INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

SISTEMÁTICA E BIOGEOGRAFIA DA FAMÍLIA APTERONOTIDAE JORDAN 1900 (OTOPHYSI: GYMNOTIFORMES)

CARLOS DAVID CANABARRO MACHADO DE SANTANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva.

MANAUS-AM
OUTUBRO DE 2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

SISTEMÁTICA E BIOGEOGRAFIA DA FAMÍLIA APTERONOTIDAE JORDAN 1900 (OTOPHYSI: GYMNOTIFORMES)

CARLOS DAVID CANABARRO MACHADO DE SANTANA

ORIENTADOR: Dr. José A. Alves Gomes
CO-ORIENTADOR: Dr. Richard P. Vari

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva.

MANAUS-AM
OUTUBRO DE 2007

FICHA CATALOGRÁFICA

S232 Santana, Carlos David Canabarro Machado de

Sistemática e biogeografia da família Apteronotidae (*Otophysi: Gymnotiformes*) / Carlos David Canabarro Machado de Santana . --- Manaus [s.n.] : 2007.

115 f.

Tese (Doutorado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2007

Orientador: José A. Alves Gomes

Co-orientador: Richard P. Vari

Área de concentração: Genética, Conservação e Biologia Evolutiva

1.Peixes elétricos Neotropicais 2. Diversidade 3. Sistemática filogenética 4. Taxonomia 5. Descarga dos órgãos elétricos. I. Título.

CDD 19. ed. 597.5

Sinopse: A sistemática dos peixes elétricos Neotropicais da família Apteronotidae foi estudada. As relações filogenéticas de 13 dos 14 gêneros de Apteronotidae foi inferida através da análise de 59 caracteres morfológicos e 31 táxons terminais. Três principais grupos monofiléticos foram encontrados. Os padrões de distribuição dos gêneros de Apteronotidae foram inferidos. A idade miníma para Apterontoidae, 11,8 milhões de anos, foi inferida através da biogeografia filogenética.

Palavras-chave: Diversidade, sistemática filogenética, taxonomia, biogeografia.

AGRADECIMENTOS

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Programa de Pós-graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva; Laboratório de Fisiologia Comportamental (LFC) do INPA. A CAPES, ao Georgia Museum of Natural History, e financiamentos providos pelo PRONEX/UNISOL/Projeto Piaba/PNOPG (466098/2001–4 e 550367/2001–2), via L. N. Chao, o Ernst Mayr Grant of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University, e Predoctoral Fellowship do National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Ao meu orientador José A. Alves Gomes; Horácio Higuchi; William Severi; George Mendes; Vera Vieira; Ricardo Campos da Paz; Lúcia Py-Daniel; L. N. Chao; José Lima Figueredo, Osvaldo Oyawaka; Jon Friel; Mike Retzer; Karsten Hartel; Mary Anne Rogers; Phylip Willink; Kevin Swagel; Jon Long; David Catania; Seven Kullander; Mark Sabaj; Jon Armbruster; Donald Taphorn; Javier Madonado Ocampo; Míriam Rafael; William Eschmeyer; William Crampton; Labbish Chao; Richard P. Vari; Mary Weitzman; Stanley Weitzman; Sandra Raredon; Eliana Feldberg; Tati Leitão, Jaqueline Batista e Kiara Leitão; Gilberto Schwertner Filho; Renata Frederico; Renata Schmitt; Dani Rossoni; Joana Ruivo; Aldecinei Schwertner; Adília Nogueira; dona Teresa; Christopher Aadland; Juliana Leoni; Cristiano Leitão; Carlão e Dona Nadir; Jane Greve Mertens; Natalie Curujita; Mareike Roeder.

RESUMO

A sistemática dos peixes elétricos Neotropicais da família Apteronotidae foi estudada. As relações filogenéticas de 13, dos 14 gêneros de Apteronotidae foi inferida através da análise de 59 caracteres morfológicos e 31 táxons terminais. Três principais grupos monofiléticos foram encontrados: *Orthosternarchus+Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus+Sternarchorhynchus* e Apteronotinae. O clado formado por *Orthosternarchus+Sternarchorhamphus* é o grupo irmão dos demais apteronotídeos. *Platyurosternarchus+Sternarchorhynchus*, é clado irmão de Apteronotinae. Os padrões de distribuição dos gêneros de Apteronotidae foram inferidos. A idade miníma para Apterontoidae, 11,8 milhões de anos, foi inferida através da biogeografia filogenética.

ABSTRACT

The systematics of the Neotropical electric knifefihses family Apteornotidae is studied. The phylogenetic relationships of 31 species belonging 13 out, of 14 apteronotids genera were infered based on the analisys of 59 morphlogical chracters. Thre majors clades were found: *Orthosternarchus* + *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus*+ *Sternarchorhynchus* and Apteronotinae. *Orthosternarchus* + *Sternarchorhamphus*, is the sister group of all apteronotids. *Platyurosternarchus*+ *Sternarchorhynchus*, is the sister group of Apteronotinae. The distributions patterns for apteronotids genera were infered. The minimum age for Apteronotidae, 11.8 Ma, was determined using biogeography phylogrnetics method.

INDICIE

FICHA CATALOGRÁFICA.....III
AGRADECIMENTOS IV
ABSTRACT..... VI
LISTA DE TABELAS XIII
LISTA DE FIGURAS.....XIII
1. INTRODUÇÃO.....16
Figura 1. Hipótese de relacionamento filogenético em Apteronotidae baseado em Triques(2005). **2. OBJETIVOS**.....26
2. OBJETIVOS.....27
3. HIPÓTESE.....27
O presente trabalho visou testar a seguinte hipótese: caracteres morfológicos podem fornecer um grau de resolução satisfatório ao relacionamento genério na família Apteronotidae.**4. MATERIAL E MÉTODOS** 27
4. MATERIAL E MÉTODOS 28
Família Sternopygidae: 32
***Archolaemus* Korringa:** *Archolaemus blax*, FMNH 94418, 2 (cs).....32
Distocyclus* Mago-Leccia*: *Distocyclus conisrostris*, MBUCV não-catalogado, 1 cs. 32
***Eigenmannia* Jordan & Evermann:** *Eigenmannia virescens*, UMMZ 204706, 6 (cs) 32
***Rhabidolichops* Mago-Leccia:** *Rhabidolichops eastwardi*, FMNH 100748, 2 (cs).....32
***Sternopygus* Müller & Troschel:** *Sternopygus xingu*, USNM 218830, 2 parátipos (cs). *Sternopygus macrurus*, USNM 215184, 1 (cs).....32
Novo gênero: FMNH 50185, 4 parátipos (cs). 32
5. ANÁLISE FILOGENÉTICA.....33
5.0. Descrição, e análise dos caracteres utilizados na análise filogenética de Apteronotidae......33
5.1. Análise filogenética 51
14 (1); 16 (1); 19 (0); 22 (2); 29 (0); 41 (1); 45 (0); 51 (1); 54 (1); 55 (1); 57 (0). 53
Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) dividiram a família Apteronotidae em duas sub-famílias: Sternarchorhynchinae (Sternarchorhamphini e Sternarchorhynchini) e Apteronotinae, formada pelos demais táxons. Segundo estes autores, o monofiletismo de Sternarchorhynchinae é suportado por nove caracteres. O presente estudo não corrobora com o monofiletismo de Sternarchorhynchinae. A seguir, uma discussão sobre alguns dos caracteres utilizados por Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) é apresentada:.53

1) As escamas pequenas acima da linha lateral, mais de 11 escamas. Menos de 11 escamas acima da linha lateral, são encontradas em várias espécies de *Sternarchorhynchus*; incluindo a espécie tipo do gênero, *S. oxyrhynchus*, que possui 5-7 escamas acima da linha lateral (Campos-da-Paz, 2000). Em *Platyurosternarchus*, 6-9 escamas encontran-se presente acima da linha lateral. Quatro a nove escamas acima da linha lateral são encontradas em *Sternarchorhamphus mueleri* (Campos-da-Paz, 1995). Doze escamas acima da linha lateral, são encontradas em *Orthosternarchus tamandua* (Hilton *et al.*, 2007). 53
2) O septo do etmóide ventral mais longo do que alto. Como visto nos caracteres 37 e 38 do presente estudo, o septo do etmóide ventral encontra-se ausente ou extremamente reduzido em *Orthosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus* e *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*. 53
3) Ausência do processo ascendente ossificado sobre o endopterigóide. O processo ascendente sobre o endopterigóide encontra-se presente em *Sternarchorhynchus mormyrus* e outras espécies de *Sternarchorhynchus*. Em *Sternarchorhamphus*, este processo é encontrado em indivíduos juvenis, sendo o mesmo perdido durante a ontogenia. O processo ascendente sobre o endopterigóide parece ser ausente em *Orthosternarchus tamandua* (Hilton *et al*., 2007:14, fig. 11). Em *Platyurosternarchus* o processo é perdido durante a ontogenia. Portanto, o processo é ausente nos indivíduos adultos de *Orhtosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus* e algumas espécies de *Sternarchorhynchus*. Segundo o presente estudo, a alternativa mais parcimoniosa aponta para a evolução independente deste caráter nos táxons previamentes citados. 53
Ainda, segundo a presente análise, os gêneros *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus* compõe um clado monofilético, irmão das demais espécies de Apteronotidae. O monofiletismo deste clado concorda com Alves-Gomes *et al.* (1995), Albert & Campos-da-Paz (1998), Albert (2001) e Triques (2005). A posição basal deste clado, também foi observada por Alves-Gomes *et al.* (1995) e Triques (2005)....54
Orthosternarchus Ellis 1913....54
11 (1)....54
Hilton *et al.* (2007) redescreveram em detalhe a morfologia externa e a osteologia de *Orthosternarchus tamandua*. No presente estudo, *Orhtosternarchus* é definido pela presença de uma fenda bucal que não ultrapassa a narina anterior. Este é um caráter homoplástico. 54
Sternarchorhamphus Eigenamann 1905....54
10 (1)....54
Campos-da-Paz (1995) revisou *Sternarchorhamphus*, reconhecendo o mesmo como monofilético. No referido trabalho, o autor redescreveu em detalhes a espécies, e comentou sobre o relacionamento filogenético do gênero. A nadadeira anal escurecida distalmente, é o caráter que define o gênero neste estudo. Este caráter, também é encontrado em algumas espécies de *Sternarchorhyhnchus*, *Adontosternarchus*, *Apteronotus* e *Sternarchogiton*. 54
Clado sem nome 54
Platyurosternarchus, Sternarchorhynchus, Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu, Sternarchogiton 55
Sternarchorhynchini é o grupo irmão dos táxons remanescentes. 55
Sternarhorhynchini Albert 2001 55
Sternarchorhynchus* e *Platyurosternarchus 55
Caracteres....55
11 (1); 33 (1); 49 (1) 55

O monofiletismo de *Sternarchorhynchus* e *Platyurosternarchus* foi definido por Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). Alguns dos caracteres previamentes propostos, podem não representarem sinapomorfias para o clado (de Santana & Vari, em preaparação). No presente estudo, dois caracteres foram encontrados para suportar o monofiletismo de Sternarchorhynchini: a ausência do lateral etmóide, e a presença de um quarto infrafaringobranquial ossificado. 55
Platyurosternarchus Mago-Leccia 1994 55
1 (1); 20 (1); 22 (1); 41 (1). 55
A condição monofilética de *Platyurosternarchus* foi determinada pela presença de quatro caracteres derivados:.....55
1) Uma coloração única entre os apteronotídeos (ver Mago-Leccia, 1994: 160, fig. 57a)...55
2) Ausência de dentes sobre o pré-maxilar. Esta condição encontra-se presente em todas as espécies de *Adontosternarchus*, *Apteronotus cuchillejo* e algumas espécies de *Sternarchogiton*. 55
3) A forma do maxilar é única para *Platyurosternarchus* (ver Mago-Leccia, 1994: 132, fig. 23), neste gênero o maxilar tem uma forma retangular. 55
4) Ausência do processo ascendente sobre o endopterigóide em indivíduos adultos.....55
Este caráter evoluiu independentemente em Apteronotidae, sendo encontrado em espécies de *Porotergus*, algumas espécies de *Sternarchorhynchus*, *Sternarchorhamphus* e *Orthosternarchus*. Em *Sternarchorhamphus*, este processo é perdido durante a ontogenia. 55
***Sternarchorhynchus* Castelnau 1855** 56
28 (1); 31 (1); 38 (1); 41 (0); 46 (0).....56
Recentemente, Campos-da-Paz (2000) revisou o gênero *Sternarchorhynchus*. O referido autor propôs seis sinapomorfias para suportar o monofiletismo do gênero. No presente trabalho, três sinapomorfias adicionais são propostas:.....56
1) Dentes posicionados na porção anterior do dentário. Esta condição, é compartilhada independentemente com algumas espécies de *Porotergus* e com *Apteronotus cuchillejo*. ..56
2) Ausência do osso coronomekeliano. O osso coronomekeliano está presente em todas as espécies de Apteronotidae, exceto em *Sternarchorhynchus*. Possivelmente a perda deste osso está associada ao enlogamento do dentário e ângulo-articular, com uma drática redução da cartilagem mekeliana durante a ontogenia. 56
3) O processo do etmóide ventral em forma de foice. *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*, não possui este processo. Sendo portanto considerado uma reversão para a espécie.....56
Apteronotinae Albert 2001.....56
Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu, Sternarchogiton.....56
Albert (2001) propôs a subfamília Apteronotinae baseado em cinco caracteres. Na hipótese filogenética proposta de Albert (2001), *Parapteronotus* aparece como o grupo irmão das espécies restantes de Apteronotinae. Está condição é suportada por um caráter reverso em *Parapteronotus*. Na presente hipótese, *Parapteronotus* aparece em uma grande politomia com as espécies de *Apteronotus*. Portanto, é possível que *Parapteronotus* seja um sinonímo de *Apteronotus*. 56
Alguns caracteres utilizados por Albert (2001) para definir Apteronotinae são refutados abaixo:.....56
1) Fenda bucal longa, ultrpassando a borda anterior do olho. Na maioria dos táxons incluídos em Apteronotinae, a fenda bucal não alcança a borda anterior do olho. Este é o caso para *Adontosternarchus*, *Porotergus*, *Megadontognathus*, *Sternarchella*, *Tembeassu* e *Sternarchogiton* (Campos-da-Paz, 1999: 1044, fig. 1; Campos-da-Paz, 2005: 336, fig. 1; de Santana & Crampton, 2007: 389, 392, 394, 398; figs. 1, 4, 5 e 6). O referido autor, afirma

que este caráter encontra-se presente em *Platyurosternarchus*. Contudo, em *Platyurosternarchus* a fenda bucal não alcança a borda anterior do olho (Mago-Leccia, 1994: 160; figs. 47 - a, b).....57
2) A presença de uma estrutura em forma de concha sobre lâmina descendente da maxila. Este caráter encontra-se presente apenas em *Megadontogathus*, *Apteronotus*, *Parapteronotus* e *Sternarchogiton*.....57
No presente estudo, o monofiletismo deste clado é suportado pelos seguintes caracteres: porções da superfície dorsal do mesetmóide, anterior e posteriormente ao etmóide ventral, formando un ângulo entre si. Em *Adontosternarhcus*, as porções dorsal do mesetmóide são aproximadamente paralelas em vista lateral. O processo do etmóide ventral é rosbusto nos táxons supracitados. A margem do terceiro hipobranquial é alongada, e algo retangular em vista dorsal. 57
Clado sem nome 57
Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Sternarchogiton 57
Albert (2001), apresentou duas sinapomorfias para sustentar o clado formado por *Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Sternarchogiton* e *Apteronotus apurensis.* O referido autor sugeriu uma posição basal no clado. 57
No presente estudo, *Apteronotus apurensis* aparece como um membro de *Apteronotus*. A condicão monofilética do clado formado por *Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia* e *Sternarchogiton* foi suportada pelas seguintes sinapomorfias:.....57
1) Escamas ausentes sobre a região ântero-dorsal do corpo e linha média (escamas presente nas espécies de *Adontosternarchus*). 57
2) Maxilar em forma de gancho (Mago-Leccia, 1994: 132, fig. 23). 57
3) A lâmina do urohial não-ossificada. 57
***Compsaraia* Albert 2001** 58
22(0); 28 (0). 58
Caracteres derivados adicionais para *Compsaraia*, foram providos por Albert (2001). 58
Porotergini Albert 2001 58
Adontosternarchus, Porotergus, Sternarchogiton 58
35 (1). 58
***Adontosternarchus* Ellis 1913** 61
6 (1); 10 (1); 20 (1); 27 (1); 32 (0); 53 (1). 61
O monofiletismo de *Adontosternarchus* corroborra com Mago-Leccia *et al.* (1985) pelos caracteres supracitados. 61
***Porotergus* Ellis 1913** 61
O monofiletismo de *Porotergus* é determinado pela forma do maxilar. 61
***Sternarchogiton* Eigenmann 1905** 61
O monofiletismo de *Sternarchogiton* corrobora com de Santana & Crampton (2007). 62
Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu 62
Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella e *Tembeassu* formam uma grande politomia. Lundberg *et al.* (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) sugerem o monofiletismo entre *Magosternarchus* e *Sternarchella*. Contudo, o presente trabalho indica que os caracteres utilizados pelos autores para suportar a condição monofilética do clado surgiram independentemente.....62
***Apteronotus* La Cépède 1800** 62
***Parapteronotus* Albert 2001** 62
Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) estabeleceram *Apteronotus* (*sensu estrito*) baseado em quatro sinapomorfias: 1) a superfície do corpo marrom ou preta, com uma faixa dorsal clara, faixa clara no queixo e faixas caudais; 2) membro posterior do ângulo-articular

alongado; 3) a superfície do osso do crânio liso, isto ´não apresentando porosidade; e 4) o comportamento de habitar terra firme, igarapés e lagos. A condição derivada: membro posterior do osso ângulo-articular alongado, é considerada como diagnóstica para o gênero. 62
Albert (2001) reconheceu dois grupos dentro de *Apteronotus*: O grupo de espécie *Apteronotus albifrons*, contendo seis espécies: *Apteronotus albifrons*, *Apteronotus maximilliani Apteronotus spurrellii*, *Apteronotus jurubidae*, *Apteronotus mariae* e *"Sternachogiton" cuchillejo*. Segundo o autor, *Apteronotus spurrellii* e *Apteronotus jurubidae* poderiam ser sinonímias de *Apteronotus mariae*. Este grupo pode ser diagnosticado por quatro sinapomorfias: um pré-maxilar pequeno, o número reduzido de dentes no pré-maxilar, um corpo relativamente alto, um grande contraste de pigmentação preto e branco sobre o focinho e pedúnculo caudal. 63
O grupo de espécies *Apteronotus brasiliensis* foi reconhecido por uma única sinapomorfia, a hipermorfia na região esfenoidiana do neurocrânio. Está hipermorfia na região esfenoidiana, não foi associada ao dimorfismo sexual secundário, como notado por Cox-Fernandes (1998), Cox-Fernandes *et al*. (2004) e Hilton & Cox-Fernandes (2006). 63
***Apteronotus albifrons* Complexo de espécies** 63
Como sugerido por de Santana (2003), *Apteronotus albifrons* representa mais de uma espécie, que historicamente foram identificados por este nome. Recentes estudos taxonômicos começaram a descontruir este complexo de espécies (de Santana, 2003; de Santana & Lehmann, 2006). Estes táxons são identificado pela presença de duas faixas claras circundando o pedúculo caudal durante toda a ontogenia. 63
Apteronotus leptorhynchus + Apteronotus rostratus 63
Como sugerido por de Santana (2003) e de Santana *et al*. (2007), *Apteronotus leptorhynchus* e *A. rostratus* representam complexos de espécies. Recentes estudos taxonômicos começaram a evidenciar a diversidade nestes complexos de espécies (de Santana & Crampton, 2006; de Santana *et al*. 2007). Estes táxons são identificado pela presença dos dentes posteriores duas vezes maiores do que os anteriores, e pela ausência do processo antero-ventral do pteroesfenóide (uma reversão em relação as demais espécies de *Apteronotus*). Os dois complexos de espécies são diferenciados pela ossificação do etmóide lateral em *A. leptorhynchus* versus o etmóide lateral cartilaginoso em *A. rostratus*. 64
***Apteronotus apurensis* Complexo de espécies** 64
Apteronotus apurensis, em conjunto com *A. bonapartii* podem constituir um complexo de espécies. Estas espécies são identificadas pela presença dos seguintes caracteres homoplásticos: uma faixa escura distal sobre as nadadeiras peitoral e anal; e a ausência de escamas sobre a região médio-dorsal do corpo. 64
Apteronotus cuchillo + Apteronotus magdalenensis 64
A presente hipótese de monofiletismo de *Apteronotus cuchillo + Apteronotus magdalenensis* corrobora com Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). Este clado é definido pelos caracteres listados acima. 64
***Magosternarchus* Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996** 64
Uma discusão pertinente sobre o monofiletismo e, relacinamentos de *Magosternarchus* com os demais membros de Apteronotidae foi apresentado por Lundberg *et al*. (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). 64
***Megadontognathus* Mago-Leccia 1994** 64
O gênero *Megadontognathus* foi revisado por Campos-da-Paz (2000). O referido autor forneceu uma descrição detalhada sobre o monofiletismo do gênero, bem como das suas relaçøes filogenéticas. 65
***Sternarchella* Eigenmann 1905** 65

Uma discusão pertinente sobre o monofiletismo e, relacinamentos de *Sternarchella* com os demais membros de Apteronotidae foi apresentado por Lundberg *et al*. (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). 65
***Tembeassu* Triques 1998** 65
A presença de dentes na região anterior ao prê-maxilar define o gênero *Tembeassu*. Este gênero, parece ser intimamente relacionado com os *Sternarchella* e *Magosternarchus*. Nenhum indivíduo de *Tembeassu* foi obitido para o estudo osteológico. 65
7. SISTEMÁTICA DA FAMÍLIA APTERONOTIDAE JORDAN 1900 (OTOPHYSI: GYMNOTIFORMES) 72
ANEXO 100

Tabela 1. Matriz de 31 táxons e 59 caracteres morfológicos. 101

LISTA DE TABELAS

ANEXO

Tabela 1. Matriz de 31 táxons e 51 caracteres morfológicos.....…….101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hipótese de relacionamento filogenético em Apteronotidae baseado em Triques (2005).....26

Figura 2. Cladograma de consenso estrito (L = 99; IC = 0, 63; IR = 0,81) de 71 árvores mais parcimoniosas. Representado o relacionamento filogenético dos gêneros e espécies da família Apteronotidae.....……..52

ANEXO I

Figura 1. *Apteronotus camposdapazi*; Brazil: Goiás: Niquelandia, Arroio Arara. a, MCP 40046, holótipo, fêmea, 267 mm CT. b, MCP 16062, parátipo, macho, 292 mm CT. c, MCP 16062, parátipo, imaturo, 103 mm CT. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Lehmann, 2006……103

Figura 2. *Apteronotus camposdapazi*; a, MCP 16062, macho, 292 mm CT (lado direito, invertido); b, MCP 40046, fêmea, 267 mm CT. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Lehmann, 2006……..104

