

tera, Vespidae). *Biol. Rev.*, v. 46,

*spiniae*. London: British Museum

study of the venom apparatus in  
*Aust. J. Zool.*, v. 16, p. 133-166,

phology of the poison apparatus  
*Sil. Biol.*, v. 41, n. 2, p. 371-377,

sect genitalia. 2. Hymenoptera.

: PIEK, T. (ed.). *Venoms of the*  
B-160.

the stinging apparatus of honey  
*University*, v. 25, n. 1, p. 109-115,

tice-Hall, 1974. 620p.

Recebido em 29.4.1992.

Aceito em 4.2.1993.

## ESTUDO DA VARIAÇÃO GEOGRÁFICA EM *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849, DAS BACIAS DO ALTO PARANÁ E SÃO FRANCISCO, ATRAVÉS DA ANÁLISE MORFOMÉTRICA MULTIVARIADA EM COMPONENTES PRINCIPAIS

Oscar Akio SHIBATTA\*  
Julio Cesar GARAVELLO\*\*

- RESUMO: Variações morfométricas em populações de *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849, procedentes das bacias do Alto Paraná e São Francisco, foram observadas através da análise de componentes principais. As características discriminatórias foram o espaço interorbital, a distância do focinho ao processo occipital, o comprimento do focinho, a distância do olho à extremidade do opérculo, o comprimento da base da nadadeira anal, a distância da nadadeira dorsal à base da caudal, além da distância da nadadeira anal à nadadeira caudal. Este resultado foi interpretado como uma consequência do isolamento geográfico e, portanto, da falta de intercâmbio genético entre estas populações.
- UNITERMOS: Peixes; *Salminus hilarii*; variação geográfica; análise estatística multivariada.

### Introdução

O estudo taxonômico da subfamília Salmininae ainda é incipiente. Pouco se conhece sobre sua filogenia e alguns problemas nomenclaturais ainda persistem na literatura. A subfamília Salmininae é considerada, por alguns autores, uma das mais primitivas entre os Characidae<sup>12</sup>. O gênero *Salminus* Agassiz, 1829, é constituído de, pelo menos, quatro espécies<sup>4,8</sup>. Três delas, *Salminus maxillosus*, *S. brasiliensis* e *S. affinis* apresentam restrições quanto à área de distribuição, enquanto *Salminus hilarii* é encontrada amplamente nas principais bacias hidrográficas.

*Salminus hilarii* ou Tabarana, como é vulgarmente conhecida, habita principalmente os grandes rios, mas visita também os afluentes menores, como pode ser verificado em São Paulo<sup>9, 7</sup>. É encontrada nas bacias do Rio São Francisco<sup>2</sup>, sua localidade típica, Rio Paraná<sup>9</sup> e Rio Tocantins<sup>13</sup>. Fowler<sup>5</sup> considerou como áreas de

\* Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar – 13565-905 – São Carlos – SP.

\*\* Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva – UFSCar – 13565-905 – São Carlos – SP.

distribuição desta espécie, o Amazonas, Alto Amazonas, Bolívia, Colômbia, Rio São Francisco, Rio Paraná e Rio Paraguai.

Como características que a definem como espécie, podemos destacar para *S. hilarii* o corpo comprimido, de cor branca prateada com cerca de 10 linhas longitudinais escuras acima da linha lateral, nadadeira caudal de cor carmim com uma faixa longitudinal preta na zona mediana. Nadadeira dorsal com 11 raios, ventral com 8, anal com 24 a 29. Escamas pequenas, 63 a 72 ao longo da linha lateral, 10 acima e 5 a 6 abaixo da linha lateral. Dentes numerosos, duas séries no dentário.

Pelo fato da literatura de *S. hilarii*<sup>9</sup> ressaltar que ela, teoricamente, teria grande probabilidade de efetuar longas migrações, poder-se-ia esperar que a dispersão ocorresse facilmente nesta espécie. Entretanto, características morfológicas dão indicações que as populações desta espécie, do Alto Paraná e do São Francisco, encontram-se diferenciadas morfológicamente, o que *a priori* sugeriria um isolamento populacional. Pesquisas sobre variações morfológicas infra-específicas em populações de peixes neotropicais euritópicas são muito escassas. Desta maneira, com a análise das populações, pretendemos alcançar, na medida do possível, discussões de cunho evolutivo, assim como avaliar a situação taxonômica da espécie em questão.

