

|                      |         |         |      |
|----------------------|---------|---------|------|
| Acta Limnol. Brasil. | Vol. II | 723-750 | 1988 |
|----------------------|---------|---------|------|

UTILIZAÇÃO DE MOLUSCOS GASTRÓPODES DO RIO GRANDE DO SUL,  
BRASIL, EM EXPERIMENTOS TOXICOLÓGICOS COMO BIOINDICADORES  
PARA AVALIAÇÃO ESPACIAL

CHOMENKO, L.\*

RESUMO

O presente trabalho objetiva procurar indicadores adequados para corpos d'água do Rio Grande do Sul, através de bioensaios com *Ampullaria canaliculata* (Ampullariidae, Mollusca). Foram testadas, em laboratório, as suas reações perante os seguintes parâmetros: metais pesados, pH e salinidade. Os experimentos foram desenvolvidos à níveis sub-letais, com avaliações comportamentais a partir de observações referentes a um estímulo do músculo pedal dos animais. Os moluscos utilizados mostraram ser bons indicadores em relação aos parâmetros analisados. No que se refere a salinidade seus limites são claramente demonstrados. Os experimentos com pH mostraram que *A. canaliculata* é muito resistente as variações deste parâmetro. Os biotestes com metais pesados mostraram que é possível utilizar o comportamento de gastrópodes como medida para condições sub-letais. Através da comparação da resistência destes animais nos dados de campo e

---

\* Departamento Meio Ambiente - SSMA/RS

laboratório, verifica-se que em campo eles são mais resistentes, pois foram encontrados também em regiões com concentrações superiores às de sobrevivência em laboratório.

**ABSTRACT - UTILIZATION OF GASTROPOD MOLLUSCS FROM RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL, IN TOXICOLOGICAL EXPERIMENTS AS BIOINDICATORS FOR SPATIAL EVALUATION.**

The object of the present study is to seek adequate indicators for water bodies of Rio Grande do Sul, by means of bioassays with *Ampullaria canaliculata* (Ampullariidae, Mollusca). Their reactions to the following parameters were laboratory-tested: heavy metals, pH and salinity. The experiments were carried out at sublethal levels, with behavioral evaluations by means of observations of stimulation of the foot muscle of the animals. The molluscs utilized proved to be good indicators in relation to the parameters analyzed. With regard to salinity their limits were clearly demonstrated. Experiments with pH showed that *A. canaliculata* is very resistant to variations in this parameter. Biotests with heavy metals showed that it is possible to use the behavior of gastropods as a measurement of sublethal conditions. By comparing resistance of these animals in field and laboratory data, it is shown that they are more resistant in the field, since they were found in regions with higher concentrations than those which they could survive in the laboratory.

## **INTRODUÇÃO**

Até o momento ocorre séria deficiência na análise da distribuição de moluscos neotropicais, tendo em vista principalmente a falta de suficientes dados referentes a fatores abióticos e conhecimento da sistemática dos grupos estudados. Isto é observado claramente nas famílias Hydrobiidae

e Ampullariidae, apesar de justamente estas duas famílias terem grande importância ecológica.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir na procura de indicadores adequados para corpos d'água no Rio Grande do Sul. São aqui apresentados fundamentalmente resultados de inúmeros experimentos com *Ampullaria canaliculata*.

Na avaliação ambiental de uma região e na presença ou ausência dos organismos relacionados, é necessário se prestar atenção em todos fatores que eventualmente possam ter influência. É necessário salientar que nos últimos anos tem ocorrido no Rio Grande do Sul um desenvolvimento muito centuado, tanto no setor industrial como no de agricultura, o que tem levado a um incremento na utilização de substâncias químicas.

Tendo em vista que até o presente momento não existem testes padronizados com moluscos gastrópodes, foi desenvolvido um método próprio. Nesta pesquisa foram avaliadas não apenas as reações extremas (LC = Lethal concentration), mas também modificações de comportamento em situações de stress através da obtenção de NEC (No-effect-concentration) e EC (Effect-concentration). Modificações comportamentais são um bom parâmetro para demonstrar modificações fisiológicas dos organismos estudados, sem que seja necessário se sacrificar grande número dos mesmos, a fim de determinar a LC.

A avaliação dos resultados dos experimentos de laboratório permite a formulação de uma distribuição biogeográfica potencial, além de fornecer elementos para a elaboração de novos padrões ambientais, os quais correspondam mais à realidade. Isto é importante tendo em vista que os padrões existentes no Brasil são geralmente obtidos de outros países, e nem sempre levam em conta aspectos regionais os quais muito seguidamente tem um importante papel.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os moluscos utilizados nos presentes experimentos foram identificados como sendo *Ampullaria* (Pomacea) *canaliculata*.

As posturas foram retiradas de diferentes corpos d'água no Rio Grande do Sul e cultivados em laboratório.

Os bioensaios foram do tipo semi-estático (troca de soluções a cada 24 horas) e tiveram sempre a duração de 96 horas. A metodologia detalhada está descrita em CHOMENKO (1986).

Foram testadas as reações perante os seguintes parâmetros: metais pesados ( $CdCl_2$ ;  $CuCl_2$ ;  $HgNO_3$ ;  $Pb(NO_3)_2$ ;  $ZnCl_2$ , pH (ácido) e salinidade (medida em termos de condutividade).

As reações comportamentais foram avaliadas a partir das observações que se faziam referentes a um estímulo no músculo pedal dos moluscos (recolhimento para dentro da concha) e foram quantificadas de acordo com uma escala comportamental (Tab. 1).

Tabela 1 - Escala de modificações comportamentais em *A. canaliculata*.

| Reação nº | Atividade                    | Reações em relação ao estado normal |
|-----------|------------------------------|-------------------------------------|
| 1         | Normal                       | > 95% das reações normais           |
| 2         | Lentos                       | 70 - 95% das reações normais        |
| 3         | Regulares                    | 45 - 70% das reações normais        |
| 4         | Fracos                       | 20 - 45% das reações normais        |
| 5         | Muito fracos                 | 10 - 20% das reações normais        |
| 6         | Só reagem com forte estímulo | 10% das reações normais             |
| 7         | Sem reações (Mortos)         | 0% das reações normais              |

Em estudos toxicológicos é fundamental se definir claramente os termos empregados (SPRAGUE, 1969). No presente caso foram utilizadas as seguintes definições:

1<sup>a</sup>) MEDIAN LETHAL CONCENTRATION, LC<sub>50</sub>: (Median Tolerance Limit - TLM; Lethal Threshold Concentration; Mittlere letale Konzentration). É a concentração de uma dada substância a qual dentro de um prazo definido (24, 48, 96 h), produz a morte de 50% dos indivíduos expostos.

2<sup>a</sup>) NO-EFFECT-CONCENTRATION, NEC<sub>50</sub>: (Grenzkonzentration). É a concentração limitante, dentro das condições observadas no experimento, que não apresenta modificações significantes nos organismos observados (Reações 1 + 2 + 3).

3<sup>a</sup>) MEDIAN EFFECTIVE CONCENTRATION, EC<sub>50</sub>: (Threshold concentration; Schwellenkonzentration). É a concentração que dentro de dado intervalo de tempo produz as primeiras modificações acentuadas em relação aos indivíduos-Controle, em 50% dos indivíduos observados (Reações 5 + 6 + 7).

Com a utilização de concentrações limitantes (EC) é possível, segundo BREITIG e TÜMPLING (1982), se obter uma avaliação (eventualmente modificação) dos padrões de qualidade de sistemas aquáticos.

## DESCRIÇÃO DA ÁREA

Como base para a distribuição de moluscos, foram escolhidas para este estudo basicamente duas regiões no Rio Grande do Sul: Lagoas costeiras, como um ambiente "natural" e rios da Região Metropolitana de Porto Alegre com forte influência antropogênica (Fig. 1 e 2).

