

# Água como fator limitante na distribuição das minhocas (Annelida, Oligochaeta) da Amazônia Central.

Ione Ayres (\*)

Rafael A. T. Guerra (\*\*)

## Resumo

Quarenta espécies de minhocas da Amazônia Central distribuídas em 8 famílias e 23 gêneros foram classificadas segundo o habitat preferencial. Esta classificação mostra um número alto (33) de espécies que ocorrem apenas nas proximidades da água, levando a crer que a água é fator limitante na distribuição das espécies. Poucas espécies (4) foram encontradas em diversos habitats, com grande variação de umidade (eurihígricas). Medidas experimentais de resistência à desidratação em *Pontoscolex corethurus*, *Andiorrhinus amazonius* e *Meroscolex marcusii* parecem confirmar esta hipótese. *P. corethurus* espécie eurihígrica, é extremamente resistente à desidratação em contraposição às outras duas espécies. Experimentos de anoxia mostraram que *Andiorrhinus caudatus*, espécie de ambientes muito úmidos, tem alta resistência à anoxia se comparada a *P. corethurus* que geralmente habita solos mais secos. Estes dados corroboram a ocorrência de um déficit de água nos solos de terra firme da Amazônia Central.

## INTRODUÇÃO

Em contraposição às espécies sulamericanas, os Oligochaeta da Europa e dos Estados Unidos estão muito bem estudados. Nosso conhecimento sobre as primeiras resume-se, basicamente, a aspectos taxonômicos do grupo com muito pouca ênfase aos aspectos ecológicos e bionômicos.

Espécies do sul do Brasil, Argentina e Uruguai foram mais bem estudadas entre outros por Michaelsen (1923), Cordero (1931), Vanucci (1953), Righi & Knäpper (1967), Knäpper (1969), Emiliani *et al.* (1971), Ljungström & Emiliani (1971), Righi (1971), Caballero (1973), Ljungström *et al.* (1973), Righi (1974), Righi & Ayres (1975), Knäpper & Porto (1979). Entretanto, o conhecimento da drilofauna da região amazônica é ainda bastante reduzido.

Righi (1967) apresenta um levantamento bibliográfico dos mais importantes para a sistematização das formas terrícolas amazônicas. Pesquisadores como Michaelsen (1900, 1903, 1914, 1917, 1923, 1927, 1928, 1931, 1933, 1934, 1935, 1936), Cognetti de Marttiis (1905, 1906, 1914), Stephenson (1930), Cernovitov (1934, 1935, 1939) e mais recentemente Righi & Ayres (1976), Righi *et al.* (1976, 1978) dedicaram-se ao estudo taxonômico das espécies da Amazônia, porém, os aspectos ecológicos e fisiológicos destas espécies são ainda uma grande lacuna nos conhecimentos da zoologia da região.

Propusemo-nos a estudar algumas espécies da região sob estes aspectos. Quarenta espécies de minhocas da Amazônia Central foram classificadas segundo o habitat preferencial. Esta classificação mostra um número consideravelmente alto de espécies que ocorrem apenas nas proximidades da água, levando a crer que esta seja o fator limitante na distribuição das espécies em sua maioria.

As relações hídricas em Oligochaeta já foram abordadas eficientemente para muitas espécies européias e inclusive para algumas espécies tropicais. Hall (1922), Wolf (1940), Grant (1955), Roots (1956), Laverak (1963), El-Duweini & Ghabbour (1968), Ayres (1973), Ghabbour (1977) e Carley (1978) estudaram a resistência à desidratação em diferentes espécies sob diferentes condições ambientais e os mecanismos de manutenção do equilíbrio hídrico.

Estudamos a resistência à desidratação em *Pontoscolex corethurus*, *Andiorrhinus caudatus* e *Meroscolex marcusii* e a eficiência do mecanismo de estivação em *Andiorrhinus amazonius*, correlacionando os resultados com os da-

(\*) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

(\*\*) — Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

dos de distribuição ambiental. Ayres (1973), não publicado) trabalhando com espécies do Rio Grande do Sul, mostrou a alta eficiência de *P. corethurus* no controle da perda de água pelo corpo. Seus resultados são aqui comparados com os nossos para a mesma espécie daqui da Amazônia. Estudamos também a resistência a anoxia em *P. corethurus* e *A. caudatus* comparando os resultados finais nas duas espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

### a) Método e locais de coleta

Quarenta espécies de minhocas distribuídas em 8 famílias e 23 gêneros foram coletadas em diferentes habitats (Tabela I). Os locais, datas de coleta, coletores e outras observações de campo, constam do livro de registro da coleção de Oligoquetas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. A descrição taxonômica e dados complementares sobre as 40 espécies citadas encontra-se em Righi (1967, 1978), Righi & Ayres (1976) e Righi *et al.* (1976, 1978). Para coletar os animais, utilizou-se pá e os mesmos foram separados do solo com as mãos. Para os experimentos de desidratação e anoxia, utilizamos o mesmo método de coleta. Os animais destes experimentos tiveram as seguintes procedências: *P. corethurus* foi coletada no km 10 da estrada Manaus-Itacoatiara, próximo a um igarapé; *M. marcusii* no km 20 da estrada Manaus-Caracaraí também às margens de um igarapé. *A. caudatus* foi coletada às margens e no lodo do igarapé do Barro Branco na Reserva Ducke. *A. amazonius* foi coletada na Reserva Biológica de Campina (estrada Manaus-Caracaraí, km 45) durante o verão.