## Material e métodos

Foram medidos e analisados 47 exemplares da espécie *Salminus hilarii* (Figura 2). Os caracteres considerados e suas respectivas abreviações estão na Tabela 1 e o número de exemplares e localidades são as seguintes: Bacia do Rio Paraná: Rio Mogi-Guaçu (15 exemplares), Data: de 8/10/1980 a 10/7/1984, Coletor: A. Copriva; Rio Tietê (quatro exemplares), Data: de agosto a outubro de 1979, Coletor: CESP; Rio Jacaré-Guaçu (sete exemplares), Data: de junho de 1982 a outubro de 1984, Coletor: Corpo técnico do DCB da UFSCar; Rio Paranapanema (seis exemplares), Data: 14 a 20/5/1979, Coletor: CESP. Bacia do Rio São Francisco (Três Marias): Coletas A (10 exemplares), Data: de 10/7/1982 a 4/5/1983, Coletor: A. Copriva; Coletas B (cinco exemplares), Data: 4 e 5/10/82, Coletor: Y. Sato.

Para o exame da morfologia, utilizamos a análise de componentes principais como apresentada em Neff & Marcus<sup>11</sup>. A análise em componentes principais busca a natureza da alteração morfológica, indicando, no primeiro componente principal, a variação geral de tamanho e, nas demais componentes, a variação da forma. Após a organização da matriz de dados, ela foi logaritimizada na base decimal e só então passamos ao procedimento de análise multivariada. Segundo Bookstein et al.<sup>1</sup>, a transformação logaritmica lineariza alometrias, padroniza variâncias e produz uma matriz de covariâncias sem problemas de escala. Os componentes principais foram calculados com a matriz de covariâncias.

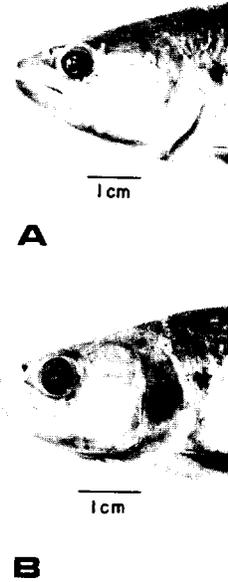


FIGURA 1 - Projeção dos escores individuais de *Salminus hilarii* das bacias do Alto Paraná e do São Francisco.

Tabela 1 - Listagem das variáveis morfométricas.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

as, Bolívia, Colômbia, Rio São

écie, podemos destacar para  
da com cerca de 10 linhas  
caudal de cor carmim com uma  
rsal com 11 raios, ventral com  
go da linha lateral, 10 acima e  
éries no dentário.

a, teoricamente, teria grande  
-ia esperar que a dispersão  
cterísticas morfológicas dão  
Paraná e do São Francisco,  
riori sugeriria um isolamento  
ra-específicas em populações  
Desta maneira, com a análise  
ossível, discussões de cunho  
a espécie em questão.



**A**



**B**

FIGURA 1 – Projeção dos escores individuais no espaço dos primeiro e segundo componentes principais das amostras de *Salminus hilarii* das bacias do Alto Paraná e São Francisco.

Tabela 1 – Listagem das variáveis utilizadas na morfometria de *Salminus hilarii*

écie *Salminus hilarii* (Figura 2).  
ações estão na Tabela 1 e o  
s: Bacia do Rio Paraná: Rio  
7/1984, Coletor: A. Copriva;  
o de 1979, Coletor: CESP; Rio  
2 a outubro de 1984, Coletor:  
(seis exemplares), Data: 14 a  
(Três Marias): Coletas A (10  
A. Copriva; Coletas B (cinco

e de componentes principais  
componentes principais busca  
neiro componente principal, a  
a variação da forma. Após a  
na base decimal e só então  
segundo Bookstein et al.<sup>1</sup>, a  
iza variâncias e produz uma  
componentes principais foram

