

FATORES DETERMINANTES DA DISTRIBUIÇÃO DE MOLUSCOS  
DULCEAQUÍCOLAS NAS LAGOAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL

LANZER, R.M. e SCHÄFER, A.

RESUMO

A distribuição de moluscos que vivem sobre macrófitas em lagoas costeiras sulbrasileiras é influenciada por fatores biogeográficos e ecológicos. Em continuação aos estudos de LANZER & SCHÄFER (1984, 1986), é discutida a ocorrência de 7 espécies na amplitude de medidas do desenvolvimento do volume, condutividade, substâncias húmicas e cálcio. A análise de regressão múltipla passo a passo entre fatores físicos, químicos e morfológicos e o número de espécies mostra que em lagos oligotróficos, as variáveis espaciais explicam a maior parte da variação no número de espécies, enquanto que em lagos eutróficos há maior influência dos fatores físicos e químicos. A possibilidade de utilização do número de espécies como critério à tipificação das lagoas é analisada.

**ABSTRACT - DETERMINANT FACTORS OF THE DISTRIBUTION OF FRESHWATER MOLLUSCS IN COASTAL LAKES OF RIO GRANDE DO SUL.**

The distribution of freshwater molluscs living on macrophytes in the coastal lakes in Southern Brazil is determined by ecological and biogeographical factors. In addition to our studies about relationships between environmental conditions and occurrence of freshwater molluscs (LANZER & SCHÄFER, 1984, 1986), the influence of volume development, conductivity, humic substances and calcium are discussed. Step-wise multiple regression analyses were carried out with the species number as dependent variable and physical, chemical and morphological habitat components as independent variables. In the oligotrophic lakes the species number is explained mainly by morphological factors. On the other hand, in eutrophic lakes the physical and chemical parameters are more important. The value of the species number as a criterion for indication of the trophic state of coastal lakes is analyzed.

**INTRODUÇÃO**

Fatores tais como pH, dureza, alcalinidade, turbidez, substâncias húmicas e, especialmente, cálcio são referidos por diversos autores como importantes nas relações ecológicas entre moluscos e seu ambiente, em diversas regiões: na Inglaterra, BOYCOTT (1936), MACAN (1961), DUSSART (1976); na Suécia, HUBENDICK (1947); Na Noruega, ØKLAND (1969, 1979, 1983); na Finlândia, AHO (1966, 1978a,b, 1984), AHO et al. (1981); nos Estados Unidos, HARMAN (1974); no Canadá, McKILLOP (1985), PIP (1985); Na África do Sul, WILLIAMS (1970), BROWN (1980); na América Central, McKILLOP e HARRISON (1980); entre muitos outros.

A vegetação aquática tem também sido enfatizada co

mo fator de grande relevância na ocorrência e distribuição de gastrópodes dulceaquícolas (HARMAN, 1972; ØKLAND, 1979; LANZER & SCHÄFER, 1984; PIP, 1985; SCHAYCK, 1985).

MCARTHUR & WILSON (1967) desenvolveram sua teoria do equilíbrio de espécies na Biogeografia de ilhas para explicar, em parte, as variações no número de espécies sobre ilhas oceânicas. Muitos autores têm discutido a aplicação desta teoria em habitats continentais distribuídos como ilhas, onde os ambientes límnicos podem assim ser interpretados (SEPKOSKI & REX, 1973; LASSEN, 1975; AHO, 1978a,b, 1984; AHO et al., 1981; LANZER, 1983).

Estudos referentes ao complexo sistema de lagoas e lagoas costeiras sulbrasileiras são relativamente recentes. Os primeiros trabalhos de caráter limnológico, incluindo comunidades bentônicas são os de KLEEREKOPER (1944, 1955) restritos à Lagoa dos Quadros e rios que descem a Serra Geral. CHOMENKO & SCHÄFER (1984a,b) e WÜRDIG (1984) apresentam, respectivamente, levantamentos da distribuição de Hydrobiidae em relação à condutividade elétrica específica e de Ostracoda em dependência do substrato e de condições físicas e químicas da água.

SCHÄFER et al. (1980) e SCHÄFER (1982), baseado em condições físicas e químicas da água, dá início à tipificação limnológica das lagoas costeiras riograndenses. Outros trabalhos visando a classificação destas lagoas segundo características hidrológicas, morfológicas, físicas e químicas são os de SCHWARZBOLD (1982), ARAÚJO DE OLIVEIRA (1983), SCHWARZBOLD & SCHÄFER (1984), SCHÄFER et al. (1985) e LANZER & SCHÄFER (1986).

A distribuição de comunidades, especialmente aquelas que vivem em macrófitas, como critério de tipificação de lagoas é aplicável na caracterização de distintas condições da margem. A escolha de grupos bentônicos litorais fornece um importante subsídio na interpretação dos efeitos de variáveis físicas, químicas e morfológicas as quais são amplamente empregadas como critério ecológico para a classifi

cação do estado trófico de lagos (CLARKE, 1979; WETZEL, 1983; SCHÄFER, 1985). A aplicação deste critério nas lagoas costeiras do Sul do Brasil é discutida pela primeira vez em LANZER (1983) e LANZER & SCHÄFER (1985, 1986). O presente trabalho constitui-se na continuidade destes estudos, ampliando o número de critérios utilizados. Uma discussão completa, incluindo aspectos biogeográficos e ecológicos, encontra-se em preparação.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada situa-se entre os paralelos  $29^{\circ}10'$  e  $33^{\circ}00'$  S e os meridianos  $49^{\circ}30'$  e  $53^{\circ}30'$  W. A maior parte das lagoas estudadas estende-se paralelamente à linha da costa atlântica, distando aproximadamente entre 0.5 a 20 km do oceano. As lagoas com influência maior de salinidade não são consideradas devido às modificações naturais na composição da malacofauna dulceaquícola decorrente deste fator.

O levantamento de moluscos e medidas físicas, químicas e morfológicas nas lagoas costeiras foi realizado nos anos de 1980-1982, 1984 e 1986, especialmente no período de setembro a abril. As coletas foram feitas na zona litoral das lagoas, tendo sido examinados os diferentes tipos de habitat. Amostras do material coletado estão depositados no Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Museu Senckenberg e Museu Britânico.

Considera-se neste trabalho os moluscos que vivem comumente em macrófitas, ou que as utilizam em diferentes estágios de seu desenvolvimento. Para estudos da caracterização do habitat foram escolhidos 7 Gastropoda em um Bivalvia: *Gundlachia* sp. Pfeiffer, 1849; *G. moricandi* (Orbigny, 1837); *G. concentrica* (Orbigny, 1835); *Potamolithus ribeirensis* Pilsbry, 1911; *Eupera klappenbachi* Mansur & Veitenheimer, 1975; *Ampullaria canaliculata* Lamarck, 1801; *Chilina fluminea parva* Martens, 1868. *Heleobia* spp. Simpson, 1875, *Biomphalaria*



sp. Preston, 1910, *Drepanodrema* sp. Fischer & Crosse, 1880, *Lymnaea* sp. Lamarck, 1799, *Physa* sp. Draparnaud, 1801, *Chilina fluminea* (Maton, 1809), *Potamolithus catharinae* Pilsbry, 1911 e *Gundlachia* spp. Pfeiffer, 1849 não são incluídos pela falta de identificação específica, ou devido a sua ocorrência ser muito restrita.