### b) Resistência à desidratação e determinação da % de perda de água

Nos experimentos de resistência à desidratação (perda de água em peso fresco) foram usadas três espécies de Glossoscolecidae: *P. corethurus*, espécie pantropical e peregrina, *A. caudatus* e *M. marcusii* espécies com distribuição restrita às margens de igarapés e rios. O

método usado para medir a desidratação e a % de água no corpo foi aplicado por El-Duweini & Ghabbour (1968). A desidratação foi medida a uma temperatura constante de 25°C. Em cada experimento, usamos 15 animais clitelados com exceção de *M. marcusii* da qual utilizamos somente 12 exemplares. Os animais eram observados a cada 2 horas e contados os sobreviventes. Consideramos como morte o ponto onde não mais reagiam a toques de estiletes. Por termos utilizados animais com conteúdo intestinal, corrigimos o peso de acordo com Ayres (1973) que procedeu da seguinte maneira: "após terem sido desidratadas totalmente a 105°C, as minhocas foram colocadas em mufla a 400°C durante 6 horas até que toda a matéria orgânica tivesse sofrido combustão. Feito isso, as minhocas foram novamente pesadas calculando-se o peso do conteúdo intestinal". Este valor foi descontado dos resultados obtidos durante o experimento. A este cálculo chamamos de fator de correção. Com os dados de peso úmido e de peso seco já corrigidos calculamos a percentagem de perda de água.

### c) Estivação

Usando *A. amazonius*, determinamos o teor de água em 15 exemplares adultos em estado de estivação e em atividade. Os animais em estivação depois da pesagem em balança de precisão Mettler H31, foram colocados em pequenas caixas numeradas com solo úmido e observados até entrarem em atividade. Foram então novamente pesados e colocados em estufa a 105°C por 48 horas para determinação do peso seco. Aqui também utilizamos o mesmo procedimento para o cálculo do fator de correção para o conteúdo intestinal usado no experimento anterior.

### d) Anoxia

*P. corethurus* e *A. caudatus* foram estudadas em relação à resistência à anoxia. Oitenta animais de cada espécie foram colocados em câmaras ambientais perfundidas em nitrogênio. O fluxo de nitrogênio foi de 8 litros/minuto para cada quatro câmaras e a pressão medida oscilou entre 8 e 13 atm de água destilada. A

temperatura ambiente e do banho foi de 25°C. Os animais foram observados a cada 2 horas e registrados o número de sobreviventes e todas as alterações comportamentais. De cada câmara aberta para observação, os animais sobreviventes eram retirados e colocados em recipientes com terra sob condições normais

de aeração para testar-se a capacidade de recuperação. Alterações comportamentais e de aparência eram anotadas. Os experimentos de anoxia foram realizados no Laboratório de Fisiologia Animal e Comparada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), no Rio Grande do Sul. Os animais foram transporta-

TABELA 1 — Distribuição das 40 espécies de minhocas da Amazônia segundo o habitat.

OLIGOCHAETA (ANNELIDA)		H A B I T A T									
ESPÉCIE	FAMÍLIA	MARGENS DE IGARAPÉS E LAGOS	TRONCOS EM DECOMPOSIÇÃO NA MARGEM DE IGARAPÉS	TRONCOS EM DECOMPOSIÇÃO NA MATA PRIMÁRIA DE TERRA FIRME	SOLOS DE MATA DE TERRA FIRME	CAPOEIRAS	SOLOS CULTIVADOS	QUEIMADAS	SERINGAIS	CAMPINARAS	CAMPINAS
<i>Pontoscolex corethurus</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	+	+	+	+	+	+	+	.....	.....
<i>Rhinodrilus priollii</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	+	+	+	.....	.....	.....	.....
<i>Andiorrhinus amazonius</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	+	+	.....	.....	.....	.....	.....	+	+
<i>Dichogaster saliens</i>	OCTOCHAETIDAE	+	.....	+	.....	+	+	.....	.....	.....	.....
<i>Andiodrilus icomi</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+	.....	.....
<i>Dichogaster boloui boloui</i>	OCTOCHAETIDAE	.....	.....	.....	.....	+	+	.....	.....	.....	.....
<i>Andiorrhinus caudatus</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+	.....
<i>Holoscolex caramuru</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+	.....
<i>Rhinodrilus lucilae</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Rhinodrilus elisianae</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Glossodrilus schubarti</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Tuiba dianae</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Meroscolex marcusii</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Hemienchytraeus solimonensis</i>	ENCHYTRAEIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Wegeneriella tocaya</i>	ACANTHODRILIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Rhinodrilus curiosus</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Tuiba tipema</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Andiorrhinus venezuelanus tarumani</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Rhinodrilus brasiliensis buritis</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Amazônia</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Pristina minuta</i>	NAIDIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Exidrilus rarus</i>	OCNERODRILIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dichogaster andina evae</i>	OCTOCHAETIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Areco reco</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Holoscolex nemorosus tacoa</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Eukerria guamais</i>	OCNERODRILIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Amazo atroaris</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Brinkhurstia americanus</i>	ALLUROIDIDAE	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Amazo xecatu</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Diachaeta juli</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dariodrilus ferrarius</i>	OCNERODRILIDAE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Mariorina patua</i>	ENCHYTRAEIDAE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Haplodrilus tagua</i>	OCNERODRILIDAE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Wegeneriella divergens itapecu</i>	ACANTHODRILIDAE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Tiguassu reginae</i>	HAPLOTAXIDAE	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dichogaster ibaia</i>	OCTOCHAETIDAE	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dichogaster badajos</i>	OCTOCHAETIDAE	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Meroscolex eudoxiae</i>	GLOSSOSCOLECIDADE	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dichogaster modigliani</i>	OCTOCHAETIDAE	.....	.....	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Dichogaster affinis</i>	OCTOCHAETIDAE	.....	.....	.....	.....	+	.....	.....	.....	.....	.....

