófitas de diferentes ciclos de vida por macroinvertebrados, observou que macrófitas de maior permanência favorecem uma maior estabilidade do habitat, permitindo sua ocupação por espécies tardias (k) enquanto que o oposto favorece espécies oportunistas (r).

Segundo Bruquetas de Zozaya & Neiff (1991) a concentração de invertebrados está positivamente relacionada à velocidade do processo de decomposição. Embora *N. indica* tenha apresentado menor quantidade de macroinvertebrados por amostra, a relação com a perda de peso mostrou-se inversa. Os dados obtidos mostram que a concentração de macroinvertebrados nesta macrófita teria sido muito maior por peso remanescente de material vegetal que em *E. sellowiana* e *R. corymbosa* (Fig. 8). Contudo, tal relação não parece verdadeira. As áreas das três macrófitas, ou foram praticamente mantidas ou substituídas por massas de algas (que não tiveram o peso estimado). No caso de *N. indica*, a maior presença de *O. hyalina* deve estar relacionada com a maior quantidade de algas no final do experimento (Nessimian, 1995b).

Assim, os resultados não parecem indicar uma relação entre velocidade de decomposição e ocupação, a não ser no período inicial (7, 14 dias) ou qualitativamente. Neste ponto a análise de correspondência mostra uma evidente separação. O primeiro eixo, para as três macrófitas, provavelmente indica a disponibilidade de alimento para filtradores (Cladocera e Copepoda) e coletores de partículas pequenas (*Oligochaeta*). Isto pode estar relacionado com a primeira etapa do processo de decomposição, quando a maior parte do material solúvel é liberado (Esteves & Barbieri, 1983), havendo um retardamento para *R. corymbosa*.

Por outro lado, os resultados indicam a importância inicial das macrófitas como substrato e, em uma segunda etapa, como fonte de alimento. Neste caso, a velocidade de decomposição irá diferenciar a proporção das categorias tróficas presentes. Após um perío-



Figura 8. Número de macroinvertebrados por peso seco (g) remanescente de três macrófitas estudadas no Brejo-canal de Itaipuaçu em um período de 70 dias.

do inicial, quando são perdidas possíveis substâncias repelentes (Smock & Stoneburner, 1980) as três espécies foram ocupadas pelos mesmos grupos, embora em diferentes proporções.

Predadores, não relacionados diretamente às macrófitas, ocorreram em grande número logo no início. Em *R. corymbosa*, de decomposição mais lenta, o número de predadores foi maior que nas outras macrófitas e permaneceu alto até o final do experimento. Coletores e filtradores foram mais importantes nas macrófitas de decomposição mais rápida e consequentemente de mais rápida ocupação pelo perifiton. O segundo eixo de variação da análise de correspondência evidencia provavelmente a relação entre a presença do perifiton e o estabelecimento de espécies coletoras em *R. corymbosa* e *E. sellowiana*. Em *N. indica* o processo foi mais rápido e não evidenciado no segundo eixo.