Ao longo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul existe um complexo sistema de lagoas e lagunas, cuja formação tem estreita correlação com o seu desenvolvimento geológico e geomorfológico. Uma caracterização da região é difícil

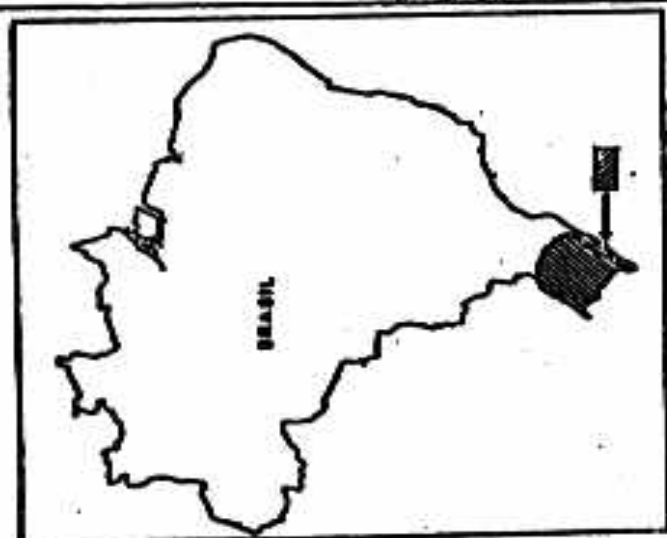
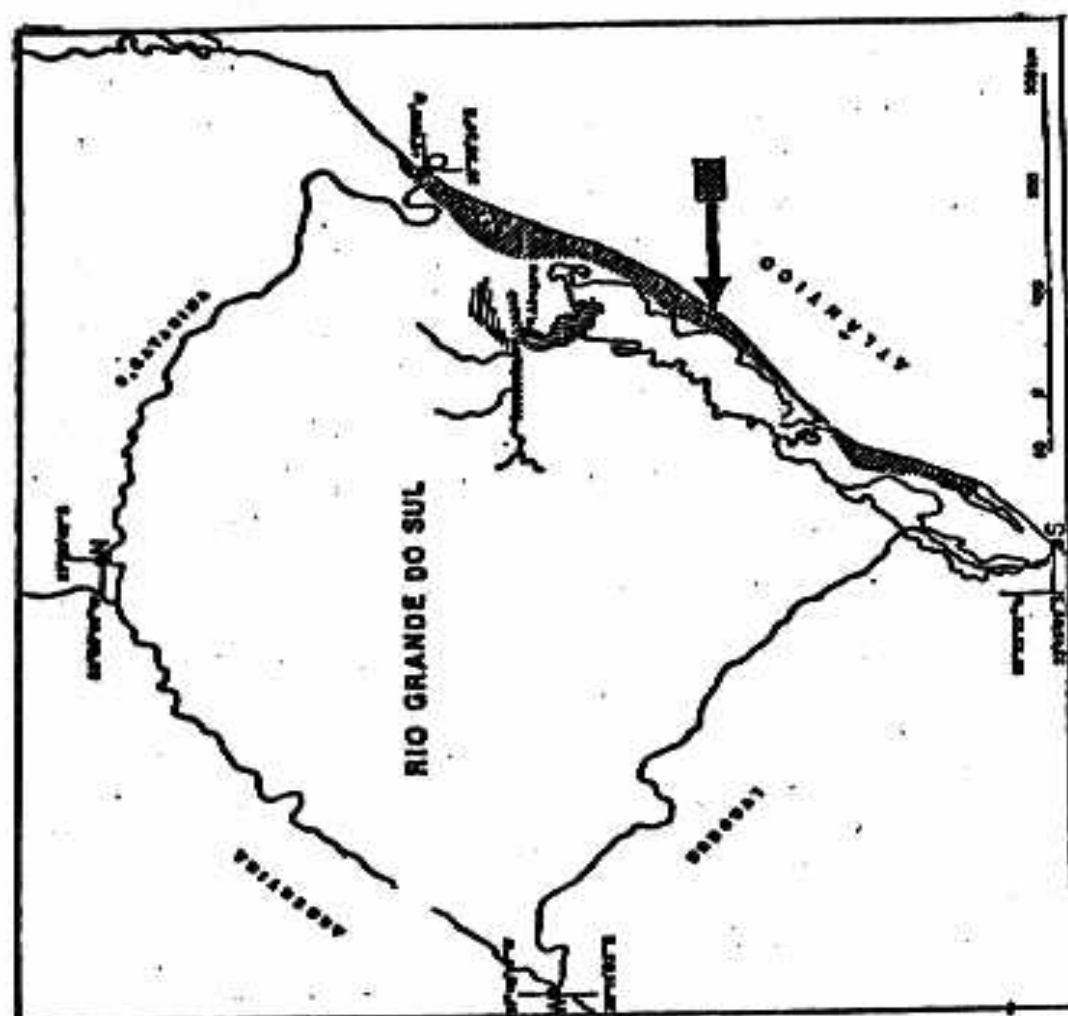


Figura 1 (acima): Situação geográfica do Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 2 (ao lado): Área de estudo.

tendo em vista a heterogeneidade de estudos, objetivo e métodos utilizados (DELANEY, 1965; FEE, 1976; GODOLPHIM, 1976; HERZ, 1977; CHOMENKO, 1981; SCHWARZBOLD, 1982; LANZER, 1983; OLIVEIRA, 1983; CHOMENKO & SCHÄFER, 1984, 1984a; LANZER & SCHÄFER, 1984, 1985; CHOMENKO, 1986).

Os pontos de amostragem próximos a Porto Alegre foram escolhidos devido a sua grande importância econômica e ecológica. O Sistema Hidrográfico do "Rio Guaíba" é constituído pelos Rios Taquari, Jacuí, Caí, Sinos, Gravataí e Guaíba e abrange 33% do estado do Rio Grande do Sul. O Rio Gravataí tem poluição fundamentalmente de origem doméstica enquanto que os demais tem poluição industrial (principalmente nos ramos de couro, metal, textil e alimentício) (DMA/SSMA, 1980/84; DMA, 1982; PACHECO et al., 1983; PINEDA-SCHULER, 1983). Coletou-se material em 94 pontos de amostragem.

## DISTRIBUIÇÃO DOS MOLUSCOS ESTUDADOS

**Fam. Hydrobiidae:** Esta família é cosmopolita sendo distribuída tanto em água doce como salobra. Com exceção de raros ambientes extremos sua presença foi constatada em praticamente todo mundo (Fig. 3 e 4).

De acordo com estudos realizados (CHOMENKO, 1981, 1986; CHOMENKO e SCHÄFER, 1984, 1984a), a família Hydrobiidae mostra ser um bioindicador adequado, tendo em vista possuir tanto espécies estritamente dulceaquícolas como também estuarinas. Um outro aspecto importante é sua ampla distribuição quantitativa. Em áreas com forte influência antropogênica observou-se que sua ocorrência é negativamente influenciada, apesar de, em princípio, ter grande resistência perante variações de fatores abióticos. Em regiões com forte poluição (tanto orgânica como inorgânica) hydrobiídeos são presentes em número reduzido ou totalmente ausentes (Fig. 5 e 6).

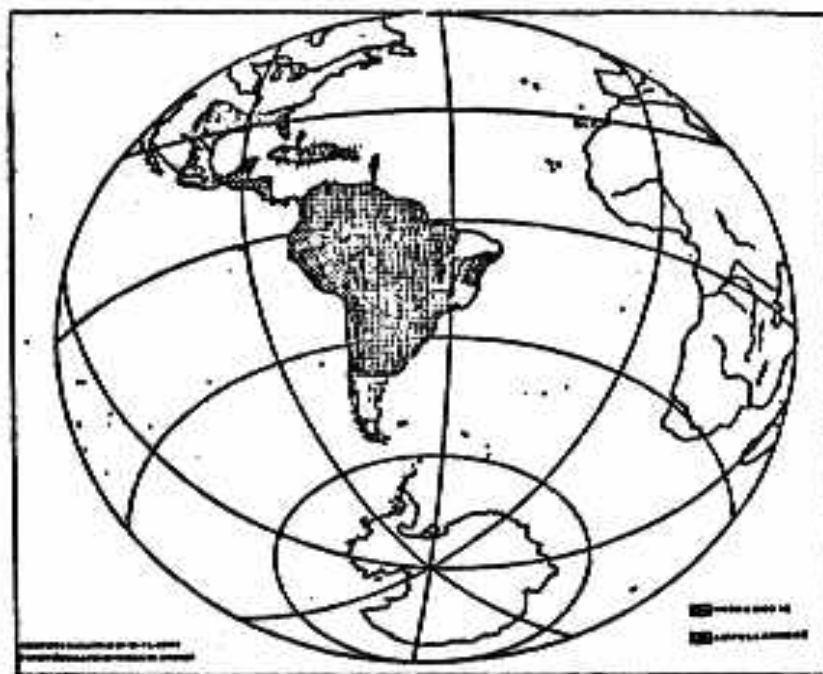


Figura 3 - Distribuição global.