( + ) — Indica presença da espécie.  
(.....) — Indica ausência.

dos por avião, do Amazonas ao RGS e depois mantidos durante uma semana no laboratório à temperatura ambiente de 25°C para se adaptarem ao novo ambiente e não termos que trabalhar com animais traumatizados.

## RESULTADOS

### a) Distribuição das espécie por habitat

A Tabela I mostra que 33 das 40 espécies coletadas ocorrem apenas nas proximidades da água. Quatro espécies foram encontradas em diferentes habitats com grande variação de umidade (eurihígricas). *P. corethurus*, espécie pantropical e ubiqüista é a espécie com distribuição mais ampla e tolera uma maior variação na disponibilidade de água. *Rhinodrilus priollii* segue-se nesta tolerância, porém, não foi encontrada em troncos em decomposição dado talvez o seu grande tamanho. Outra espécie eurihígrica e talvez a mais tolerante a ambientes secos é *A. amazonius*, uma vez que é frequentemente encontrada nas campinas amazônicas.

### b) Resistência à desidratação e % letal de perda de água

A Tabela 2 e o Gráfico 1 mostram o número e a percentagem de sobreviventes em função do tempo em que os animais são submetidos à desidratação. *A. caudatus* e *M. marcusii* apresentaram comportamentos semelhantes entre si e significativamente diferentes de *P. corethurus* que teve um tempo máximo de resistência de 52 horas enquanto aquelas tiveram 24 e 26 horas respectivamente. A morte começa a advir com 38, 10 e 6 horas de experimento em *P. corethurus*, *A. caudatus* e *M. marcusii* respectivamente. As médias da % letal de perda de água nas três espécies estudadas (Tabela 3. Gráfico 2) não são significativamente diferentes, como ficou claro após a aplicação do teste T.

### c) Comparação da resistência à desidratação em *P. corethurus* provenientes do RGS e do Amazonas

Os resultados dos experimentos de Ayres (1973) foram comparados com os nossos e a espécie não mostrou diferenças significativas

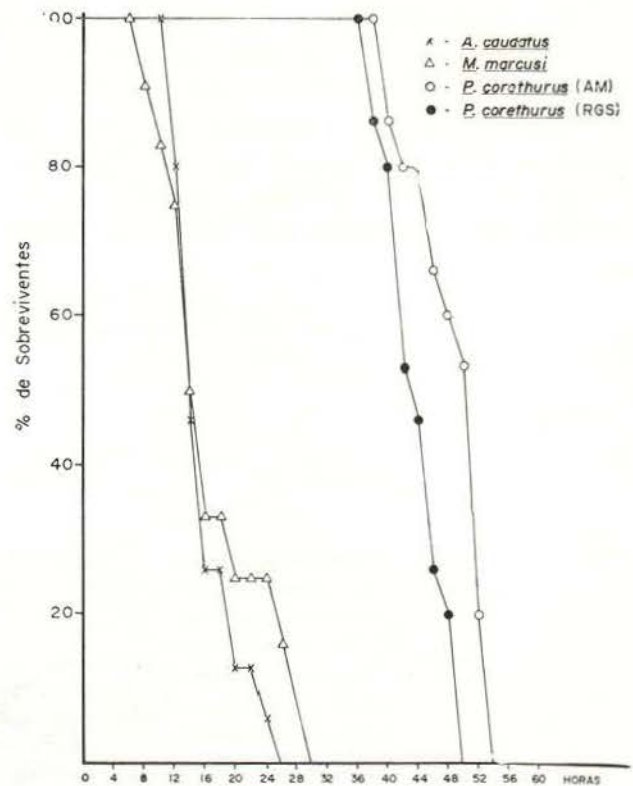


Gráfico 1 — Resistência à desidratação e % de sobreviventes nas três espécies estudadas.

no comportamento apesar de proveniente de diferentes climas. Estes resultados estão ilustrados na Tabela 3 e Gráficos 1 e 2.

### d) Estivação

*A. amazonius* é talvez a espécie mais eurihígrica das estudadas e resiste à perda de água nos períodos secos por estivação. Animais coletados no mês de setembro foram encontrados em estivação. O teste T mostra que as médias do teor de água para os animais em estivação e em atividade são significativamente diferentes a 2%. A Tabela 4 nos dá os valores encontrados neste experimento.

### e) Anoxia

Espécies como *A. caudatus* que habitam solos saturados de água, dispõem de pouco oxigênio e devem estar adaptadas a baixas pressões parciais de O<sub>2</sub> e mesmo anoxia. Nossos resultados dos experimentos mostraram que esta espécie tem grande resistência à anoxia,

TABELA 2 — Número e percentagem de sobreviventes nas três espécies estudadas.