O levantamento das macrófitas está baseado em Schwarzbold (dados não publicados).

As medidas de profundidade foram efetuadas com ecobatímetro e através de sondagens. A superfície de todas as lagoas e o desenvolvimento do perímetro das lagoas Horácio, Rincão das Éguas, Moleques, Nicola e Jacaré foram retirados de SCHWARZBOLD & SCHÄFER (1984). Cálculos do desenvolvimento do perímetro, profundidade relativa e desenvolvimento do volume foram obtidos através de fórmulas apresentadas em SCHÄFER (1985), tendo como base mapas do Serviço Geográfico do Exército, escalas 1:50.000 e 1:250.000.

A transparência foi medida com disco de Secchi e está expressa em centímetros. O pH e a condutividade foram aferidos com potenciômetro. A demanda química de oxigênio (DQO) foi obtida pelo método de consumo de permanganato de potássio em meio ácido. As análises de fósforo total, substâncias húmicas e cálcio foram realizadas em laboratório a partir de amostras conservadas. A metodologia utilizada para medir o fósforo total seguiu APHA (1976). Para as análises de substâncias húmicas empregou-se o método proposto por SANTOS & SANTOS (1970). O cálcio foi obtido em espectrofotômetro de absorção atômica.

Análises de correlação e regressão múltipla passo a passo foram empregadas entre as variáveis físicas, químicas e espaciais do habitat e o número de espécies de moluscos em 36 lagoas costeiras. Os moluscos não identificados a nível específico são contados como uma unidade. A significância estatística foi testada pelo valor de F.

Para avaliar a possibilidade de utilizar a composição da comunidade de moluscos que vivem na vegetação aquã

tica como indicador de diferentes graus de trofia nas lagoas costeiras, usou-se a análise de cluster baseada no cálculo da Distância Euclidiana Quadrada. Estes dados correspondem a 47 lagoas costeiras.

## TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO DE MOLUSCOS

A primeira medida a ser empregada quando se pretende avaliar a possibilidade de utilizar um organismo como indicador de qualidade do ambiente, é determinar sua distribuição geográfica. HARMAN (1974) e CLARKE (1979) consideraram uma ampla distribuição entre os atributos indispensáveis a um organismo indicador.

A análise dos padrões de distribuição de moluscos ao longo do sistema lagunar costeiro define 5 tipos, ampliados de LANZER E SCHÄFER (1985). Estes tipos são: A - distribuição ao longo de todo sistema costeiro, cujos representantes são *Helisobia* spp., *G. moricandi* e *A. canaliculata*; B - distribuição esparsa, exemplificada por *G. concentrica*, *E. klappenbachi*, *Biomphalaria* sp. e *Drepanotrema* sp. Estes moluscos, em especial *G. concentrica* e *E. klappenbachi*, mostram uma maior frequência em lagoas do extremo norte e extremo sul; C - distribuição no Litoral Norte, ou seja, ausentes ao sul da barra da Laguna dos Patos. Fazem parte deste tipo, *C. fluminea parva* e *Gundlachia* sp., os quais apresentam uma ocorrência esparsa dentro desta área; D - distribuição somente no extremo sul. *C. fluminea fluminea* é um exemplo deste tipo, sendo encontrada somente na Lagoa Mangueira; E - distribuição somente na parte média da costa, entre as lagoas Barro Velho e Veiana (Tab. 3). *P. ribisirensis* é o único exemplo deste tipo (Tab. 1).

ØKLAND (1969) menciona como principais fatores de terminantes dos padrões de distribuição de gastrópodes dulceaquícolas, a habilidade de dispersão e as condições presentes em seu habitat. Este autor, juntamente com BOYCOTT

Tabela 1 - Tipos de distribuição e substrato dos moluscos em lagoas costeiras do Sul do Brasil.

Moluscos	Distribuição	Substrato	Lagoas
<b>SPHAERIIDAE</b>			
<i>E. klappenbachi</i>	B	macrófitas	9
<b>AMPULLARIIDAE</b>			
<i>A. canaliculata</i>	A	sedimento (macrófitas)	45
<b>HYDROBIIDAE</b>			
<i>Haleobia</i> spp.	A	sedimento macrófitas	46
<i>P. ribeirensis</i>	E	macrófitas	4
<i>P. catharinae</i> *	C	?	1
<b>CHILINIDAE</b>			
<i>C. f. parva</i>	C	sedimento macrófitas	14
<i>C. f. fluminea</i>	D	macrófitas	1
<b>ANCYLIDAE</b>			
<i>Gundlachia</i> sp.	C	macrófitas	16
<i>G. moricandi</i>	A	macrófitas	47
<i>G. concentrica</i>	B	macrófitas	17
<b>PLANORBIDAE</b>			
<i>Biomphalaria</i> sp.	B	macrófitas sedimento	19
<i>Drepanotrema</i> sp.	B	macrófitas sedimento	6

\* Museu de Ciências Naturais/FZB (MCN 3400)

A- distribuição ao longo de todo sistema costeiro; B- distribuição esparsa; C- distribuição na parte Norte do litoral; D- distribuição somente no extremo Sul; E- distribuição na parte média.

(1936), HUBENDICK (1947) e RUSSEL-HUNTER (1978), afirma que a maior parte dos caracóis dulceaquícolas parecem ser facilmente dispersos de forma passiva. Aves são reconhecidas como agentes primários de dispersão de moluscos dulceaquícolas, e insetos podem também tornar-se efetivos agentes no trans-

porte de pequenos animais a curtas distâncias (REES, 1965; ALTENA, 1968).

A dispersão passiva nas lagoas costeiras é facilitada pela pouca distância existente entre os corpos de água e pela presença de áreas que inundam em épocas de chuva, o que mantém uma certa comunicação. A ligação artificial, presente entre as lagoas a Norte e no extremo Sul do litoral, possibilita uma migração mais rápida permitindo uma relativa homogeneização na estrutura das comunidades. Uma terceira situação que vem auxiliar a dispersão passiva das espécies são os canais de irrigação. A crescente utilização de áreas adjacentes para o plantio de extensas lavouras de arroz que se mantêm alagadas por boa parte do tempo, possibilita a lenta migração das espécies. Muitos destes canais, pelo tempo de existência, apresentam condições relativamente estáveis com típica zonação de macrófitas junto às margens. É constatado que a vegetação aquática em canais de irrigação e drenagem oferece um habitat favorável a moluscos gastrópodes (SCHAYCK, 1985). Todos os moluscos encontrados nas lagoas costeiras têm sido, também, coletados nestes canais.