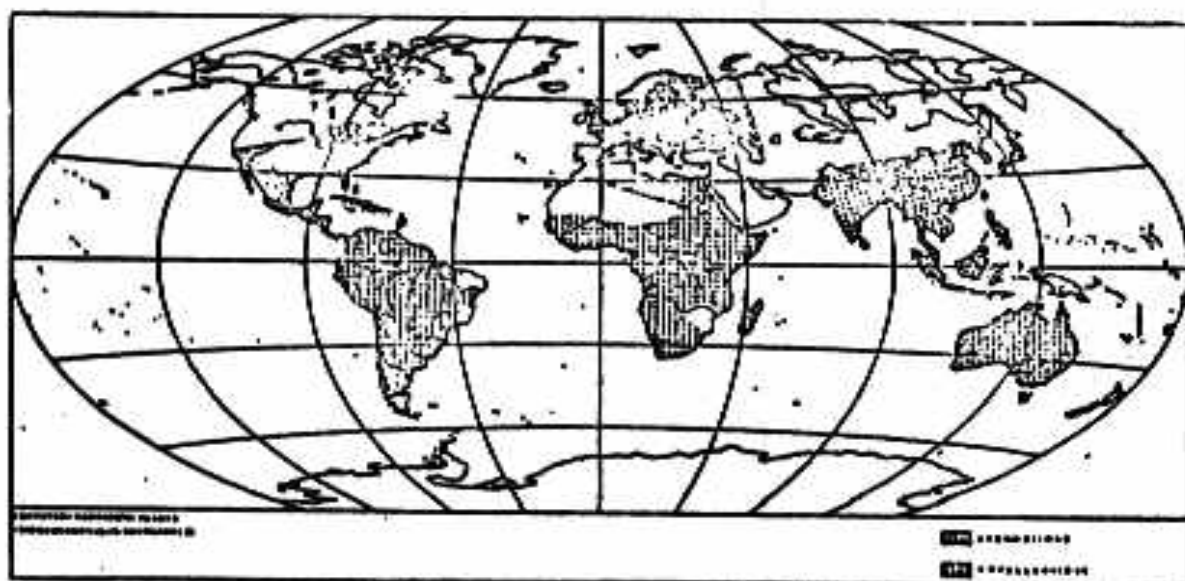


Figura 4 - Distribuição nas regiões Neotropical e de transição para a Nearctica.



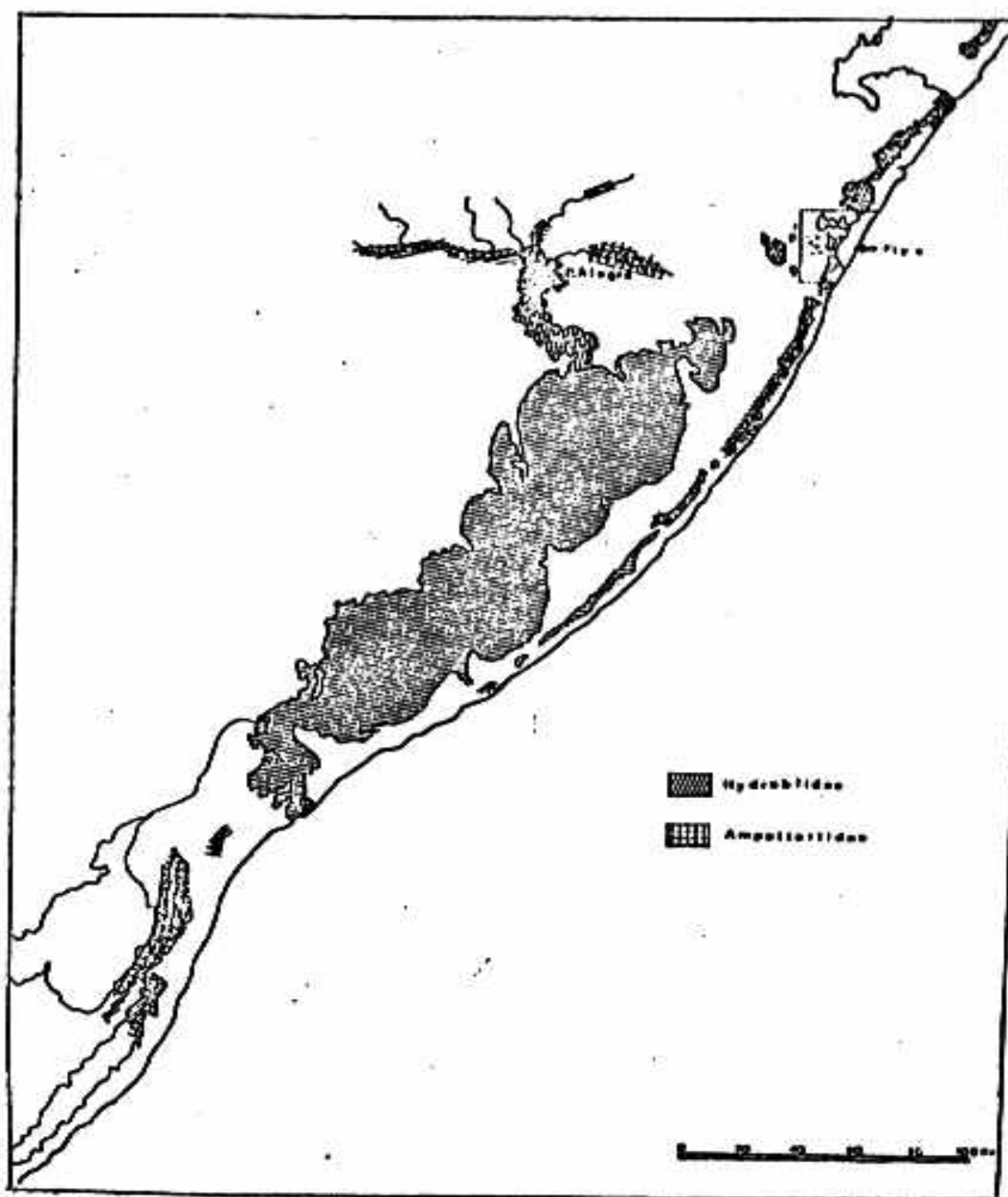


Figura 5 - Distribuição de Ampullariidae e Hydrobiidae no Rio Grande do Sul (Pontos de amostragem 1 até 94).

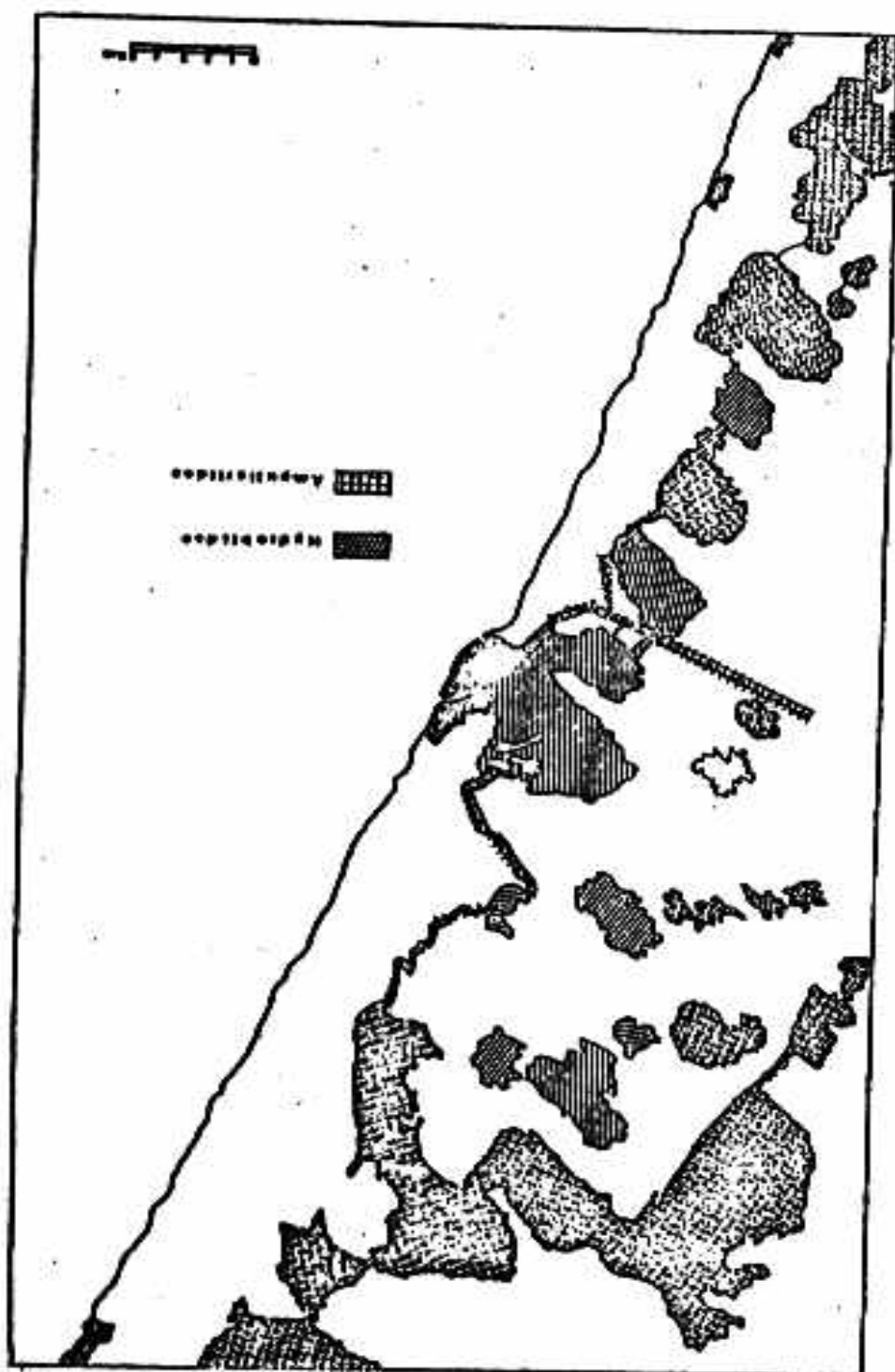


Figura 6 - Distribuição de Ampullariidae e Hydrobiidae (Pontos de amostragem 26 até 81 + 87 e 94).