Figura 3. *Apteronotus caudimaculosus*. A, holótipo, macho, 286.8 mm CT, MZUSP 79359; B, parátipo, macho 231.1 mm CT, MZUSP 59296; C, parátipo, fêmea, 175.0 mm CT, MZUSP 59296. Fonte: de Santana, 2003…….105

Figura 4. *Apteronotus eschmeyeri*, holotipo, CAS 72115, macho, 303.7 mm CT, rio Magdalena, Colômbia. Vistas Lateral (acima), dorsal (centro), e ventral (abaixo). Fonte: de Santana et al., 2004……106

Figura 5. a, *Apteronotus eschmeyeri*; b, *Ubidia magdalenesis*; c, *Apteronotus mariae*; d, *Apteronotus milesi*. Escalas = 10 mm. Fonte; de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005……..107

Figura 6. *Apteronotus jurubidae*, holótipo, ANSP 71435, 253 mm CT, rio Jurubidá, Colômbia. Vista lateral do holotipo (acima), e maxila inferior (abaixo; DNT = dentário, AAR = ângulo-articular, RAR = retro-articular). Fonte: de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004……..…...108

Figura 7. *Apteronotus magoi*, holotipo, rio Apure, Caño Bravo, MCNG 54795, 237.0 mm CT. a, detalhe da parte anterior do corpo. b, vista lateral do corpo. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana et al., 2006.....……..109

Figura 8. *Apteronotus milesi*, IAvHP 3397. Macho, 199.6 mm CT, (acima); Fêmea, 175.3 mm CT (abaixo)…….110

Figura 9. *Apteronotus spurrellii*, sintípo, BMNH 1914.5.18.90, rio Condoto, Colômbia. a, vista lateral do corpo. b, detalhe da parte anterior do corpo. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Crampton, 2006b……111

Figura 10. *Sternarchorhynchus caboclo*. Detalhe da cabeça parátipo, INPA 10594, 216 mm CT (acima); arco hióide (abaixo), INPA 10594, 145 mm CT. Fonte: de Santana & Nogueira, 2006…….112

Figura 11. *Sternarchorhynchus curuimim*. A, fêmea, holótipo, corpo e detalhe da cabeça; B, macho, detalhe da cabeça. Forma da descaga dos órgãos elétricos. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Crampton, 2006a……..113

Figura 12. *Sternarchorhynchus gnomus*, holótipo, MCNG 53963, macho, 133.5 mm CT Fonte; de Satanana & Taphorn, 2006……..114

Figura 13. *Sternarchorhynchus severii*. Detalhe da cabeça (acima), holótipo, INPA 22893, 161 mm CT; arco hióide (abaixo), INPA 22898, 140 mm TL. Fonte: de Santana & Nogueira, 2006……..115

1. INTRODUÇÃO

1.0. Aspectos gerais da família Apteronotidae

A Ordem de peixes elétricos, os Gymnotiformes, representa uma pequena e endêmica fração da ictiofauna Neotropical, cerca de 3% desta diversidade. Possuindo um total de 135 espécies válidas (Albert & Crampton, 2006), um número ínfimo, se comparado ao número total de espécies de peixes reconhecidas para a região Neotropical: 4.475 (Reis et al., 2003). Apesar da aparente baixa diversidade específica, quando comparado a os outros clados de peixes, os Gymnotiformes oferecem uma oportunidade para o estudo sobre a diversificação de animais nos ecossistemas Tropicais, para estudos sobre evolução de sistemas sensoriais especializados, e para o entendimento da evolução da biota Neotropical, pois são endêmicos desta região (Hopkins & Heiligenberg 1978; Heiligenberg 1980; Heiligenberg & Bastian 1980; Triques, 1993; Cox-Fernandes, 1995; Moller 1995; Crampton 1998; Crampton & Albert, 2006).

Os Gymnotiformes constituem o grupo irmão da ordem Siluriformes, e em conjunto com os Characiformes e Cypriniformes formam o clado Otophysi (Fink & Fink, 1981; Fink & Fink, 1996). Este clado é diagnosticado entre os Teleósteos pela presença das quatro primeiras vértebras modificadas no esqueleto axial, estrutura esta também conhecida como o Aparato de Webber. Este aparato está relacionado com a recepção de som.

Os peixes elétricos Neotropicais possuem um sistema eletrogênico-eletrosensorial utilizado para eletrocomunicação, detecção de presas, reprodução e navegação em águas turvas (Carr & Maler, 1986). A presença de um sistema eletrogênico ativo pode ter contribuído diretamente para o sucesso ecológico dos Gymnotiformes (Crampton & Albert, 2006).

Estes animais constituem uma fração da biomassa bentônica dos canais entre 2 e 30 m dos rios da bacia Amazônica e do Orinoco. Marrero & Taphorn (1991), observaram que os Gymnotiformes constituíram 86% da biomassa total dos canais profundos do rio Orinoco na Venezuela. Enquanto que Garcia (1995) no médio Rio Negro, observou que esta biomassa variou entre 27% a 80% . O emprego de técnicas como o arrasto de fundo tem possibilitado um melhor conhecimento da diversidade da

Ordem, uma vez que esta diversidade tem sido historicamente subestimada, principalmente em ambientes de díficil amostragem, como corredeiras e cachoeiras. A dificuldade de coleta destes animais ainda é acentuda pelo fato de a grande maioria das espécies de peixes elétricos possuir hábitos noturnos, recolhendo-se ao interior de troncos e vegetação submersa durante o dia, período em que, normalmente, os levantamentos ictiofaunísticos são realizados.

Cinco famílias de Gymnotiformes são reconhecidas por Albert & Campos-da-Paz (1998), seis por Mago-Leccia (1994) e sete por Alves-Gomes *et al.* (1995). Independente da classificação adotada, a família Apteronotidae é a mais especiosa, com cerca de 33% do número de espécies, seguida pela família Gymnotidae com cerca de 24% da diversidade total.

De acordo com Albert & Crampton (2005) 45 espécies são reconhecidas como válidas para Apteronotidae; 33 para Gymnotidae (*Gymnotus* + *Electrophorus*); 29 para Sternopygidae; 16 para Hypopomidae; e 12 para Rhamphichthyidae.

Segundo Albert & Crampton (2005) a maior diversidade de Gymnotiformes, 77% das espécies, esta concentrada na super bacia do Amazonas-Orinoco-Guianas.

Gymnotidae é o grupo melhor conhecido taxonomicamente entre os Gymnotiformes, pois este tem sido fonte de uma abordagem multidisciplinar nos últimos anos, sendo um exemplo do potencial do uso destes peixes, como organismos modelo para o estudo de evolução (Crampton & Albert, 2003; Crampton & Hopkins, 2005; Albert *et al.*, 2005; Crampton & Albert, 2006). Em contrapartida, Rhamphichthyidae é a família que possui o menor número de informações publicadas sobre a sua sistemática e ecologia (Triques, 2005). Enquanto que o conhecimento da diversidade de algumas famílias, vem crescendo em uma velocidade significativa, devido à exploração de novos habitas e o emprego de novas técnicas para captura e diferenciação de espécies.

Um exemplo disto é a família Apteronotidae Jordan, popularmente conhecidos como “peixes fantasmas”, sarapós ou ituís. O nome popular de “peixes fantasmas” foi propagado nos Estados Unidos da América (EUA), quando a indústria aquarística introduziu a espécie *Apteronotus albifrons* neste país. Em seguida outro apteronotídeo, *A. leptorhynchus*, começou a ser exportado para as lojas de aquários dos EUA. Sendo então estes peixes batizados respectivamente como “black ghost knifefish” e “brown ghost knifefish”, devido a coloração do corpo escura, por possuírem hábitos noturnos, e movimentos não sincronizados. Nas décadas de 70 e 80

estes apelidos foram difundidos através da publicação de alguns artigos na Tropical Fish Hobbyist até então a revista de aquariofília mais lida no mundo. Por outro lado, os nomes sarapó e ituí (= tuí) tem as suas origens na língua indígena Tupi. O nome sarapó é geralmente empregado na Amazônia central para gymnotiformes de uma maneira geral, e significa fantasma, em alusão ao habito noturno destes peixes. Ituí ou tuí significa deitado, em referência ao "ituí cavalo" (= *A. albifrons*), espécie no qual machos dimórficos possuem uma cabeça que lembra a de um cavalo, devido a forma do corpo e a posição lateral que estes se encontram quando são capturados em redes de pesca. Este nome é comumente utilizado na Amazônia oriental, e aparentemente está restrito a peixes da família Apteronotidae.

Apteronotidae é a família mais diversa entre os Gymnotiformes, com relação ao número de espécies e a morfologia da região cefálica. Mago-Leccia (1994) reconheceu 41 espécies de apteronotídeos. Quase dez anos depois, Albert (2003) no catálogo taxonômico da família Apteronotidae, reconheceu 45 espécies. Na verdade, Albert (2003: 497) cita 52 espécies, porém o autor apresenta uma lista de 45 espécies válidas. Estas espécies variam em seu comprimento total, entre um tamanho pequeno como em *Megadontognathus kaitukaensis*, com 160 mm, a um comprimento de 560 mm em *Sternarchorhynchus mormyrus* (Albert, 2003).

Os ituís são identificados entre os Gymnotiformes pela presença de uma nadadeira caudal, filamento dorsal eletroreceptivo e órgãos elétricos neurogênicos.

Apteronotídeos ocorrem da bacia do rio Tuyra no Panamá, até a bacia de La Plata na Argentina. Sendo a maior diversidade em nível de espécies encontrada na calha da bacia rio Amazonas, e do rio Orinoco na Venezuela (Lopez-Rojaz *et al.*, 1984; Lundberg *et al.*, 1987; Marrero & Taphorn, 1991; Cox-Fernandes, 1995; Albert, 2001; Cox-Fernandes *et al.*, 2004).

A variabilidade específica observada na morfologia da cabeça de apteronotídeos parece refletir, na maioria das vezes, uma especialização trófica. Por exemplo, *Magosternarchus duccis* e *M. raptor* são especializados em predar pedúnculos caudais de peixes da família Sternopygidae, e de outros apteronotídeos (Lundberg *et al.*, 1996; Crampton & Albert, 2006). Assim como, espécies de *Sternarchorhynchus* são especializados em extrair larvas de insetos das rochas no fundo dos rios da América do Sul (Marrero & Taphorn, 1991; Marrero & Winemiller, 1993).

As variações intra-específicas são também observadas em alguns gêneros de Apteronotidae. Estas variações podem normalmente, ser traduzidas em três tipos de dimorfismo sexual, relacionados com a morfologia da cabeça em machos. O alongamento da região anti-orbital do focinho como em *Parapteronotus hasemani*; os dentes projetados externamente nos lábios superior e inferior, tal como em *Sternarchogiton nattereri*; e os dentes projetados externamente no lábio inferior em *Sternarchorhynchus roseni* (Cox-Fernandes, 1998; Lundberg *et al.*, 2000; Albert, 2001; de Santana, 2003; Py-Daniel & Cox-Fernandes, 2005; de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005).

Algumas outras espécies de apteronotídeos desenvolvem certos tipos de estruturas no lábio, aparentemente relacionadas com a eletrorecepção, como por exemplo, as observadas em *Sternarchogiton labiatus*. Estas espécies possuem uma estrutura, dura, proeminente e tri-lobada, sobre o lábio inferior (Lundberg *et al.*, 2000). Por sua vez, *Tembeassu marauna* possui dentes cônicos e alongados, que se apresentam associados a um tecido mole. Estes dentes estão dispostos no interior da boca em uma área restrita do teto da cavidade oral, posicionados logo a frente dos ossos pré-maxilares (Campos-da-Paz, 2005).

A família Apteronotidae é única entre os Gymnotiformes com relação ao modo da geração da descarga do órgão elétrico (DOE). Estas DOEs são geralmente de altas freqüências (Bennett, 1971; Kramer *et al.*, 1981; Kirschbaum, 1995; Crampton, 1998; Crampton & Albert, 2006). *Orthosternarchus tamandua* produz a DOE de menor freqüência entre os apteronotídeos cerca de 421 Hz, enquanto que *Magosternarchus raptor* e *Sternarchella schotti* geram respectivamente as maiores freqüências por volta de 1969 Hz e 2179 Hz (Crampton & Albert, 2006). Carmpton & Albert (2006) dividem em sete os tipos de DOEs geradas pelos apteronotídeos. O clado *Orthosternarchus* + *Sternarchorhamphus*, gera uma DOE monofásica invertida, enquanto que as espécies de *Magosternarchus* possuem uma DOE trifásica.

Existem indícios da presença de dimorfismo sexual relacionado às DOEs em algumas espécies de Apteronotidae, como por exemplo machos maduros de uma espécie que ocorre no pedemonte dos Andes da Colômbia, *Apteronotus galvisi*, produzem uma freqüência maior do que as fêmeas maduras (898-957 Hz vs. 751-760 Hz; de Santana *et al.*, 2007). Há uma evidência crescente de que as formas das DOEs são espécie - especifica, principalmente para alguns táxons, que geram DOEs do tipo pulso (Hopkins & Heiligenberg 1978; Heiligenberg & Bastian, 1980; Crampton &

Albert, 2006). Apesar dos esforços realizados nas últimas décadas, como por exemplo Crampton & Albert (2006), pouco se conhece sobre a forma da DOEs na maioria das espécies de Apteronotidae (para mais detalhes ver Crampton & Albert, 2006). Kramer *et al.* (1981) e Crampton & Albert (2006) observaram que várias espécies simpátricas de apteornotídeos que habitam as calhas dos rios na Amazônia Central possuem formas de ondas semelhantes.

Devido à semelhança entre as formas de onda, estas não tem sido utilizadas como ferramenta taxonômica em Apteronotidae. Apesar disso, o uso das DOEs em descrições e nas redescrições de apteronototídeos tem se tornado uma prática cada vez mais comum no estudo da sistemática da família. É possível que em um futuro próximo as DOEs dos apteronotídeos passe a ser uma ferramenta útil na diagnose, bem como na geração de caracteres que possam ajudar na reconstrução da história evolutiva destes táxons (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004; de Santana & Crampton, 2006a).

Atualmente 57 espécies são reconhecidas como válidas para a família Apteronotidae, 12 das quais foram descritas nos últimos três anos (de Santana, 2003; de Santana *et al.*, 2007). O entendimento da história evolutiva dos Gymnotiformes e da sua capacidade de eletrorecepção ativa requer um conhecimento do relacionamento filogenético, da ecologia, da diversidade dos sinais elétricos, e da biogeografia destes peixes em nível específico (Lundberg *et al.*, 1996; Albert & Crampton, 2005; Crampton & Albert, 2006; de Santana & Lehmann, 2006; de Santana & Nogueira, 2006; de Santana & Crampton, 2006a).

A compilação destes dados, em conjunto com a disponibilização de nomes científicos específicos, geralmente obtido por meio de revisões sistemáticas e ou descrições de espécies, é o requisito primário requerido por pesquisadores e organizações nacionais e internacionais de apoio à pesquisa interessados na elaboração de projetos nas mais diversas áreas da biologia evolutiva, conservação-manejo e biogeografia de peixes elétricos Neotropicais. Somando-se a isto, há necessidade eminente, da documentação da diversidade de peixes elétricos devido à distribuição restrita e baixa vagilidade destes organismos, agregado a uma mudança rápida e a degradação dos ecossistemas aquáticos Tropicais, causadas pela ação antrópica. O conhecimento gerado sobre a sistemática de Apteronotidae nos últimos três anos, representa um acréscimo de aproximadamente 26% da diversidade específica na família (Albert & Crampton, 2006; de Santana & Crampton, 2006 a,b;

de Santana, 2003; de Santana & Lehnam, 2006; de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004, 2005; de Santana & Nogueira, 2006; de Santana & Taphorn, 2006; de Santana *et al.*, 2006).

1.1. Histórico sistemático das espécies de Apteronotidae

Um breve histórico sistemático das espécies de Apteronotidae é apresentado a seguir. Linnaeus (1766) descreveu a primeira espécie de apteronotídeo, *Sternarchus albifrons*, baseado em um exemplar proveniente do Suriname, localidade desconhecida, provavelmente da cidade de Paranaibo.

La Cépède, em 1800, descreveu o gênero *Apteronotus*, baseado na espécie *A. passan*. Treze espécies nominais de Apteronotidae foram descritas no Século 19. Müller & Troschel (1849) descreveram *Sternarchus oxyrhynchus* do rio Essequibo na Guiana. Reinhardt (1852) descreveu *S. brasiliensis* do rio das Velhas no Brasil. Castelnau (1855) em sua monografia sobre peixes Sul-americanos, ergueu o gênero *Sternarchorhynchus* por monotipia, tendo como seu primeiro representante *S. oxyrhynchus*. No mesmo trabalho, Castelnau descreveu *Sternarchus bonapartii*, *S. lacepedii* e *S. maximiliani*. Estas duas últimas sendo consideradas sinonímias de *Apteronotus albifrons*.

Steindachner (1868) descreveu *Sternarchella schotti*, *Sternarchogiton nattereri* e *Sternarchus mormyrus* da bacia do Rio Negro no Brasil. Em 1870, Günther descreveu *Sternarchus macrostomus* da localidade Xerebos no Perú. *Sternarchus sachsi* foi descrito por Peters (1877) da localidade de San Fernando de Apure, rio Orinoco na Venezuela. Cope (1878), descreveu *Sternarchus balaenops* da localidade Pebas, Rio Amazonas, Perú. *Sternarchus* (*Rhamphosternarchus*) *meulleri* e *Sternarchus macrolepis* foram descritos por Steindachner (1881) das bacias do rio Amazonas e Rio Negro no Brasil. Boulenger (1887; 1898) descreveu *Sternarchus* (*Rhamphosternarchus*) *curvirostris* da cidade de Canelos no Equador; e *Sternarchus tamandua* do rio Juruá, Brasil.

Vinte e oito apteronotídeos foram descritos no Século 20. Starks (1913) descreveu *Sternarchella sima* do rio Amazonas, estado do Pará no Brasil. Em 1912 Ellis, descreveu *Sternarchus leptorhynchus* e *Porotergus gymnotus* da localidade Amatuk na Guiana, e *P. gimbeli* do rio Amazonas, Pará no Brasil. Um ano depois, Ellis (1913) em sua monografia “The gymnotid eels of America” descreveu

Sternarchus hasemani da cidade de Santarém, Pará no Brasil. *Sternarchus rostratus* foi descrito do rio Grande no Panamá, por Meek & Hildebrand (1913).

Eigenmann & Fisher (1914) descreveram *Sternarchus mariae* da localidade de Honda na bacia do rio Magdalena na Colômbia. *Sternarchus spurrellii* foi descrito por Regan (1914), do rio Condoto, costa do Pacífico na Colômbia. Schindler (1940) descreveu *Sternarchus paranaensis* da bacia do rio Paraná, no Brasil (ver Campos-da-Paz e de Santana, 2005). Eigenmann & Allen (1942) descreveram *Sternarchogiton porcinum* do rio Huallaga, e *Porotergus terminalis* do rio Amazonas na cidade de Iquitos, ambos no Perú. Fowler (1943) descreveu *Sternarchus macrostomus* do rio Meta, na Colômbia. *Sternarchus jurubidae*, foi descrito por Fowler (1944) do rio Jurubidá na Colômbia. Miles (1945) descreveu *Ubida magdalenensis* da localidade Honda, na bacia do rio Magdalena, Colômbia.

Em 1949, Schultz descreveu *Apteronotus cuchillo* e *Sternarchogiton cuchillejo* da bacia do lago Maracaibo na Venezuela. Fernández-Yépez (1968) descreveu *Apteronotus apurensis* do rio Apure na Venezuela. *Sternarchella curvioperculata* Godoy (1968), foi descrito do rio Mogi da Cruzes, no estado de São Paulo no Brasil. Mago-Leccia e colaboradores (1985) descreveram *Adontosternarchus clarkae* do Rio Negro e *A. devenanzii* do rio Portuguesa, ambos na Venezuela.

Mago-Leccia (1994) descreveu *Compsaraia compsus*, *Sternarchorhynchus roseni* do rio Orinoco, *Sternarchella orthos* do rio Apure, e *Megadontognathus cuyuniense* do rio Cuyuni, todos da Venezuela. Lundberg e colaboradores (1996) descreveram *Magosternarchus duccis* e *M. raptor* da bacia do rio Amazonas no Brasil.

Tembeassu marauna foi descrito por Triques (1998) da bacia do rio Paraná, estado de Mato Grosso do Sul no Brasil. Campos-da-Paz (1999) descreveu a última espécie do Século 20, *Megadontogathus kaitukaensis* da cachoeira de Kaituká, rio Xingu no Brasil.

Albert & Campos-da-Paz (1998) consideraram *Parapteronotus hasemani* como um sinônimo senhor de *Apteronotus anas*. O holótipo de *A. anas* é um macho sexualmente dimórfico de *P. hasemani*.

No início deste Século, Campos-da-Paz (2000) descreveu *Sternarchorhynchus britskii* da bacia do Paraná e *S. mesensis* da bacia do rio Tocantins. Albert & Crampton (2006) ergueram o gênero monotípico *Pariosternarchus*, com a descrição

de *P. amazonensis* da bacia do rio Amazonas. De Santana (2003) descreveu *Apteronotus caudimaculosus* uma espécie no qual o machos são sexualmente dimórficos, do Pantanal do Mato-Grosso no Brasil, bacia do rio Paraguai (anexo, figura 3). De Santana et al. (2004) descreveram *A. eschmeyeri* da bacia rio Magdalena (anexo, figura 4). De Santana & Maldonado-Ocampo (2004) redescreveram *A. mariae* e *A. jurubidae* (anexo, figuras 5a e 6).

Um ano depois, de Santana & Maldonado-Ocampo (2005) descreveram *A. milesi*, uma espécie de peixe fantasma Neotropical sexualmente dimórfico da Quebrada Cristales, rio Chanco e rio La Vieja, tributários da bacia do alto rio Cauca, montanhas do Pacífico na Colômbia (anexo, figuras 5 e 8). De Santana & Crampton (2006a) descreveram *Sternarchorhynchus curumim* do canal principal do rio Tefé na bacia Amazônica, Brasil (anexo, figura 11). *Sternarchorhynchus caboclo* e *S. severii* foram descritos por de Santana & Nogueira (2006) das cachoeiras e corredeiras do rio Mucajaí na Cachoeira Paredão 2, bacia Amazônica no estado de Roraima, Brasil (anexo, figuras 10 e 13); *S. gnomus* foi descrito do rio Caroni na Venezuela (anexo, figura 12), por de Santana & Taphorn (2006). De Santana & Crampton (2006b) redescreveram, e apresentaram a primeira ilustração de *A. spurrellii* (anexo, figura 9). De Santana & Lehmann (2006) descreveram *A. camposdapazi* da bacia do rio Tocantins, Brasil (anexo, figuras 1 e 2). *Apteronotus magoi* foi descrito por de Santana *et al.* (2006) da bacia do rio Orinoco (anexo, figura 7). Albert & Crampton (2006) descreveram *Pariosternarchus amazonensis*.