Uma evidência da utilização de canais de irrigação na migração de moluscos na região costeira é a rápida expansão que vem demonstrando o bivalvo asiático *Corbicula Mergele*, 1811, freqüentemente encontrado nestes canais, em populações com numerosos indivíduos.

Conforme já discutido em LANZER & SCHÄFER (1986), os moluscos que apresentam ocorrência em praticamente todas as lagoas, ou seja, uma distribuição do tipo A (Tab. 1), onde não se verifica qualquer estenotopia excetuando a salinidade, não podem ser utilizados em estudos de indicação pela presença ou ausência. Nestes casos, somente levantamentos quantitativos podem definir a possibilidade de utilizá-los como indicadores de trofia nas lagoas costeiras. Outros como *Heleobia* spp. também de distribuição do tipo A (Tab. 1), dependem de uma diferenciação específica para que se possa



apresentar conclusões a este respeito.

#### IMPORTÂNCIA DO SUBSTRATO E TIPOS DE HABITAT

HARMAN (1972, 1974) demonstra em seus trabalhos sobre moluscos em lagos norte-americanos, que o padrão de distribuição das espécies está altamente correlacionado com a heterogeneidade do substrato disponível. O autor afirma ainda, que sob condições normais, a distribuição local das espécies em um habitat dulceaquícola é primeiramente determinada pelos tipos de substrato e padrões de distribuição destas nestes ambientes. Outros fatores como interações bióticas e fatores químicos, atuam frequentemente de maneira negativa, reduzindo o número de espécies dentro destes ecossistemas (HARMAN, 1972).

Nas lagoas costeiras, os moluscos são coletados ou no sedimento ou aderidos à vegetação aquática. Entre as espécies escolhidas para este estudo, a maioria Gastropoda, a preferência quanto ao tipo de substrato está nas macrófitas aquáticas devido ao estabelecimento de "Aufwuchs" (perifiton) sobre a vegetação (LANZER, 1983; LANZER & SCHÄFER, 1984).

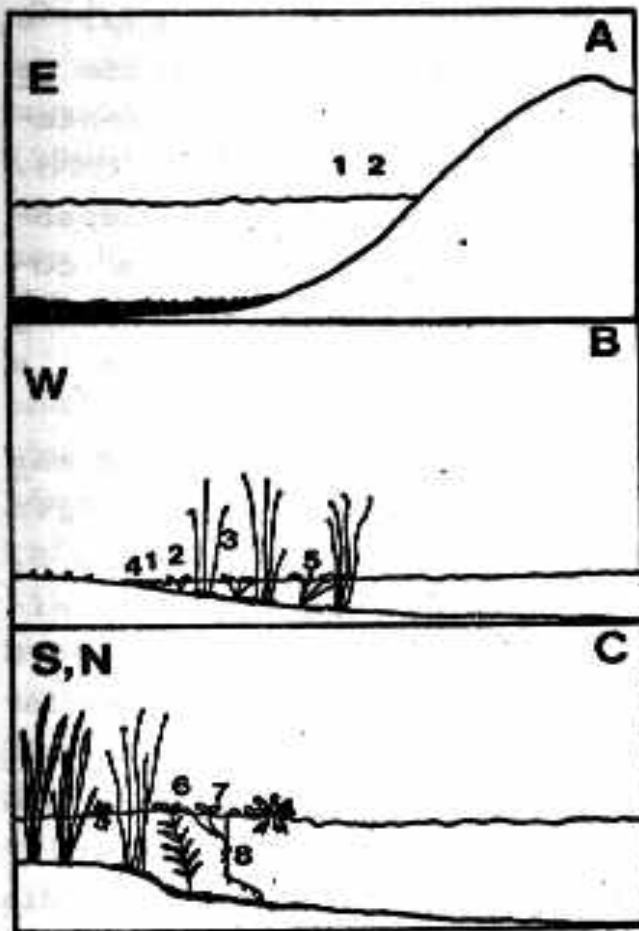
PIP (1985) constata que não há nenhuma correlação significativa entre o número de espécies de macrófitas aquáticas e moluscos, embora ambientes pobres nestas plantas mostrem uma tendência em possuir poucas espécies de moluscos.

Uma significativa correlação entre o número de espécies de moluscos e macrófitas aquáticas verifica-se somente quando se relaciona as macrófitas-substrato, e não o número total de espécies presentes (LANZER & SCHÄFER, 1984). A significância desta correlação tende também a diminuir com a inclusão de espécies de moluscos ocorrentes indiferentemente sobre o sedimento e macrófitas aquáticas. Nas lagoas estudadas, o número de espécies de macrófitas-substrato variou entre 2 e 13 e o de moluscos sobre esta vegetação entre 3 e 12.

Um dos principais aspectos a serem considerados é a extensão da faixa litoral que está determinada como a região que possui uma vegetação de macrófitas enraizadas, sendo delimitada pela pressão hidrostática ou uma profundidade de 8 m (KLEEREKOPER, 1944; WETZEL, 1983). Em lagos rasos como nas lagoas costeiras sulbrasileiras, a diferenciação da zona litoral não é tão simples. A baixa profundidade destas lagoas, com raras exceções, permite a fixação de vegetação enraizada em toda sua área. Nestes casos, o vento torna-se um dos fatores mais importantes na determinação da presença e distribuição da vegetação aquática. Esta pequena profundidade, associada à favorável exposição à direção predominante do vento, provoca uma constante movimentação do corpo de água, do que resulta uma alta turbidez, impedindo a sobrevivência de macrófitas em regiões mais profundas. A predominância dos ventos NE-SO faz-se sentir claramente na estrutura das margens. As regiões expostas a estas direções são quase que exclusivamente ocupadas por *Scirpus californicus*, *Paspalidium paludivagum*, *Leseria hexandra* e, muitas vezes entremeados por *Nymphoides indica* e *Echinodorus grandiflorus*, macrófitas aquáticas que toleram a ação hidromecânica das ondas (SCHWARZBOLD, 1982).

Estas características das lagoas costeiras criam distintas condições na região litoral, responsáveis pela diversidade dos habitats disponíveis à malacofauna nestes ecossistemas. Os principais tipos de habitats, que se repetem ao longo do sistema lagunar litorâneo são os seguintes (Fig. 1):

A - Regiões sem vegetação: estas apresentam-se de duas formas: com margens rasas, de sedimento arenoso e continuadas na maioria dos casos por áreas de campo; ou com uma zona litoral muito reduzida até ausente. Esta última é característica de margens com declive abrupto, sofrendo constante erosão pelas dunas migratórias, o que impede a fixação da vegetação aquática. Neste habitat, os gastrópodes são pouco comuns, sendo de preferência os bivalvos os mais encontrados. Nestes locais encontra-se, algumas vezes, *Helicobia*



**Moluscos:**

- 1 *Heleobia* spp.
- 2 *A. canaliculata*
- 3 *G. moricandi*
- 4 *C. fluminea parva*
- 5 *P. ribeirensis*
- 6 *Gundlachia* sp.
- 7 *G. concentrica*
- 8 *E. klappenbachi*

Figura 1 - Tipos de habitats nas lagoas costeiras sulbrasileiras. A- Regiões sem vegetação; B- Regiões expostas à ação do vento; C- Regiões ao abrigo da ação do vento; E- Leste; W- Oeste; S- Sul; N- Norte.

spp. e *A. canaliculata*, moluscos os quais não se alimentam exclusivamente de "Aufwuchs" (perifiton). A escassez de alimento nestas margens é o fator limitante à sobrevivência de Gastropoda.