Fam. Ampullariidae: A distribuição deste grupo é parcialmente influenciada pelo uso que se faz do mesmo. Na Europa são cultivados em aquários e em muitos países são utilizados para controle biológico contra pragas ou ainda como alimento ou isca de captura de peixes.

De acordo com ANDREWS (1964), os indivíduos sul-americanos são mais especializados que os africanos e asiáticos. Quanto a um conhecimento adequado das espécies brasileiras ainda existem muitas questões em aberto.

Segundo SCOTT (1957) e CASTELLANOS & FERNANDEZ (1976), a distribuição total desta família no "velho mundo" abrange Ásia, Malásia, Filipinas e África além da Austrália. No continente americano habitam o sul dos USA, América Central e do Sul, até o limite de 38° S. *A. canaliculata* tem a maior distribuição: desde o norte da América do Sul até 36° S, onde ela parece ter o seu ótimo (Fig. 3 e 4).

No Rio Grande do Sul foi constatada a presença de *A. canaliculata* na maioria das lagoas estudadas. De uma forma geral, pode-se afirmar que esta família habita praticamente todos habitats disponíveis, preferindo águas rasas, onde vive junto às margens. Os indivíduos evitam regiões com influência de salinidade. Indivíduos jovens puderam ser encontrados isoladamente nas imediações do Rio Tramandai (com eventual aporte de água salobra). Isto confirma observações de laboratório (CHOMENKO, 1986), nas quais *A. canaliculata*-jovem apresentou uma resistência levemente maior que os adultos a este parâmetro. Este grupo evita ambientes fortemente poluídos. Assim, no Rio dos Sinos por exemplo foram medidos valores de até 340 µg/l Cu, também na região próxima às nascentes. Tendo em vista que este parâmetro em laboratório foi o mais tóxico, pode-se supor que seja um fator limitante para a distribuição destes organismos, tendo em vista que embora as condições para a distribuição espacial lhes sejam favoráveis, não ocorrem na região. No Rio Gravataí foram encontrados exemplares apenas nas partes superior e média, não ocorrendo no trecho inferior, onde o rio apresenta forte po

lução orgânica e industrial.

Através da comparação da resistência deste grupo de organismos nos dados de campo e laboratório, verifica-se que em campo os mesmos são mais resistentes, tendo em vista que foram encontrados também em regiões com concentrações superiores às de sobrevivência em laboratório. Isto é explicável, tendo em vista que em ambientes naturais há uma interação maior de diferentes fatores os quais podem ter efeitos sinérgicos ou antagonísticos (Fig. 5 e 6).

## EXPERIMENTOS TOXICOLÓGICOS

De acordo com WARREN & DOUDOROFF (1971), comportamento é "a medida das reações que um indivíduo demonstra através de seus órgãos sensoriais, em relação ao seu meio ambiente".

Variações referentes ao comportamento são um bom indicador, tendo em vista que são passíveis de observação já em reduzidas concentrações. Para cada substância, existe, de acordo com EIFAC (1978), um nível essencial, um nível stressante e um nível letal. Um dos objetivos do biomonitoramento é a definição de concentrações que mostram os primeiros efeitos adversos das substâncias sobre o meio ambiente.

Nos experimentos com *A. canaliculata* (Fig. 7 e 8 e Tab. 2 e 3), foi observado que reduzidas concentrações (nesse caso, de Cd), não produziam efeitos prejudiciais (Reações 1 + 2 + 3). A partir de uma dada concentração (ou tempo de exposição), os quais podem ser definidos como "limite de segurança", os indivíduos mostram uma alteração acentuada (reação 4) devido à ação do meio em que estavam expostos, o que conduzia ao enfraquecimentos dos mesmos. Isto não precisa obrigatoriamente ser letal, pois tão logo os indivíduos eram recolocados em condições favoráveis eram capazes de se recompor. Entretanto quando a concentração, ou o tempo de ex-

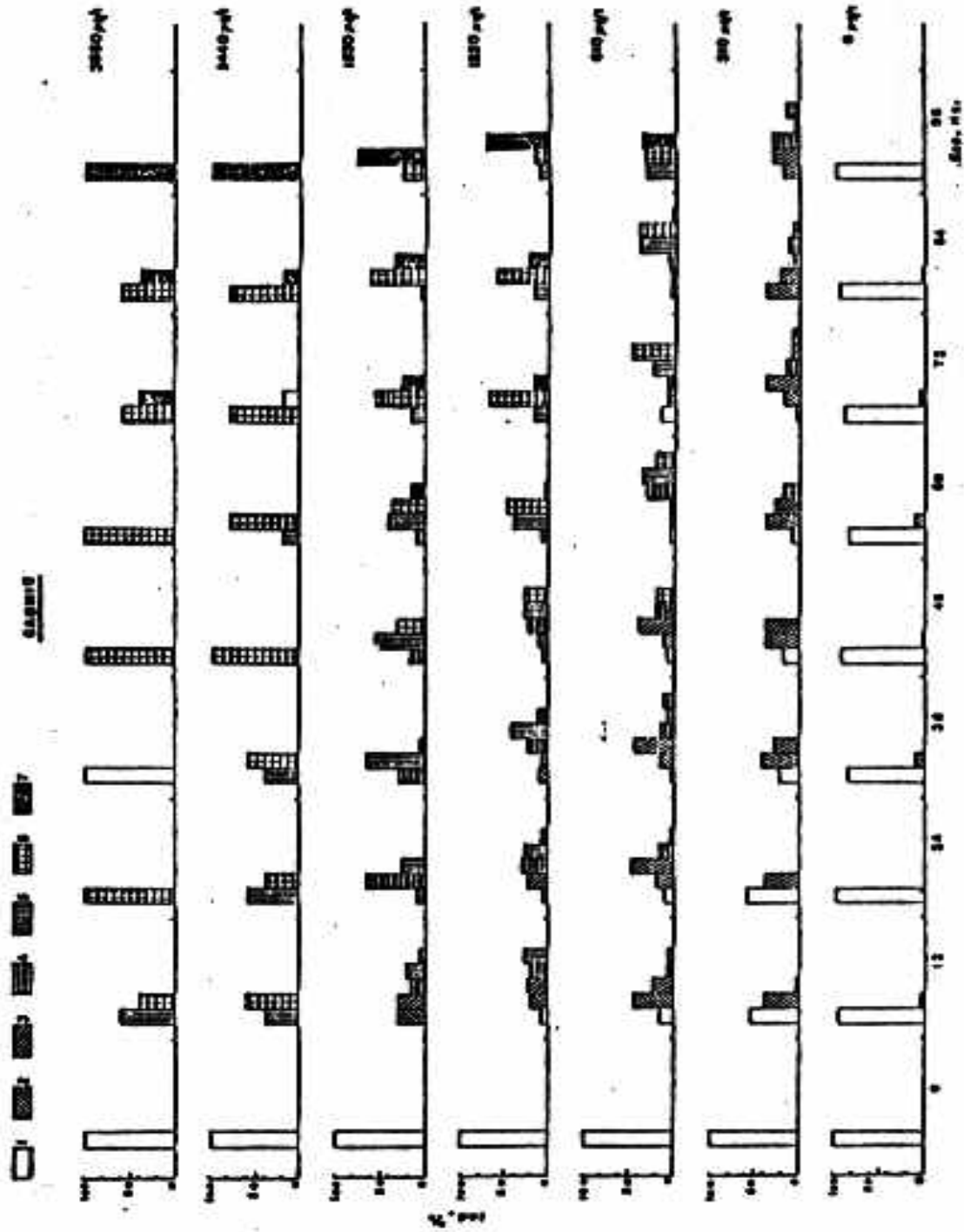


Figura 7 - Demonstrativo gráfico das modificações comportamentais de *A. canaliculata* exposta a diferentes concentrações de cádmio.  
( [hatched] . Atividade comportamental de acordo com a escala).