De Santana & Crampton (2007) revisaram o gênero *Sternarchogiton*, e duas espécies foram descritas *S. labiatus* da bacia do rio Amazonas no Brasil, e *S. preto* da bacia do rio Amazonas e bacia do rio Orinoco. De Santana *et al.* (2007) apresentaram a ciência *A. galvisi* da baia do rio Meta a 305-424 metros acima do nível do mar no pedemonte da Cordilheora Oriental, Colômbia. Portanto, no presente estudo, 64 espécies nominais são reconhecidas como pertencentes à família Apteronotidae, das quais 57 espécies são consideradas válidas.

1.2. História da taxonomia e filogenia dos gêneros da família Apteronotidae Jordan

La Cépède (1800: 208) descreveu *Apteronotus*, o gênero tipo de Apteronotidae. *Sternarchus* e *Menarchus* dois sinônimos juniores de *Apteronotus*

foram descritos por Bloch & Schneider (1801: 497) e Kaup (em Dumeril, 1856: 201). Apesar de ter sido descrito após *Apteronotus*, o nome *Sternarchus* foi utilizado na literatura de Gymnotiformes por quase um século e meio ate 1949 (e.g., Ellis, 1912; Fowler, 1944), quando Schultz no seu estudo sobre peixes da Venezuela, descreveu *A. cuchillo*. Castelnau (1855: 95) descreveu o gênero *Sternarchorhynchus*, poucos anos após Günther (1877: 4) descreveu *Rhamphosternarchus* considerado um sinonímia Junior de *Sternarchorhynchus*. *Rhamphosternarchus* foi utilizado como um subgênero de *Sternarchus* por Steindachner (1881: 99) e Boulenger (1887: 282) nas descrições de *Sternarchus* (*Rhamphosternarchus*) *muelleri* e *Sternarchus* (*Rhamphosternarchus*) *curvirostris* respectivamente.

Sternarchella e *Sternarchogiton* foram descritos por Eigenmann (Eigenmann & Ward, 1905: 163-164). Ellis (em Eigenmann, 1912: 423; 424) descreveu *Porotergus* e *Adontosternarchus*. Miles (1945) descreveu o gênero monotípico *Ubidia* da bacia do rio Magdalena. Em 1936, Meyers descreveu *Oedemognathus* do rio Amazonas. Albert & Campos-da-Paz (1998) consideraram este gênero um sinônimo de *Sternarchogiton*.

Em seu tratado sobre os Gymnotiformes Mago-Leccia (1994), descreve dois novos gêneros de Apteronotidae, *Megadontognathus* e *Platyurosternarchus*. Lundberg *et al.* (1996), descreveram *Magosternarchus*. Triques (1998) descreveu *Tembeassu*. No mesmo ano Albert & Campos-da-Paz (1998), propuseram que os gêneros, até então monotípicos *Megadontognathus*, *Tembeassu* e *Ubidia* seriam uma sinonímia de *Apteronotus*. Campos-da-Paz (1999) reergue o gênero *Megadontognathus*.

Albert (2001), não reconhece as considerações de Campos-da-Paz (1999), e considera *Megadontognathus* como uma sinonímia de *Apteronotus*. Campos-da-Paz (2005) revalida o gênero *Tembeassu*. Finalmente, Albert & Crampton (2006), descrevem *Pariosternarchus*.

Triques (1993) foi o primeiro a publicar um trabalho sobre as relações filogenéticas em Apteronotidae, neste estudo seis dos 12 gêneros reconhecidos para a família Apteronotidae foram abordados (*Apteronotus* (*Sternarchorhynchus* (*Sternarchorhamphus* (*Porotergus* (*Sternarchella*+*Porotergus*) *Adontosternarchus*))))). Alves-Gomes e colaboradores (1995) apresentaram uma hipótese baseada em dados moleculares, morfológicos, e de fisiologia para seis gêneros de Apteronotidae (*Apteronotus albifrons*, *A. leptorhynchus*,

Adontosternarchus (*Orthosternarchus+Sternarchorhamphus*) (*Sternarchogiton+Sternarchella*).

Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) propuseram uma hipótese filogenética para os 12 gêneros reconhecidos em Apteronotidae ((*Orthosternarchus* + *Sternarchorhamphus*) (*Platyurosternarchus* + *Sternarchorhynchus*) (*Parapteronotus* (*Apteronotus* (*Magosternarchus* + *Sternarchella*) (*Compsaraia* (*Porotergus* (*Sternarchogiton* + *Adontosternarchus*).

Finalmente, Triques (2005), propôs uma nova hipótese de relacionamento filogenético para os gêneros de Apteronotidae baseado com base em caracteres de morfologia externa (Figura 1).

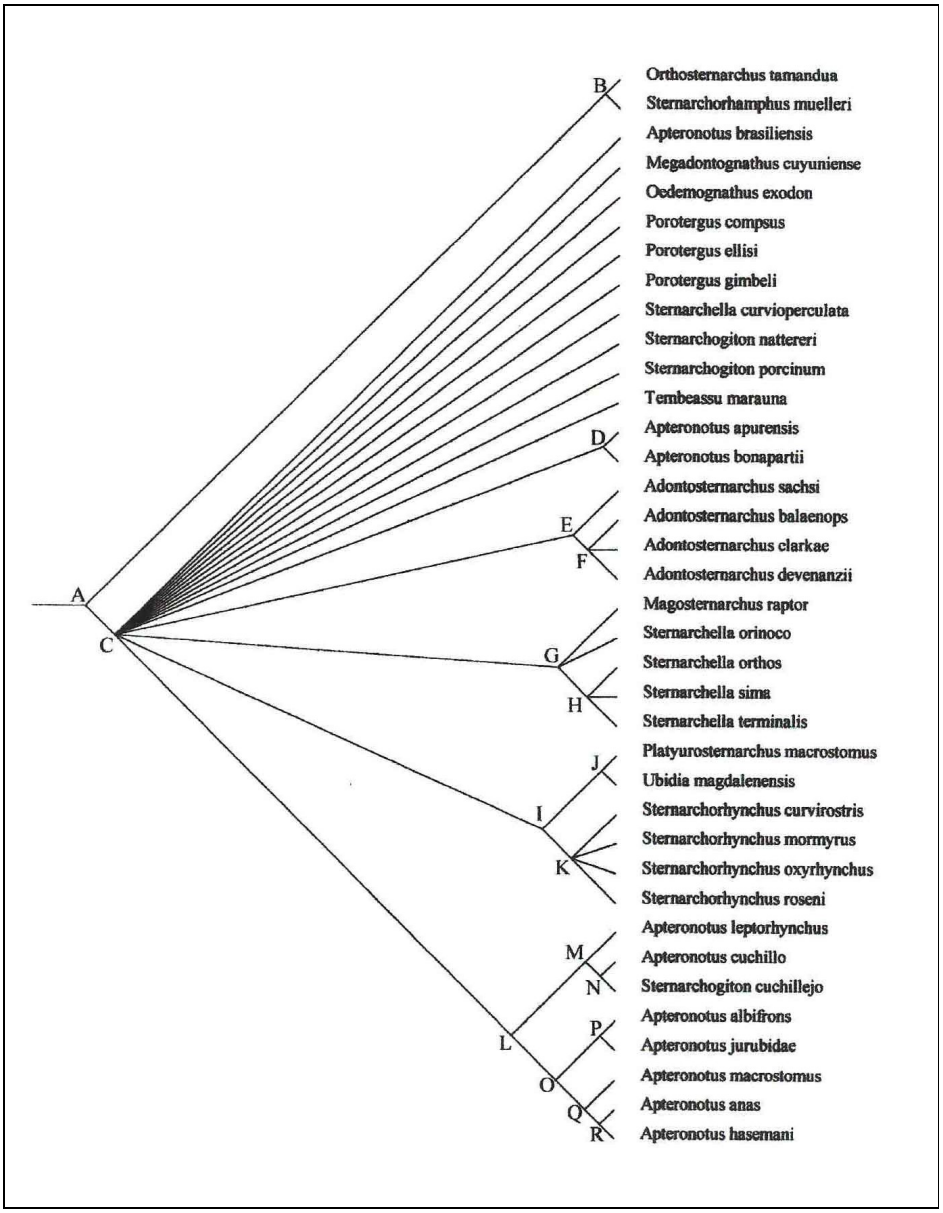

Figura 1. Hipótese de relacionamento filogenético em Apteronotidae baseado em Triques(2005).

2. OBJETIVOS

Gerais: Determinar o relacionamento entre os gêneros de Apteronotidae.

Específicos: (1) determinar o relacionamento dos gêneros baseado em uma análise cladística; (2) estudar a biogeografia de Apteronotidae com base na hipotése filogenética.

3. HIPÓTESE

O presente trabalho visou testar a seguinte hipótese: caracteres morfológicos podem fornecer um grau de resolução satisfatório ao relacionamento genério na família Apteronotidae.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.0. Considerações gerais

A tese encontra-se organizada em 10 seções: 1) introdução; 2) objetivos; 3) hipótese; 4) material e métodos; 5) análise filogenética; 6) lista de caracteres abreviados; 7) sistemática da família Apteronotidae; 8) biogeografia; 9) conclusões; e 10) referências bibliográficas. Cada seção pode ou, não estar dividida em subseções.

No final da tese um anexo é fornecido com a tabela de caracteres e figuras de algumas espécies de Apteronotidae. As espécies em questão foram as descritas pelo autor, entre os anos de 2003 e 2006. O anexo, em conjunto com Mago-Leccia (1994), fornece subsídios para a identificação da grande maioria das espécies válidas de Apteronotidae. Exemplares do gênero *Pariosternarchus* não foram obtidos para a presente análise. Os nomes das espécies de Apteronotidae ficaram restritas aquelas descritas até julho de 2007.

4.1. Análise filogenética

Para a análise de inter-relacionamento dos gêneros em Apteronotidae, os princípios Cladísticos foram adotados (Hennig, 1966; Nelson & Platnick, 1981; Wiley, 1981). Análises de parcimônia para a obtenção de cladogramas com menor números de passos foram feitas com o *software* PAUP versão 4.0b10 (Swofford, 2003). Uma matriz de dados polarizada baseada em 59 caracteres morfológicos e 31 táxons terminais foi compilada (Tabela 1), utilizando-se o software MacClade 4.0 (Maddison & Maddison, 2000). A parcimônia de Wagner foi utilizada, sendo portanto adimitidas reversões e convergências, sendo que os caracteres foram tratados com pesos iguais (Swofford & Maddison, 1987).

A polarização dos estados foi decorrente das relações entre os grupo-interno e externo nas hipotóteses filogenéticas mais recentes, tal como Albert (2001). Esta polarização seguiu o método do grupo-externo (Watrous & Wheeler, 1981; Maddison *et al.*, 1984). A opção ACCTRAN (Swofford & Maddison, 1987), foi utilizada na otmização dos caracteres, pois este maximixa as reversões em detrimento dos paralelismos.

Os estados dos caracteres, codificados como “0, 1, ou 2” foram introduzidos na matriz sem o estabelecimento prévio da polaridade. Consequentemente, ao contrário do convencional, o código “0” nem sempre representa o estado plesiomórfico, assim como os códigos “1 e 2”, nem sempre representam os estados apomórficos. Na matriz de dados, alguns caracteres encontran-se representados por hífen (-), o estado destes caracteres não é aplicado, como por exemplo, a disposição dos dentes sobre o dentário, em táxons que não possuem dentes, tal como em *Adontosternarchus*.

Os caracteres cuja a direção lógica na transição entre os seus estados puderam ser determinados *a priori* foram tratados como ordenados ou maximamente conectados. Desta maneira, alguns caracteres que apresentaram séries de transformação com mais de dois estados ou seja, multiestado (1, 22, 28 e 50), ou que a diração lógica não pode ser determinada (4, 14 e 38) foram tratados como não ordenados ou minimamente conectados (Slowinski, 1993).

No *software* PAUP a busca heurística *stepwise addition*, subopção *random* com 10 *replicates* foi utilizada na intenção de se obter árvores mais curtas. A árvore de consenso foi obtida segundo o método de consenso estrito (Sokal & Rholf, 1981). A congruência foi analisada pelos valores de índice de consistência (CI), e índice de retenção (RI) (Farris, 1988).

4.2. Delimitação do grupo-interno e externo, preparação do material e material examinado

A condição monofilética da família Apteronotidade tem sido suportada por vários estudos, tais como Triques (1993, 2005), Mago-Leccia (1994), Alves-Gomes e*t al.* (1995), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001).

Como o objetivo do presente trabalho foi determinar as relações filogenéticas entre os gêneros de Apteronotidae, foram selecionados exemplares que representassem a maior diversidade morfológica possível dentro de cada gênero. Sendo sempre que possível a espécie tipo do gênero foi utilizada. Os táxons terminais são exemplares de espécies, não sendo considerados *a priori* monofiléticos os gêneros que as incluem. O material tipo da maioria das espécies foi estudado, com objetivo de conhecer a morfologia externa do grupo.

Baseado nas filogenias propostas para a ordem dos Gymnotiformes por Albert & Campos-da-Paz (1998), Albert (2001), e Alves-Gomes *et al.* (1995) os seguintes táxons foram escolhidos como grupo externo: *Archolaemus*, *Distocyclus*, *Rhabidolichops*, *Sternopygus*, *Eigenmannia* e um novo gênero pertencente a família Sternopygidae. A nomenclatura para as famílias de Gymnotiformes, e os gêneros de Apteronotidae, como previamente definidos, seguem Reis *et al.* (2003).

Sempre que possível a chave taxonômica foi baseada em caracteres externos e proeminentes.

Os exemplares utilizados na análise filogenética foram diafanizados e corados, utilizando-se o métodos modificados de Taylor & Van Dyke (1985), sendo subseqüentemente dissecados seguindo a metodologia de Weitzman (1974), e examinados com o auxílio de um estereomicróscópio ZEISS-SV 11.

A nomenclatura osteológica segue Albert & Fink (1996) e Fink & Fink (1996), a termilogia osteológica em português adotada foi aquela proposta por Castro & Castro (1987).

O estudo apresentado aqui representa o resultado da revisão de espécimes de apteronotídeos depositados em museus e instituições da America do Sul, Estados Unidos da América e Europa. As acronomias das coleções ictiológicas seguem Leviton *et al.* (1985). Uma lista complementar do material examinado pode ser encontrada nos seguintes artigos: de Santana (2003), de Santana & Madonado-Ocampo (2004; 2005), de Santana & Crampton (2006a; 2006b), de Santana & Lehmann (2006), de Santana & Nogueira (2006); de Santana & Taphorn (2006), de Santana et al (2004), de Santana et al (2006), de Santana & Crampton (2007). A seguir é apresentada uma lista de Gymnotiformes, alguns dos quais, foram utilizados como terminais do grupo-interno e externo:

Família Apteronotidae:

***Adontosternarchus* Ellis:** *Adontosternarchus devenanzii*, MBUCV 12779, 1 (cs). *Adontosternarchus sachsi*, FMNH 100742, 1 (cs). *Adontosternarchus nebulosus*, INPA 25886, 3 (cs).

***Apteronotus* La Cépède:** *Apteronotus apurensis*, USNM 228869, 1 (cs). *Apteronotus albifrons*, MCZ 52011, 1 (cs), MCZ 52013, 1 (cs), MHNG 240761, 1(cs), USNM

260256, 1 (cs). *Apteronotus cuchillejo*, MBUCV 6974, 1 (cs, parátipo). *Apteronotus cuchillo*, MBUCV 7554, 1 (cs), MCZ 52010, 1 (cs, parátipo), USNM 121591, 1 (holótipo); USNM 121857, 13 (parátipos), USNM 121590, 6 (cs, parátipos). *Apteronotus eschmeyeri***,** CAS 72115 (holótipo), IAvHP 3304, 1, IAvHP 3304, 8 (parátipos). *Apteronotus hasemani*, 1 (cs), FMNH 96039; 1, MUSM 21897. *Apteronotus rostratus*, MBUCV 10926, 2 (cs). *Apteronotus* cf. *rostratus* MCZ 52023, 1 (cs), MCZ 52024, 1 (cs).

Compsaraia **Albert:** *Compsaraia compsus*, USNM 373018, 1 (cs); UMMZ 211308, 1 (cs).

Megadontogathus **Mago-Leccia:** *Megadontogathus kaitukaensis*, INPA 3936, 1 (cs).

Magosternarchus **Lundberg, Cox-Fernandes e Albert**: *Magosternarchus duccis*, USNM 373268, 1 (cs).

Orthosternarchus **Boulenger:** *Orthosternarchus tamandua*, USNM 373072, 2, USNM 373017, 1 (cs).

Porotergus **Ellis:** *Porotergus gymnotus*, CAS 62035, 2 (parátipos). *Porotergus gimbeli*, USNM 372998, 33 (2 cs).

Sternarchella **Eigenmann:** *Sternarchella orthos*, FMNH 100746, 1 (cs), UMMZ 211327, 4 (cs).

Sternarchogiton **Eigenmann:** *Sternarchogiton labiatus*, MCP 37545, 1 (cs). *Sternarchogiton nattereri*, UMMZ 228980, 1 (cs). *Sternarchogiton porcinum*, MBUCV não catalogado, 1 (cs).

Sternarchorhamphus **Eigenmann:** *Sternarchorhamphus muelleri*, USNM 228807, 6 (cs), USNM 373030, 5.

Sternarchorhynchus **Castelnau:** *Sternarchorhynchus caboclo*, INPA 10594, 58 (2 cs). *Sternarchorhynchus curumim*, INPA 25256, 1 (cs). *Sternarchorhynchus*

curvirostris, MCZ 48676, 1. *Sternarchorhynchus gnomus*, INPA 35636, 1 (cs). *Sternarchorhynchus severii*, INPA 22898, 2 (cs), INPA 22898, 1 (cs). *Sternarchorhynchus* sp., FMNH 96983 1, (cs). *Sternarchorhynchus mormyrus*, USNM 306843, 1 (cs). *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*, ANSP 162670, 3, MBUCV 12079, 1 (cs), USNM 228787, 8 (1 cs).

Tembeassu **Triques:** *Tembeassu marauna*, MZUSP 48510 (holótipo), MZUSP 23090, 2 (parátipos).

Ubidia **Miles:** *Ubidia magdalenensis*, IAvHP 7829, 3, IAvHP 7831, 2, IAvHP 7833, 1, IAvHP 7834, 4, USNM 123795, 1 (parátipo).

Família Sternopygidae:

Archolaemus **Korringa:** *Archolaemus blax*, FMNH 94418, 2 (cs).

Distocyclus **Mago-Leccia*:*** *Distocyclus conisrostris*, MBUCV não-catalogado, 1 cs.

Eigenmannia **Jordan & Evermann:** *Eigenmannia virescens*, UMMZ 204706, 6 (cs)

Rhabidolichops **Mago-Leccia:** *Rhabidolichops eastwardi*, FMNH 100748, 2 (cs).

Sternopygus **Müller & Troschel:** *Sternopygus xingu*, USNM 218830, 2 parátipos (cs). *Sternopygus macrurus*, USNM 215184, 1 (cs).

Novo gênero: FMNH 50185, 4 parátipos (cs).

5. ANÁLISE FILOGENÉTICA

5.0. Descrição, e análise dos caracteres utilizados na análise filogenética de Apteronotidae.

Os 59 caracteres utilizados no presente estudo encontran-se listados de acordo com a região do corpo que estão associados, e numerados na seqüência em que aparecem na matrix (Tabela 1). Os caracteres incluem principalmente caracteres osteológicos, além de caracteres de pigmentação. Para cada caráter, é apresentada a descrição dos estados, seguida da lista de táxons e seus respectivos estados. Entre os colchetes, são apresentadas a (s) referência (s) para o (s) autor (es) que originalmente propôs o caráter (es). Quando tal observação não estiver presente, significa que o caráter foi utilizado pela primeira vez.

O número de passos (*L*), índice de consistência (*CI*) e o índice de retenção (*RI*) de cada caráter na árvore de consenso é apresentado ao final da descrição do respectivo caráter.

Para a maioria dos caracteres, são apresentadas informações provenientes da literatura, bem como comentários a cerca da distribuição dos estados. Discussões sobre otmização dos caracteres são baseadas na árvore de consenso (Figura 2).

CARACTERES DE PIGMENTAÇÃO E MORFOLOGIA EXTERNA

1. Pigmentação do corpo (Albert, 2001):

0 = distribuição contínua (ver de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005: 228, figs. 5 a, b);

1 = com pequenas manchas pretas (ver de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005: figs. 5 a, b).

2 = com pequenas manchas amarelas e marrons.

L = 2; CI = 1; RI= 1

A condição derivada 1 é encontrada em *Platyurosternarchus*. A condição derivada 2, não-homológa a condição 1, é encontrada em *Apteronotus cuchillo* e *Apteronotus magdalenensis*.

2. Faixa clara vertical na região média do corpo (Albert, 2001):

0 = região média do corpo com coloração contínua;

1 = região média do corpo com uma faixa clara vertical (de Santana & Lehmann, 2006: 262, fig.1).

L = 1; CI = 1; RI= 0

Está condição é uma autapomorfia presente em *Apteronotus camposdapazi*. Dois táxons membros do grupo externo, *Sternopygus astrabes* e Gênero novo 1, apresentam mutiplas bandas verticais sobre o corpo, porém algo diferente da banda única presente na referida espécie.

3. Faixa clara sobre a região dorsal (I, Albert, 2001):

0 = região dorsal com coloração contínua;

1 = região dorsal com uma faixa clara (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004: 3, fig. 1).

L = 3; CI = 0,33; RI = 0,67

A condição derivada aparece de forma indepedente em *Apteronotus albifrons*, *A. camposdapazi*, *A. leptorhynchus*, *A. rostratus*, *Parapteronotus hasemani*, *Apteronotus cuchillejo* e *Sternarchorhynchus severii*.

4. Faixa clara sobre a região dorsal (II):

0 = estendendo-se da ponta do focinho até o início do filamento dorsal (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004: 3, fig. 1)

1 = estendendo-se da ponta do focinho até a nuca

L = 1; CI = 1; RI= 0; não aditivo

A direção de transformação deste carácter não é conhecida, desta forma o mesmo foi tratado como minimamente conectado ou não aditivo. A faixa clara sobre a cabeça entendendo-se até a nuca é conhecido em *A. albifrons*, mais especificamente nos topótipos provenientes das bacias dos rios costeiros do Suriname.

5. Faixa clara sobre o queixo:

0 = coloração contínua sobre o queixo;

1 = faixa clara sobre o queixo.

L = 1; CI = 1; RI= 0

O estado 1, encontra-se presente em todas as espécies de Apteronotidae que possuem uma faixa clara na região dorsal do corpo (ver caráter 4), com exceção de *Parapteronotus hasemani*.

6. Faixa clara circundando a base da nadadeira caudal (Albert & Campos-da-Paz, 1998):
0 = base da nadadeira anal com coloração contínua ou com manchas;
1 = base da nadadeira caudal com uma faixa clara (de Santana, 2003: 6, fig. 1).
L = 2; CI = 0,5; RI= 0,88

Presente, encontra-se presente idepedentemente em *Apteronotus albifrons*, *A. camposdapazi*, *A. apurensis*, *A. leptorhynchus*, *A. rostratus*, *Sternarchogiton labiatus* e *S. nattereri*.