B - Regiões expostas à ação do vento que, conforme já mencionado, são ocupadas principalmente por macrófitas adaptadas à ação das ondas. Embora a densidade desta vegetação seja muito variada nas lagoas costeiras, constituiu-se no ambiente mais comum das margens oeste. Neste habitat

são típicos *G. moricandi*, *A. canaliculata*, *Heleobia* spp. e *C. fluminea parva* sendo as três últimas espécies vivendo geralmente sobre o sedimento. *G. moricandi* ocorre frequentemente aderida a *Scirpus californicus* (LANZER & SCHÄFER, 1984). *P. ribeirensis* pode também integrar esta comunidade ocupando todas as macrófitas aí existentes. Em locais onde a cobertura de *S. californicus* torna-se muito densa, criando condições muito peculiares em seu interior, *G. concentrica* e *Gundlachia* sp. podem ser encontrados.

C- Regiões ao abrigo da ação do vento: nestas margens predominam *Eichhornia crassipes*, *E. azurea*, *Ludwigia* spp. e, algumas vezes, *Ceratophyllum demersum*. Esparsos *S. californicus* podem também estar presentes. São estes os nichos preferidos de *E. klappenbachi*, *G. concentrica* e *Gundlachia* sp. *Biomphalaria* sp. e *Drepanotrema* sp. podem ser encontrados aderidas a esta vegetação. *Heleobia* spp. foi muitas vezes coletada em raízes de *Eichhornia*. *G. moricandi* e *A. canaliculata* (jovem), são pouco comuns, neste habitat.

Uma análise que vem confirmar a dependência da distribuição de moluscos e macrófitas aquáticas é o cálculo da similaridade existente entre a presença e ausência comum das espécies estudadas (LANZER, 1983; LANZER & SCHÄFER, 1984).

## INFLUÊNCIA DE FATORES FÍSICOS, QUÍMICOS E MORFOLÓGICOS

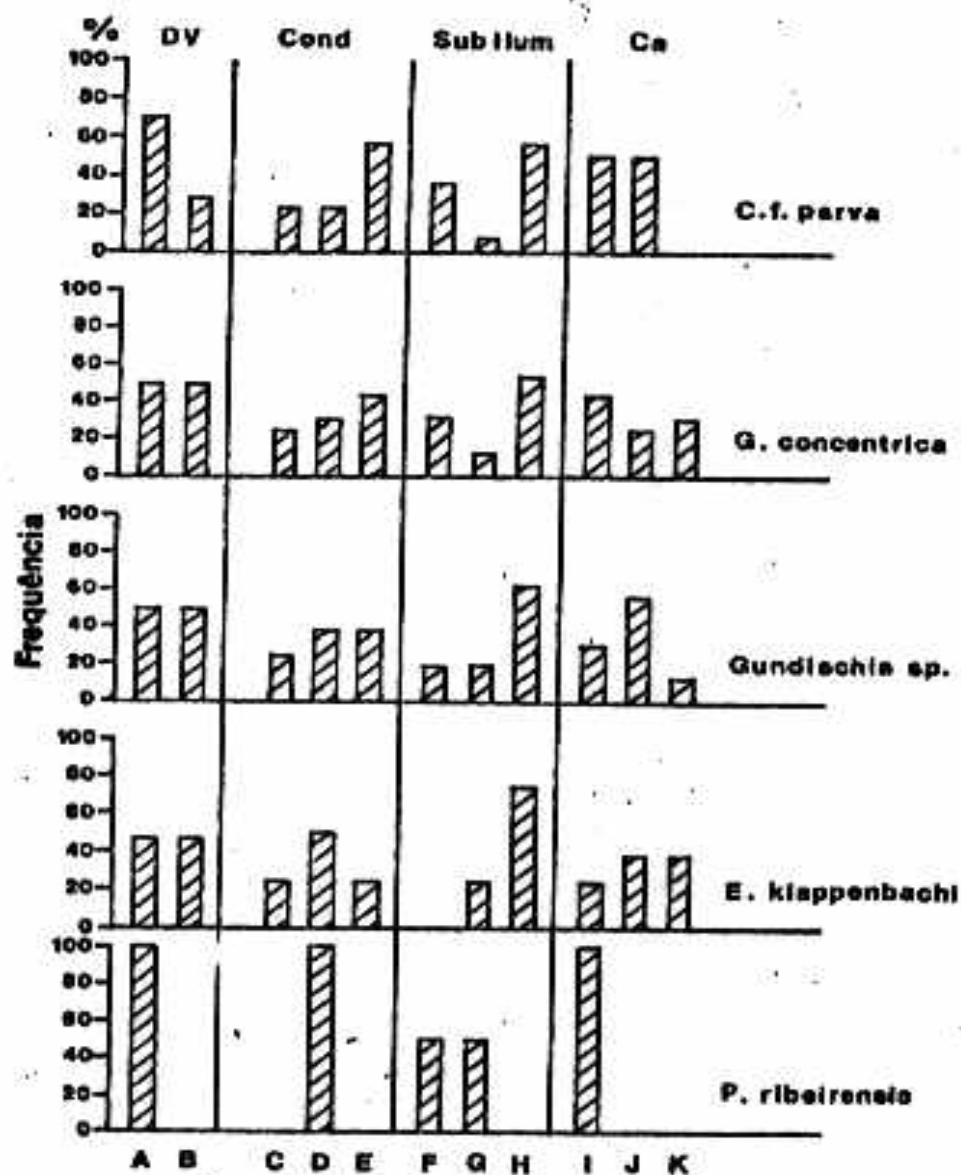
As relações entre variáveis ambientais e os moluscos podem ser analisadas sob dois aspectos: primeiro avaliando a influência de cada fator sobre as espécies individualmente; segundo verificando a influência dos fatores sobre o número de espécies de moluscos presentes na lagoa. LANZER & SCHÄFER (1986) discutem a ocorrência de espécies de moluscos nas lagoas costeiras na amplitude de algumas variáveis físicas, químicas e espaciais do habitat. Entre os parâmetros analisados por estes autores estão a superfície, profundidade relativa, desenvolvimento do perímetro, transpa-



rência, demanda química de oxigênio e fosfato total. Com base nestes fatores e auxiliado pela análise do tamanho da comunidade (número de espécies) apresentada em LANZER & SCHÄFER (1985), os autores concluem que *E. klappenbachi*, *Gundlachia* sp. e *G. concentrica* podem indicar condições eutróficas de seu habitat, sendo que estes moluscos *E. klappenbachi* mostra-se o melhor indicador.