HORAS APÓS O INÍCIO DO EXPERIMENTO	<i>Andiorrhinus caudatus</i>		<i>Meroscolex marcusii</i>		<i>Pontoscolex corethurus</i> (AM)		<i>Pontoscolex corethurus</i> (RGS)	
	NÚMERO DE ANIMAIS VIVOS	% DE SOBREVIVENTES	NÚMERO DE ANIMAIS VIVOS	% DE SOBREVIVENTES	NÚMERO DE ANIMAIS VIVOS	% DE SOBREVIVENTES	NÚMERO DE ANIMAIS VIVOS	% DE SOBREVIVENTES
00	15	100,00	12	100,00	15	100,00	15	100,00
02	15	100,00	12	100,00	15	100,00	15	100,00
04	15	100,00	12	100,00	15	100,00	15	100,00
06	15	100,00	12	100,00	15	100,00	15	100,00
08	15	100,00	11	91,66	15	100,00	15	100,00
10	15	100,00	10	83,33	15	100,00	15	100,00
12	12	80,00	9	75,00	15	100,00	15	100,00
14	7	46,66	6	50,00	15	100,00	15	100,00
16	4	26,66	4	33,33	15	100,00	15	100,00
18	4	26,66	4	33,33	15	100,00	15	100,00
20	2	13,33	3	25,00	15	100,00	15	100,00
22	2	13,33	3	25,00	15	100,00	15	100,00
24	1	6,66	3	25,00	15	100,00	15	100,00
26	0	0,00	2	16,66	15	100,00	15	100,00
28			0	0,00	15	100,00	15	100,00
30					15	100,00	15	100,00
32					15	100,00	15	100,00
34					15	100,00	15	100,00
36					15	100,00	15	100,00
38					15	100,00	13	86,66
40					13	86,66	12	80,00
42					12	80,00	8	53,33
44					12	80,00	7	46,66
46					10	66,66	4	26,66
48					9	60,00	3	20,00
50					8	53,33	0	0,00
52					3	20,00		
54					0	0,00		

sobrevivendo nestas condições extremas até 24 horas, sendo que a morte sobrevém apenas depois de 18 horas. Animais submetidos à anoxia, durante 18 horas restabelecem-se prontamente quando recolocados em solos arejados. Quando em anoxia ficam pálidos, flácidos quase sem movimentos e fragmentam a região

caudal. Quando em condições de aeração normal, colorem-se rapidamente de vermelho intenso vivo. Depois de 18 horas não mais se recuperam e sobrevém a morte. *P. corethurus*, espécie mais resistente à desidratação, vive em ambientes não tão saturados de água, sendo bem menos resistente à anoxia. A morte

TABELA 3 — Percentagem letal de perda de água em cada animal das três espécies estudadas e média ( $\bar{x}$ ) de perda letal de água para cada espécie.

Nº DO ANIMAL	E S P É C I E S			
	<i>Andiorrhinus caudatus</i>	<i>Meroscolex marcosi</i>	<i>Pontoscolex corethurus</i> (AM)	<i>Pontoscolex corethurus</i> (RGS)
1	59,61	52,19	64,90	60,24
2	52,83	58,69	64,80	55,79
3	60,23	56,86	60,85	62,35
4	56,93	47,00	59,74	64,97
5	58,35	53,35	61,35	64,92
6	52,29	55,15	64,23	59,38
7	61,59	57,15	66,98	58,93
8	59,76	58,47	67,15	60,46
9	59,46	56,55	66,20	59,74
10	60,83	51,62	61,80	64,88
11	55,93	63,83	65,18	58,75
12	61,65	62,23	64,55	63,32
13	59,84		64,55	58,85
14	61,12		65,80	58,98
15	62,15		65,54	63,65
$\bar{x}$	58,84	56,09	64,24	61,01
s	3,06	4,65	2,26	2,81

total da população ocorre depois de 18 horas de anoxia e a morte individual advém depois de 6 horas nestas condições. Até 12 horas de anoxia, a espécie ainda tem capacidade de recuperação. O comportamento destas duas espécies em relação à anoxia é semelhante. Entretanto, em *P. corethurus* não ocorre fragmentação caudal. O Gráfico 3 mostra claramente as diferenças entre estas duas espécies.

#### DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ranzani (1979) avaliou a água disponível presente em 9 perfis de solo da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. O autor, aplicando o método proposto por Ranzani (1971) avaliou a água disponível no solo nos diferentes meses do ano, tomando por base as diferenças entre precipitação e evapotranspiração potencial da região de Manaus. Seus ex-

perimentos localizados em região de terra firme, mostram que os solos estudados tem deficit de água nos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro. A profundidade da água disponível é variável nos diferentes perfis, entretanto, a parte superficial do solo tem comportamento comum em todos eles acusando uma não disponibilidade na faixa de maior interesse biológico (ocupado pela fauna).