7. Presença de uma faixa clara circundando a base da nadadeira caudal:
0 = em indivíduos juvenis;
1 = presente durante toda a ontogenia (de Santana, 2003: 6, fig. 1).
L = 1; CI = 1; RI= 1

Este caráter foi codificado de acordo com a transformação ontogenética. Indivíduos juvenis de *Apteronotus cuchillo* e *A. magdalenensis* apresentam uma faixa clara circundando a base da nadeira caudal. Está faixa é perdida em indivíduos acima de 150 mm de comprimento total. Em exemplares adultos, esta faixa é subistituída por manchas escuras. Nas demais espécies (ver caráter 6), a faixa clara encontra-se presente em exemplares adultos.

8. Faixa clara circundando o final da nadadeira anal:
0 = ausente;
1 = presente (de Santana, 2003: 6, fig. 1).
L = 2; CI = 0,5; RI = 0,67

O estado 1, é encontrado em *Apteronotus albifrons*, *A. cuchillo*, *A. camposdapazi*, e *A. magdalenensis*.

9. Presença de uma faixa clara circundando o final da nadadeira anal:
0 = apenas em indivíduos juvenis (de Santana *et al.*, 2004: 4, fig. 2);
1 = adultos (de Santana, 2003: 6, fig. 1).

L = 1; CI = 1; RI= 1

O estado plesiomórfico, está presente em *Apteronotus cuchillo* e *A. magdalenensis*. Indivíduos jovens das espécies previamentes citadas, apresentam duas faixas claras no terço final do corpo, esta faixa não está presente em exemplares adultos. Em *A. albifrons* e *A. camposdapazi*, esta faixa encontra-se presente em todos os estágios do desenvolvimento.

Portando, utlizando-se o critério de tranformação ontogenética este caráter foi tratado como maximamente conectado ou aditivo.

10. Coloração da nadadeira anal (inteira ou parcialmente) (Campos-da-Paz, 2000):
0 = nadadeira anal translúcida ou hialina com coloração uniforme;
1 = nadadeira anal escurecida distalmente (Campos-da-Paz, 2000: 523, fig. 4).
L = 4; CI = 0,25; RI= 0

A condição derivada encontra-se presente em *Adontosternarchus sachsi*, *A. apurensis* e *Sternarchorhynchus oxyrhynchus* e *Sternarchorhamphus*.

11. Fenda bucal:
0 = ultrapassa a narina anterior;
1 = não ultrapassa a narina anterior (Mago-Leccia, 1994: 156, fig. 52).
L = 3; CI = 0.33; RI= 0,33

O estado apomórfico é encontrado nas seguinte espécies: *Orthosternarchus tamandua*, *Sternarchorhychus caboclo*, *S. severi* e *Platyurosternarchus*. A condição em *Platyurosternarchus macrostomus* não é homológa com as dos demais táxons supracitados. Nesta espécie a narina anterior esta localizada perto da borda anterior do olho. Nas outras espécies, a narina anterior encontra-se localizada perto da ponta do focinho.

12. Fenda bucal ultrapassando a narina posterior:
0 = não atinge uma vertical imaginária com os olhos;
1 = atingindo ou ultrapassando uma vertical imaginária com os olhos.
L = 1; CI = 1; RI = 1

Em Apteronotidae, o estado derivado é encontrado nos seguintes táxons *Apteronotus albifrons*, *A. apurensis*, *A. camposdapazi*, *A. leptorhynchus*, *A. rostratus* e *Parapteronotus hasemani*.

13. Filamento carnoso aderido a um sulco médio-dorsal do corpo (Triques, 1993):

0 = região médio-dorsal do corpo sem qualquer filamento carnoso estendendo-se longitudinalmente;

1 = região médio-dorsal do corpo com um filamento carnoso estendendo-se longitudinalmente (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005: 225, fig.1).

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição apomórfica é compartilhada por todas as espécies de Apteronotidae. Especula-se que este filamento tem uma função eletroreceptiva (Franchina & Hopkins, 1996).

14. Ponto aproximado de inserção da extremidade anterior do filamento carnoso (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = filamento carnoso dorsal originando-se no terço final do comprimento do corpo até o final da nadadeira anal (Franchina & Hopkins, 1996: 166, fig. 1a);

1 = filamento carnoso dorsal estendendo-se ao longo de toda a margem dorsal do corpo, originando-se próximo da nuca ou apenas um pouco posteriormente a esta (Franchina & Hopkins, 1996: 166, fig. 1ac).

L = 1; CI = 1; RI = 1; não aditivo

A posição da inserção da extremidade anterior do filamento dorsal em Apteronotidae é variável, mais notadamente em *Ortosternarchus* e *Sternarchorhamphus*. Nos táxons citados, a origem deste filamento encontra-se próximo da nuca ou, localizada apenas um pouco posteriormente a nuca. No restante das espécies de Apteronotidae, o filamento é localizado aproximadamente no terço posterior do corpo. Está posição varia entre 50% à 70% do comprimento total. Por fim, não foi possível determinar a direção de transformação dos estados deste caráter.

15. Nadadeira caudal (Triques, 1993):

0 = ausente;

1 = presente (Mago-Leccia *et al.*, 1985: 8, fig. 7).

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição apomórfica compartilhada por todas as espécies de Apteronotidae. Triques (1993) e Gayet (1994) consideraram este caráter como plesiomórfico para os Apteronotidae, sendo este táxon tido como irmão das demais. Contudo, Albert &

Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) consideraram a presença de nadadeira caudal como uma reversão.

16. Padrões gerais de distribuição de escamas (Albert & Campos-da-Paz, 1998):
0 = escamas cobrindo todo o corpo uniformemente;
1 = escamas ausentes sobre a região ântero-dorsal do corpo e linha média dorsal.
L = 5; CI = 0,2; RI = 0,6

As escamas são ausentes sobre a região ântero-dorsal do corpo e linha média dorsal em *A. apurensis*, *Campsaraia*, *Magosternarchus*, *Orthosternarchus*, *Platyurosternarchus macrostomus*, *Porotergus gimbeli*, *P. gymnotus*, *Sternachella orthos*, *Sternarchogiton natereri*, *S. labiatus*, *Sternarchorhamphus*, *Sternarchorhynchus oxyrhynchus* e *Tembeassu*. Portanto, a ausência de escamas nas espécies de Apteronotidae evoluiu independentemente.

17. Presença de uma estrutura, dura, proeminente e tri-lobada, sobre o lábio inferior:
0 = lábio inferior sem qualquer estrutura;
1 = estrutura, dura, proeminente e tri-lobada, sobre o lábio inferior (Lundberg *et al.*, 2000: 35, fig. 9; de Santana & Crampton, 2007: 398-399, figs. 6-7).
L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição derivada é uma autapomorfia encontrada em *Sternarchogiton labiatus*. Está estrutura pode estar relacionada a eletrorecepção (Lundberg et al., 2000).

18. Borda do olho (Mago-Leccia, 1978):
0 = livre;
1 = fusionada (de Santana & Crampton, 2007: 392, fig. 4).
L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição apomórfica compartilhada por todas as espécies de Apteronotidae, bem como nos seguintes gêneros de Sternopygidae: *Sternopygus*, *Archolaemus* e Gênero novo.

CARACTERES OSTEOLEOGICOS: MAXILAS SUPERIOR E INFERIOR E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

19. Aspecto geral dos dentes nas maxilas superior e inferior em indivíduos adultos (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = dentes usualmente delgados e pouco robustos (dentes “viliformes”), com alterações discretas no diâmetro ao longo de seu comprimento (Campos-da-Paz, 1995: 39, fig. 5; Hilton *et al*., 2007: 15, fig. 12)

1 = dentes bem desenvolvidos e cônicos, em geral com base mais ampla do que a porção distal (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004: 10, fig. 5).

L = 1; CI = 1; RI = 1

O estado derivado, encontra-se presente em todos os Apteronotidae, com a exceção de *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus*. Os referidos táxons, possuem dentes delgados, assim como os encontrados nos membros do grupo externo. Este caráter não se aplica a membros do gênero *Adontosternarchus*.

20. Dentição do pré-maxilar (Mago-Leccia *et al.* 1985):

0 = dentes presentes;

1 = dentes ausentes (Mago-Leccia *et al.* 1985: 4, fig. 2c).

L = 3; CI = 0,33; RI = 0,33

O estado derivado, é encontrado em todas as espécies de *Adontosternarchus*, *Apteronotus cuchillejo*, *Platyurosternarchus macrostomus* e *Sternarchogiton labiatus*.

21. Tamanho aproximado da margem do pré-maxilar (Lundberg *et al.* 1996, Fig. 3):

0 = margem lateral do pré-maxilar aproximadamente igual ou menor em comprimento do que a margem lateral do osso maxilar nos adultos, sua extremidade posterior situando-se anteriormente ao ponto de articulação entre o osso maxilar e a cartilagem palatina (Lundberg *et al.* 1996: 660 Fig. 3);

1 = margem lateral do pré-maxilar com comprimento maior do que a margem lateral do osso maxilar, sua margem lateral posterior situando-se póstero-dorsalmente em relação ao ponto de articulação entre o osso maxilar e a cartilagem palatina.

L = 1; CI = 1; RI = 1

O estado derivado é uma apomorfia para o gênero *Magosternarchus* e *Sternarchella*.

22. Forma geral do maxilar:

0 = maxilar em forma de gancho;

1 = maxilar aproximadamente retangular;

2 = maxilar expandido anteriormente (Mago-Leccia, 1994: 132, fig. 23).

L = 4; CI = 0,5; RI = 0,85; não aditivo

A forma do maxilar nos gêneros de Apteronotidae é diversa, sendo únicas para as espécies de um gênero. Desta maneira, a forma do maxilar é um caráter que pode determinar o monofiletismo de vários gêneros em Apteronotidae (ver Mago-Leccia, 1994: 132, Fig. 23). O maxilar aproximadamente retangular é uma apomorfia para *Platyurosternarchus*. As espécies de *Sternarchogiton*, *Megadontoganathus* e *Apteronotus* possuem um maxilar expandido anteriormente. O estado plesiomorfico é o maxilar em forma de gancho. Contudo, não foi possível determinar a direção da transformação dos dois estados derivados. Exemplares juvenis de *Platyurosternarchus*, aproximadamente 100 mm de comprimento total, diafanizados e radiografados possuem o maxilar aproximadamente retangular. Igualmente os exemplares juvenis de *Sternarchogiton, Megadontoganathus* e *Apteronotus* possuem o maxilar expandido anteriormente.

Também, não foram encontradas diferenças significantes entre os indivíduos machos sexualmente dimórficos de *Sternarchorhynchus roseni* e espécies aliadas; bem como em *Sternarchogiton nattereri*.

23. Região dorsal do maxilar em forma de gancho (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = região dorsal do maxilar sem uma reentrância;

1 = região dorsal do maxilar com uma reentrância, com as margens possuindo aproximadamente o mesmo tamanho (Mago-Leccia, 1994: 132, Fig. 23).

L = 2; CI = 0,5; RI = 0,5

Este caráter uma apormorfia para *Apteronotus cuchillejo*, *Porotergus gimbeli* e *P. gymnotus*.

24. Margem anterior do maxilar (Lundberg & Mago-Leccia, 1986):

0 = completamente ossificada;

1 = cartilaginosa;

2 = cartilaginosa em juvenis (Lundberg & Mago-Leccia, 1986: 59, fig., 5).

L = 4; CI = 0,5; RI = 0,33

A margem anterior do maxilar é completamente ossificada em todos os Apteronotidae examinados. Em *Archolaemus*, *Distocyclus*, *Eigenimannia* e

Rhabidolichops a margem anterior é cartilaginosa (ver Mago-Leccia & Lundberg, 1986).

25. Dentes diminutos sobre a base da válvula oral superior:
0 = ausente;
1 = presente.
L = 1; CI = 1; RI = 0

Dentes sobre a válvula oral superior é uma autapomorfia encontrada no gênero novo de Sternopygidae. A função destes dentes é desconhecida. Aparentemente os machos possuem um número maior de dentes sobre a válvula oral superior do que as fêmeas.

26. Dentes diminutos sobre o interior da boca, posicionados anterior ao pré-maxilar (Campos-da-Paz, 2005):
0 = ausente;
1 = presente (Campos-da-Paz, 2005: 397, Fig. 2).
L = 1; CI = 1; RI = 0

A condição derivada é uma autapomorfia para *Tembeassu*. A função destes dentes é desconhecida. Os dentes estão presentes em machos e fêmeas, para mais detalhes sobre esta estrutura ver Campos-da-Paz (2005).

27. Dentes sobre o dentário (Mago-Leccia *et al.* 1985).
0 = presente;
1 = ausente (Mago-Leccia *et al.* 1985: 5, fig. 3).
L = 1; CI = 1; RI = 0

Normalmente os dentes encontran-se presentes nas espécies de Apteronotidae e nos grupos externos imediatos. Os dentes encontran-se ausentes em todas as espécies de *Adontosternarchus*. Este caráter é uma apomorfia para o referido gênero.

28. Arranjo dos dentes sobre o dentário em indivíduos adultos (I):
0 = dentes presentes na porção anterior e posterior do dentário;
1 = dentes presentes apenas na porção proximal do dentário;
2 = dentes presentes apenas na porção distal do dentário (Mago-Leccia, 1994: 161, fig. 58).

L = 3; CI = 0,63; RI = 0,8

A distribuição de dentes, quando presentes, sobre o dentário nas espécies adultas de Apteronotidae pode ser dividas em pelo menos três estados. O estado, dentes presentes na porção anterior é o estado plesiomórfico e, esta presente na maioria dos táxons desta família. Os dentes na porção proximal ocorre em *Apteronotus cuchillejo Sternarchorhynchus, Porotergus gimbeli* e *P. gymnotus*. A condição dentes presentes apenas na porção distal do dentário é uma apomórfia para *Megadontognathus*. Este caráter não se aplica para *Adontosternarchus*.

29. Distribuição dos dentes sobre o dentário (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = 5 a 8 fileiras;

1 = 1 a 2 fileiras.

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição plesiomórfica é encontrada em *Sternarchorhamphus* e *Ortosternarchus*. As demais espécies de Apteronotidae apresentam a condição derivada. Sendo que alguns táxons como *Apteronotus cuchillejo*, possue apenas uma fileira de dentes sobre o dentário. Este caráter não se aplica para *Adontosternarchus*.

30. Tamanho aproximado dos dentes sobre o dentário:

0 = dentes aproximadamente do mesmo tamanho;

1 = dentes posteriores grandes. Estes dentes possuem aproximadamente duas vezes o tamanho dos dentes anteriores (quando presentes; Mago-Leccia, 1994: 161, fig. 58).

L = 1; CI = 0,5; RI = 0,5

A condição plesiomórfica, dentes aproximadamente do mesmo tamanho, é encontrada na maioria das espécies de Apteronotidae. Em *Apteronotus leptorhynchus* e *A. rostratus* os dentes posteriores possuem aproximadamente duas vezes o tamanho dos dentes anteriores. Em *Megadontognathus*, os dentes posteriores possuem aproximadamente 2-4 vezes o tamanho de um dente regular encontrado nas espécies de Apteronotidae (ver Mago-Leccia, 1994: 161, Fig. 58). Sendo portanto, este caráter homólogo para *Megadontognathus*. Desta forma, este caráter é uma apomorfia para as espécies supracitadas.

31. Osso Coronomekeliano:

0 = presente (Hilton & Cox-Fernandes, 1996: 831, fig. 6; Hilton *et al.*, 2007: 15, fig. 12);

1 = ausente (Triques, 2005: 132, fig. 19).

L = 1; CI = 1; RI = 1

O osso Coronomekeliano encontra-se presente na maioria dos Gymnotiformes, incluindo os Apteronotidae. Este osso não está presente em indivíduos adultos de *Sternarchorhynchus*. Sendo este uma sinapomorfia para o gênero.

NEUROCRÂNIO

32. Curvatura da superfície dorsal do mesetmóide (Albert, 2001):

0 = porções da superfície dorsal do mesetmóide, anteriormente e posteriormente ao etmóide lateral, aproximadamente paralelas em vista lateral;

1 = porções da superfície dorsal do mesetmóide, anteriormente e posteriormente ao etmóide ventral, formando um ângulo entre si.

L = 2; CI = 0,5; RI = 0,92

A condição derivada é compartilhada por todos os membros de Apteronotidae, com a exceção de *Adontosternarchus*, *Orhtosternarchus*, *Platyurosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, *Sternarchorhynchus*.

33. Etmóide lateral (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = presente (Hilton & Cox-Fernandes, 1996: 831, fig. 6);

1 = ausente (Campos-da-Paz, 2000: 536, fig. 6).

L = 1; CI = 1; RI = 1

O etmóide lateral é comumente encontrado nas espécies de Apteronotidae e Sternopygidae. O etmóide lateral encontra-se ausente em *Platyurosternarchus* e *Sternarchorhynchus*. Sendo este caráter, uma apomorfia para os dois gêneros.

34. Ossificação do etmóide lateral:

0 = etmóide lateral ossificado (Hilton & Cox-Fernandes, 2006: 830, fig. 4);

1 = etmóide lateral cartilaginoso.

L = 2; CI = 1; RI = 0

O etmóide lateral está presente em forma cilindrica e cartilaginosa em *Apteronotus cuchillejo* e *A. rostratus*. Este caráter não é apicavél para *Platyurosternarchus* e *Sternarchorhynchus* (ver caráter 33). Nas demais espécies examinadas o etmóide lateral encontra-se ossificado.

35. Aspecto geral do órbito-esfenóide (Albert, 2001):
0= órbito-esfenóide amplo e ossificado próximo do septo mediano, em sua margem ventral maior do que a margem dorsal em extensão;
1= órbito-esfenóide estreito, sua margem anterior não ossificada ou pouco desenvolvida, e sua margem ventral mais curta ou com comprimento aproximadamente igual ao da margem dorsal (Albert, 2001: 25, fig. 14c).
L = 1; CI = 1; RI = 1

O caráter derivado encontra-se presente em *Adontosternarchus, Apteronotus cuchillejo, Porotergus* e *Sternarchogiton*.

36. Aspecto geral do pteroesfenóide.
0 = porção antero-ventral do pteronesfenóide não contacta a superficie do paraesfenóide;
1 = porção antero-ventral do pteronesfenóide contacta a superficie do paraesfenóide em *Apteronotus albifrons*, *A. apurensis*, *A. cuchillo*, *A. magdalenensis* e *Parapteronotus hasemani* (Hilton & Cox-Fernandes, 2006: 830, fig. 4).
L = 2; CI = 0,5; RI = 0,8

37. Processo do etmóide ventral (Albert, 2001).
0 = processo do etmóide ventral ausente;
1 = processo do etmóide ventral presente (Albert, 2001: 24, figs. 13e-h).
L = 1; CI = 1; RI = 1

O processo do etmóide ventral encontra-se ausente nas seguintes táxons: *Orthosternarchus*, *Stenarchorhamphus*, *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*, e *Platyurosternbarchus*. Nos demais táxons de Apteronotidae este processo encontra-se presente.

38. Forma do processo do etmóide ventral.
0 = processo do etmóide ventral robusto;

1 = processo do etmóide ventral em forma de uma foice (Campos-da-Paz, 2000: 526, fig. 6).

L = 1; CI = 1; RI = 1; não adtivo

O processo do etmóide ventral é robusto na maioria das espécies de Apteronotidae. Na maioria das espécies de *Sternarchorhynchus*, este processo tem a fomra de uma foice, sendo uma sinapomorfia para o gênero. Uma reversão ocorrem em *S. oxyrhynchus*. Este caráter não se aplica ao grupo externo e aos táxons citados no caráter 37. A direção da transformação não pode ser determinada, portanto o caráter foi tratado como não adtivo.

SÉRIE ORBITAL E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

39. Aspecto das ossificações do canal mandibular (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0= porções ossificadas do canal látero-sensorial mandibular representadas por tubos longos e estreitos;

1= porções ossificadas do canal látero-sensorial mandibular representadas por ossículos curtos, estreitos em sua porção média e amplos em suas extremidades, com formato aproximado de “halteres”.

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição derivada é encontrada nas espécies de *Sternarchogiton*.

SUSPENSÓRIO

40. Dentição do endopterigóide (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0= dentes diminutos distribuídos irregularmente sobre a superfície ventral do endopterigóide;

1= endopterigóide sem dentes sobre a porção ventral.

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição endopterigóide sem dentes está presente em todas as espécies examinadas de Apteronotidae. Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) sugerem que espécimens de *Platyurosternarchus macrostomus* possuem dentes sobre a superfície ventral do endopterigóide contudo, esta afirmação não foi confirmada neste estudo.

41. Processo ascendente do endopterigóide I (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0= presença de um processo ascendente conspícuo sobre a superfície dorso-lateral do endopterigóide;

1= superfície do endopterigóide praticamente lisa (Hilton *et al.*, 2007: 14, fig. 11).

L = 3; CI = 0,33; RI = 0,5

A condição derivada é encontrada em todas as espécies de *Ortosternarchus*, *Porotergus*, *P. macrostomus*, *Sternarchorhamphus* e *Sternarchorhynchus*.

42. Aspecto do processo ascendente do endopterigóide II (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0= processo ascendente do endopterigóide reto, em posição aproximadamente perpendicular ao eixo maior do mesopterigóide;

1= processo ascendente do endopterigóide curvando-se para trás, notadamente oblíquo em relação ao eixo maior do mesopterigóide (Lundberg *et al.*,. 1996: 660, fig. 3)

L = 1; CI = 1; RI = 1

O estado 1, foi encontrado em todas as espécies de *Sternachella* e *Magosternarchus*.

43. Ângulo-articular formando um córner pós-ventral da mandíbula:

0 = sim;

1 = não.

L = 1; CI = 1; RI = 1

Em espécies de Apteronotidae, e na maioria das esp´cies da família Sternopigydae, o ângulo-articular forma um córner pós-ventral da mandíbula. Em *Archolaemus* e gênero novo, o ângulo-articular não fomra um córner com a região pós-ventral da mandíbula.

44. Ângulo-articular incluído em uma cavidade na junta do quadrado:

0 = não;

1 = sim.

L = 1; CI = 1; RI = 1

Em espécies de Apteronotidae, a maioria da família Sternopigydae, o ângulo-articular não encontra-se incluído em uma cavidade na junta do quadrado. Em

Archolaemus e gênero novo, o ângulo-articular encontra-se incluído em uma cavidade na junta do quadrado.

45. Quadrado articulado ventralmente ao ângulo-articular e retro-articular.
0 = sim (Hilton *et al.*, 2007: 15, fig. 12; Campos-da-Paz, 1995: 39, figs. 4 e 5);
1 = não.
L = 1; CI = 1; RI = 1

Na maioria espécies de Apteronotidae, o quadrado é articulado ventralmente ao ângulo-articular. Contudo, *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus* possuem o quadrado articulado ventralmente ao ângulo-articular e retro-articular.