Visando ampliar a caracterização destes habitats analisa-se a influência do desenvolvimento do volume, da condutividade elétrica específica, do teor de substâncias húmicas e de cálcio. O desenvolvimento do volume permite verificar a influência da forma da bacia sobre as comunidades litorais. Um alto valor deste parâmetro morfométrico, acompanhado de uma profundidade relativa reduzida, indica a presença de uma zona de litoral mais extensa. *C. fluminea parva* mostra uma tendência de habitar lagoas de menor desenvolvimento do volume, enquanto as demais espécies estudadas apresentam-se indiferentes (Fig. 2).

A condutividade elétrica específica é um parâmetro que varia de lagoa para lagoa (40 a 700  $\mu$ S) (Tab. 2) e em diferentes épocas do ano. *G. concentrica* e *Gundlachia* sp. ocorrem em lagoas onde existe indireta influência de salinidade, provocando, assim, a elevação dos valores da condutividade. Entretanto, soma-se a este habitat outras características as quais estes dois moluscos mostram preferência, tais como valores mais elevados de fosfato total e demanda química de oxigênio (LANZER & SCHÄFER, 1986). Ocorrência mais freqüente em ambientes de condutividade elevada é demonstrada por *C. fluminea parva* (Fig. 2). Porém, deve-se salientar que este molusco não é encontrado em lagoas onde a condutividade apresenta variações extremas. *E. klappenbachi* mostra maior freqüência em valores intermediários (Fig. 2). AHO (1966) encontra uma alta correlação entre moluscos gastrópodes e a condutividade em lagos finlandeses. Estes lagos apresentam uma variação entre 30 e 90  $\mu$ S. Nas lagoas costeiras sulbrasileiras não se verifica nenhuma relação entre o núme



**Figura 2** - Frequência de 5 espécies de moluscos em diferentes faixas dos parâmetros: desenvolvimento do volume (DV), condutividade elétrica específica (Cond), substâncias húmicas (Sub Hum) e cálcio (Ca) em 36 lagoas costeiras sulbrasileiras.

A: 1-2 DV  
 B: > 2 DV  
 C: < 100  $\mu$ S  
 D: 100 - 200  $\mu$ S  
 E: > 200  $\mu$ S

F: < 10 mg/l  
 G: 10 - 20 mg/l  
 H: > 20 mg/l  
 I: < 2 mg/l  
 J: 2 - 5 mg/l  
 K: > 5 mg/l

Tabela 2 - Valores máximos (M), mínimos (m) e médios (x) dos fatores físicos, químicos e morfológicos em 36 lagoas costeiras do Sul do Brasil, divididas em 3 subáreas: I- n = 13; II- n = 14; III- n = 9\*.

Fatores	Subárea I			Subárea II			Subárea III		
	M	m	x	M	m	x	M	m	x
Área (km <sup>2</sup> )	119	0,4	24	19	1	5	17	0,2	4
z <sub>r</sub> (%)	0,3	0,04	0,1	0,9	0,09	0,4	0,8	0,05	0,3
DL	2,6	1,0	1,7	2,7	1,0	1,7	3,0	1,0	1,6
DV	2,6	1,7	2,0	2,0	1,5	1,7	2,1	1,6	1,9
Trans. (cm)	140	20	75	680	70	250	140	20	74
Cond (µS)	700	40	150	320	100	200	560	90	180
DQO(mg/l KMnO <sub>4</sub> )	68	40	34	33	0	15	73	13	30
Fosf. tot (µg/l)	217	26	53	68	12	30	226	34	90
Sub. hum (mg/l)	38	11	15	19	3	8	50	3	15
Alc. (mval/l)	0,8	0,14	0,4	0,5	0,2	0,3	0,7	0,1	0,3
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	3	0,3	2,5	2,2	0,6	1,6	17	0,9	5
Mol (n <sup>o</sup> )	12	3	6	7	3	5	8	3	5

\* z<sub>r</sub> - profundidade relativa; DL - desenvolvimento do perímetro; DV - desenvolvimento do volume; Trans - transparência; Cond - condutividade elétrica específica; Fosf. tot - fosfato total; Sub. hum - substâncias húmicas; Alc - alcalinidade; Mol - número de espécies de moluscos.

ro de espécies de moluscos e esta variável.

BRUNDI (1949), BERG & PETERSEN (1956), TUCKER (1958) e MEIER-BROOK (1963), citados em AHO (1966), verificam que a fauna de moluscos é pobre em águas com alto conteúdo de humus. Esta correlação negativa entre a fauna de moluscos e as substâncias húmicas é, também, constatada por AHO (op. cit.) para pequenos lagos no Sul da Finlândia. Nas lagoas costeiras este parâmetro varia entre 2 e 50 mg l<sup>-1</sup> e

não se constata uma relação significativa com o número de espécies. A ausência de *E. klappenbachi* em lagoas cujos teores de substâncias húmicas sejam inferiores a  $10 \text{ mg l}^{-1}$  e a maior freqüência em lagoas de mais de  $20 \text{ mg l}^{-1}$  indica certa preferência desta espécie a ambientes mais ricos em substâncias orgânicas de decomposição incompleta. *Gundlachia* sp. demonstra, também, preferência a valores mais elevados desta variável (Fig. 2).

O cálcio constitui-se em um dos parâmetros ambientais mais discutidos na presença ou ausência de espécies de moluscos, especialmente gastropodes (BOYCOTT, 1936; HUBENDICK, 1947; MACAN, 1961; ØKLAND, 1969, 1979; AHO, 1966, 1978a,b; MCKILLOP, 1985; entre outros). De 62 espécies de moluscos dulceaquícolas existentes na Grã-Bretanha (BOYCOTT, 1936), 7 podem viver em águas extremamente moles ( $3 \text{ mg l}^{-1}$  de cálcio); 26 requerem águas moderadamente moles ( $10 \text{ mg l}^{-1}$  de cálcio); 6 vivem em águas de pelo menos  $10 \text{ mg l}^{-1}$  e os restantes necessitam de pelo menos  $20 \text{ mg l}^{-1}$ . Nas lagoas costeiras sulbrasileiras, conforme mencionado em LANZER & SCHÄFER (1986), o conteúdo de cálcio na água é extremamente baixo. A grande maioria de estas lagoas apresenta valores inferiores a  $3 \text{ mg l}^{-1}$  de cálcio (Tab. 2). Águas mais ricas em cálcio são encontradas somente nas lagoas do extremo sul, onde os teores aproximam-se a  $20 \text{ mg l}^{-1}$ . A análise de correlação entre o número de espécies e o conteúdo de cálcio calculada para 36 lagoas, mostra uma relação muito fraca ( $r = 0,35$ ;  $P < 0,05$ ).

Quanto a preferência dos moluscos às diversas amplitudes de cálcio, verifica-se que a ausência ou pequena freqüência de *C. fluminea parva* e *Gundlachia* sp. em lagoas ricas em cálcio decorre da distribuição biogeográfica (Tab. 1). As demais espécies mostram-se indiferentes.