A distribuição das espécies de minhocas, segundo o habitat preferencial parece confirmar os resultados de Ranzani. Os platôs de terra firme da Amazônia Central em geral apresentam baixas populações de minhocas e até mesmo total ausência deste importante grupo da fauna do solo. Das 40 espécies estudadas, apenas 2, *P. corethurus* e *Rhinodrilus priollii* ocupam solos de mata primária de terra firme. As capoeiras de terra firme são ocupadas por estas duas espécies e por *Dichogaster saliens*, *D. affinis*, *D. bolau* e *D. modigliani*. *P. corethurus* e *R. priollii* são altamente resistentes e ocupam até mesmo áreas de queimadas recentes. Além da baixa diversidade de espécies, a presença do mecanismo de estivação como defesa contra a perda de água em condições extremas em todas as espécies que ocupam a terra firme confirmam os resultados obtidos

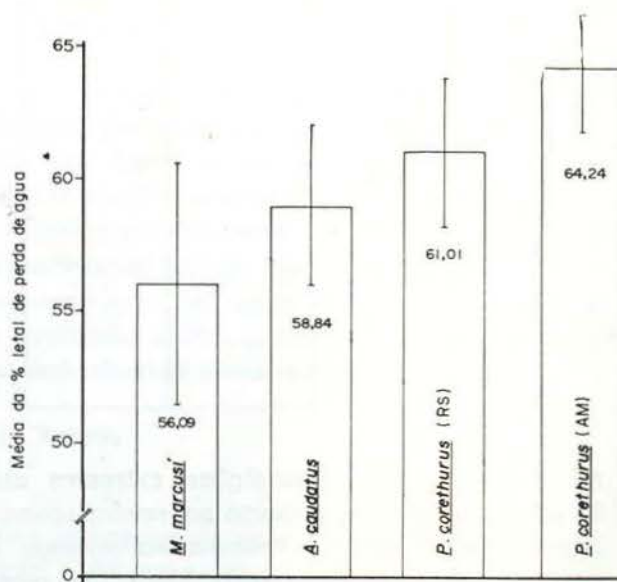


Gráfico 2 — Média da % letal de perda de água nas três espécies estudadas.

pelo autor citado acima em seus estudos físicos do solo, referentes à disponibilidade de água.

*A. amazonius*, talvez a mais eurihígrica das espécies, ocupa solos de campina, habitat muito desfavorável em relação a disponibilidade de água. Esta espécie não foi localizada ocupando solos de floresta e capoeiras de terra firme. Sobrevive aos períodos secos por estivação. Poderia ocupar solos de terra firme além das campinas, porém esta espécie está ligada ao humus e não ao solo mineral, tendo sido encontrada em troncos de decomposição, margens de igarapé junto a um chiqueiro (Reserva Ducke) e no abundante humus de campinas e campinaranas (Ayres & Schubart, 1978).

A maior parte de nossas espécies (22) pertencem à família Glossoscolecidae. Esta família, segundo Righi (1972), ocupa o sul da América Central e grande parte da América do Sul, excetuando-se *P. corethurus*, espécie peregrina e pantropical. Com exceção da região nordeste do Brasil e algumas regiões menores, as áreas endêmicas desta família tem isoietas maiores que 1000mm (Kendrew, 1953:474 apud

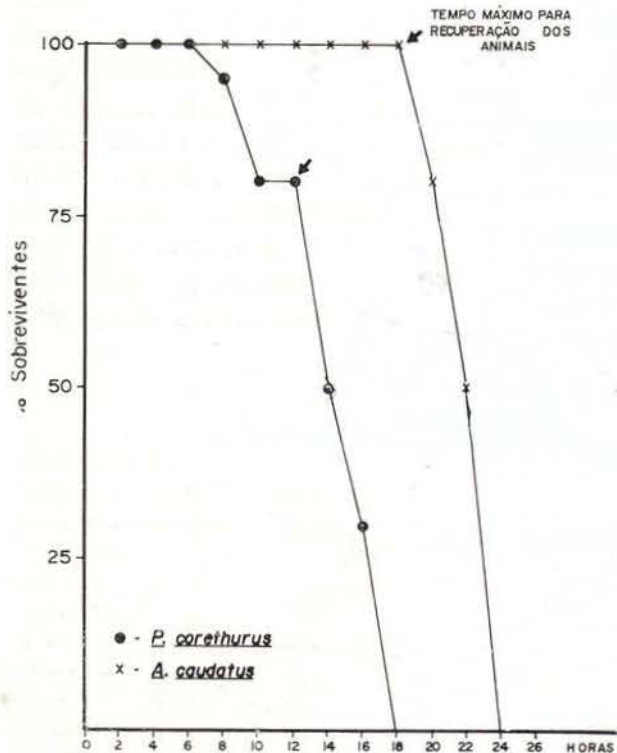


Gráfico 3 — Resistência à anoxia em *P. corethurus* e *A. caudatus*.

TABELA 4 — Teor de água em *Andiorrhinus amazonius* quando em estivação e em atividade.