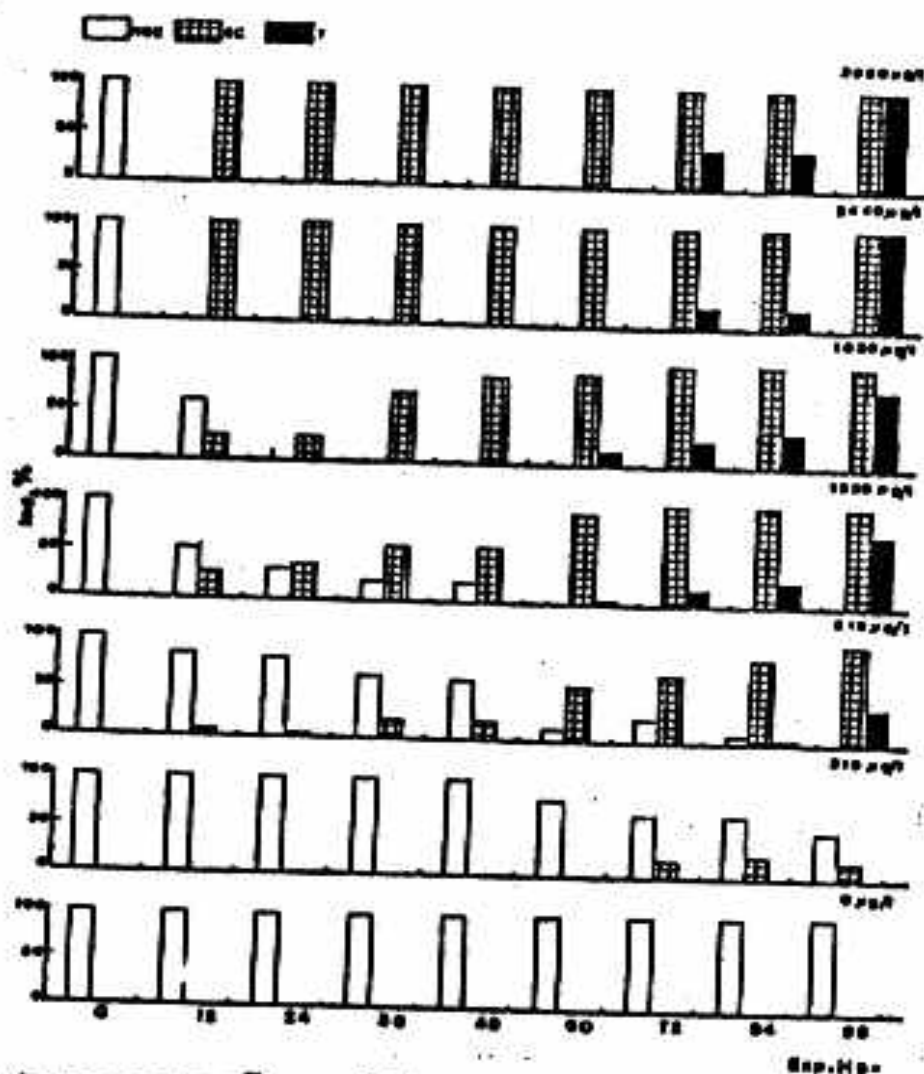


Figura 8 - Apresentação gráfica acumulada de % de indivíduos com atividades 1 + 2 + 3 (NEC), 5 + 6 + 7 (EC) e 7 (T).

posição eram aumentados, surgiam condições letais ou suble-tais, as quais eram fatais aos organismos (reações 5 + 6 + 7).

As Fig. 9 e 10 e Tab. 4 e 5 mostram alguns exem-plos da relação entre concentração dos parâmetros analisa-dos, % de indivíduos sobreviventes e tempo de exposição. Fi-ca claramente demonstrado que em todos os experimentos hou-ve uma estreita correlação entre aumento de mortalidade e

Tabela 2 - Modificações comportamentais de *A. ornithogallata* expostas a diferentes concentrações de Cadmio.

| Conc. µg/l<br>Rs. Exp. | 0,0        | 310                                   | 610                                  | 1220                             | 1830                             | 2440       | 3660       |
|------------------------|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------|------------|
| 0.0                    | 1:100;     | 1:100;                                | 1:100;                               | 1:100;                           | 1:100;                           | 1:100;     | 1:100;     |
| 12.00                  | 1:96;2:4;  | 1:55;2:40;<br>3:5;                    | 1:16;2:44;<br>3:24;4:8;<br>5:8;      | 1:8;2:20;<br>3:24;4:20;<br>5:28; | 2:30;3:30;<br>4:15;5:20;<br>6:5; | 5:40;6:60; | 5:60;6:40; |
| 24.00                  | 1:100;     | 1:60;2:40;                            | 1:12;2:20;<br>3:48;4:16;<br>5:4;     | 2:8;3:24;<br>4:32;5:28;<br>6:8;  | 3:10;4:65;<br>5:25;              | 5:60;6:40; | 6:100;     |
| 36.00                  | 1:88;2:12; | 1:25;2:45;<br>3:30;                   | 1:4;2:16;<br>3:44;4:16;<br>5:8;6:12; | 2:12;3:8;<br>4:24;5:44;<br>6:12; | 4:30;5:65;<br>6:5;               | 5:40;6:60; | 6:100;     |
| 48.00                  | 1:96;2:4;  | 1:20;2:40;<br>3:40;                   | 1:8;2:12;<br>3:40;4:20;<br>6:20;     | 2:8;3:12;<br>4:24;5:28;<br>6:28; | 4:15;5:55;<br>6:30;              | 6:100;     | 6:100;     |
| 60.00                  | 1:88;2:12; | 1:10;2:40;<br>3:30;4:20;              | 1:4;2:4;<br>3:4;4:32;<br>5:36;6:20;  | 4:8;5:40;<br>6:48;7:4;           | 5:20;6:80;<br>6:35;7:15;         | 5:20;6:80; | 6:100;     |
| 72.00                  | 1:92;2:8;  | 1:5;2:20;<br>3:40;4:15;<br>5:10;6:10; | 1:16;3:8;<br>4:8;5:24;<br>6:44;      | 5:16;6:68;<br>7:16;              | 5:15;6:60;<br>7:25;              | 6:80;7:20; | 6:60;7:40; |
| 84.00                  | 1:96;2:4;  | 2:40;3:25;<br>4:10;5:15;<br>6:10;     | 2:4;3:4;<br>4:8;5:40;<br>6:40;7:4;   | 5:16;6:60;<br>7:24;              | 5:5;6:60;<br>7:35;               | 6:80;7:20; | 6:60;7:40; |
| 96.00                  | 1:100;     | 2:20;3:30;<br>4:30;5:5;<br>6:15;      | 5:32;6:32;<br>7:36;                  | 5:12;6:16;<br>7:72;              | 6:25;7:75;                       | 7:100;     | 7:100;     |

Tabela 3 - Modificações comportamentais acumuladas. 0/100(36) significa: % de indivíduos com atividade 1+2+3/% da indivíduos com atividade 5+6+7 e finalmente % de indivíduos mortos.

| Es. Exp.   | 0,0   | 310   | 610       | 1220      | 1830      | 2440       | 3660       |
|------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Conc. µg/l | 100/0 | 100/0 | 100/0     | 100/0     | 100/0     | 100/0      | 100/0      |
| 0.0        | 100/0 | 100/0 | 100/0     | 100/0     | 100/0     | 100/0      | 100/0      |
| 12.0       | 100/0 | 100/0 | 84/8      | 52/28     | 60/25     | 0/100      | 0/100      |
| 24.0       | 100/0 | 100/0 | 80/4      | 32/36     | 10/25     | 0/100      | 0/100      |
| 36.00      | 100/0 | 100/0 | 64/20     | 20/56     | 0/70      | 0/100      | 0/100      |
| 48.00      | 100/0 | 100/0 | 60/20     | 20/56     | 0/85      | 0/100      | 0/100      |
| 60.00      | 100/0 | 80/0  | 12/56     | 0/92(4)   | 0/90(15)  | 0/100      | 0/100      |
| 72.00      | 100/0 | 65/20 | 24/68     | 0/100(16) | 0/100(25) | 0/100(20)  | 0/100(40)  |
| 84.00      | 100/0 | 65/25 | 8/84(4)   | 0/100(24) | 0/100(35) | 0/100(20)  | 0/100(40)  |
| 96.00      | 100/0 | 50/20 | 0/100(36) | 0/100(72) | 0/100(75) | 0/100(100) | 0/100(100) |



aumento de concentração durante o período de exposição.