*P. ribeirensis* apresenta uma situação peculiar. As lagoas onde este Gastropoda é encontrado são pequenas, de transparência variável, reduzidos teores de fosfato total e matéria orgânica e pobres em cálcio (Fig. 2). Entretanto,



esta preferência deve ser avaliada com muita restrição, devido a pequena área de distribuição que esta espécie possui (LANZER & SCHÄFER, 1985).

Ainda que *Gundlachia* sp., *G. concentrica* e *E. klappenbachi* demonstrem um certo grau de indicação a condições mais eutróficas de seu habitat, a utilização destas espécies como indicadores deve ser discutida considerando-se a pequena abundância relativa que normalmente apresentam, caráter o qual CLARKE (1979) cita entre os atributos a um indicador de estágios tróficos de lagos.

O número de espécies presentes na comunidade podem, também, ser um útil instrumento na indicação de estados tróficos de lagos.

Uma aproximação do número de espécies sobre uma ilha é dado pela equação de Mac-ARTHUR & WILSON (1967):  $S = CA^z$ , onde S é o número de espécies de um taxon encontrado sobre a ilha, A é a área desta ilha; C é uma constante que varia com o táxon, com a região biogeográfica e com as dimensões em que A é medido; z descreve a inclinação da curva de S sobre A. Esta teoria tem sido aplicada em habitats continentais, onde os lagos são interpretados como ilhas análogas (LASSEN, 1975; AHO, 1978a,b, 1984; AHO et al., 1981; LANZER, 1983). A curva espécie-área não considera a heterogeneidade física e química dos lagos, nem uma possível influência de outras variáveis espaciais. LANZER (1983) verifica que, em 31 lagoas costeiras sulbrasileiras, o componente espacial do habitat assume grande importância na determinação do número de espécies de moluscos. Entretanto, no estudo de LANZER (1983), não são consideradas as particularidades regionais. Com a finalidade de analisar as variações no número de espécies em relação aos componentes físicos, químicos e espaciais do habitat dentro de características regionais, a região costeira é dividida em 3 subáreas. Este agrupamento de lagoas segue as tipologias prévias apresentadas por SCHÄFER (1982), SCHWARZBOLD & SCHÄFER (1984), SCHÄFER et al. (1985), LANZER & SCHÄFER (1986) e SCHÄFER (em prepa-

ração) (Tab. 2 e Fig. 3).



Figura 3 - Mapa da localização das lagoas costeiras; subdivididas em 3 subáreas.

Os componentes ambientais de maior peso para prognosticar a variação no número de espécies de moluscos, por região, foram identificados pela análise de regressão múltipla passo a passo com o número de espécies ( $S$ ) como variável dependente. O procedimento passo a passo admite variáveis independentes no modelo de regressão, fornecendo o quanto elas explicam na variável dependente.

A subárea I inclui lagoas da parte norte do litoral. O grupo caracteriza-se pela pouca profundidade, baixa transparência, teores relativamente elevados de fosfato total e DQO e pobreza em cálcio (Tab. 2).

Nestas lagoas, o número de espécies ( $S$ ) é explicado pela superfície ( $A$ ) e pelo DQO em 37%.

$$S = 5,89 + 0,03 A - 0,03 DQO$$

A grande diferença no tamanho das lagoas e a influência antropogênica provocando a modificação das margens, é responsável pela relativamente baixa explicação da variância no número de espécies.

A subárea II reúne as lagoas isoladas (SCHÄFER et al., 1985). Estas lagoas caracterizam-se por apresentarem morfologia assimétrica em diferentes intensidades. Ao contrário das lagoas da subárea I, são mais profundas, mais transparentes e com teores reduzidos de fosfato e DQO. Porém, assemelham-se quanto aos conteúdos de cálcio (Tab. 2 e Fig. 3). Nesta subárea, 74% da variação no número de espécies pode ser explicada pela profundidade relativa ( $z_r$ ), desenvolvimento do volume (DV), DQO, transparência, fosfato total ( $P_{tot}$ ) e condutividade (Cond).

$$S = 2.8 DV + 0.002 DQO + 0.05 Trans + 0.007 Cond - 1.8 z_r - 0.04 P_{tot} - 0.9$$

Evidencia-se que nestas lagoas há grande influência do componente espacial do habitat ( $z_r$  e DV) o qual explica 54% da variável dependente.

A subárea III está constituída por lagoas na, sua maioria, de pequena superfície, pouca profundidade, baixa transparência, riqueza em fosfato, DQO e teores de cálcio relativamente elevados (Fig. 3, Tab. 2). A variação no número de espécies nesta área é explicado em 64% pelo DQO e conteúdo de cálcio (Ca); dos quais a demanda química de oxigênio já representa 56%.

$$S = 3.93 + 0.02 DQO + 0.13 Ca$$

Neste grupo o componente espacial não apresenta influência no tamanho da comunidade.

Comparando estas três subáreas pode-se concluir que em ambientes menos eutróficos, pobres em cálcio, a diversidade da malacofauna é influenciada mais pelos componen

tes espaciais do habitat, que por variáveis físicas e químicas; enquanto que estes fatores tornam-se irrelevantes em ambientes eutróficos, relativamente ricos em cálcio.

Uma análise de similaridade efetuada com base no cálculo da Distância Euclidiana Quadrada foi empregada para agrupar lagoas através da semelhança da malacofauna que vive sobre macrófitas.

Constata-se 4 grandes grupos que se distinguem pelo número de espécies e, principalmente, pela composição da comunidade, ou seja, pela presença ou ausência de determinadas espécies (Fig. 4).

Grupo A - reúne lagoas das subáreas I e III, as quais são classificadas como eutróficas (SCHÄFER, em preparação). O número de espécies é relativamente grande, ocorrendo sempre *E. klappenbachii* e/ou *Gundlachia* sp. e/ou *G. concentrica*, moluscos que mostram preferência a condições eutróficas.

Grupo B - este grupo está representado por lagoas das 3 subáreas, incluindo lagoas oligotróficas e eutróficas (SCHÄFER, em preparação). As lagoas 10, 12, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 34, 36 e 37 aproximam-se pela pobreza em espécies caracterizando-se por situações extremas, oligotróficas ou eutróficas (Fig. 4). Nestas lagoas só são encontradas as espécies de ampla distribuição (Tab. 1), sem valor indicativo. As demais lagoas deste agrupamento apresentam o número de espécies intermediário, com composição muito diversa. *E. klappenbachii* não ocorre nestas lagoas. A influência de fatores biogeográficos sobre a ocorrência das espécies faz-se sentir neste grupo.

Grupo C - o grupo inclui as lagoas Mangueira e Jacaré, ambas localizadas junto ao Banhado do Taim, apresentando características de lagoas eutróficas (SCHÄFER, em preparação). Estas lagoas são consideradas muito ricas em espécies.

Grupo D - a lagoa dos Quadros separa-se das demais



pelo maior número de espécies observados. Este fato decorre de sua localização geográfica, a base da Serra Geral, auxiliada por sua grande superfície (119 km<sup>2</sup>) que lhe garante uma maior variabilidade de habitats.