1.	Distância focinho-processo occipital (DF-POc)
2.	Distância processo occipital-nadadeira dorsal (DPOc-ND)
3.	Comprimento da base da nadadeira dorsal (CBND)
4.	Distância nadadeira dorsal- base da caudal (DND-BC)
5.	Altura do pedúnculo caudal (APC)
6.	Comprimento do focinho (CF)
7.	Diâmetro orbital (DO)
8.	Altura da cabeça (AC)
9.	Distância olho-opérculo (DO-OP)
10.	Distância pré-ventral (DPV)
11.	Distância nadadeira ventral-nadadeira anal (DNV-NA)
12.	Comprimento da base da nadadeira anal (CBNA)
13.	Distância nadadeira anal-nadadeira caudal (DNA - NC)
14.	Diagonal 1º raio ventral-último raio dorsal (D1RV-URD)
15.	Diagonal 1º raio dorsal-último raio anal (DIRD - UA)
16.	Espaço interorbital (EIOR)
17.	Diagonal 1º raio dorsal-1º raio ventral (D1RD-1RV)
18.	Diagonal último raio dorsal-1º raio anal (DURD-1RA)
19.	Comprimento Padrão (CP)
20.	Diagonal último raio dorsal-1º raio anal (DURD-1RA)

## Resultados

O primeiro componente principal, extraído da matriz de covariâncias das amostras de *Salminus hilarii* das duas bacias em questão, representa 96,41% de variação total, o que significa uma boa representatividade da matriz de dados por este vetor. O segundo componente principal representa 0,76% e os 2,83% restantes ficam distribuídos pelos outros componentes (Tabela 2).

Tabela 2 – Componentes principais, autovalores e fatores das amostras de *S. hilarii* das bacias do Paraná e São Francisco

Componente Número	Autovalor	Porcentagem de variância	Porcentagem acumulada
1	0,21332	96,41	96,41
2	0,00169	0,76	97,18
3	0,00131	0,51	97,69
4	0,00109	0,49	98,18
5	0,00069	0,31	98,49
6	0,00060	0,27	98,76
7	0,00050	0,22	98,90
8	0,00044	0,20	99,18
9	0,00042	0,19	99,37
10	0,00029	0,13	99,51
11	0,00025	0,11	99,62
12	0,00022	0,10	99,72
13	0,00019	0,08	99,80
14	0,00011	0,05	99,85
15	0,00010	0,04	99,90
16	0,00009	0,04	99,94
17	0,00006	0,03	99,97
18	0,00003	0,01	99,98
19	0,00003	0,01	99,99
20	0,00002	0,01	100,00

No primeiro autovetor todos os coeficientes são positivos, o que, segundo Bookstein et al.<sup>1</sup>, permitem interpretá-lo como uma variável geral de tamanho (Tabela 3). Entretanto, as variáveis não estão contribuindo igualmente neste vetor de tamanho geral, como pode ser verificado pela variação da magnitude desses coeficientes (0,15 a 0,25). O segundo componente deve ser interpretado como contendo informações

sobre a forma<sup>1</sup>, e é neste e (Figura 1). A sobreposição indivíduos das duas bacias

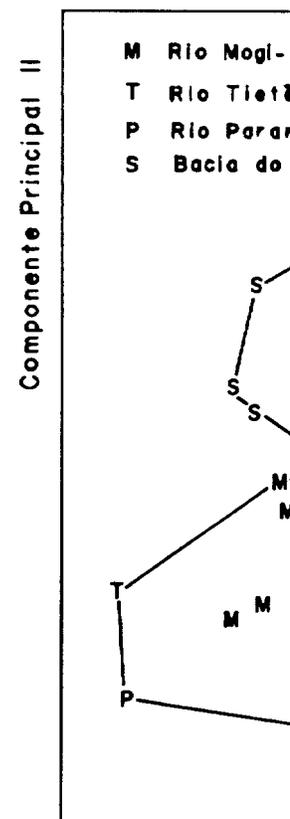


FIGURA 2 – Exemplares de *Salminus*

As variáveis que mais (EIO), a distância do focinho (CF) e a distância do olho a da nadadeira anal (CBNA), além da distância da nadadeira

sobre a forma<sup>1</sup>, e é neste eixo que os peixes das duas bacias ficaram discriminados (Figura 1). A sobreposição dos grupos pode significar semelhança entre alguns indivíduos das duas bacias.

matriz de covariâncias das  
estão, representa 96,41% de  
de da matriz de dados por este  
5% e os 2,83% restantes ficam

cores das amostras de *S. hilarii*

em de cia	Porcentagem acumulada
	96,41
	97,18
	97,69
	98,18
	98,49
	98,76
	98,90
	99,18
	99,37
	99,51
	99,62
	99,72
	99,80
	99,85
	99,90
	99,94
	99,97
	99,98
	99,99
	100,00

o positivos, o que, segundo  
el geral de tamanho (Tabela 3).  
ente neste vetor de tamanho  
tude desses coeficientes (0,15  
como contendo informações