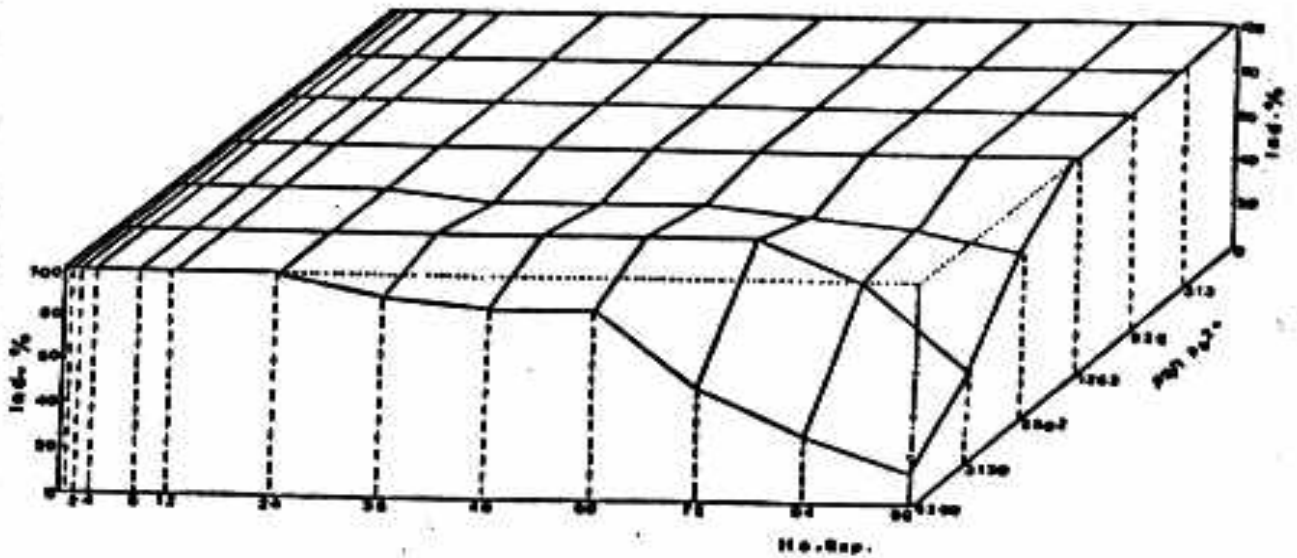


Figura 9 - Diagrama das relações entre  $Z$  de sobreviventes, distintas com concentrações de CHUMBO e horas de exposição.

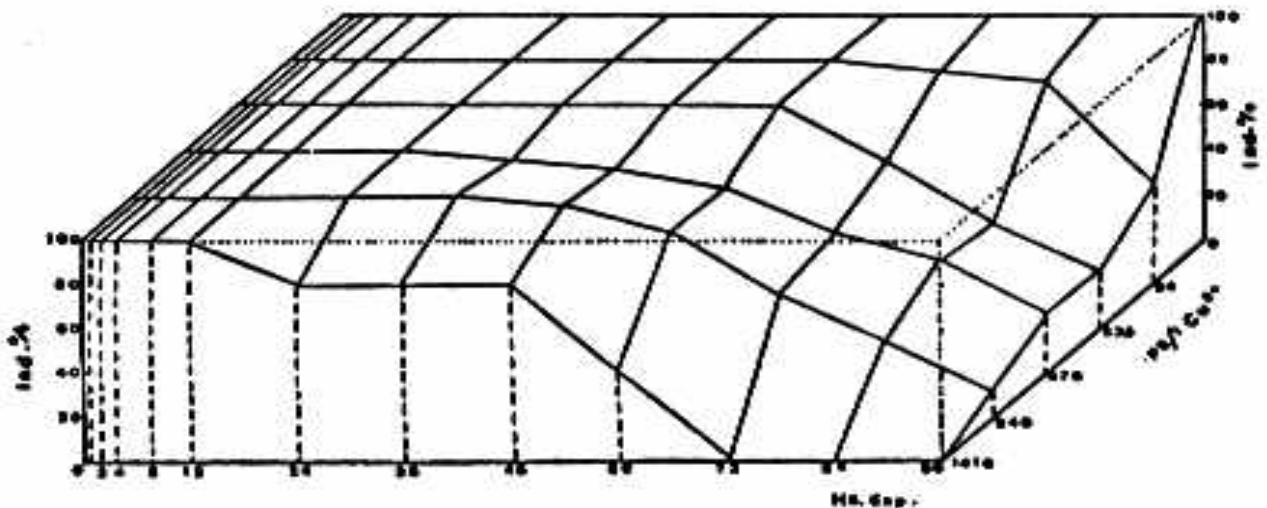


Figura 10 - Diagrama das relações entre  $Z$  de sobreviventes, distintas concentrações de COBRE e horas de exposição.

Tabela 4 - % de Indivíduos sobreviventes em distintos intervalos de tempo, expostos a diferentes concentrações de CHUMBO.

| Hs. Exp. | Conc. µg/l |     |     |      |      |      |      |
|----------|------------|-----|-----|------|------|------|------|
|          | 0.0        | 313 | 626 | 1252 | 2504 | 3130 | 6260 |
| 0.0      | 100        | 100 | 100 | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 12.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 24.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 36.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 95   | 100  | 90   |
| 48.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 95   | 100  | 85   |
| 60.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 95   | 100  | 85   |
| 72.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 90   | 100  | 50   |
| 84.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 85   | 80   | 30   |
| 96.00    | 100        | 100 | 100 | 100  | 75   | 40   | 15   |

Tabela 5 - % de Indivíduos sobreviventes em distintos intervalos de tempo, expostos a diferentes concentrações de COBRE.

| Hs. Exp | Conc. µg/l |     |     |     |     |      |
|---------|------------|-----|-----|-----|-----|------|
|         | 0.0        | 94  | 235 | 470 | 940 | 1410 |
| 0.0     | 100        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  |
| 12.00   | 100        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  |
| 24.00   | 100        | 100 | 100 | 100 | 100 | 80   |
| 36.00   | 100        | 100 | 100 | 96  | 100 | 80   |
| 48.00   | 100        | 100 | 100 | 92  | 96  | 80   |
| 60.00   | 100        | 100 | 100 | 84  | 84  | 40   |
| 72.00   | 100        | 95  | 76  | 64  | 56  | 0    |
| 84.00   | 100        | 90  | 48  | 52  | 36  | 0    |
| 96.00   | 100        | 45  | 28  | 28  | 12  | 0    |

Segundo JAMES (1979), cada elemento tem 3 níveis claramente definíveis. Estes níveis foram determinados para *A. canaliculata*. A diferença de um nível para outro é facilmente observável (Fig. 11a a 11g). Constatou-se que para alguns elementos (p. ex.: Cd, Hg ou Zn) a área entre Zona A e C é muito estreita ou então (p. ex.: Cu) inexistente. Isto demonstra que a partir de dada concentração, a qual se situa muito abaixo da  $LC_{50}$ , todos metais pesados aqui analisados são tóxicos. A partir dos resultados obtidos de  $LC_{50}$  verificou-se que Cu foi o elemento mais tóxico enquanto que para  $NEC_{50}$  e  $EC_{50}$ , Hg foi o elemento com a maior toxicidade. Cu tem um mesmo valor para NEC e EC o que confirma o fato de que este elemento é essencial para o desenvolvimento de moluscos, sendo entretanto claro que a transição de essencial para tóxico, o que significa por último a ruptura da capacidade de regulação fisiológica, para *A. canaliculata*, se situa num nível muito próximo.

A partir dos valores de  $EC_{50}$  é possível de acordo com BREITIG & TUMPLING (1982), se classificar as substâncias de acordo com sua toxicidade (Tab. 6).