Nº DO ANIMAL	ANIMAIS EM ESTIVAÇÃO		ANIMAIS EM ATIVIDADE	
	PESO ÚMIDO DO ANIMAL (g)	% DE ÁGUA	PESO ÚMIDO DO ANIMAL (g)	% DE ÁGUA
1	0,1749	66,67	0,2057	71,66
2	0,0852	73,59	0,4947	98,49
3	0,1458	82,24	0,2793	90,73
4	0,1081	67,53	0,1565	77,57
5	0,1485	70,10	0,1967	77,43
6	0,0457	87,31	0,0647	91,04
7	0,1663	67,89	0,2432	78,04
8	0,2161	80,33	0,3036	86,00
9	0,1995	75,84	0,5933	91,88
10	0,0971	68,59	0,1297	76,48
11	0,2096	76,86	0,2016	75,94
12	0,1550	69,68	0,1967	76,11
13	0,1675	69,61	0,2069	75,40
14	0,1423	68,10	0,1973	76,99
15	0,1820	64,84	0,2730	76,56
$\bar{x}$		72,61		81,35

Righi, 1972). Realmente, as minhocas são animais com alta exigência de umidade. Muitos pesquisadores caracterizaram as minhocas como animais de água doce (Adolph & Adolph, 1925; Maluf, 1940; Ramsay, 1949a, 1949b; Dietz & Alvarado, 1970) o que, segundo Carley (1978), pode não ser ecológica ou fisiologicamente real. Os experimentos fisiológicos feitos por ele com *Lumbricus terrestris* mostram que esta espécie tem comportamento tanto de animal aquático como adaptações fisiológicas a ambientes terrestres. Segundo Kendeigh (1965), a perda rápida e incontrolada de umidade através da pele de anfíbios, anélidos, moluscos e larvas de insetos é um fator limitante que confina esses animais a habitats úmidos ou a atividade somente em períodos de alta umidade. Os organismos são muito sensíveis a distúrbios no balanço de água do corpo e este fator é muito significativo na determinação do tipo de nicho que uma espécie virá a ocupar.

*P. corethurus*, espécie eurihígrica resiste sob condições extremas de deficiência de água até 52 horas. *M. marcusii* e *A. caudatus* têm

comportamento semelhante entre si, porém diferem de *P. corethurus*. Estas espécies suportam respectivamente 26 e 24 horas de desidratação. Entretanto, estas mesmas espécies não diferem significativamente na quantidade máxima suportável de perda de água sem que advenha a morte. Este comportamento evidencia *P. corethurus* como espécie ecologicamente terrestre e as outras duas como espécies dulcícolas. Assim sendo, permitimo-nos pensar que as outras espécies de distribuição restrita a ambientes com grande disponibilidade de água terão comportamento semelhante.

*P. corethurus* proveniente do R. G. do Sul, no tocante à desidratação parece ter comportamento semelhante e não difere significativamente de *P. corethurus* do Amazonas apesar das acentuadas diferenças climáticas entre as duas regiões. A espécie mantém as mesmas exigências de água e o mesmo comportamento em relação à falta da mesma, uma vez que também no sul do Brasil entra em estivação nos períodos secos.

Voltando aos resultados de Ranzani (1979), os nossos solos de terra firme apresentam deficit de água durante 4 a 5 meses por ano. Se as minhocas têm alta exigência de água, seria de esperar que as espécies de terra firme desenvolvessem eficientes mecanismos no controle da desidratação. Infelizmente, não nos foi possível estudar mecanismos como produção de urina, permeabilidade integumental e pressão osmótica. Como a estivação é mecanismo presente nestes períodos de deficit de água disponível no solo, testamos a eficiência no controle da desidratação. *A. amazonius* em atividade tem um teor de água no corpo de 81% e quando em estivação de 72% sendo que o animal perde aproximadamente 9% do seu conteúdo total, de água. O mecanismo parece ser realmente eficiente já que, como constatamos em *P. corethurus*, *A. caudatus* e *M. marcusii* as minhocas podem perder em torno de 60% de seu peso em água sem que advenha a morte.

Seria também de esperar que as espécies que ocupam habitats muito úmidos, e até mesmo saturados de água, sofressem menor influência da pressão parcial de oxigênio e mesmo anoxia, em relação às espécies de

maior aeração. Alsterberg (1922) mostrou que *Tubilex* sp. vivendo na lama é capaz de sobreviver em completa ausência de oxigênio por mais de 60 horas. *A. caudatus*, espécie que vive em solos arenosos porém saturados de água e na lama do fundo de igarapés, resiste até 24 horas de total anoxia. *P. corethurus* é bem menos resistente à ausência de oxigênio e sobrevive somente por 18 horas. *A. caudatus* consegue recuperar-se depois de 18 horas de anoxia e *P. corethurus* depois de 12 horas. Estas adaptações respiratórias confirmam novamente *P. corethurus* como espécie terrestre e *A. caudatus* como espécie dulcícola.

Assim sendo, os experimentos biológicos estão correlacionados com a deficiência de água disponível nos solos de terra firme da Amazônia Central durante os meses secos do ano e justificam a restrita distribuição de nossas espécies de minhocas.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a valiosa colaboração do técnico Evaristo Faustino Nascimento e a todos os colegas que para nós coletaram animais ou contribuíram com observações de campo. À Dra. Ilse Walker e ao Dr. Herbert Schubart agradecemos pelas sugestões e pela revisão do texto. Ao colega David C. Oren somos gratos pela tradução do resumo para o inglês. Ao Dr. Pedro Ernesto Haeser somos gratos pela valiosa colaboração nos experimentos de anoxia. À UNISINOS agradecemos por ceder seu laboratório de Fisiologia Animal e Comparada.