REGIÕES BRANQUIAL E HIÓIDE E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

46. Número de raios branquiostégios (Albert & Campos-da-Paz, 1998):
0 = cinco raios branquiostégios;
1 = dois ou quatro branquiostégios (Hilton *et al.*, 2007: 15, fig. 13).
L = 3; CI = 0,33; RI = 0,75

A condição quatro raios branquiostégios é encontrada na maioria dos Apteronotidae, com a excessão das espécies de *Adontosternarchus* e *Sternarchorhynchus* (menos em *S. caboclo*). Todos os táxons previamente citados possuem cinco raios branquiostégios. *Orthosternarchus tamandua* possui dois raios branquiostégios.

47. Número de raios branquiostégios expandidos:
0 = 2 or 3;
1= 1.
L = 1; CI = 1; RI = 1

Em espécies da ordem Gymnotiformes, o quarto e quinto raio branquiostégios são expandidos. Em *Archolaemus* e gênero novo apenas o quarto raio é expandido.

48. Relação entre o quarto e quinto raios branquiostégios:
0 = Quarto raio branquiostégio, praticamente com a mesma largura do quinto raio branquiostégio;
1 = Quarto expandido raio branquiostégio, quinto raio branquiostégio delgado.

L = 1; CI = 1; RI = 1

A condição derivada é encontrada no gênero novo 1 de Sternopigydae.

49. Infrafaringobranquial quatro:

0 = cartilaginoso (Mago-Leccia *et al.*, 1985: 7, fig. 5; Hilton et al., 2007: 16: fig., 14);

1 = ossificado.

L = 1; CI = 1; RI = 1

Em Apteronotidae e em seu grupo externo imediato o quarto infrafaringobranquial é cartilaginoso. Em *Platyurosternarchus* e *Sternarchorhynchus*, o infrafaringobranquial é ossificado.

50. Arco branquial (Lundberg & Mago-Leccia, 1986):

0= dentículos ossificados (Lundberg & Mago-Leccia, 1986: 66, fig. 12);

1= maioria cartilaginosos, poucos ossificados;

2= maioria cartilaginosos nenhum ossificados.

L = 2; CI = 0,5; RI = 0,83; não-aditivo

Os dentículos do arco branquial são ossificados em Sternopygidae, sendo em sua maioria cartilaginosos, poucos ossificados no gênero novo. Em Apteronotidae, as espécies de *Sternarchella* possuem dentículos ossificados.

51. Margem posterior do terceiro hipobranquial (Albert, 2001).

0 = margem do terceiro hipobranquial alongada e retangular em vista dorsal (Hilton *et al.*, 16, fig. 14);

1 = margem do terceiro hipobranquial larga em sua margem posterior, triangular em uma vista horizontal (Mago-Leccia *et al.*, 1985: 7, fig. 5).

L = 2; CI = 0,5; RI = 0,8

Na maioria dos táxons em Sternopigydae e Apteronotidae a margem do terceiro hipobranquial alongada e retangular em vista dorsal. A condição plesiomórfica, é encontrada em *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus*, *Sternarchorhamphus* e *Sternarhorhynchus*.

52. Forma do urohial (Albert, 2001).

0 = lâmina do urohial ossificada (Albert, 2001: 47, fig. 32a).

1 = lâmina do urohial não ossificada(Albert, 2001: 47, fig. 32a).

L = 1; CI = 1; RI = 1

A forma do urohial é variável nos Gymnotiformes. Em *Compsaraia*, *Porotergus*, *Adontosternarchus* e *Sternarchogiton* a lâmina do urohial não é ossificada.

CINTURA ESCAPULAR E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

53. Relação entre os ossos pós-temporal e supra-cleitro (Lundberg & Mago-Leccia, 1986):

0 = pós-temporal e supra-cleitro co-ossificados em indivíduos adultos (Mago-Leccia *et al.*, 1985: 8, fig. 6);

1 = pós-temporal independente do supra-cleitro em indivíduos maduros (Hilton *et al.*, 2007: 20, fig. 18).

L = 2; CI = 0,5; RI = 0

A condição derivada é encontrada na maioria das espécies de Apteronotidae, com a exceção das espécies de *Adontosternarchus*, *Apteronotus rostratus* e algumas espécies de *Sternarchogiton* não incluidas nesta análise.

54. Ossificação do mesocoracóide (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0 = mesocoracóide ausente (ao menos um elemento distinto ossificado);

1 = mesocoracóide ossificado, podendo formar uma ponte entre as superfícies médias do coracóide e do cleitro (Hilton *et al.*, 2007: 20, fig. 18).

L = 1; CI = 1; RI = 1

O mesocoracóide encontra-se presente em *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus*, sendo este ausente nas outras espécies de Apteronotidae e no grupo externo.

55. Associação entre o osso extrascapular e o teto do crânio (Albert & Campos-da-Paz, 1998):

0= extrascapular presente é independente do teto do crânio;

1= extrascapular firmemente associado ao teto do crânio Hilton *et al.*, 2007: 13, figs. 11a, b).

L = 1; CI = 1; RI = 1

O osso extrascapular firmemente associado ao teto do crânio em *Sternarchorhamphus* e *Orthosternarchus*. Em *Platyurosternarchus*, o osso extrascapular é parcialmente associado ao teto do crânio.

APRELHO DE WEBER E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

56. Forma do processo lateral do centrum 2, e processo lateral do centrum 4:
0 = processo do C2 horizontal;
1 = curvado ventralmente para o processo lateral do C2.
L = 1; CI = 1; RI = 0

O processo do centrum 2 é curvado ventralmente no gênero novo de Sternopygidae.

NADADEIRAS PEITORAIS, ANAL E CAUDAL

57. Formato geral das porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal (Albert & Campos-da-Paz, 1998):
0= porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal (quando presentes) estreitando-se e diminuindo de tamanho uniformemente em direção à extremidade proximal do pterigióforo;
1= porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal expandidas e pontiagudos, conferindo ao pterigióforo um formato aproximado de flecha.
L = 1; CI = 1; RI = 1

Este caráter é uma apomorfia para *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus*.

58. Números de raios na nadadeira caudal (Campos-da-Paz, 1995).
0= igual ou menor do que 10 raios (Campos-da-Paz, 1995: 31, 1a);
1 = igual ou maior do que 12 raios.
L = 1; CI = 1; RI = 1

Na ordem Gymnotiformes a nadadeira caudal é um caráter que encontra-se presente em Apteronotidae. Portanto, este caráter não se aplica ao gurpo externo. Na família Apteronotidae, *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus* possuem uma nadadeira caudal com 10 ou menos raios.

59. Placa hipoural:

0 = cartilaginosa (Hilton *et al.*, 2007: 19 fig. 17a);

1 = ossificada.

L = 1; CI = 1; RI = 1

Na ordem Gymnotiformes a nadadeira caudal é um caráter que encontra-se presente em Apteronotidae. Portanto, este caráter não se aplica ao gurpo externo. Na família Apteronotidae, *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus* possuem a placa hipoural cartilaginosa.

5.1. Análise filogenética

A análise dos 59 caracteres morfológicos descritos anteriormente, e 31 táxons terminais foram submetidos a uma análise de parcimônia através do *software* PAUP, utilizando-se o método *heuristic*, com as subopções *stepwise addition*, *random* e 10 *replicates*. Foram encontrados 71 cladogramas com comprimento de 91 passos, índice de consistência 0,63 e índice de retenção 0,81. O cladograma de consenso estrito foi obtido no software PAUP e apresentou 99 passos, sendo apresentado na figura 2.

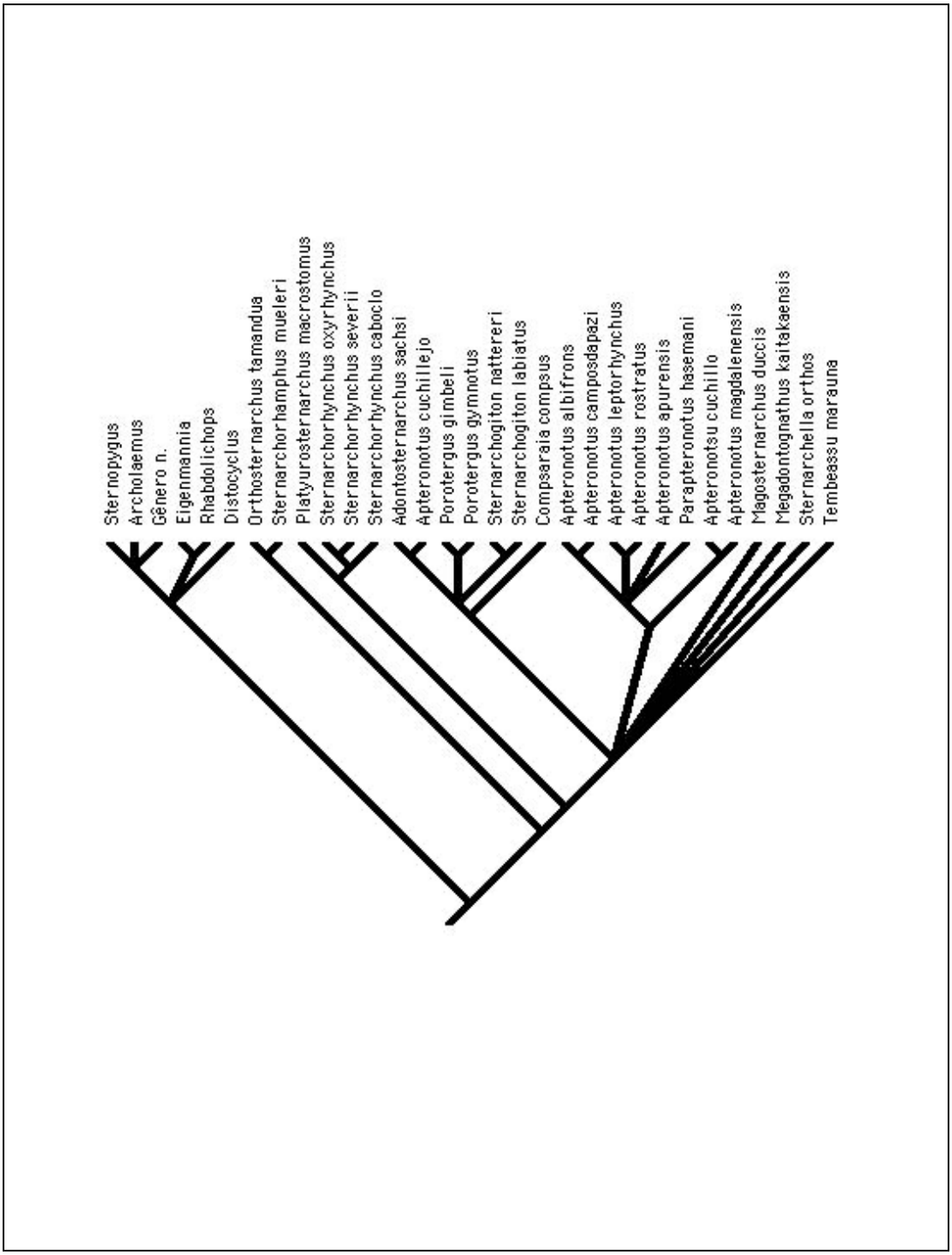

Figura 2. Cladograma de consenso estrito (L = 99; IC = 0,63; IR = 0,81) de 71 árvores mais parcimoniosas. Representado o relacionamento filogenético dos gêneros e espécies da família Apteronotidae.

5.2. Lista de sinapomorfias e discussões

Os caracteres que suportam o monofiletismo dos clados gerados são listados a seguir, precedidos pelo número, e estado entre parênteses. Os clados foram numerados e listados de acordo com a posição que ocupam no cladograma de consenso estrito (Figura 2). Discussões sobre os caracteres, monofiletismo e relacionamento em cada gênero são apresentados sempre que pertinente.

Sternarchorhamphini Albert 2001

Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus

Caracteres

14 (1); 16 (1); 19 (0); 22 (2); 29 (0); 41 (1); 45 (0); 51 (1); 54 (1); 55 (1); 57 (0).

Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) dividiram a família Apteronotidae em duas sub-famílias: Sternarchorhynchinae (Sternarchorhamphini e Sternarchorhynchini) e Apteronotinae, formada pelos demais táxons. Segundo estes autores, o monofiletismo de Sternarchorhynchinae é suportado por nove caracteres. O presente estudo não corrobora com o monofiletismo de Sternarchorhynchinae. A seguir, uma discussão sobre alguns dos caracteres utilizados por Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) é apresentada:

1) As escamas pequenas acima da linha lateral, mais de 11 escamas. Menos de 11 escamas acima da linha lateral, são encontradas em várias espécies de *Sternarchorhynchus*; incluindo a espécie tipo do gênero, *S. oxyrhynchus*, que possui 5-7 escamas acima da linha lateral (Campos-da-Paz, 2000). Em *Platyurosternarchus*, 6-9 escamas encontran-se presente acima da linha lateral. Quatro a nove escamas acima da linha lateral são encontradas em *Sternarchorhamphus mueleri* (Campos-da-Paz, 1995). Doze escamas acima da linha lateral, são encontradas em *Orthosternarchus tamandua* (Hilton *et al.*, 2007).

2) O septo do etmóide ventral mais longo do que alto. Como visto nos caracteres 37 e 38 do presente estudo, o septo do etmóide ventral encontra-se ausente ou extremamente reduzido em *Orthosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus* e *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*.

3) Ausência do processo ascendente ossificado sobre o endopterigóide. O processo ascendente sobre o endopterigóide encontra-se presente em *Sternarchorhynchus mormyrus* e outras espécies de *Sternarchorhynchus*. Em *Sternarchorhamphus*, este processo é encontrado em indivíduos juvenis, sendo o mesmo perdido durante a

ontogenia. O processo ascendente sobre o endopterigóide parece ser ausente em *Orthosternarchus tamandua* (Hilton *et al*., 2007:14, fig. 11). Em *Platyurosternarchus* o processo é perdido durante a ontogenia. Portanto, o processo é ausente nos indivíduos adultos de *Orhtosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, *Platyurosternarchus* e algumas espécies de *Sternarchorhynchus*. Segundo o presente estudo, a alternativa mais parcimoniosa aponta para a evolução independente deste caráter nos táxons previamentes citados.

Ainda, segundo a presente análise, os gêneros *Orthosternarchus* e *Sternarchorhamphus* compõe um clado monofilético, irmão das demais espécies de Apteronotidae. O monofiletismo deste clado concorda com Alves-Gomes *et al.* (1995), Albert & Campos-da-Paz (1998), Albert (2001) e Triques (2005). A posição basal deste clado, também foi observada por Alves-Gomes *et al.* (1995) e Triques (2005).

***Orthosternarchus* Ellis 1913**

Caracteres

11 (1).

Hilton *et al.* (2007) redescreveram em detalhe a morfologia externa e a osteologia de *Orthosternarchus tamandua*. No presente estudo, *Orhtosternarchus* é definido pela presença de uma fenda bucal que não ultrapassa a narina anterior. Este é um caráter homoplástico.

***Sternarchorhamphus* Eigenamann 1905**

Caracteres

10 (1).

Campos-da-Paz (1995) revisou *Sternarchorhamphus*, reconhecendo o mesmo como monofilético. No referido trabalho, o autor redescreveu em detalhes a espécies, e comentou sobre o relacionamento filogenético do gênero. A nadadeira anal escurecida distalmente, é o caráter que define o gênero neste estudo. Este caráter, também é encontrado em algumas espécies de *Sternarchorhyhnchus*, *Adontosternarchus*, *Apteronotus* e *Sternarchogiton*.

Clado sem nome

Platyurosternarchus, Sternarchorhynchus, Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu, Sternarchogiton

Caracteres

14 (0); 19 (1); 29 (1); 45 (1); 57 (1); 58 (0).

Sternarchorhynchini é o grupo irmão dos táxons remanescentes.

Sternarhorhynchini Albert 2001

Sternarchorhynchus* e *Platyurosternarchus

Caracteres

11 (1); 33 (1); 49 (1)

O monofiletismo de *Sternarchorhynchus* e *Platyurosternarchus* foi definido por Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). Alguns dos caracteres previamentes propostos, podem não representarem sinapomorfias para o clado (de Santana & Vari, em preaparação). No presente estudo, dois caracteres foram encontrados para suportar o monofiletismo de Sternarchorhynchini: a ausência do lateral etmóide, e a presença de um quarto infrafaringobranquial ossificado.

***Platyurosternarchus* Mago-Leccia 1994**

Caracteres

1 (1); 20 (1); 22 (1); 41 (1).

A condição monofilética de *Platyurosternarchus* foi determinada pela presença de quatro caracteres derivados:

1) Uma coloração única entre os apteronotídeos (ver Mago-Leccia, 1994: 160, fig. 57a).

2) Ausência de dentes sobre o pré-maxilar. Esta condição encontra-se presente em todas as espécies de *Adontosternarchus*, *Apteronotus cuchillejo* e algumas espécies de *Sternarchogiton*.

3) A forma do maxilar é única para *Platyurosternarchus* (ver Mago-Leccia, 1994: 132, fig. 23), neste gênero o maxilar tem uma forma retangular.

4) Ausência do processo ascendente sobre o endopterigóide em indivíduos adultos.

Este caráter evoluiu independentemente em Apteronotidae, sendo encontrado em espécies de *Porotergus*, algumas espécies de *Sternarchorhynchus*,

Sternarchorhamphus e *Orthosternarchus*. Em *Sternarchorhamphus*, este processo é perdido durante a ontogenia.

***Sternarchorhynchus* Castelnau 1855**

Caracteres

28 (1); 31 (1); 38 (1); 41 (0); 46 (0).

Recentemente, Campos-da-Paz (2000) revisou o gênero *Sternarchorhynchus*. O referido autor propôs seis sinapomorfias para suportar o monofiletismo do gênero. No presente trabalho, três sinapomorfias adicionais são propostas:

1) Dentes posicionados na porção anterior do dentário. Esta condição, é compartilhada independentemente com algumas espécies de *Porotergus* e com *Apteronotus cuchillejo*.

2) Ausência do osso coronomekeliano. O osso coronomekeliano está presente em todas as espécies de Apteronotidae, exceto em *Sternarchorhynchus*. Possivelmente a perda deste osso está associada ao enlogamento do dentário e ângulo-articular, com uma drática redução da cartilagem mekeliana durante a ontogenia.

3) O processo do etmóide ventral em forma de foice. *Sternarchorhynchus oxyrhynchus*, não possui este processo. Sendo portanto considerado uma reversão para a espécie.

Apteronotinae Albert 2001

Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu, Sternarchogiton

Caracteres

32 (1); 38 (0); 51 (0).

Albert (2001) propôs a subfamília Apteronotinae baseado em cinco caracteres. Na hipótese filogenética proposta de Albert (2001), *Parapteronotus* aparece como o grupo irmão das espécies restantes de Apteronotinae. Está condição é suportada por um caráter reverso em *Parapteronotus*. Na presente hipótese, *Parapteronotus* aparece em uma grande politomia com as espécies de *Apteronotus*. Portanto, é possível que *Parapteronotus* seja um sinonímo de *Apteronotus*.

Alguns caracteres utilizados por Albert (2001) para definir Apteronotinae são refutados abaixo:

1) Fenda bucal longa, ultrpassando a borda anterior do olho. Na maioria dos táxons incluídos em Apteronotinae, a fenda bucal não alcança a borda anterior do olho. Este é o caso para *Adontosternarchus, Porotergus, Megadontognathus, Sternarchella*, *Tembeassu* e *Sternarchogiton* (Campos-da-Paz, 1999: 1044, fig. 1; Campos-da-Paz, 2005: 336, fig. 1; de Santana & Crampton, 2007: 389, 392, 394, 398; figs. 1, 4, 5 e 6). O referido autor, afirma que este caráter encontra-se presente em *Platyurosternarchus*. Contudo, em *Platyurosternarchus* a fenda bucal não alcança a borda anterior do olho (Mago-Leccia, 1994: 160; figs. 47 - a, b).

2) A presença de uma estrutura em forma de concha sobre lâmina descendente da maxila. Este caráter encontra-se presente apenas em *Megadontogathus, Apteronotus*, *Parapteronotus* e *Sternarchogiton*.

No presente estudo, o monofiletismo deste clado é suportado pelos seguintes caracteres: porções da superfície dorsal do mesetmóide, anterior e posteriormente ao etmóide ventral, formando un ângulo entre si. Em *Adontosternarhcus,* as porções dorsal do mesetmóide são aproximadamente paralelas em vista lateral. O processo do etmóide ventral é rosbusto nos táxons supracitados. A margem do terceiro hipobranquial é alongada, e algo retangular em vista dorsal.

Clado sem nome

Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Sternarchogiton

Caracteres

16 (1); 22 (0); 52 (1).

Albert (2001), apresentou duas sinapomorfias para sustentar o clado formado por *Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia, Sternarchogiton* e *Apteronotus apurensis.* O referido autor sugeriu uma posição basal no clado.

No presente estudo, *Apteronotus apurensis* aparece como um membro de *Apteronotus*.

A condicão monofilética do clado formado por *Adontosternarchus, Porotergus, Compsaraia* e *Sternarchogiton* foi suportada pelas seguintes sinapomorfias:

1) Escamas ausentes sobre a região ântero-dorsal do corpo e linha média (escamas presente nas espécies de *Adontosternarchus*).

2) Maxilar em forma de gancho (Mago-Leccia, 1994: 132, fig. 23).

3) A lâmina do urohial não-ossificada.

***Compsaraia* Albert 2001**

22(0); 28 (0).

Caracteres derivados adicionais para *Compsaraia*, foram providos por Albert (2001).

Porotergini Albert 2001

Adontosternarchus, Porotergus, Sternarchogiton

Caráter

35 (1).

Albert (2001), propôs a tribo Porotergini, *Porotergus* + *Adontosternarchus* + *Sternarchogiton*, baseado nas seguintes sinapomorfias: o osso pré-maxilar pouco desenvolvido, a sua margem lateral côncava; a perda de alguns, ou de todos os dentes do pré-maxilar durante o desenvolvimento, ou seja adultos com menos dentes do que os juvenis; uma única fila de dentes sobre o dentário; a mandíbula mais curta do que alta; a margem oral do dentário mais curta do que o comprimento do ângulo - articular; um focinho truncado e recurvado; o etmóide ventral curto anteriormente, com a sua maior altura na porção anterior; o etmóide lateral estreito; o órbito-esfenóide estreito, com a sua margem ventral mais longa ou curta do que a margem dorsal; e a margem ventral do paresfenóide cobrindo ligeiramente ambos os lados da base do crânio.

Ellis (1912) ergueu o gênero *Porotergus* para incluir a espécie nominal *P. gymnotus* do rio Essequibo na Guiana, e descreveu *P. gimbeli* da cidade do Pará no Brasil (atualmente chamada de Belém). O gênero foi diagnosticado pela ausência de escamas na porção anterior do dorso até o filamento eletroreceptivo; a presença de escamas largas acima da linha lateral; e a presença de dentes nas arcadas inferior e superior. Ellis (1913) apresentou uma chave taxonômica a qual diagnosticava *P. gymnotus* de *P. gimbeli*. Arámburu (1957) descreveu *P. ellisi* do Delta do Paraná na

Argentina. Em 1994, Mago-Leccia descreveu *P. compsus* da bacia do rio Orinoco na Venezuela.