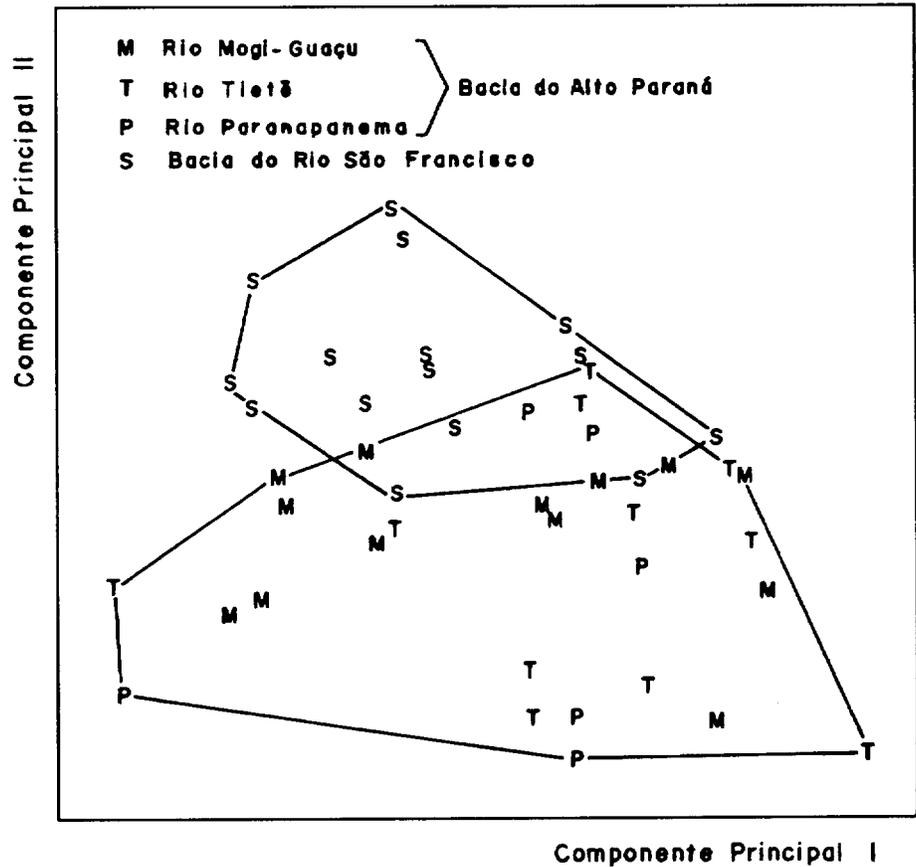


FIGURA 2 - Exemplos de *Salminus hilarii* das bacias do São Francisco (A) e Alto Paraná (Rio Mogi-Guaçu) (B).

As variáveis que mais contribuíram na discriminação foram o espaço interorbital (EIO), a distância do focinho ao processo occipital (DF-POc), o comprimento do focinho (CF) e a distância do olho a extremidade do opérculo (DO-OP), o comprimento da base da nadadeira anal (CBNA), a distância da nadadeira dorsal à base da caudal (DND-BC), além da distância da nadadeira anal à nadadeira caudal (DNA-NC) (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficientes das variáveis nos primeiro e segundo componentes principais, extraídos da matriz de dispersão das amostras combinadas de *S. hilarii*

Variável	Primeiro autovetor	Segundo autovetor
DF-POc	0,1968	- 0,3336
DPOc-ND	0,2340	0,0533
CBND	0,2234	- 0,0746
DND-BC	0,2108	0,2589
APC	0,2173	0,1149
CF	0,2277	- 0,3092
DO	0,1508	- 0,1694
AC	0,2168	- 0,2883
DO-OP	0,2348	- 0,3353
DPV	0,2207	- 0,0034
DNV-NA	0,2358	0,0394
BNA	0,2179	0,3700
DNA-NC	0,2102	0,2113
D1RV-URD	0,2387	0,0652
D1RD-URA	0,2244	0,1416
EIOR	0,2347	- 0,3744
D1RD-1RV	0,2413	0,0861
D1RD-1RA	0,2507	0,2444
DURD-1RA	0,2440	0,2525
CP	0,2217	- 0,418