Tabela 6 - Grau de toxicidade de substâncias para organismos aquáticos (segundo BREITIG & TUMPLING, 1982).

| Grupo | Concentração (EC)<br>mg/l | Grau de Toxicidade  |
|-------|---------------------------|---------------------|
| A     | > 500                     | Não tóxico          |
| B     | 100 - 500                 | Fracamente tóxico   |
| C     | 10 - 99                   | Regularmente tóxico |
| D     | 1 - 9                     | Fortemente tóxico   |
| E     | < 1                       | Extremamente tóxico |

No presente estudo observou-se que todos os elementos aqui estudados são classificados para *A. canaliculata*

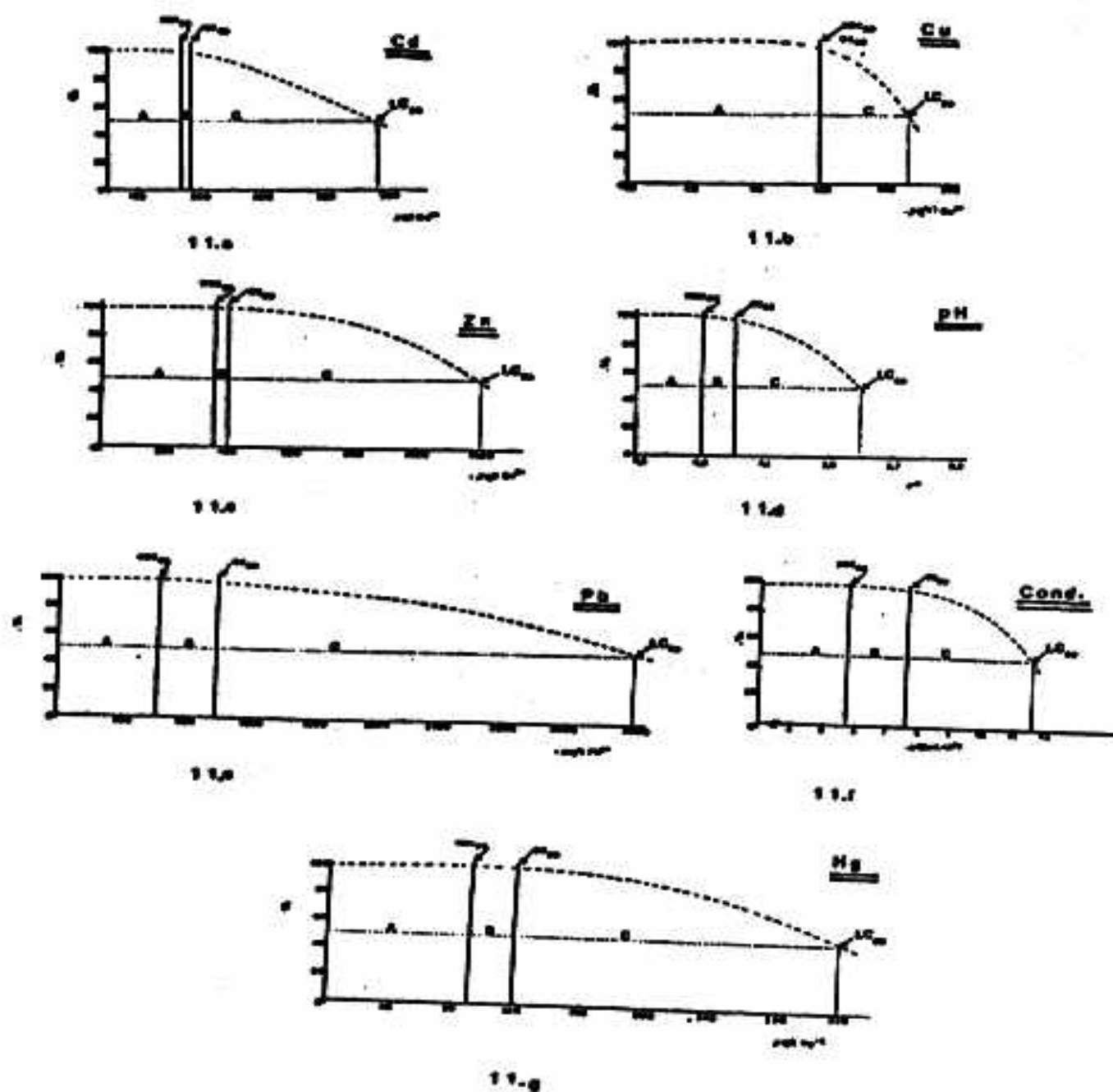


Figura 11a a 11g - Demonstrativo entre as taxas de sobrevivência de *A. canaliculata* (X) e concentração dos parâmetros medidos.

A: Zona de tolerância; B: Zona subletal; C: Zona letal (11a = Cd; 11b = Cu; 11c = Zn; 11d = pH; 11e = Pb; 11f = Condutividade; 11g = Hg).

como altamente perigosos (Grupo E: conc. < 1,0 mg/l).

Em muitos países existem padrões de qualidade ambiental para ambientes aquáticos. A maioria das pesquisas se baseia em resultados de análises físico-químicas e tem em vista determinados usos que se faz destes corpos d'água. Através do desenvolvimento de novos aparelhos e métodos, os quais tem como objetivo a proteção do meio ambiente, tem sido possível melhorar estes padrões. No Brasil ainda se fazem necessárias mais pesquisas neste setor, tendo em vista que a simples aceitação de padrões de outros países nem sempre corresponde à realidade, devido a nem sempre serem observados fatores regionais, os quais podem ser de grande importância.

Através de medidas físico-químicas da qualidade da água em sistemas aquáticos no Rio Grande do Sul desde 1980 (DMA/SSMA), pode-se observar que os valores propostos para a manutenção de vida aquática tem sido permanentemente excedidos. Isto leva à suposição de que, a não ser que enérgicas medidas sejam tomadas, no decorrer do tempo ocorrerá uma séria degradação do meio ambiente neste Estado com a consequente eliminação de espécies importantes dentro da cadeia alimentar, e prejudicando por fim o ser humano.

Em diversos países o valor de  $LC_{50}$  serve como base para a elaboração de padrões de qualidade ambiental. Analisando-se a Tab. 7 e Fig. 12 com os resultados dos testes de *A. canaliculata*, pode-se observar facilmente que este valor como base para a proteção de vida aquática não é adequado, tendo em vista que corresponde a uma concentração que excede em muito a um nível de segurança para a manutenção de "vida normal" dos indivíduos. Isto confirma por outro lado as observações de inúmeros autores, que também chegaram à conclusão de que se fazem necessários mais estudos para a avaliação das reações de organismos em nível sub-letal.

Tabela 7 - Valores de  $NEC_{50}$ ,  $EC_{50}$  e  $LC_{50}$  para *A. canaliculata*.

| Parâmetro                    | $NEC_{50}$ | $EC_{50}$ | $LC_{50}$ |
|------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Pb ( $\mu\text{g/l}$ )       | 625        | 995       | 3614      |
| Cd ( $\mu\text{g/l}$ )       | 239        | 270       | 856       |
| Cu ( $\mu\text{g/l}$ )       | 120        | 120       | 175       |
| Hg ( $\mu\text{g/l}$ )       | 90         | 118       | 318       |
| Zn ( $\mu\text{g/l}$ )       | 358        | 404       | 1202      |
| pH                           | 4,3        | 4,2       | 3,8       |
| Condut. ( $\mu\text{S/cm}$ ) | 5700       | 7600      | 11600     |

Esta pesquisa possibilitou concluir que: A distribuição de Ampullariidae e Hydrobiidae permite dizer que se tratam de dois grupos amplamente distribuídos no Rio Grande do Sul, mas que tem uma distribuição mundial muito diferenciada. Assim sendo, enquanto que Hydrobiidae é cosmopolita, Ampullariidae é distribuída apenas em regiões quentes. No Rio Grande do Sul a distribuição a nível de família é ampla, sendo porém a nível específico altamente diferenciada.

Os moluscos utilizados no presente experimento mostram ser bons indicadores, principalmente para alguns dos parâmetros analisados. Assim sendo, no que se refere à salinidade, de acordo com levantamentos de campo e laboratório é claramente demonstrável qual grupo se encontra em que limite de salinidade.

Os experimentos com pH mostram que *A. canaliculata* é uma espécie muito resistente à variações deste parâmetro. Foram observadas reações normais até um pH de 4,3. Isto leva à suposição de que o pH no campo não seja um fator limitante à distribuição, pois este parâmetro é geralmente mais elevado, com exceção de ambientes extremos.

Os biotestes com metais pesados mostram que é possível utilizar o comportamento de gastropodes como medida