Os recentes estudos cladísticos sobre o relacionamento filogenético da ordem Gymnotiformes, foram incapazes de encontrar sinapomorfias para dar suporte ao monofiletismo das quatro espécies nominais de *Porotergus* (Albert & Campos-da-Paz, 1998; Albert, 2001). Desta forma, Albert (2001) transferiu *P. ellisi* para *Apteronotus* incertae sedis, e ergueu o gênero *Compsaraia* para incluir *P. compsus*. De Santana (2007) quatro espécies para o gênero *Porotergus*, com uma espécie não descrtia.

O gênero *Adontosternarchus* Ellis, compreende quatro espécies de tamanho pequeno a médio (Mago-Leccia *et al.*, 1985, Albert, 2003). *Adontosternarchus sachsi* foi descrito por Peters (1877) da bacia do rio Orinoco na Venezuela. Cope (1878) descreveu *A. balaenops* da bacia do rio Amazonas no Peru. Mago-Leccia e colaboradores (1985), revisaram *Adontosternarchus*, incluído mais duas espécies ao gênero, *A. clarkae* do rio Negro e *A. devenanzii* do Caño Caujarito, rio Portuguesa, ambos da Venezuela. As espécies de *Adontosternarchus* são conhecidas por habitarem canais profundos dos rios Amazonas e Orinoco (Mago-Leccia *et al.*, 1985; Marrero, 1987; Lasso *et al.*, 1997; Cox-Fernandes et al., 2004).

Adontosternarchus é diagnosticado em Apteronotidae por possuírem cromatóforos pretos e amarelos; as escamas presentes na região médio-dorsal do corpo; um órgão sobre o queixo consistindo em uma camada grossa de eletroreceptores; uma fenda bucal pequena; a abertura bucal terminal, e a boca em forma de “V”; a maxila superior inserida na mandíbula; a dentição oral ausente em adultos; a região etmóidiana alta, a lâmina descendente da maxila reta e estreita, e sem uma concha anterior; a margem dorsal do opérculo convexa; cinco a seis raios

branquiostégios; a cabeça dorsal do espinho hemal deslocado em forma de uma lâmina descendente, e a margem anterior continua, com uma curva na lâmina descendente; a ponta do mesetmóide reta; e os parapófises da vértebra pré-caudal anterior não fazendo contacto entre si (Albert, 2001).

Eigenmann (1905) propôs o gênero *Sternarchogiton* para incluir *S. nattereri* (Steindachner 1868) e *S. sachsi* (peters 1877), com base na ausência de dentes no pré-maxilar (Eigenmann & Ward, 1905). Ellis (1913), restringiu o gênero a *S. nattereri*. *Sternarchogiton nattereri* foi originalmente descrito da Barra do Rio Negro (atualmente chamado de Manaus), no baixo Rio Negro na Amazônia Brasileira. Eigenmann & Allen (1942) descreveram *S. porcinum* do rio Huallaga, Peru, sendo este incluído em *Sternarchogiton* por possuir as seguintes características: ausência de escamas sobre a região dorsal do corpo, e quatro a cinco escamas acima da linha lateral. Schultz (1949) descreveu *S. cuchillejo* da bacia do lago Maracaibo, Venezuela.

Mago-Leccia (1994) reconheceu três espécies para *Sternarchogiton*, *S. cuchillejo*, *S. nattereri*, e *S. porcinum*. Diagnosticando o gênero pela ausência de dentes sobre o pré-maxilar; um focinho curto, e rombóide; a fenda bucal alcançando ou ultrapassando o olho; um osso maxilar curto com uma forma crescente; o dentário com duas fileiras de dentes; o mesopterigóide curto e sem um processo ascendente; o canal pterótico do sistema laterosensorial da cabeça e o extra-escapular representado por tubos não articulados; e por apresentarem 14 a 15 vértebras pré-caudais. No mesmo estudo, Francisco Mago-Leccia contestou a validade de *Sternarchogiton*, com base no fato que este foi estabelecido baseado em um caractere ambíguo em Apteronotidae, ou seja a ausência de escamas sobre a região dorsal do corpo. Albert & Campos-da-Paz (1998) definiram o gênero *Sternarchogiton* com base na presença de

uma margem ventral da lâmina descendente do maxilar com um ângulo agudo; o órbito-esfenóide bem ossificado no septo nasal; o canal laterosensorial ossificado em forma de halteres; o pós-temporal independente do supra-cleitro; as lâminas descendentes dos pterigióforos largas.

Albert & Campos-da-Paz (1998) transferiram *S. cuchillejo* para o gênero *Apteronotus* sensu stricto. Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001; 2003) designaram *Oedemognathus exodon* Myers 1936 como um sinônimo júnior de *S. nattereri*. Uma vez que, a espécie *O. exodon* foi descrita baseado e um espécime macho, e sexualmente dimórfico de *S. nattereri* (Lundberg *et al.*, 2000; Albert, 2001; Cox-Fernandes *et al.* 2002). De Santana & Crampton (2007) revisaram o gênero *Sternarchogiton* com base em características de morfologia externa, osteologia, descarga do órgão elétrico, e ecologia, acrescendo o número de espécie do gênero para quatro. *Sternarchogiton preto* foi descrito para as bacias dos rios Amazonas e Solimões, e *S. labiatus* da bacia do rio Amazonas.

***Adontosternarchus* Ellis 1913**

Caracteres

6 (1); 10 (1); 20 (1); 27 (1); 32 (0); 53 (1).

O monofiletismo de *Adontosternarchus* corroborra com Mago-Leccia *et al.* (1985) pelos caracteres supracitados.

***Porotergus* Ellis 1913**

Caracteres

41 (1).

O monofiletismo de *Porotergus* é determinado pela forma do maxilar.

***Sternarchogiton* Eigenmann 1905**

Caracteres

39 (1).

O monofiletismo de *Sternarchogiton* corrobora com de Santana & Crampton (2007).

Clado sem nome

Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella, Tembeassu

Caracteres

16 (1); 21 (1); 22 (2); 42 (1).

Apteronotus, Parapteronotus, Magosternarchus, Megadontognathus, Sternarchella e *Tembeassu* formam uma grande politomia. Lundberg *et al.* (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) sugerem o monofiletismo entre *Magosternarchus* e *Sternarchella*. Contudo, o presente trabalho indica que os caracteres utilizados pelos autores para suportar a condição monofilética do clado surgiram independentemente.

***Apteronotus* La Cépède 1800**

***Parapteronotus* Albert 2001**

Caracteres

8 (1); 12 (1); 36 (1).

Triques (1993) conclui que o gênero *Apteronotus*, representado por *Apteronotus albifrons*, é o grupo irmão dos demais gêneros de Apteronotidae. Uma única autapomorfia foi apontada para *Apteronotus*: o ossos suspensores não se encontram na linha sagital. O gênero *Ubidia* foi considerado como *incertae sedis*, e foi posicionado em Apteronotidae com base em caracteres plesiomórficos.

Alves-Gomes *et al.* (1995), utilizou 302 bases dos genes mitocôndriais 12S rRNA e 416 bases de 16S rRNA de diversas espécies de Gymnotiformes, incluindo *Apteronotus albifrons* e *Apteronotus leptorhynchus*, o cladograma obtido sugere que os dois táxons não emergem de um clado monofilético. No mesmo trabalho, os autores apresentaram um cladograma de consenso entre dados moleculares, morfológicos e eletrofisiológicos no qual, *Apteronotus albifrons* aparece como grupo irmão de *Sternarchella* + *Sternarchogiton*.

Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001) estabeleceram *Apteronotus* (*sensu estrito*) baseado em quatro sinapomorfias: 1) a superfície do corpo marrom ou preta, com uma faixa dorsal clara, faixa clara no queixo e faixas caudais; 2) membro

posterior do ângulo-articular alongado; 3) a superfície do osso do crânio liso, isto ´não apresentando porosidade; e 4) o comportamento de habitar terra firme, igarapés e lagos. A condição derivada: membro posterior do osso ângulo-articular alongado, é considerada como diagnóstica para o gênero.

Albert (2001) reconheceu dois grupos dentro de *Apteronotus*: O grupo de espécie *Apteronotus albifrons*, contendo seis espécies: *Apteronotus albifrons*, *Apteronotus maximilliani Apteronotus spurrellii*, *Apteronotus jurubidae*, *Apteronotus mariae* e *"Sternachogiton" cuchillejo*. Segundo o autor, *Apteronotus spurrellii* e *Apteronotus jurubidae* poderiam ser sinonímias de *Apteronotus mariae*. Este grupo pode ser diagnosticado por quatro sinapomorfias: um pré-maxilar pequeno, o número reduzido de dentes no pré-maxilar, um corpo relativamente alto, um grande contraste de pigmentação preto e branco sobre o focinho e pedúnculo caudal.

O grupo de espécies *Apteronotus brasiliensis* foi reconhecido por uma única sinapomorfia, a hipermorfia na região esfenoidiana do neurocrânio. Está hipermorfia na região esfenoidiana, não foi associada ao dimorfismo sexual secundário, como notado por Cox-Fernandes (1998), Cox-Fernandes *et al*. (2004) e Hilton & Cox-Fernandes (2006).

Os resultados da análise filogenética apresentada neste estudo não corroboram com a hipótese de Triques (1993), ou seja, que *Apteronotus* represente o grupo irmão dos demais apteronotídeos.

***Apteronotus albifrons* Complexo de espécies**

Caracteres

9 (1).

Como sugerido por de Santana (2003), *Apteronotus albifrons* representa mais de uma espécie, que historicamente foram identificados por este nome. Recentes estudos taxonômicos começaram a descontruir este complexo de espécies (de Santana, 2003; de Santana & Lehmann, 2006). Estes táxons são identificado pela presença de duas faixas claras circundando o pedúculo caudal durante toda a ontogenia.

Apteronotus leptorhynchus* + *Apteronotus rostratus

Caracteres

30 (1); 36 (0).

Como sugerido por de Santana (2003) e de Santana *et al*. (2007), *Apteronotus leptorhynchus* e *A. rostratus* representam complexos de espécies. Recentes estudos taxonômicos começaram a evidenciar a diversidade nestes complexos de espécies (de Santana & Crampton, 2006; de Santana *et al*. 2007). Estes táxons são identificado pela presença dos dentes posteriores duas vezes maiores do que os anteriores, e pela ausência do processo antero-ventral do pteroesfenóide (uma reversão em relação as demais espécies de *Apteronotus*). Os dois complexos de espécies são diferenciados pela ossificação do etmóide lateral em *A. leptorhynchus* versus o etmóide lateral cartilaginoso em *A. rostratus*.

***Apteronotus apurensis* Complexo de espécies**

Caracteres

16 (1).

Apteronotus apurensis, em conjunto com *A. bonapartii* podem constituir um complexo de espécies. Estas espécies são identificadas pela presença dos seguintes caracteres homoplásticos: uma faixa escura distal sobre as nadadeiras peitoral e anal; e a ausência de escamas sobre a região médio-dorsal do corpo.

Apteronotus cuchillo + Apteronotus magdalenensis

Caracteres

1 (2); 7 (0); 9 (0).

A presente hipótese de monofiletismo de *Apteronotus cuchillo + Apteronotus magdalenensis* corrobora com Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001). Este clado é definido pelos caracteres listados acima.

***Magosternarchus* Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996**

Caracteres

21 (1); 22 (2); 42 (1).

Uma discusão pertinente sobre o monofiletismo e, relacinamentos de *Magosternarchus* com os demais membros de Apteronotidae foi apresentado por Lundberg *et al*. (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001).

***Megadontognathus* Mago-Leccia 1994**

Caracteres

28 (2); 30 (1).

O gênero *Megadontognathus* foi revisado por Campos-da-Paz (2000). O referido autor forneceu uma descrição detalhada sobre o monofiletismo do gênero, bem como das suas relaçøes filogenéticas.

***Sternarchella* Eigenmann 1905**

Caracteres

21 (1); 42 (1); 50 (1).

Uma discusão pertinente sobre o monofiletismo e, relacinamentos de *Sternarchella* com os demais membros de Apteronotidae foi apresentado por Lundberg *et al*. (1996), Albert & Campos-da-Paz (1998) e Albert (2001).

***Tembeassu* Triques 1998**

Caracteres

26 (1).

A presença de dentes na região anterior ao prê-maxilar define o gênero *Tembeassu*. Este gênero, parece ser intimamente relacionado com os *Sternarchella* e *Magosternarchus*. Nenhum indivíduo de *Tembeassu* foi obitido para o estudo osteológico.

6. LISTA ABREVIADA DE CARACTERES

1. Pigmentação do corpo: 0 = distribuição continua; 1 = com pequenas manchas pretas; 2 = com pequenas manchas amarelas e marons.

2. Faixa clara vertical na região média do corpo: 0 = região média do corpo com coloração contínua; 1 = região média do corpo com uma faixa clara vertical. (

3. Faixa clara sobre a região dorsal (I): 0 = região dorsal com coloração contínua; 1 = região dorsal com uma faixa clara.

4. Faixa clara sobre a região dorsal (II): 0 = estendendo-se da ponta do focinho até o início do filamento dorsal; 1 = estendendo-se da ponta do focinho até a nuca.

5. Faixa clara sobre o queixo: 0 = coloração contínua sobre o queixo; 1 = faixa clara sobre o queixo.

6. Faixa clara circundando a base da nadadeira caudal: 0 = base da nadadeira anal com coloração contínua ou com manchas; 1 = base da nadadeira caudal com uma faixa clara.

7. Presença de uma faixa clara circundando a base da nadadeira caudal: 0 = em indivíduos juvenis; 1 = presente durante toda a ontogenia.

8. Faixa clara circundando o final da nadadeira anal: 0 = ausente; 1 = presente.

9. Presença de uma faixa clara circundando o final da nadadeira anal: 0 = apenas em indivíduos juvenis; 1 = adultos.

10. Coloração da nadadeira anal (inteira ou parcialmente): 0 = nadadeira anal translúcida ou hialina com coloração uniforme; 1 = nadadeira anal escurecida distalmente.

11. Fenda bucal: 0 = ultrapassa a narina anterior; 1 = não ultrapassa a narina anterior.

12. Fenda bucal ultrapassando a narina posterior: 0 = não atinge uma vertical imaginária com os olhos os olhos; 1 = atingindo ou ultrapassando uma vertical imaginária com os olhos.

13. Filamento carnoso aderido a um sulco médio-dorsal do corpo: 0 = região médio-dorsal do corpo sem qualquer filamento carnoso estendendo-se longitudinalmente;
1 = região médio-dorsal do corpo com um filamento carnoso estendendo-se longitudinalmente.

14. Ponto aproximado de inserção da extremidade anterior do filamento carnoso 0 = filamento carnoso dorsal originando-se no terço final do comprimento do corpo até o final da nadadeira anal; 1 = filamento carnoso dorsal estendendo-se ao longo de toda a margem dorsal do corpo, originando-se próximo da nuca ou apenas um pouco posteriormente a está.

15. Nadadeira caudal: 0 = ausente; 1 = presente.

s16. Padrões gerais de distribuição de escamas: 0 = escamas cobrindo todo o corpo uniformemente; 1 = escamas ausentes sobre a região ântero-dorsal do corpo e linha média dorsal.

17. Presença de uma estrutura, dura, proeminente e tri-lobada, sobre o lábio inferior:
0 = lábio inferior sem qualquer estrutura; 1 = estrutura, dura, proeminente e tri-lobada, sobre o lábio inferior.

18. Borda do olho: 0 = livre; 1 = fusionada.

19. Aspecto geral dos dentes nas maxilas superior e inferior em indivíduos adultos: 0 = dentes usualmente delgados e pouco robustos (dentes “viliformes”), com alterações discretas no diâmetro ao longo de seu comprimento; 1 = dentes bem desenvolvidos e cônicos, em geral com base mais ampla do que a porção distal.

20. Dentição do pré-maxilar: 0 = dentes presentes; 1 = dentes ausentes.

21. Tamanho aproximado da margem do pré-maxilar: 0 = margem lateral do pré-maxilar aproximadamente igual ou menor em comprimento do que a margem lateral do osso maxilar nos adultos, sua extremidade posterior situando-se anteriormente ao ponto de articulação entre o osso maxilar e a cartilagem palatina; 1 = margem lateral do pré-maxilar com comprimento maior do que a margem lateral do osso maxilar, sua margem lateral posterior situando-se póstero-dorsalmente em relação ao ponto de articulação entre o osso maxilar e a cartilagem palatina.

22. Forma geral do maxilar: 0 = maxilar em forma de gancho; 1 = maxilar aproximadamente retangular; 2 = maxilar expandido anteriormente.

23. Região dorsal do maxilar em forma de gancho: 0 = região dorsal do maxilar sem uma reentrância; 1 = região dorsal do maxilar com uma reentrância, com as margens possuindo aproximadamente o mesmo tamanho.

24. Margem anterior do maxilar: 0 = completamente ossificada; 1 = cartilaginosa; 2 = cartilaginosa em juvenis.

25. Dentes diminutos sobre a base da válvula oral superior: 0 = ausente; 1 = presente.

26. Dentes diminutos sobre o interior da boca, posicionados anterior ao pré-maxilar: 0 = ausente; 1 = presente.

27. Dentes sobre o dentário: 0 = presente; 1 = ausente.

28. Arranjo dos dentes sobre o dentário em indivíduos adultos (I): 0 = dentes presentes na porção anterior e posterior do dentário; 1 = dentes presentes apenas na porção proximal do dentário; 2 = dentes presentes apenas na porção distal do dentário;

29. Distribuição dos dentes sobre o dentário (II): 0 = 5 a 8 fileiras;1 = 1 a 2 fileiras.

30. Tamanho aproximado dos dentes sobre o dentário: 0 = dentes aproximadamente do mesmo tamanho; 1 = dentes posteriores grandes. Estes dentes possuem aproximadamente duas vezes o tamanho dos dentes anteriores (quando presentes).

31. Osso Coronomekeliano: 0 = presente; 1 = ausente.

32. Curvatura da superfície dorsal do mesetmóide: 0 = porções da superfície dorsal do mesetmóide, anteriormente e posteriormente ao etmóide lateral, aproximadamente paralelas em vista lateral; 1 = porções da superfície dorsal do mesetmóide, anteriormente e posteriormente ao etmóide ventral, formando um ângulo entre si.

33. Etmóide lateral: 0 = presente; 1 = ausente.

34. Ossificação do etmóide lateral: 0 = etmóide lateral ossificado; 1 = etmóide lateral cartilaginoso.

35. Aspecto geral do órbito-esfenóide: 0= órbito-esfenóide amplo e ossificado próximo do septo mediano, em sua margem ventral maior do que a margem dorsal em extensão; 1= órbito-esfenóide estreito, sua margem anterior não ossificada ou pouco desenvolvida, e sua margem ventral mais curta ou com comprimento aproximadamente igual ao da margem dorsal.

36. Aspecto geral do pteroesfenóide: 0 = porção antero-ventral do pteronesfenóide não contacta a superficie do paraesfenóide; 1 = porção antero-ventral do pteronesfenóide contacta a superficie do paraesfenóide.

37. Processo do etmóide ventral: 0 = processo do etmóide ventral ausente; 1 = processo do etmóide ventral presente.

38. Forma do processo do etmóide ventral: 0 = processo do etmóide ventral robusto; 1 = processo do etmóide ventral em forma de uma foice.

39. Aspecto das ossificações do canal mandibular: 0= porções ossificadas do canal látero-sensorial mandibular representadas por tubos longos e estreitos; 1= porções ossificadas do canal látero-sensorial mandibular representadas por ossículos curtos, estreitos em sua porção média e amplos em suas extremidades, com formato aproximado de “halteres”.

40. Dentição do endopterigóide: 0 = dentes diminutos distribuídos irregularmente sobre a superfície ventral do endopterigóide; 1= endopterigóide sem dentes.

41. Processo ascendente do endopterigóide I: 0 = presença de um processo ascendente conspícuo sobre a superfície dorso-lateral do endopterigóide; 1 = superfície do endopterigóide praticamente lisa.

42. Aspecto do processo ascendente do endopterigóide II: 0 = processo ascendente do endopterigóide reto, em posição aproximadamente perpendicular ao eixo maior do mesopterigóide; 1 = processo ascendente do endopterigóide curvando-se para trás, notadamente oblíquo em relação ao eixo maior do mesopterigóide.

43. Ângulo-articular formando um córner pós-ventral da mandíbula: 0 = sim; 1 = não.

44. Ângulo-articular incluído em uma cavidade na junta do quadrado: 0 = não; 1 = sim.

45. Quadrado articulado ventralmente ao ângulo-articular e retro-articular: 0 = sim; 1 = não.

46. Número de raios branquiostégios: 0 = cinco raios branquiostégios; 1 = dois ou quatro branquiostégios.

47. Número de raios branquiostégios expandidos: 0 = 2 ou 3;1= 1.

48. Relação entre o quarto e quinto raios branquiostégios: 0 = Quarto praticamente com a mesma largura do Quinto; 1 = Quarto expandido, quinto delgado.

49. Infrafaringobranquial quatro: 0 = cartilaginoso; 1 = ossificado.

50. Arco branquial: 0= dentículos ossificados; 1= maioria cartilaginosos, poucos ossificados;2= maioria cartilaginosos nenhum ossificados.

51. Margem posterior do terceiro hipobranquial: 0 = margem do terceiro hipobranquial aolongada e retangular em vist dorsal; 1 = margem do terceiro hipobranquial larga em sua margem posterior, triangular em uma vista horizontal.

52. Forma do urohial: 0 = lâmina do urohial ossificada; 1 = lâmina do urohial não ossificada.

53. Relação entre os ossos pós-temporal e supra-cleitro: 0 = pós-temporal e supra-cleitro co-ossificados em indivíduos adultos; 1 = pós-temporal independente do supra-cleitro em indivíduos maduros.

54. Ossificação do mesocoracóide: 0 = mesocoracóide ausente (ao menos um elemento distinto ossificado); 1 = mesocoracóide ossificado, podendo formar uma ponte entre as superfícies médias do coracóide e do cleitro.

55. Associação entre o osso extrascapular e o teto do crânio:0 = extrascapular presente é independente do teto do crânio; 1 = extrascapular firmemente associado ao teto do crânio.

56. Forma do processo lateral do centrum 2, e processo lateral do centrum 4:
0 = processo do C2 horizontal; 1 = curvado ventralmente para o processo lateral do C2.

57. Formato geral das porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal:
0 = porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal (quando presentes) estreitando-se e diminuindo de tamanho uniformemente em direção à extremidade proximal do pterigióforo; 1 = porções laminares dos pterigióforos da nadadeira anal expandidas e pontudas, conferindo ao pterigióforo um formato aproximado de flecha.