## Discussão

Com a discriminação morfométrica das populações de *S. hilarii* das bacias do Rio Paraná e do Rio São Francisco, identificamos uma diferenciação fenotípica que possivelmente acompanharia o isolamento geográfico. As diferenças morfométricas observadas na cabeça e no corpo podem ser consideradas consistentes, já que aparecem em nível populacional. Com o intuito de encontrar alguma evidência cariotípica que corroborasse a nossa observação, recorremos ao trabalho de Marco<sup>10</sup>, que fez a comparação entre os cariótipos dos peixes desta espécie nas duas bacias. No entanto, a morfologia e o número dos cromossomos foram idênticos para ambas as populações, o que poderia sugerir que as diferenças morfológicas corporais observadas estivessem muito mais relacionadas a fenômenos verificáveis em nível de locigênicos.

A permuta gênica e a dispersão dos peixes teoricamente poderiam ser favorecidas pelo meio aquático mas, pelo visto, isto não ocorre deliberadamente. Sabemos

que ocorre certa independência e podem existir pontos de interseção fenotípica de uma bacia com a outra. Os grupos de peixes, pela presença de populações isoladas, com o gênero *Parodontidae*, que apresenta o cariótipo do Alto Paraná e São Francisco. O cariótipo, é o de *Hoplias*.

Um número maior de indivíduos de outras espécies, na mesma bacia, não é taxonômico. As diferenças morfológicas seriam, então, suficientes para distinguir as populações do Alto Paraná e do São Francisco da do Alto Paraná. Isso concerne em nível de espécie.

O resultado obtido é satisfatório, evidenciando a existência de diferenças em nível infra-específico. A variação facilmente reconhecível.

## Agradecimentos

Agradecemos ao assessor de Estado de São Paulo, pelas concessões de uma bolsa de pesquisa de JCG (Procedimento de realização das fotos.

SHIBATTA, O. A., GARAVITO, Valenciennes, 1849, from morphometric analysis in 1993.

- **ABSTRACT:** Morphometric variation in São Francisco basins, was observed in the interorbital space; the distance between the operculum and dorsal fin and the base of caudal peduncle and lack of genetic interchangeability.
- **KEYWORDS:** Pisces; *Salminus*

segundo componentes principais amostras combinadas de *S.*

Segundo autovetor
- 0,3336
0,0533
- 0,0746
0,2589
0,1149
- 0,3092
- 0,1694
- 0,2883
- 0,3353
- 0,0034
0,0394
0,3700
0,2113
0,0652
0,1416
- 0,3744
0,0861
0,2444
0,2525
- 0,418

es de *S. hilarii* das bacias do diferenciação fenotípica que. As diferenças morfométricas deradas consistentes, já que encontrar alguma evidência temos ao trabalho de Marco<sup>10</sup>, esta espécie nas duas bacias. s foram idênticos para ambas nças morfológicas corporais menos verificáveis em nível de tamente poderiam ser favore- re deliberadamente. Sabemos

que ocorre certa independência entre as grandes bacias hidrográficas, apesar de existirem pontos de interseção entre elas, que poderiam provocar intercâmbio de fauna íctica de uma bacia com outra. Esta independência pode ser verificada em vários grupos de peixes, pela exclusividade de fauna destas bacias. Um exemplo de populações isoladas, com diferenciação morfológica, pode ser encontrado na família Parodontidae, que apresenta uma distribuição de espécies endêmicas nas bacias do Alto Paraná e São Francisco<sup>6</sup>. Outro grupo que apresenta diferenciação, mas em nível cariotípico, é o de *Hoplias malabaricus*<sup>3</sup>.

Um número maior de evidências, obtidas através da análise morfométrica de outras espécies, na mesma situação, seria importante para futuras decisões de cunho taxonômico. As diferenças morfológicas encontradas nas populações de *S. hilarii* seriam, então, suficientes para que se pudesse separar as amostras da bacia do São Francisco da do Alto Paraná, dando a elas um novo tratamento taxonômico no que concerne em nível de espécie.

O resultado obtido com a análise de componentes principais foi bastante satisfatório, evidenciando a adequação deste método no estudo de variação geográfica em nível infra-específico. A partição dos grupos pode ser verificada e as fontes desta variação facilmente reconhecidas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao assessor anônimo da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelas observações referentes ao trabalho; a esta instituição pela concessão de uma bolsa de estudos a OAS (Proc. n. 90/1541-1); ao CNPq, pela bolsa de pesquisa de JCG (Proc. 300161/78-6); e ao professor Paulo Cesar Venere, pela realização das fotos.