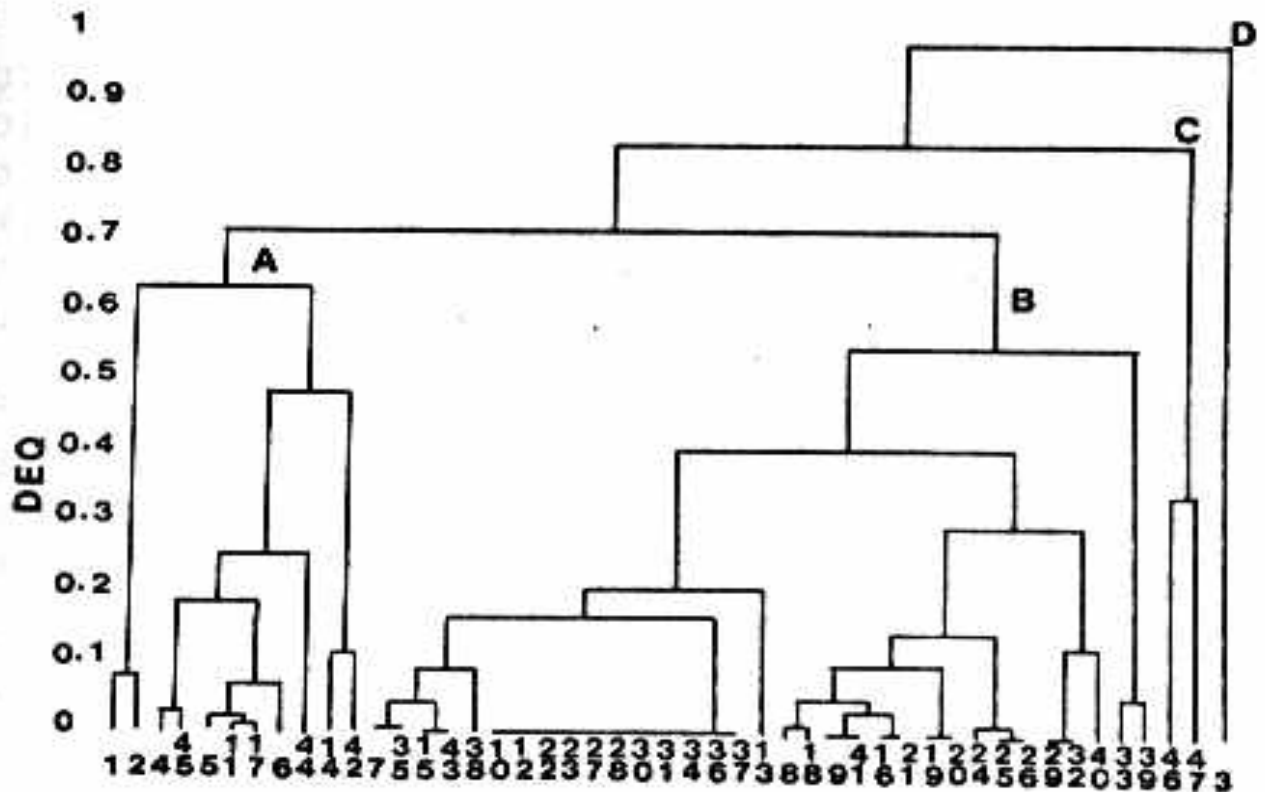


Figura 4 - Dendrograma da Distância Euclidiana Quadrada (DEQ) de 47 lagoas costeiras sulbrasileiras, baseado na composição da malacofauna.

Tabela 3 - Lista dos nomes e localização das lagoas estudadas nas subáreas. A numeração é feita no sentido Norte-Sul.

1. Sombrio (I)	2. Itapeva (I)	3. Quadros (I)
4. Pinguela-Malvas (I)	5. Marcelino (I)	6. Peixoto (I)
7. Caconde (I)	8. Lessa (I)	9. Horácio (I)
10. Inácio (I)	11. Rincão (I)	12. Veados (I)
13. Barros-Osório (I)	14. Gentil (I)	15. Fortaleza (I)
16. Rondinha (I)	17. Suzana (I)	18. Carquinha (I)
19. Rincão das Éguas (II)	20. Cipõ (II)	21. Porteira (II)
22. Potreirinho (II)	23. Capão Alto	24. Quintão (II)
25. Charqueadas (II)	26. Barros-Solidão (II)	27. Tainha (II)
28. Corvina (II)	29. Barro Velho (II)	30. Moleques (II)
31. Taruma (II)	32. Figueira (II)	33. Rebeca (II)
34. Cinza (II)	35. Papagaio (II)	36. Ponche (II)
37. São Simão (II)	38. Fundo (III)	39. Pai João (III)
40. Veiana (III)	41. Paurã (III)	42. Bojurú (III)
43. Caiubã (III)	44. Flores (III)	45. Nicola (III)
46. Jacaré (III)	47. Mangueira (III)	

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHO, J. Ecological basis of the distribution of the littoral freshwater molluscs in the vicinity of Tampere, South-Finland. *An. Zool., Fennici*, 3: 287-322, 1966.

\_\_\_\_\_. Freshwater snail populations and the equilibrium theory of island biogeography. II. Relative importance of chemical and spatial variables. *An. Zool., Fennici*, 15: 155-64, 1978.

\_\_\_\_\_. Regional variation in the diversity of freshwater

- gastropods in southern and western Finland. *Publ. Univ. Joensuu, Ser. B, 2* (8): 1-10, 1978.
- AHO, J. Relative importance of hydrochemical and equilibrial variables on the diversity of freshwater gastropods in Finland. In: SOLEM, A. & BRUGGEN, A.C., ed. *World-wide snails - biogeographical studies on non-marine Mollusca*. Leiden, Dr. W. Backhuys, 1984. p. 198-206.
- AHO, J.; RANTA, E.; VUORINEN, J. Species composition of freshwater snail communities in lakes of southern and western Finland. *An. Zool., Fennici, 18*: 233-41, 1981.
- ALTENA, C.O.R. Transport of Ancyliidae (Gastropoda) by a waterbeetle in Surinam. *Basteria, 32* (1/3): 1, 1968.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 14 ed. Washington, 1976.
- BOYCOTT, A.E. The habitats of freshwater Mollusca in Britain. *J. Anim. Ecol., 5*: 118-86, 1936.
- BROWN, D.S. *Freshwater snail of Africa and their medical importance*. London, Taylor and Francis, 1980.
- CHOMENKO, L. & SCHÄFER, A. Untersuchungen zur Salzwasser<sub>to</sub>leranz bei Arten des Genus Littoridina (Hydrobiidae) der Küstenseen von Rio Grande do Sul. *Biogeographica, 19*: 161-73, 1984.
- \_\_\_\_\_. Interpretação biogeográfica da distribuição do gênero Littoridina (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana, 9* (1): 127-46, 1984.
- CLARKE, A.H. Gastropods as indicators of trophic lake stages. *Nautilus, 94* (4): 138-42, 1979.