58. Números de raios na nadadeira caudal: 0 = igual ou menor do que 10 raios; 1 = igual ou maior do que 12 raios.

59. Placa hipoural: 0 = cartilaginosa; 1 = ossificada.

7. SISTEMÁTICA DA FAMÍLIA APTERONOTIDAE JORDAN 1900 (OTOPHYSI: GYMNOTIFORMES)

Uma chave de identificação, além de diagnoses diferencias são apresentados para os 14 gêneros de Apteronotidae reconhecidos neste estudo.

7.0. Chave de identificação para os 14 gêneros da família Apteronotidae

1a. Origem do filamento dorsal no terço final do corpo.....2

b. Origem do filamento dorsal logo após a nuca.....3

2a. Presença de prolongamento carnoso conspícuo na extremidade anterior da maxila inferior; dentes extras, associados a uma cartilagem mole no teto da cavidade oral, posicionado anteriormente aos dentes pré-maxilares …….*Tembeassu marauna* (Bacia do rio Paraná)

b. Ausência de um prolongamento carnoso conspícuo na extremidade anterior da maxila inferior; Ausência dentes extras, associados a uma cartilagem mole no teto da cavidade oral……4

3a. Região anti-orbital reta e tubular; nadadeiras peitoral e anal hialinas……*Orthosternarchus tamandua* (Bacia do rio Amazonas)

b. Região anti-orbital côncava; nadadeiras peitoral e anal escurecidas distalmente……....*Sternarchorhamphus muelleri* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco)

4a. Narina anterior e posterior afastadas, narina anterior próxima do focinho e posterior próxima do olho; pedúnculo caudal relativamente baixo…….....5

b. Narina anterior e posterior próximas, e próximas do olho do que da ponta do focinho; pedúnculo caudal relativamente alto.....*Platyurosternarchus* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco, rios das Guianas)

5a. Presença de dentes sobre a maxila inferior.....6

b. Ausência de dentes sobre a maxila inferior.....*Adontosternarchus* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco)

6a. Presença de dentes sobre a porção anterior e posterior do dentário.....7

b. Ausência de dentes sobre a porção anterior do dentário, três a quatro dentes cônicos e grandes sobre a região posterior……..*Megadontognathus* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco)

7a. Dentes sobre as porções anterior e posterior do dentário apresentando tamanhos relativamente similares.....8

b. Dentes sobre a porção posterior do dentário cerca de duas vezes maiores do que os dentes anteriores.....Gênero novo 1 (Bacia dos rios Paraná e Orinoco, e rio das Guianas)

8a. Presença de dentes, mais de seis, sobre o pré-maxilar.....……....9

b. Ausência ou presença de, cinco ou menos dentes sobre o pré-maxilar.....*Sternarchogiton* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco)

9a. Focinho tubular, côncavo; fenda bucal não alcança a borda anterior da narina posterior.....*Sternarchorhynchus* (Bacia dos rios Amazonas, Paraná-Paraguai, Orinoco, e rios das Guianas)

b. Focinho não-tubular; fenda bucal ultrapassa a narina posterior.....…….....10

10a. Pteroesfenóide com um processo descendente na região antéro-ventral contactando a superfície dorsal do paraesfenóide……..…..*Apteronotus* (Bacia dos rios Amazonas, Paraná, Orinoco, e rios das Guianas)

b. Pteroesfenóide sem um processo descendente na região antéro-ventral contactando a superfície dorsal do paraesfenóide…….....11

11a. Boca sempre superior, maxila inferior projetada……*Magosternarchus* (Bacia do rio Amazonas)

b. Boca terminal, subterminal ou inferior. ……...12

12a. Região ventral da cabeça comprimida; boca inferior……..*Pariosternarchus amazonensis* (Bacia Amazônica)

b. Região ventral da cabeça cilíndrica; boca terminal, subterminal ou ligeiramente inferior…….*Sternarchella* (Bacia dos rios Amazonas e rio Orinoco)
13a. Região pré-orbital rombóide, focinho curto, menos de um terço do comprimento da cabeça em adultos; ausência de presença de dimorfismo sexual secundário relacionada à hipertrofia do focinho em machos…….*Porotergus* (Bacia do rio Amazonas, lago Maracaibo, e rios dos Escudos das Guianas)
b. Região pré-orbital longa, focinho longo, mais de um terço do comprimento da cabeça em adultos; presença de dimorfismo sexual secundário em machos relacionada à hipertrofia do focinho em machos……*Compsaraia* (Bacia dos rios Amazonas e Orinoco)

7.1. Gênero *Adontosternarchus* Ellis 1912 (7 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela ausência de dentes nas maxilas inferior e superior em adultos; uma boca em forma de "V''; e a presença de cinco raios branquiostégios sobre o arco hióide.

1. *Adontosternarchus balaenops* (Cope 1878) Espécie tipo
Sternarchus balaenops Cope, 1878: 682 (Localidade tipo, rio Amazonas, Pebas, Perú).
2. *Adontosternarchus clarkae* Mago-Leccia, Lundberg & Baskin 1985
Adontosternarchus clarkae Mago-Leccia, Lundberg & Baskin, 1985: 15, figuras 1C, 9-12, 16-17 (Localidade tipo, Rio Negro, perto de San Carlos do Rio Negro, Amazonas, Venezuela).
3. *Adontosternarchus devenanzii* Mago-Leccia, Lundberg & Baskin 1985
Adontosternarchus devenanzii Mago-Leccia, Lundberg & Baskin, 1985: 11, figuras 1B, 2-6, 9-15 (Localidade tipo, Cano Caujarito, rio Portuguesa, Guárico, Venezuela).
4. *Adontosternarchus sachsi* (Peters 1877)
Sternarchus sachsi Peters, 1877: 473 (Localidade tipo, San Fernando de Apure, rio Orinoco. Venezuela).

7.2. Gênero *Apteronotus* La Cépède 1800 (21 espécies)
Parapeteronotus Albert 2001
Ubidia Miles 1945

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae por possuir uma faixa branca ou amarela sobre o queixo e cabeça, podendo estender-se ate a região dorsal do corpo atingindo o inicio do filamento dorsal; um dentário com duas ou três fileiras de dentes, todos com aproximadamente o mesmo tamanho. Pelo menos dois grupos de espécies são reconhecidos neste gênero *A. albifrons* e diagnosticado pela presença de duas faixas branca ou amarela presentes durante toda a ontogenia. O grupo de espécies *A. magoi* e reconhecido pela presença de um pedúnculo caudal longo, compreendendo mais de 19,5 % do CFA.

1. *Apteronotus albifrons* (Linnaeus 1766) Espécie tipo

Gymnotus albifrons Linnaeus, 1766: 428 (Localidade tipo, Suriname, provavelmente Paramaribo).

Apteronotus passan La Cépède, 1800: 209, prancha 6, figura 3.

Sternarchus maximiliani Castelnau, 1855: 93, prancha 45, figura 4.

2. *Apteronotus apurensis* Fernández-Yépez 1968

Apteronotus apurensis Fernández-Yépez 1968: sem o número de paginas (Localidade tipo, rio Bucaral, passo Mirabal, rio Apure, Venezuela).

3. *Apteronotus bonapartii* (Castelnau, 1855) Espécie tipo

Sternarchus bonapartii Castelnau, 1855: 92, prancha 45, figura 2 (Localidade tipo, rio Ucayali, Perú).

Sternarchus macrolepis Steindachner, 1881: 14, prancha 45, figura 2 (Localidade tipo, Barra do Rio Negro [= Manaus] e lago Manacapuru, Amazonas, Brasil).

4. *Apteronotus brasiliensis* (Reinhardt 1852) Espécie tipo

Sternarchus brasiliensis Reinhardt, 1852: 148 (Localidade tipo, rio das Velhas, Brasil).

5. *Apteronotus camposdapazi* de Santana & Lehmann 2006

Apteronotus camposdapazi de Santana & Lehmann, 2006: 262, figuras 1-2 (Localidade tipo, rio Maranhão, bacia do rio Tocantins, Goiás, Brasil).

6. *Apteronotus caudimaculosus* de Santana 2003

Apteronotus caudimaculosus de Santana, 2003: 2, figuras 1-2 (Localidade tipo, Mato Grosso do Sul. AQUARAP Pantanal 19° 36.64’ S; 56°24.87’ W, Aquidauna, Rio Novo, Brejo de Santa Sofia, Brasil).

7. *Apteronotus cuchillo* (Schultz 1949)

Apteronotus cuchillo Schultz, 1949: 69, prancha 3, figura A (Localidade tipo, rio Socuy, bacia do lago Maracaibo, Venezuela).

8. *Apteronotus eschmeyeri* de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes 2004

Apteronotus eschmeyeri de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes, 2004: 3, figura 1 (Localidade tipo, Honda, bacia do rio Magdalena, Colômbia).

9. *Apteronotus ellisi* (Arámburu 1957)

Porotergus ellisi Arámburu, 1957: 154, figura 1 (Localidade tipo, delta do rio Paraná, San Pedro, Buenos Aires, Argentina).

10. *Apteronotus hasemani* (Ellis 1913)

Parapteronotus hasemani Albert, 2001: 73.

Sternarchus hasemani Ellis, 1913: 147, prancha 23, figura 1 (Localidade tipo, Santarém, Pará, Brasil).

11. *Apteronotus jurubidae* (Fowler 1944)

Sternarchus jurubidae Fowler, 1944: 122 (Localidade tipo, rio Jurubidá, Nuquí, Colômbia).

12. *Apteronotus leptorhynchus* (Ellis 1912)

Sternarchus leptorhynchus Ellis in Eigenmann, 1912: 439 (Localidade tipo, Amato, Guiana).

13. *Apteronotus macrostomus* (Fowler 1943)

Sternarchus macrostomus Fowler, 1943: 263, figura 63 (Localidade tipo, Villa Viciencio, bacia do rio Meta, Colômbia).

14. *Apteronotus magoi* de Santana, Castillo & Taphorn 2006

Apteronotus magoi de Santana, Castillo, Taphorn, 2006: 276.

15. *Apteronotus mariae* (Eigenmann & Fisher 1914)

Sternarchus mariae Eigenmann & Fisher, 1914: 236. Eigenmann 1922: 175, 334, prancha XXXIV, figura 6 (Localidade tipo, Girardot, Colômbia).

16. *Apteronotus magdalenensis* 1945 Espécie tipo

Ubidia magdalenensis Miles, 1945: 461, figuras 10-12 (Localidade tipo, Honda, Tolima, bacia do rio Magdalena, Colômbia).

17. *Apteronotus milesi* de Santana & Maldonado-Ocampo 2005

Apteronotus milesi de Santana & Maldonado-Ocampo 2005: 224, figuras 1-2. (Localidade tipo, rio Chanco, bacia do rio Cauca 950 metros acima do nível do mar, Colômbia).

18. *Apteronotus paranaensis* (Schindler, 1949)

Sternarchus paranaensis Schindler, 1949: 93.

19. *Apteronotus rostratus* (Meek & Hildebrand 1913)

Sternarchus rostratus Meek & Hildebrand, 1913: 85 (Localidade tipo, rio Grande perto de Cana, Panamá).

20. *Apteronotus spurrellii* (Regan 1914)

Sternarchus spurrellii Regan, 1914: 32 (Localidade tipo, rio Condoto, Colômbia).

21. *Apteronotus galvisi* de Santana *et al.* 2007

7.3. Gênero *Compsaraia* Albert 2001 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença de um etmóide lateral largo, contactando o osso frontal.

1. *Compsaraia compsus* (Mago-Leccia 1994)

Porotergus compsus Mago-Leccia, 1994: 82, figuras 90-91 (Localidade tipo, rio Orinoco, em frente da Ilha Iguana, Delta amacuro, Venezuela).

7.4. Gênero *Magosternarchus* Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996 (2 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença de nove a 14 dentes cônicos bem desenvolvido sobre o pré-maxilar; e a margem dorsal do opérculo côncava.

1. *Magosternarchus duccis* Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996

Magosternarchus duccis Lundberg, Cox-Fernandes & Albert, 1996: 664, figura 2 (Localidade tipo, rio Branco 3-11 km acima da confluência com o Rio Negro, Roraima, Brasil).

2. *Magosternarchus raptor* Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996 Espécie tipo

Magosternarchus raptor Lundberg, Cox-Fernandes & Albert 1996: 661, figura 1 (Localidade tipo, rio Solimões abaixo da confluência com o rio Purus, Brasil).

7.5. Gênero *Megadontognathus* Mago-Leccia 1994 (2 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae por possuir um dentário com dois a quatro dentes grandes sobre o processo coronário.

1. *Megadontognathus cuyuniense* Mago-Leccia 1994 Espécie tipo
Megadontognathus cuyuniense Mago-Leccia 1994: 81, figuras 89A-B (Localidade tipo, corredeiras Paruruvaca, rio Cuyní, Bolivar, Venezuela).
2. *Megadontognathus kaitukaensis* Campos-da-Paz 1999
Megadontognathus kaitukaensis Campos-da-Paz 1999: 1043, figuras 1-2 (Localidade tipo, cachoeira de Kaituká, rio Xingu, Brasil).

7.6. Gênero *Orthosternarchus* Ellis 1913 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae por apresentar um focinho reto e tubular; o filamento dorsal eletroreceptivo tendo origem logo apos a nuca; o etmóide lateral presente, ossificado, em forma de um tudo posicionado horizontalmente.

1. *Orthosternarchus tamandua* (Boulenger 1898)
Sternarchus tamandua Boulenger, 1898: 427, prancha 42 (Localidade tipo, rio Juruá, tributário do rio Amazonas, Brasil).

7.7. Gênero *Pariosternarchus* Albert & Crampton 2006 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela cabeça expandida lateralmente, e comprimida ventralmente; e pela presença de canais mandibulares eletrosensoriais expandidos.

1. *Pariosternarchus amazonensis* Albert & Crampton 2006
Pariosternarchus amazonensis Albert & Crampton 2006: 268, figura 1. (Localidade tipo, Paraná Maiana, lago Mamirauá, município de Alvarães, Amazonas, 03º06.74'S 64°47.53'W, Brasil).

7.8. Gênero *Platyurosternarchus* Mago-Leccia 1994 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença da narina anterior a posterior próximas umas das outras, localizadas mais próximas dos olhos do que da ponta do focinho; pedúnculo cauda curto e alto; pré-maxilar sem desntes.

1. *Platyurosternarchus macrostomus* (Günther 1870)
Sternarchus macrostomus Günther, 1870: 8 (Localidade tipo, Xerebos, Perú).

7.9. Gênero *Porotergus* Ellis 1912 (3 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae por possuir um focinho curto e rombóide; ausência de escamas na região médio-dorsal do corpo; um maxilar em forma de gancho, sem uma concha posterior, porem mais largo na parte superior do que na região inferior, uma reentrância na região dorsal; focinho curto e rombóide; ausência de escamas na região dorsal do corpo.

1. *Porotergus cuchillejo* (Schultz 1949)
Sternarchogiton cuchillejo: 72, prancha 3, figura B (Localidade tipo, rio Motatán, bacia do lago Maracaibo, Venezuela).
2. *Porotergus gimbeli* (Ellis 1912)
Porotergus gimbeli Ellis in Eigenmann, 1912: 441 (Localidade tipo, Pará, Brasil).
3. *Porotergus gymnotus* Ellis 1912 Espécie tipo
Porotergus gymnotus Ellis in Eigenmann, 1912: 441 (Localidade tipo, Amatuk, Guiana).

7.10. Gênero *Sternarchella* Eigenmann 1905 (5 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae por possuírem uma fenda bucal muito curta, esta não ultrapassa a narina posterior; focinho curto; e rastros branquiais conectados aos arcos branquiais.

1. *Sternarchella curvioperculata* Godoy 1968
Sternarchella curvioperculata Godoy, 1968: 352, figures 3-5 (Localidade tipo, tributário do rio Mogi-Guassu, São Paulo, Brasil).
2. *Sternarchella orthos* Mago-Leccia 1994

Sternarchella orthos Mago-Leccia, 1994: 84, figura 93 (Localidade tipo, rio Apure perto da boca do rio Boquerones, Apure, Venezuela).

3. *Sternarchella schotti* (Steindachner 1868) Espécie tipo

Sternarchus schotti Steindachner, 1868: 252, prancha 1, figures 1-2 (Localidade tipo, Barra do Rio Negro [= Manaus], Brasil).

4. *Sternarchella sima* Starks 1913

Sternarchella sima Starks, 1913: 22, prancha 4 (Localidade tipo, Pará, Brasil).

Sternarchella orinoco Mago-Leccia, 1994: 97, figuras 94-95.

5. *Sternarchella terminalis* (Eigenmann & Alen 1942)

Porotergus terminalis Eigenmann & Alen, 1942: 324 (Localidade tipo, Iquitos, Perú).

7.11. Gênero *Sternarchorhamphus* Eigenmann 1905 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença de um filamento dorsal tendo origem sobre a região anterior do corpo; fenda bucal não ultrapassando a narina anterior; um perfil dorsal da cabeça côncavo; as nadadeiras peitoral e dorsal escurecidas distalmente; uma nadadeira caudal com cerca de cinco raios.

1. *Sternarchorhamphus muelleri* Steindachner 1881

Sternarchus (*Rhamphosternarchus*) *mülleri* Steindachner, 1881: 99 (Localidade tipo, rio Amazonas, Pará, Brasil).

7.12. Gênero *Sternarchorhynchus* Castelnau 1855 (10 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença de um focinho tubular e convexo e longo; narinas anterior e posterior localizada na ponta do focinho; alongamento de todos os ossos da região pré-orbital; ausência de etmóide lateral; e a presença de cinco raios branquiostégios sobre o arco hióide (com exceção de *S. caboclo*).

1. *Sternarchorhynchus britskii* Campos-da-Paz 2000

Sternarchorhynchus britskii Campos-da-Paz, 2000: 528, figura 9 (Localidade tipo, Hidroelétrica de Ilha Solteira, bacia do rio Paraná, 20°00'S, 51°00'W, Mato Grosso do Sul, Brasil).

2. *Sternarchorhynchus caboclo* de Santana & Nogueira 2006

Sternarchorhynchus caboclo de Santana & Nogueira, 2006: 89, figuras 1-2 (Localidade tipo, rio Mucajaí, abaixo da Cachoeira Paredão 2, Roraima, Brasil).

3. *Sternarchorhynchus curvirostris* (Boulenger 1887)

Sternarchus curvirostris Boulenger, 1887: 282, prancha 24 (Localidade tipo, Canelos, Equador).

4. *Sternarchorhynchus curumim* de Santana & Crampton 2006

Sternarchorhynchus curumim de Santana & Crampton, 2006: 59, figura 1 (Localidade tipo, rio Tefé, Toco Preto, município de Tefé, Amazonas, 03°47.31'S, 64°59.91'W, Brasil).

5. *Sternarchorhynchus gnomus* de Santana & Taphorn 2006

Sternarchorhynchus gnomus de Santana & Taphorn, 2006: 2, figuras 1-2 (Localidade tipo

6. *Sternarchorhynchus mesensis* Campos-da-Paz 2000

Sternarchorhynchus mesensis Campos-da-Paz, 2000: 531, figuras 5-6 (Localidade tipo, Hidroelétrica de Serra da Mesa, entre os municípios de Melaço e Uruaçu 13°50'S, 48°19'W, bacia do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil).

7. *Sternarchorhynchus mormyrus* (Steindachner 1868)

Sternarchus mormyrus Steindachner, 1868: 253, prancha 1, figura 3 (Localidade tipo, Marabitanos, Brasil).

8. *Sternarchorhynchus oxyrhynchus* (Müller & Troschel 1848) Espécie tipo

Sternarchus oxyrhynchus Müller & Troschel, 1848: 640 (Localidade tipo, rio Essequibo, Guiana).

9. *Sternarchorhynchus roseni* Mago-Leccia 1994

Sternarchorhynchus roseni Mago-Leccia, 1994: 99, figura 92 (Localidade tipo, rio Apure em frente à Jarina, perto de San Fernando de Apure, bacia do rio Orinoco, Venezuela).

10. *Sternarchorhynchus severii* de Santana & Nogueira 2006

Sternarchorhynchus severii de Santana & Nogueira, 2006: 86, figuras 1-2 (Localidade tipo, rio Mucajaí, abaixo da Cachoeira Paredão 2, Roraima, Brasil).

7.13. Gênero *Sternarchogiton* Eigenmann 1905 (4 espécies)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela ausência de escamas na região médio-dorsal do corpo, presença de pterigióforos largos; a ausência de dentes sobre o pré-maxilar (menos em *S. preto* e machos dimórficos de *S. nattereri*); um maxilar em forma de gancho com uma lamina descendente anterior.

1. *Sternarchogiton labiatus* de Santana & Crmapton 2007

Sternarchogiton labiatus de Santana & Crampton, 2007: no prelo.

2. *Sternarchogiton nattereri* (Steindachner 1868) Espécie tipo

Sternarchus nattereri Steindachner, 1868: 251, prancha 2, figura 1 (Localidade tipo, Barra do Rio Negro [= Manaus], Brasil).

Oedemognathus exodon Myers, 1936: 115 (Localidade tipo, rio Ampiyacu, Perú).

3. *Sternarchogiton porcinum* Eigenmann & Alen 1942

Sternarchogiton porcinum Eigenmann & Alen, 1942: 325, prancha 16, figura 1 (rio Huallaga, Yurimaguas, Iquitos, Perú).

4. *Sternarchogiton preto* de Santana & Crampton 2007

Sternarchogiton preto de Santana & Crampton, 2007: no prelo.

7.14. Gênero *Tembeassu* Triques 1998 (1 espécie)

Diagnose. Reconhecido em Apteronotidae pela presença de um prolongamento carnoso conspícuo nas extremidades anteriores da maxila inferior; e por possuírem dentes extras, associados a uma cartilagem mole no teto da cavidade oral, posicionado anteriormente aos dentes pré-maxilares.

1. *Tembeassu marauna* Triques 1998

Tembeassu marauna Triques, 1998: 6, figuras 1-3 (Localidade tipo, rio Paraná, Mato Grosso do Sul, 20°30’S, 51°00’W, Brasil).

8. BIOGEOGRAFIA

A limitação do estudo da biogeográfia de Apteronotidae, é um reflexo da falta de resolução para muitos dos clados obitidos na análise filogenética (Figura 2). Apesar desta limitação, foi possível determinar alguns padrões de distribuição para os gêneros e, inferir a idade miníma para a família Apteronotidae, através da identificação dos eventos geológicos pertinentes.

8.0. Biogeografia descritiva

Os seguintes padrões de distribuição foram identificados para os gêneros de Apteronotidae:

1) *Magosternarchus*, *Pariosternarchus* e *Orthosternarchus* são endêmicos da bacia do rio Amazonas.
2) *Tembeassu* é endêmico da bacia do rio Paraná.
3) Cinco gêneros ocorrem nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco: *Adontosternarchus*, *Compsaraia*, *Sternarchogiton*, *Sternarchorhamphus* e *Megadontognathus*.
4) *Platyurosternarchus* ocorrem nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, e bacia do rio Essequibo.
5) *Porotergus* encontra-se distribuído nas bacias dos rios Amazonas e Essequibo.
6) As espécies de *Sternarchella* são conhecidas das bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Paraná.
7) As espécies de *Sternarchorhynchus* occorem nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná, Paraguai, Essequibo e rios costeiros Guianas.
8) As espécies de *Apteronotus* occorem nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná, Paraguai, São Francisco, Essequibo e rios costeiros das Guianas.