Segundo Nessimian (1993), a grande maioria das espécies de macroinvertebrados presentes no brejo estudado é generalista e as mesmas espécies, com poucas exceções, ocupam material em decomposição de todas as macrófitas presentes. Qualquer substrato ou fonte alimentar disponível é rapidamente utilizado. O maior número de macroinvertebrados presentes em *E. sellowiana* indicaria certa preferência por esta macrófita e provavelmente está ligado ao seu tempo de permanência. O fato de ser esta a macrófita dominante e de possuir ciclo de vida anual correspondente ao ciclo hidrológico do corpo d'água possibilita sua ocupação por maiores concentrações e maior número de espécies de macroinvertebrados. A menor importância do 3º eixo de variação para essa macrófita com relação às outras reflete, provavelmente, este fato.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Profs. N. Ferreira Jr., P. Paiva e L.F.M. Dorvillé (Depto. de Zoologia, UFRJ) pela revisão crítica do manuscrito e, ao último, pelo auxílio nas análises estatísticas. Ao Prof. Dr. F. de Assis Esteves (Depto. de Ecologia, UFRJ) pelo empréstimo de parte da bibliografia consultada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brower, J.E. & Zar, J.H. (1977). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown pub., Dubuque, 2nd ed. 226 p.
- Bruquetas De Zozaya, I.Y. & Neiff, J.J. (1991). Decomposition and decomposition and colonization by invertebrates of *Typha latifolia* L. litter in Chaco cattail swamp (Argentina). *Aquat. Bot.*, 40:185-193.
- Carmo, M.A.M. (1984). *O papel de Eleocharis subarticulata (Nees) Boeckler (Cyperaceae) na ciclagem de um brejo da Restinga de Maricá, RJ*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, xi + 100 p.
- Carmo, M.A.M. & Lacerda, L.D. (1984). Limnologia de um brejo de dunas em Maricá, RJ. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. orgs. - *Restingas: origens, estruturas, processos*. Niterói, CEUFF, Universidade Federal Fluminense, p. 453-458.
- Da Silva, E.R. (1994). *Aspectos da biologia de Callibaetis guttatus Navás, 1915 (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) em alagados temporários da restinga de Barra de Maricá, Estado do Rio de Janeiro, com considerações taxonômicas*. Dissertação de mestrado. Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro, xiii + 109 p.
- Da Silva, E.R. & Nessimian, J.L. (1991). Descrição das formas imaturas de *Synclita gurgitalis* Lederer, 1863 (Lepidoptera: Pyralidae: Nymphulinae), com notas biológicas. *Rev. Brasil. Biol.* 51(1):153-158.
- 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.
- Franco, A.C.; Valeriano, D.M.; Santos, F.M.; Henriques, R.P.B.; Hay, J.D. & Medeiros, R.A. (1984). Os microclimas das zonas de vegetação da praia da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. orgs. - *Restingas: origens, estruturas, processos*. Niterói, CEUFF, Universidade Federal Fluminense, p. 327-342.
- Hargeby, (1990). Macrophyte associated invertebrates and the effect of habitat permanence. *Oikos*, 57:338-346.
- Hynes, (1970). The diversity of macroinvertebrate and macrophyte communities in ponds. *Freshwater Biology*, 18: 87-104.
- Kondo, S. & Hamashima, S. (1992). Habitat preferences of four chironomid species associated with aquatic macrophytes in an irrigation reservoir. *Proc. 11th International Symposium on Chironomidae*. Bund, W.J. van de; Kraak, M.H.S. eds, 26(2-4):371-377.
- Lammens, E.H.R.R. & Van Der Velde, G. (1978). Observations on the decomposition of *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae) with special regard to the leaves. *Aquat. Bot.*, 4:331-346.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology - A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York, xviii + 340 p.
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, xvi + 952 p.
- Nessimian, J.L. (1993). *Estrutura, composição e dinâmica da fauna invertebrada bentônica em um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, v + 251 p.
- Nessimian, J.L. (1995). Composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnol. Brasil.*, 7:41-59.
- Nessimian, J.L. (1995). Abundância e biomassa de macroinvertebrados bentônicos em um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Brasil. Biol.*, 55(4):661-683.
- Nessimian, J.L. (1997) Categorização funcional trófica de macroinvertebrados em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Brasil. Biol.*, 57 (1): 135-145.
- Nessimian, J.L. & Da Silva, E.R. (1994). Descrição das formas imaturas de *Parapoynx restingalis* Da Silva e Nessimian, 1990, com notas biológicas (Lepidoptera: Pyralidae: Nymphulinae). *Rev. Brasil. Biol.*, 54(4):603-610.

- Norman, G.R. & Streiner, D.L. (1994). *Biostatistics - The Bare Essentials*. St. Louis, Mosby-Year Book Inc., xii + 260 p.
- Oliver, D.R. (1971). Life history of the Chironomidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 12:211-230.
- Palmer, M. (1981). Relationship between species richness of macrophytes and insects in some water bodies in the Norfolk Breckland. *Entomologist's monthly Magazine*, 117:35-46.
- Smock, L.A. & Stoneburner, D.L.(1980). The response of macroinvertebrate to aquatic macrophyte decomposition. *Oikos*, 35:397-403.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1969). *Introduction to Biostatistics*. San Francisco, W.H. Freeman & Co., ix + 386p.
- Suren, A.M. & Lake, P.L. (1989). Edibility of fresh and decomposing macrophytes to three species of freshwater invertebrate herbivores. *Hydrobiologia*, 178:165-178.
- Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G. (1993). Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttall. *Rev. Brasil. Biol.*, 53(1):103-111.
- Valentin, J.L. (1995). Agrupamento e ordenação. In: Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L. & Fernandez, F. eds. Tópicos em tratamento de dados biológicos. *Oecologia Brasiliensis* vol. II, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p.27-55.
- Voigts, D.K. (1976). Aquatic invertebrate abundance in relation to changing marsh vegetation. *Am. Midl. Nat.*, 95(2):313-322.