DUSSART, G.B.J. The ecology of the freshwater molluscs in north west England in relation to water chemistry. *J. Moll. Stud.*, 42 (2): 181-98, 1976.

HARMAN, W.N. Benthic substrates: their effect on freshwater Mollusca. *Ecology*, 53 (2): 271-7, 1972.

\_\_\_\_\_. Snails (Mollusca: Gastropoda). In: HART JR. & FULLER, S.L.H., ed. *Pollution ecology of freshwater invertebrates*. New York, Academic Press, 1974.

HUBENDICK, B. Die Verbreitungsverhältnisse der limnischen Gastropoden in Südschweden. *Zool. Börd.*, Uppsala, 24: 419-559, 1947.

KLEERKOPER, H. *Introdução ao estudo da Limnologia I*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1944.

\_\_\_\_\_. Limnological observations in northeastern Rio Grande do Sul, Brasil I. *Arch. Hydrobiol.*, 50 (3/4): 553-67, 1955.

LANZER, R.M. *Interpretação da distribuição e ocorrência de moluscos dulceaquícolas nas lagoas costeiras da região Sul do Brasil*. Porto Alegre-RS, UFRGS, 1983. (Dissertação)

LANZER, R.M. & SCHÄFER, A. Besonderheiten der Verbreitung von Süßwassermollusken in den Kustenseen von Rio Grande do Sul, Brasilien Substratpräferenz und Nischenüberlappung. *Biogeographica*, 19: 145-60, 1984.

\_\_\_\_\_. Padrões de distribuição de moluscos dulceaquícolas nas lagoas costeiras do Sul do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 45 (4): 535-45, 1985.

\_\_\_\_\_. Moluscos dulceaquícolas como indicadores de condições tróficas em lagoas costeiras do Sul do Brasil. (*Rev. Brasil. Biol.* - no prelo)



- LASSEN, H.H. The diversity of freshwater snails in view of the equilibrium theory of island biogeography. *Oecologia*, 19: 1-8, 1975.
- MACAN, T.T. Factors that limited the range of freshwater animals. *Biol. Rev.*, 36: 151-98, 1961.
- MacARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. *The theory of island biogeography*. New Jersey, Princeton University Press, 1967.
- McKILLOP, W.B. & HARRISSON, A.D. Hydrobiological studies on Eastern Lesser Antilean Islands VII. St. Lucia: freshwater habitats, water chemistry and distribution of freshwater molluscs. *Arch. Hydrobiol.*, 57 (3): 251-90, 1980.
- McKILLOP, W.B. Distribution of aquatic gastropods the Ordovician Dolomite - Precambrian granite contact in southeastern Manitoba, Canada. *Can. J. Zool.*, 63: 278-88, 1985.
- ØKLAND, J. Distribution and ecology of the freshwater snails (Gastropoda) of Norway. *Malacologia*, 9 (1): 143-51, 1969.
- \_\_\_\_\_. Distribution of environmental factors and freshwater snails (Gastropoda) in Norway: use of european invertebrate survey principles. *Malacologia*, 18: 211-22, 1979.
- \_\_\_\_\_. Factors regulating the distribution of freshwater snails (Gastropoda) in Norway. *Malacologia*, 24: 277-88, 1983.
- OLIVEIRA, M.E.A. *Lagoa dos Barros: aspectos da sua poluição e tipologia limnológica*. Porto Alegre-RS, UFRGS, 1983.
- PIP, E. The ecology of freshwater gastropods on the southwestern edge of the precambrian Shield. *Can. Nat.*, 99 (1): 76-85, 1985.

- REES, W.J. The aerial dispersal of Mollusca. *Proc. Malacol. Soc.*, London, 36: 269-81, 1965.
- RUSSEL-HUNTER, W.D. Ecology of freshwater pulmonates. In: FRETTER, V. & PEAKE, J., ed. *Pulmonates, 2A systematics, evolution and ecology*. London, s.c.p., 1978.
- SANTOS, U.M. & SANTOS, A. Método para investigações comparativas sobre materiais húmicos nas águas naturais da região amazônica. *Bol. INPA* (7): 1-4, 1970.
- SCHÄFER, A.; ARAUJO, M.E.; PINEDA, M.D.S.; SCHWARZBOLD, A. Estudo comparativo da variação diária de oxigênio em lagoas do Banhado do Taim, RS. *Nídeo*, Ser. Taim, 4: 1-38, 1980.
- SCHÄFER, A. Características ecológicas das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 9, Porto Alegre, RS, 1982. p. 173. *Resumos...*
- \_\_\_\_\_. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Porto Alegre, EDUFRGS, 1985.
- \_\_\_\_\_. *Tipificação ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil*. (em preparação)
- SCHÄFER, A.; LANZER, R.M.; SCHWARZBOLD, A. Die Küstenseen von Rio Grande do Sul, Brasilien; ökologische und biogeographische aspekte. *Ver. Ges. Ökol.*, 13: 41-8, 1985.
- SCHWARZBOLD, A. *Influência da morfologia no balanço de substâncias aquáticas e na distribuição de macrófitos aquáticos nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre-RS, UFRGS, 1982. (Dissertação)
- SCHWARZBOLD, A. & SCHÄFER, A. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *Amazônica*, 9 (1): 87-104, 1982.

- SCHAYCK, C.P. Laboratory studies on the relation between aquatic vegetation and the presence of two *Bilharzia*: bearing snail species. *J. Aquat. Plant. Manag.*, 23: 87-91, 1985.
- SEPKOSKI JR., J. & REX, M.A. Distribution of freshwater mussels: coastal rivers as biogeographic islands. *Syst. Zool.*, 23: 165-88, 1973.
- WETZEL, R. *Limnology*. 2 ed. New York, CBS College Publishing, 1983.
- WILLIAMS, N.V. Studies on aquatic pulmonate snail in Central Africa. I. Field distribution in relation to water chemistry. *Malacologia*, 10 (1): 153-64, 1970.
- WURDIG, N.L. *Ostracodes do Sistema Lagunar de Tramandaí, RS, Brasil: sistemática, ecologia e subsídios à paleoecologia*. Porto Alegre-RS, UFRGS, 1984.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Dr<sup>a</sup> Zulma Castellanos, Lic. Sérgio Miguel, Msc. Inga Veitenheimer-Mendes, Msc. Maria Cristina Mansur, Maria Cristina Pons da Silva e Dr. Bengt Hubendick pelo auxílio na identificação das espécies; a Albano Schwarzbald pelo levantamento das macrófitas; a Vera Atz pelas análises químicas; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a GTZ Convênio UFRGS-Universität des Saarlandes pelo apoio financeiro.

#### ENDEREÇO DOS AUTORES

LANZER, R.M. e SCHÄFER, A.  
Universität des Saarlandes  
Im Stadtwald  
D - 6600 Saarbrücken  
Alemanha Federal