#### SUMMARY

Forty species of earthworms from Central Amazonia, distributed in 8 families and 23 genera, were classified according to their preferred habitat. This classification shows a high number (33) of species which occur only in the vicinity of water, leading one to believe that water is the limiting factor in the distribution of the species. Most species were found in only a few habitats exhibiting a narrow range of ambient humidity. A few species (4), however, were found in diverse habitats with a large variation in ambient humidity (eurihygric). Experiments to test resistance to dehydration in *Pontoscolex corethurus*, *Andiorrhinus caudatus* and *Meroscolex marcusii* appear to confirm that water is limiting. *P. corethurus*, a eurihygric species, is extre-



mely resistant to dehydration as compared to the other 2 species. Experiments under anoxia demonstrate that *A. caudatus*, a species of extremely humid environments, has a high resistance to anoxia in comparison with *P. corethurus*, which generally inhabits drier soils and is a species characteristic of "terra firme". These data allow the verification of a water deficit in the "terra firme" soils of Central Amazonia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLPH, E.F. & ADOLPH, P.E.  
1925 — The regulation of body volume in fresh-water organisms. *J. Exp. Zool.*, 43: 105-149.
- ALSTERBERG, G.  
1922 — Die respiratorischen mechanismen der Tubificiden. *Acta. Univ. Lund. N.F. AVD*, 2, 18: 1-176.
- AYRES, I.  
1973 — *Desidratação em Oligochaeta*. UNISINOS. Tese não publicada, 55 p.
- AYRES, I. & SCHUBART, H.O.R.  
1978 — Ocorrência de *Andiorrhinus amazonius* (Oligochaeta, Glossoscolecidae) em podzóis sob vegetação de campinas amazônicas. IN: *Resumos da 30.ª Reunião Anual da SBPC*, n. 355.
- BECK, L.  
1971 — Bodenzologische gliederung und charakterisierung des amazonischen regenwaldes. *Amazoniana*, 3 (1): 69-131.
- CABALLERO, M.E.S.  
1973 — *Bionomia dos Oligochaeta terrestres da região norte-ocidental do Estado de São Paulo*. Tese de doutoramento, FFCL de São José do Rio Preto, S.P., 142 p.
- CARLEY, W.W.  
1978 — Water economy of the earthworm *Lumbricus terrestris* L.: Coping with the terrestrial environment. *J. Exp. Zool.*, 205 (1): 71-78.
- CERNOSVITOV, L.  
1934 — Les Oligochètes de la Guyane Française et d'autres pays de l'Amérique du Sud. *Bull. Mus. Hist. Paris*, sér. 2, 6: 47-59.  
1935 — Oligochaeten aus dem Tropischen Südamerika. *Capita Zool.*, 6 (1): 1-36, Taf. 1-6.  
1939 — Oligochaeta. IN: *Resultats scientifiques des croisières du navire-école belge "Mercator"*. Vol. 2. *Mém. Mus. Hist. Nat. Belgique*, sér. 2, 15: 115-122.
- COGNETTI DE MARTINI, L.  
1905 — Gli Oligochaeti della regione neotropica. Parte I. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, ser. 2, 55: 1-72, est. 1.  
1906 — Gli Oligochaeti della regione neotropica. Parte II. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 56: 147-262, est. 1-2.  
1914 — Descrizione de un nuovo Glossoscolecino del Peru. *Boll. Mus. Torino*, 28 (687): 1-3.
- CORDEIRO, E.H.  
1931 — Notas sobre los oligoquetos del Uruguay. *An. Mus. Argent. Cienc. Nat.*, 36: 243-357.
- DIETZ, T.H. & ALVARADO, R.H.  
1970 — Osmotic and ionic regulation in *Lumbricus terrestris* L. *Biol. Bull.*, 138: 247-261.
- EL-DUWEINE, A.K. & GHABBOUR, S.I.  
1968 — Nephridial systems and water balance of three Oligochaeta genera. *Oikos*, 19: 61-70.
- EMILIANI, F.; LJUNGSTRÖM, P.O.; PRIANO, L.; GUTIERREZ, T.; CALAMANTE, R.  
1971 — Sobre la ecología de la *Eukerria alophila* (Oligochaeta, Ocnerochilidae). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., (Biol.)* 69: 19-22.
- GHABBOUR, S.I.  
1977 — Ecology of water relations in Oligochaeta. I. Survival in various relative humidities. *Zool. Soc. Egypt Bull.*, 27: 1-10.
- GRANT JR., W.C.  
1955 — Studies on moisture relationships in earthworms. *Ecology*, 36 (3): 400-407.
- HALL, F.G.  
1922 — The vital limit of exsiccation of certain animals. *Biol. Bull.*, 42: 31-51.
- KENDEIGH, S.C.  
1965 — *Animal ecology*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. — USA 4.ª ed. — Cap. 8 — *Local habitats, communities and succession: Rock, sand and clay*.
- KNÄPPER, C.F.U.  
1969 — Variação anual dos caracteres genitais de espécies do gênero *Pheretima* (Oligochaeta). *Rev. Bras. Biol.*, 29 (3): 413-416.
- KNÄPPER, C.F.U. & PORTO, R.P.  
1979 — Ocorrência de Oligochaeta nos solos do Rio Grande do Sul. *Acta Biol. Leopoldensia*, 1 (1): 137-166.
- LAVERAK, M.S.  
1963 — *The physiology of earthworms*. N. York. Macmillan Co., 206 p.
- LJUNGSTRÖM, P.O. & EMILIANI, F.  
1971 — Contribucion al conocimiento de la ecología y distribución geográfica de las lombricas de tierra (Oligochaeta) de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Idia*, Buenos Aires, 284: 19-32.
- LJUNGSTRÖM, P.O.; ORELLANA, J.A. DE; PRIANO, I.J.J.  
1973 — Influence of some edaphic factors on earthworm distribution in Santa Fe Province (Argentina). *Pedobiologia*, 13: 236-247.