SHIBATTA, O. A., GARAVELLO, J. C. Study of geographic variation in *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849, from Upper Paraná and São Francisco basins, through multivariate morphometric analysis in principal components. *Naturalia*, São Paulo, v. 18, p. 109-116, 1993.

- **ABSTRACT:** Morphometric variation in *Salminus hilarii* Valenciennes, 1849, from the Upper Paraná and São Francisco basins, was observed through principal component analysis. The discriminant characters were the interorbital space; the length between the snout and occipital process; the snout length; the distance between the operculum and posterior orbit; the anal fin base length; the distance between dorsal fin and the base of caudal fin; and the distance between anal and caudal fins. Geographic isolation and lack of genetic interchange between those populations is proposed to explain these observations.
- **KEYWORDS:** Pisces; *Salminus hilarii*; geographic variation; multivariate statistics analysis.

## Referências bibliográficas

1. BOOKSTEIN, K. L., CHERNOFF, B., ELDER, R. L., HUMPHRIES, J. M., SMITH, G. R., STRAUSS, R. E. *Morphometrics in evolutionary biology: geometry of size and shape change with example from fishes*. Spec. Publ. 15. Philadelphia. Acad. Natl. Sci. Phila. XIII + 277p, 1985.
2. BRITSKI, H. A., SATO, Y., ROSA, A. B. S. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias*. Brasília: CODEVASF, 1986.
3. DERGAM, J. A., BERTOLLO, L. A. C. Karyotypic diversification in *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) of the São Francisco and Alto Paraná basins, Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* v. 13, n. 4, p. 755-766, 1990.
4. EIGENMANN, C. H. On the species of *Salminus*. *Annals of the Carnegie Museum*. v. 10, p. 91-92, 1916.
5. FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo*, v. 6, p. 205-625, 1951.
6. GARAVELLO, J. C. Descrição de *Apareiodon vittatus* sp. n. do Rio Iguaçu e comentários sobre as espécies do gênero *Apareiodon* Eigenmann, 1916 (Ostariophysi, Parodontidae). *Rev. Brasil. Biol.*, v. 7, n. 2, p. 447-455, 1977.
7. GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo. Bacia do Rio Paraná. *Rev. Brasil. Biol.*, v. 48, n. 4, p. 747-759, 1988.
8. GÉRY, J. *Characoids of the World*. New Jersey: TFH Publications, 1978.
9. GODOY, M. P. *Peixes do Brasil: Subordem Characoidei. Bacia do Mogi-Guaçu*. Piracicaba: Franciscana. v. 2, p. 217-398, 1975.
10. MARCO, D. A. *Estudos cromossômicos em peixes da subfamília Salmininae (Pisces, Characidae)*. São Carlos, 1986. 100 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.
11. NEFF, N., MARCUS, L. *A survey of multivariate methods for systematics*. American Museum of Natural History, New York: privately published, 1980.
12. ROBERTS, T. R. Interrelationships of ostariophysans. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 53, Supl. 1, 1973.
13. SANTOS, G., JEGU, M., MERONA, B. *Catálogo de peixes comerciais do Baixo Tocantins*. Manaus: Eletronorte/CNPq/INPA, 1984.

Recebido em 22.5.1992.

Aceito em 24.7.1992.

## THE MORPHOLOGY subterraneus subte

- ABSTRACT: This work describes the morphology of the venom gland of *subterraneus*. This gland which is located near the reservoir, the convoluted ducts of which with the worker size were observed. The diameter of the opposite extreme to the rounded end is equal to 0.95 mm; twice smaller than the diameter of the approximately three times smaller diameter. Intra-specific variation might be observed. Characteristics and with caution.
- KEYWORDS: *Acromyrmex subterraneus*

## Introduction

Ants, in general, which are members of the colony from which they are persistent, very stable and are that returns along the trail and until the food source ends.

The venom gland is present in several leaf-cutting ants<sup>2,4,6,7</sup>

\* Financial support from CNPq/BIOPRO, primeiro autor à Universidade Federal de São Carlos.  
\*\* Departamento de Biologia Animal, Bolsistas do CNPq.