  
 NEC
   
 EC
   
 LC

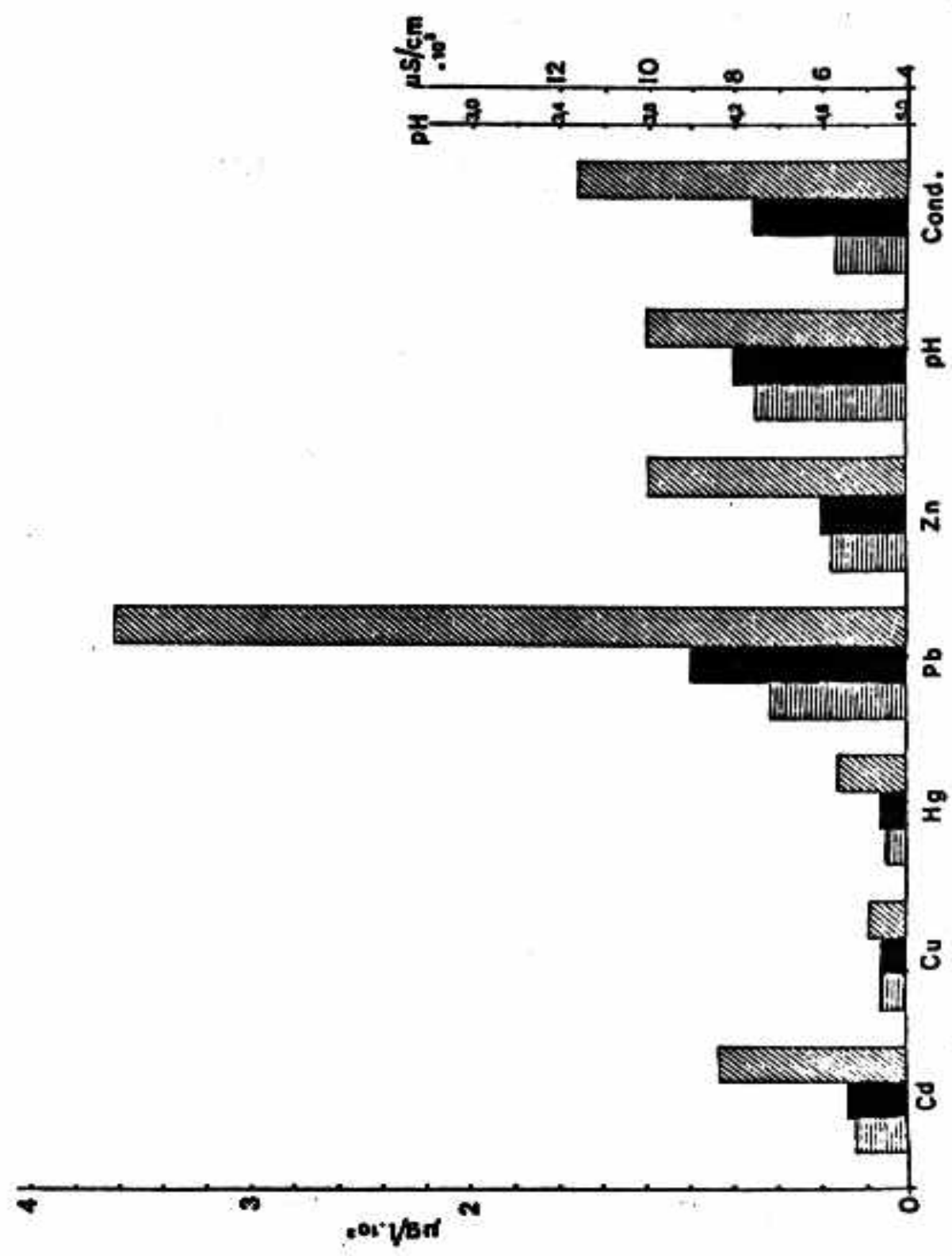


Figura 12 - Demonstrativo gráfico com os valores obtidos de NEC<sub>50</sub>, EC<sub>50</sub>, bem como LC<sub>50</sub> para *A. camaliculata*.

para condições subletais. Além disto, salienta-se que a metodologia aqui desenvolvida e empregada é passível de ser utilizada também em países ou regiões sem grandes recursos tecnológicos ou financeiros.

De acordo com os experimentos realizados observou-se que para *A. canaliculata* a toxicidade dos metais pesados é seguinte:

NEC<sub>50</sub> e EC<sub>50</sub>: Hg > Cu > Cd > Zn > Pb

LC<sub>50</sub>: Cu > Hg > Cd > Zn > Pb

Comparando-se os resultados nos diferentes biotes com os valores encontrados como padrões de qualidade ambiental em diferentes países, fica claro que é necessário desenvolver mais pesquisas, a fim de se obter valores que correspondam mais à realidade e portanto sirvam ao objetivo de proteção de vida aquática.

Finalmente é salientada a necessidade de se continuar desenvolvendo novos experimentos em nível subletal, tendo em vista que os valores de LC<sub>50</sub> são inadequados, principalmente considerando-se 2 aspectos fundamentais: 1) sacrifica-se uma quantidade desnecessária de organismos (50% dos indivíduos expostos tem que estar morta no final do experimento) e 2) os valores de LC<sub>50</sub> são extremamente elevados se comparados com aqueles que já produzem dados irreversíveis.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, E.B. The functional anatomy and histology of the reproductive system of some pilid gastropod molluscs. *Proc. Malacol. Soc., London*, 36: 121-40, 1964.
- BREITIG, G. & TÜMPLING, W. *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung*. Band II. Biologische, mikrobiologische



- und toxikologische Methoden. Jena, VEB, 1982. 579p.
- CASTELLANOS, Z.J.A. & FERNANDEZ, D. Mollusca gasteropoda: Ampullariidae. Fauna de água doce de la Rep. Arg. *Mol. Gasteropodes*, 15 (1): 5-33, 1976.
- CHOMENKO, L. *Influência da salinidade na distribuição de moluscos do gênero Littoridina na área correspondente ao litoral norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, RS, IB-UFRS, 1981. 205p. (Dissertação)
- CHOMENKO, L. & SCHÄFER, A. Untersuchungen zur Salzwasserto<sub>l</sub>eranz bei Arten des Genus *Littoridina* (Hydrobiidae) der Kustenseen von Rio Grande do Sul. *Biogeografica*, 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.
- CHOMENKO, L. *Bioindikation und Raumbewertung mit Mollusken der Familien Ampullariidae und Hydrobiidae*. Alemanha, Univ. Saarlandes, 1986. 221p. (Doutorado)
- DELANEY, P.J.V. Fisiografia e geologia de superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Esc. Geol. P. A.*, 6: 1-105, 1965. (Publ. especial)
- DEPARTAMENTO DO MEIO AMBIENTE. *Listagem com resultados de análises físico-químicas da qualidade de água de rios do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, RS. DMA/SSMA-RS. , 1980-1980.
- DEPARTAMENTO DO MEIO AMBIENTE. *Levantamento de metais pesados em ambientes aquáticos*. Porto Alegre, RS, DMA/SSMA-RS, 1982.
- EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION. The value and

limitations of various approaches to the monitoring of water quality for freshwater fish. *EIPAC Techn. Pap.*, 32: 1-27, 1978.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. *Plano integrado para o desenvolvimento do litoral norte do Rio Grande do Sul. Adequação do uso do solo: mapeamento geológico e geomórfico.* Porto Alegre, FEE, 1976.

GODOLPHIM, M.F. *Geologia do holoceno costeiro da área de Rio Grande, RS.* Porto Alegre, RS, UFRGS, 1976. (Dissertação)

HERZ, R. *Circulação das águas de superfície da lagoa dos Patos. Contribuição metodológica ao estudo de processos lagunares e costeiros do Rio Grande do Sul, através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto.* São Paulo, FF-USP, 1977. (Dissertação)

JAMES, A. & EVISON, L., ed. *Biological indicators of water quality.* New York, J. Wiley, 1979. 557p.

LANZER, R.M. *Interpretação da distribuição e ocorrência de moluscos dulçaquícolas nas lagoas costeiras da região sul do Brasil.* Porto Alegre, RS, IB-UFRGS, 1983. 64p. (Dissertação)

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

\_\_\_\_\_. Padrões de distribuição de moluscos dulçaquícolas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Biol.*, 45 (4): 535-45, 1985.

OLIVEIRA, M.E.A. *Lagoa dos Barros: aspectos da sua poluição e tipologia limnológica.* Porto Alegre, RS, IB-UFRGS,

1983. (Dissertação)

PACHECO, J.H.; SOUZA, C.B.; SILVA, M.L.C. *Interpretação dos dados de qualidade da água do Rio Caí na área de influência do III Polo Petroquímico.* Porto Alegre, RS. DMA/SSMA-RS, 1983. (Relatório técnico)

PINEDA-SCHULER, M.D. *Adequação de critérios e métodos para a avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do Rio Gravataí.* Porto Alegre, RS. IB-UFRGS, 1983. 105p. (Dissertação)

SCOTT, M.I.H. *Estudio morfológico y taxonomico de los Ampullaridos.* R. Mus. Arg. Cí. Nat., Bernardo Riviera, 3 (5): 233-333, 1957.

SCHWARZBOLD, A. *Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitos aquáticos nas Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre, RS, UFRGS, 1982. 95p. (Dissertação)

SPRAGUE, J.H. *Measurements of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity.* Wat. Res., 3: 793-821, 1969.

WARREN, C.E. & DOUDOROFF, P. *Biology and water pollution control.* Philadelphia, Saunders, 1971. 434p.

#### AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos à CAPES-Brasília, pela concessão de bolsa de estudos na República Federativa da Alemanha, ao DMA/SSMA-RS pelo auxílio prestado para a execução deste trabalho e ao Prof. Dr. Paul Müller, Biogeographie Univ. des Saarlandes (Rep. Fed. da Alemanha) pela orientação prestada.

**ENDEREÇO DA AUTORA**

**CHOMENKO, L.**

**Departamento Meio Ambiente - SEMA/RS**

**Av. A. J. Renner, 10**

**90000 Porto Alegre - RS**