MALUF, N.S.R.

- 1940 — Osmo and volume-regulation in the earthworm with special reference to the alimentary tract. *J. Cell. Comp. Physiol.*, 16: 175-187.

MICHAELSEN, W.

- 1900 — **Oligochaeta**. Das Tierreich. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 10: XXIX + 575 p.
- 1903 — **Die geographische verbreitung der Oligochaeten**. Berlin, R. Friedländer & Sohn, VI + 186 p., 10 map.
- 1914 — Die Oligochaeten Columbias. **IN:** Fuhrmann, O. & Mayor, E., *Voy. D'Exp. Sc. Colombie. Mén. Soc. Neuchatel. So. Nat.*, 5: 202-252, est. 8.
- 1917 — Die Lumbricidien der bisher als Familie Glossoscolecidae zusammengefassten unterfamilien. *Zool. J. Syst.*, 41: 1-398, Taf. 1-2.
- 1923 — Oligochaeten von Peru und Westpatagonien. **Fedd. Goteborgs Mus.**, 32: 1-12.
- 1927 — Die Oligochaetenfauna Brasiliens. **Abh. Senckenb. Naturf. Ges.**, Frankfurt, 40: 369-374.
- 1928 — Miscellanea Oligochaetologica. **Ark. Zool. Stockolm**, 20 (2): 1-15.
- 1931 — Zwei neue Assereuropaische Oligochaeten des Senckenberg Museums. **Senckenbergiana**, 13: 78-86.
- 1933 — Die Oligochaetenfauna Surinames, mit Eroerterung der verwandschaftlichen und geographiscen beziehungen der Octochaetinen. **Tijdsch. Neder Dierk. Vereen.**, 3: 112-131, est. 2-3.
- 1934 — Opisthophore Oligochaeten des Koeniglichen naturhistorischen Museums von Belgien. **Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique**, 10 (25): 1-29.
- 1935 — African and American Oligochaeta in the American Museum of Natural History. **Amer. Mus. Movit.**, 843: 1-23.
- 1936 — On the genus **Thamnodrilus** Beddard. **Proc. Zool. Soc. Lond.**, 1936: 1171-1173.

RAMSAY, J.A.

- 1949a — The osmotic relations of the earthworm. **J. Exp. Biol.**, 26: 46-56.
- 1949b — The site of formation of hypotonic urine in the nephridium of **Lumbricus**. **J. Exp. Biol.**, 26: 65-75.

RANZANI, G.

- 1971 — **Marcha anual da água disponível do solo**. Piracicaba. Centro de Estudos do Solo. ESALQ-USP, 14 p., ilustr.
- 1980 — Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, 10 (1):

RIGHI, G.

- 1967 — Descrição de **Rhinodrilus priollii** sp. n., Glossoscolecidae da Amazônia, com bibliografia dos oligoquetas terrícolas da região. **IN: Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, 5 (**Zoologia**). 475-480.
- 1971 — Sobre a família Glossoscolecidae (Oligochaeta) no Brasil. **Arq. Zool.**, São Paulo, 20 (1): 1-96.
- 1972 — Bionomic considerations upon the Glossoscolecidae (Oligochaeta). **Pedobiologia**, 12: 254-260.
- 1974 — Notas sobre os Oligochaeta Glossoscolecidae do Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, 34 (4): 551-564.
- 1978 — Notas sobre os Oligochaeta da Amazônia. **Acta Amazonica**, 8 (3): 485-488.

RIGHI, G. & AYRES, I.

- 1975 — Alguns Oligochaeta sul brasileiros. **Rev. Bras. Biol.**, 35 (2): 309-316.
- 1976 — **Meroscolex marcusii**, sp. n., Oligochaeta Glossoscolecidae da Amazônia. **Bol. Bool. Univ. São Paulo**, 1: 257-263.

RIGHI, G.; AYRES, I.; BITTENCOURT, E.C.R.

- 1976 — Glossoscolecidae (Oligochaeta) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Acta Amazonica**, 6 (3): 335-367.
- 1978 — Oligochaeta (Annelida) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Acta Amazonica**, 8 (3): Suplemento 1, 49 p.

RIGHI, G. & KNÄPPER, C.F.U.

- 1967 — Sobre alguns Lumbricidae (Oligochaeta terrícola) do Estado do Rio Grande do Sul. **Cienc. Cult.**, 19 (2): 342.

ROOTS, B.I.

- 1956 — The water relations of earthworms. II. Resistance to desiccation and immersion and behaviour when submerged and when allowed a choice of environment. **J. Exp. Biol.**, 33: 29-44.

STEPHENSON, J.

- 1930 — **The Oligochaeta** XVI + 978 p., Clarendon Press, Oxford.

VANUCCI, M.

- 1953 — Biological notes: on the Glossoscolecidae earthworm **Pontoscolex corethurus**. **Dusenía**, 4 (4/5): 287-301.

WOLF, A.V.

- 1940 — Paths water exchange in the earthworms. **Physiol. Zool.**, 13: 294-308.

(Aceito para publicação em 21/10/80)