8.1. Biogeografia filogenética

Os Gymnotiformes constituem o grupo irmão dos Siluriformes (Fink & Fink, 1996). Desta forma, é possível determinar a idade miníma para a ordem através da determinação da idade geológica do fossil de Siluriformes mais recente. O fossil de

Siluriformes mais recente data do último Cretáceo, aproximadamente 145 milhões de anos atrás (Lundberg, 1993).

Gayet & Meunier (1991) descreveram †*Ellisella* do último Mioceno. Albert & Campos-da-Paz (1998), Albert (2001), e mais recentemente Albert & Fink (2007) posicionaram †*Ellisella* como um membro de Sternopygidae, o grupo irmão de Sternopygidae.

De acordo com o cladograma apresentado na figura 2, o clado formado por *Sternarchorhamphus* + *Orthosternarchus*, representa o grupo irmão dos demais gêneros de Apteronotidae. As duas espécies deste clado, possuem distribuições restritas a região cis-Andina, mais específicamente as bacias dos rios Amazonas e Orinoco; *Orthosternarchus* é conhecido apenas da bacia Amazônica (Campos-da-Paz, 1995; Hilton *et al.*, 2007). A segunda divisão basal, consiste no clado formado pelos gêneros *Platyurosternarchus* + *Sternarchorhynchus*. As espécies dos referidos gêneros, encontra-se distruídos na região cis-Andina. *Sternarchorhynchus* possui 10 espécies que ocorrem nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná, Paraguai, e rios costeiro das Guianas (Campos-da-Paz, 2000). Por sua vez, a única espécie de *Platyurosternarchus* não é conhecido da bacia do rios Paraná e Paraguai. O grupo irmão de *Platyurosternarchus* + *Sternarchorhynchus*, é a subfamília Apteronotinae, que é composta por três clados: Navajini, *Apteronotus* e uma politomia formada por *Magosternarchus*, *Sternarchella*, *Megadontognathus* e *Tembeassu*. Apteronotinae incluí espécies com distribuição cis e trans-Andina.

A tribo Navajini, é composta por *Adontosternarchus*, *Compsaraia*, *Porotergus*, *Sternarchogiton* e *"Apteronotus" cuchillejo*. Com a exceção de *"Apteronotus" cuchillejo*, todas as espécies de Navajini possuem uma distribuição cis-Andina (Mago-Leccia, 1994; de Santana & Crampton, 2007). *"Apteronotus" cuchillejo*, é endemico da bacia do lago Maracaibo na Venezuela (Albert, 2003).

Apteronotus possui 21 espécies, oito das quais são endêmicas dos rios das bacias a oeste da cordilheira dos Andes (de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005).

Todas as espécies dos gêneros *Magosternarchus*, *Sternarchella*, *Megadontognathus* e *Tembeassu* apresentam distribuição cis-Andina (Mago-Leccia, 1994; Lundberg et al., 1996; Campos-da-Paz, 1999; 2005).

As espécies de Apteronotidae são normalmente encontradas nos rios que drenam nas terras baixas da região neotropical, sendo estas espécies menos abundantes em regiões elevadas. Desta maneira, a elevação dos Andes pode ser

considerada um evento vicariante que dividiu os táxons ancestrais de Apteronotidae em componente cis e trans-Andinos. Consequentemente, os clados basais na filogenia de Apteronotidae, ou seja *Orthosternarchus* + *Sternarchoramphus* e *Platyurosternarchus* + *Sternarchorhynchus* evoluiram anteriormente a separação dos componentes cis e trans-Andinos de Apteronotidae.

O gênero *Apteronotus* possui espécies nas bacias dos rios a leste e oeste das cordilheiras dos Andes. Este padrão de distribuição indica que as espécies dos clados intragenéricos, existiam antes do soerguimento dos Andes. Os clados formados por *Apteronotus leptorhynchus* (bacia do rio Orinoco e escudo das Guianas) + *Apteronotus rostratus* (lago Maracaibo, bacia do rio Magdalena, Cauca e rios costeiros da Colômbia e Panamá) e *Apteronotus cuchillo* (lago Maracaibo) + *Apteronotus magdalenensis* (médio e alto rio Magdalena). Este padrão de distribuição sugere que, o fechamento da passagem Maracaibo/Falcon foi o evento mais importante, dentre os vários (para detalhes ver Lundberg *et al.,* 1998), na elevação da cadeia de montanhas da cordilheira dos Andes.

O feichamento da passagem Maracaibo/Falcon, é marcado, mais recentemente, pela elevação da Serra de Perijá que ocorreu a aproximadamente 11,8 milhões de anos atrás (Lundberg *et al.*, 1998). A serra de Perijá está localizada entre o lago Maracaibo e as drenagens à oste deste lago.

Portanto, 11,8 milhões de anos representa a idade miníma para o clado Apteronotidae.

9. CONCLUSÕES

1. Os caráteres morfológicos fornecem uma resolução satisfatória a filogenia de Apteronotidae. Ao contrário do que encontrado por Triques (2005; ver figura 1);
2. Quatorze gêneros foram reconhecidos como válidos;
3. Cinco gêneros, *Parapteronotus*, *Pariosternarchus*, *Orthosternarchus*, *Sternarchorhamphus*, e *Tembeassu* são monotipicos. Os três primeiros são restritos a bacia do rio Amazonas, o penúltimo a bacia dos rios Amazonas e Orinoco, e o último a bacia do rio Paraná;

4. O clado *Orthosternarchus*+*Sternarchorhamphus* é basal na filogenia de Apteronotidae;
5. O clado *Platyurosternarchus* + *Sternarchorhamphus* é o grupo irmão de Apteronotinae;
6. *Porotergus* é monofilético;
7. A idade miníma determinada para a família Apteronotidae é de 11,8 milhões de anos.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albert, J. S. 2001. Species diversity and phylogenetic systematics of American knifefishes (Gymnotiformes, Teleostei). *Misc. Publ. Mus. Zoo., Univ. Mich*. 190: 1-129.

Albert, J. S. 2003. Gymnotiformes: Apteronotidae – ghost knifefishes, p. 497–502. In: *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. R. E. Reis, S. O. Kullander; C. J. Ferraris Jr. (eds.). Edipucrs, Porto Alegre, Brasil.

Albert, J. S.; R. Campos-da-Paz. 1998. Phylogenetic systematics of Gymnotiformes with diagnoses of 58 clades: a review of avaliable data, p. 419-446. In: *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena; C. A. S. Lucena (eds.). Edipucrs, Porto Alegre, Brasil.

Albert, J. S.; Crampton, W. G. R. 2001. Five new species of *Gymnotus* (Gymnotiformes, Teleostei) from an Upper Amazon floodplain, with descriptions of electric organ discharges and ecology. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 12 (3): 241-266.

Albert, J. S.; Crampton, W. G. R. 2005. Diversity and phylogeny of neotropical electric fishes (Gymnotiformes). *In*: Bullock, H., Hopkins, C. D., Popper, A. N. & Fay, R. R. (Ed.), *Electroreception*. Springer Handbook of Auditory Research, Volume 21, pp. 360-409.

Albert, J. S.; Crampton, W. G. R. 2006. Crampton: *Pariosternarchus amazonensis*: a new genus and species of Neotropical electric fish (Gymnotiformes: Apteronotidae) from the Amazon River. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 17: 267-274.

Albert, J. S.; W. L. Fink. 1996. *Sternopygus xingu*, a new species of electric fishes from Brasil (Teleostei: Gymnotoidei), with comments on the phylogenetic position of *Sternopygus*. *Copeia* 1996: 85-102.

Albert, J. S.; W. L. Fink. 2007. Phylogenetic relationships of fossil Neotropical electric fishes (Osteichthyes: Gymnotiformes) from the Upper Miocene of Bolivia. *J. Vert. Paleontol.*, 27 (1): 17-25.

Albert, J. S.; Crampton, W. G. R.; Thorsen, D. H.; Lovejoy, N.R. 2005. Phylogenetic systematics and historical biogeography of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotiformes). *Systematic and Biodiversity*, 2(4): 375–417.

Alves-Gomes, J., A.; Ortí, G.; Haygood, M.; Heiligenberg, W.; Meyer, A. 1995. Phylogenetic analysis of the South American electric fishes (order Gymnotiformes) and the evolution of their electrogenic system: a synthesis based on morphology, electrophysiology, and mitochondrial sequence data. *Mol. Biol. Evol*,. 12 (2): 298 – 318.

Arámburu, A. S. A. 1957. *Porotergus ellisi*, uma nova espécie de gimnótido de la Argentina (Pisces, Gymnotoidei). *Notas Del Museo de la Universidad Nacional de La Plata*. 19 (177): 153-159.

Barletta, M. 1995. *Estudo da comunidade de peixes bentônicos em três áreas do canal principal, próximas à confluência dos rios Negro e Solimões – Amazonas (Amazônia Central – Brasil).*Unpubl. Master's thesis, Universidade do Amazonas, Amazonas, Brazil, 114pp.

Bennett, M. V. L. 1971. Electric organs. In: *Fish Physiology*, W. S. Hoar, and D. J. Randall (Eds.). Academic Press, New York, pp. 347 – 484.

Bloch, M. E.; Schneider, J. G. 1801. Systema Ichthyologiae iconibus cx illustratum. Post obitum auctoris opus inchoatum absolvit, correxit, interpolavit Jo. Gottlob Schneider, Saxo. Berolini. Sumtibus Auctoris Impressum et Bibliopolio Sanderiano Commissum. *Systema Ichthyol*.: i-lx + 1-584, Pls. 1-110.

Bookstein, K. L;, Chernoff, B.; Elder, R. L.; Humphries, J. M.; Smith, G. R.; Strauss, R. E. 1985. Morphometrics in evolutionary biology: the geometry of size and shape change with example from fishes.

Boulenger, G. A. 1887. An account of the fishes collected by Mr. C. Buckley in Eastern Ecuador. *Proc. Zool. Soc. London:* 274-283.

Boulenger, G. A. 1898. On a collection of fishes from the Rio Juruá, Brazil. *Trans. Zool. Soc. London* 14: 421-428.

Campos-da-Paz, R. 1995. Revision of the South American freshwater fish genus *Sternarchorhamphus* Eigenmann, 1905 (Ostariophysi: Gymnotiformes: Aptertonotidae), with notes on its relationships. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 108(1): 29-44.

Campos-da-Paz, R. 1999. New species of *Megadontognathus* from the Amazon Basin, with phylogenetic and táxon omic discussions on the genus (Gymnotifromes: Apteronotidae). *Copeia* 1999: 1041-1049.

Campos-da-Paz, R. 2000. On *Sternarchorhynchus* Castelnau: a south American electric knifefish, with descriptions of two new species (Ostariophysi: Gymnotiformes: Apteronotidae). *Copeia*, 2000, 521-535.

Campos-da-Paz, R. 2005. Previously undescribed dental arrangement among electric knifefishes, with comments on the taxonomic and conservation status of *Tembeassu marauna* Triques (Otophysi: Gymnotiformes: Apteronootidae), *Neotropical Ichthyology*, 3(3): 395-400.

Campos-da-Paz, R.; de Santana, C. D. 2005. *Sternarchus Paranaensis*, "Nome esquecido" de uma espécie de peixes-elétricos da bacia do rio Paraná (Ostatiophysi: Gymnotiformes: Apteronotidae). *Encontro Brasileiro de Ictiologia*.

Carr C. E.; Maler, L. 1986. Electroreception in gymnotiform fish. In: Bullock TH and Heiligenberg W (Eds) *Electroreception*. Wiley, New York, pp 319-373.

Castro, R. C. M.; Castro, M. M C. 1987. Proposta de uma nomenclatura osteológica para Characiformes (Pisces: Ostariophyshi). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 3(1): 25-32.

Cope, E. D. 1878. Synopsis of the fishes of the Perúvian Amazon obtained by professor Orton during his expeditions of 1873 and 1877. *Proc. Amer. Philos. Soc.* 17: 678-701.

Castelnau, F. 1855. *Poissons nouveaux ou rares récueillem pendant l'Expedition dans lês parties centrales de l'Amerique du Sud, de Rio de Janeiro a Lima, et de Lima au Pará*. Chez P. Bertrand, Libraire-Editeur, Paris, 112 pp.

Cox-Fernandes, C. 1995. *Diversity, distribution and community structure of electric fishes (Gymnotiformes) in the channels of the Amazon rivers system, Brazil*. Tese de Doutorado. Não publicada. Duke University, 393 pp.

Cox-Fernandes, C. 1998. Sex-related morphological variation in two apteronotid fishes (Gymnotiformes) from the Amazon River Basin. *Copeia* 1998: 730-735.

Cox-Fernandes, C.; J. G. Lundberg; C. Riginos. 2002. Largest of all electric-fishes snouts: hypermorphic facial growth in male *Apteronotus hasemani* and the identity of *Apteronotus anas* (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Copeia* 2002: 52-61.

Cox-Fernandes, C.; Podos, J.; Lundberg, J. G. 2004. Amazonian ecology: tributaries enhance the diversity of electric fishes. *Science* 305: 1960–1962.

Crampton, W. G. R. 1998. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. *J. Fish Biol.* 53(Supp. A): 307-330.

Crampton, W.G.R.; Albert, J.S. 2003. Redescription of *Gymnotus coropinae* (Gymnotiformes, Gymnotidae), an often misidentified species of Neotropical electric fish, with notes on natural history and electric signals. *Zootaxa*, 348: 1-20.

Crampton, W. G. R; J. S. Albert. 2006. Evolution of electric signal diversity in gymnotiform fishes, p. 641-725. In: *Fish communication*. B. G. Kapoor, F. Ladich, S. P. Collin, and P. Moller (eds). Scientific Publisher, Inc. Enfield. New York.

Crampton, W. G. R.; Hopkins, C. D. 2005. Nesting and paternal care in the weakly electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with descriptions of larval and adult electric organ discharges of two species. *Copeia*, 2005(1): 48-60.

Crampton, W. G. R.; D. H. Thorsen; J. S. Albert. 2005. Three new species from a diverse, sympatric assemblage of the electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) in the lowland Amazon basin, with notes on ecology. *Copeia* 2005: 82-99.

Duméril, A. C. M. 1856. Ichthyologie analytique ou classification des poisons, suivant la méthode naturalle, à l'aide de tableaux synoptiques. *Mém. Acad. Sci., Paris*, 27(1): 1-507.

Eigenmann, C. H.,; W. R. Allen. 1942. *Fishes of Western South America*. The University of Kentucky, Lexington.

Eigenmann, C. H.; D. P. Ward. 1905. The Gymnotidae. *Proc. Wash. Acad. Sci.* 7: 157-185.

Eigenmann, C. H.; Fisher, H. G. 1914. The Gymnotidae of Trans-Andean Colômbia and Ecuador. *Contr. Zool. Lab. Indiana Univ*. 141: 235-237.

Ellis, M. M. 1912. Order Glanencheli, Family X. Gymnotidae, p. 422-442. In: *The Freshwater Fishes of British Guiana*. C. H. Eigenmann (ed.). Memoirs of the Carnegie Museum 5: 1-578.

Ellis, M. M. 1913. The gymnotid eels of tropical America. *Memoirs of the Carnegie Museum* 6: 109–195.

Farris, J. S. 1988. The retention index and the rescaled consistency index. *Cladistics*. 5: 417-419.

Fernández-Yépez, A. 1968. Contribución al conocimiento de los Gymnotiformes. *Evencias* No. 20, sem paginação, 5pp. com figuras.

Fink, S. V.; Fink, W. L. 1981. Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). *Zoological Journal of Linnean Society*, 72: 297–353.

Fink, S. V.; W. L. Fink. 1996. Interrelationships of ostariophysan fishes (Teleostei). Pp. 209-249 in M. Stiassney, L. R. Parenti & G. D. Johnson (eds.), *Interrelationships of Fishes*. Academic Press, New York.

Fowler, H. W. 1943. A collection of freshwater fishes from Colômbia, obtained chiefly by brother Nicéforo María. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.* 95: 227-248.

Fowler, H. W. 1944. Fresh-water fishes from northwestern Colômbia. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 96: 227–248.

Franchina, C. R.; Hopkins, C. D. 1996. The dorsal filament of the weakly electric Apteronotidae (Gymnotiformes; Teleostei) is specialized for electroreception. *Brain, Behavior and Evolution*, 47: 165-178.

Garcia, M. 1995. *Aspectos ecológicos dos peixes das águas abertas de um lago no arquipélago das Anavilhanas, Rio Negro, AM*. Unpubl. Master's thesis, Universidade do Amazonas, Amazonas, Brazil, 95 pp.

Gayet, M.; Meunier, F. J. 1991. Primère découverte de Gymnotiformes fossiles (Pisces, Ostariophysi) dans le Miocène supérieur de Bolivie. C. R. Acad. Sci., Paris, II, 313: 471-476.

Godoy, M. P. 1968. Nova espécie de *Sternarchella* Eigenmann (Pisces, Gymnonoti, Sternarchidae). *Rev. Brasil. Biolo*. 28: 351-355.

Günther, A. 1870 Catalogue of the fishes in the British Museum. Catalogue of the Physostomi, containing the families Gymnotidae, Symbranchidae, Muraenidae, Pegasidae, and of the Lophobranchii, Plectognathi, Dipnoi, ...[thru] ... Leptocardii, in the British Museum. Cat. Fishes v. 8: i-xxv + 1-549.

Heiligenberg, W. 1980. The jamming avoidance response in the weakly electric fish *Eigenmannia*. *Naturwissenschaften*, 67: 499 – 507.

Heiligenberg, W.; Bastian, J. 1980. Species specificity of electric organ discharges in

sympatric gymnotoid fish of the Rio Negro. *Acta. Biol. Venez.*, 10 (2): 187 – 203.

Hennig, W. 1966. *Phylogenetic Systematics*. University of Illinois Press, Urbana.

Hilton, E.; Cox-Fernandes, C. 2006. Sexual dimorphism in Apteronotus bonapartii (*Gymnotiformes*: *Apteronotidae*). *Copeia*, 2006 (4): 826-833.

Hilton, E.; Cox-Fernandes, C.; Sullivan, J. P.; Lundberg, J. G.; Campos-da-Paz, R. 2007. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 156: 1-25.

Hopkins, C. D.; Heiligenberg, W. 1978. Evolutionary designs for electric signals and electroreceptors in gymnotoid fishes of Surinam. Behav. Ecol. Sociobiol. 3: 113 – 134.

Hopkins, C. D. 1991. *Hypopomus pinnicaudatus* (Hypopomidae), a new species of gymnotiform fish from French Guiana. *Copeia* 1991 (1):151-161.

Hullen, K. G.; Crampton, W. G. R.; Albert, J. S. 2005. Phylogenetic systematics and historical biogeography of the Neotropical electric fish *Sternopygus* (Teleostei: Gymnotiformes) *Systematics and Biodiversity*, 3 (4): 407–432.

Kirschbaum, F. 1995. Discharge types of Gymnotiform Fishes. In: *Electric Fishes: History and Behavior*, P. Moller (Ed.). Chapman and Hall, London, pp. 172 – 180.

Kramer, B.; Kirschbaum, F.; Markl, H. 1981. Species specificity of electric organ discharges in a sympatric group of gymnotoid fishes from Manaus (Amazonas). In: *Sensory Physiology of Aquatic Lower Vertebrates*, T. Szabo, and G. Czeh (Eds.). Akademiai Kiado, Pergamon, Budapest, pp. 195 – 219.

La Cépède, B. G. E. 1800. *Historie naturelle des poissons*, vol. 2. Chez Plassan, Paris lxiv+632p., pranchas 1-20.

Lasso, C. A.; Rial, A.; Lasso-Alcalá, O. 1997. Aspectos bioecológicos de las taxocenosis de peces eléctricos o cuchillos (Ostariophysi: Gymnotiformes) en los llanos de Apure, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 17: 7–29.

Leviton, A. E.; R. H. Gibbs; E. Heal; C. E. Dawson. 1985. Standards in herpetology and ichthyology: Part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia* 1985: 802-832.

Linnaeus, C. 1766. *Systema Nature*…Décima-Segunda Edição Vol. I. Holmiae.

López-Rojas, H.; Lundberg, J. G.; Marsh, E. 1984. Design and operation of a small trawling apparatus for use with dugout canoes. *North American Journal of Fisheries Management*, 4: 331–334.

Lundberg, J. G. 1993. *African-South American freshwater fish clades and continental drift: problems with a paradigm*. Pp. 156-199. In: P. Goldblatt (ed.). Biological relationships between Africa and South America. Yale University Press.

Lundberg, J. G.; Mago-Leccia, F. 1986. A review of Rhabdolichops (Gtmnotiformes: Sternopygidae), a genus of South America freshwater fishes, with descriptions of four new species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciencies of Philadelphia*, 138: 53-85.

Lundberg, J. G.; Lewis JR. W. M.; Saunders III, J. F.; Mago-Leccia, F. 1987. A major food web component in the Orinoco river channel: evidence from planktivorous electric fish. *Science*, 237: 81 – 83.

Lundberg, J. G.; Fernandes, C. C.; Albert, J. S.; Garcia, M. 1996. Magosternarchus, a new genus with two species of electric fishes (Gymnotiformes, Apteronotidae) from the Amazon River basin, South America. Copeia, 1996 (3): 657 – 670.

Lundberg, J. G.; Marshall L. G.; Guerrero, J; Horton, B; Malabarba, M. C.; Wesselingh, F. 1998. The stage for Neotropical fish diversification: A history of tropical South American rivers. Pp 13-48. In: *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena; C. A. S. Lucena (eds.). Edipucrs, Porto Alegre, Brasil.

Lundberg, J. G.; Kottelat, M.; Smith, G. R.; Stiassny, M. L. J.; Gill, A. C. 2000. So many fishes, so little time: an overview of recent ichthyological discovery in Continental waters. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 87: 26-62.

Maddison, W. P.; D. R. Maddison. 2000. *MacClade, Analysis of Phylogeny and Character Evolution, 4.05*. Sunderland Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.

Maddison, W. P.; M. J. Donoghue, and D. R. Maddison. 1984. Outgroup analysis and parsimony. *Syst. Zool.* 33: 83-103.

Mago-Leccia, F. 1978. Los peces de la família Sternopygidae de Venezuela. *Act. Cien. Venez.* 29: 1-51.

Mago-Leccia, F. 1994. *Electric fishes of continental waters of America*. Biblioteca de la Academia de Ciencias Fisicas, Matematicas y Naturales, Caracas, Venezuela 29:1-225.

Mago-Leccia, F.; J. G. Lundberg; J. N. Baskin. 1985. Systematics of the South American freshwater fish genus *Adontosternarchus* (Gymnotiformes, Apteronotidae). *Contrib. Sci., Nat. Hist. Mus., Los Angeles County* 358: 1-19.

Marrero, C.; Taphorn, D. C. 1991. Notas sobre la historia natural y la distribuicion de los peces gymnotiformes in la cuenca del Rio Apure e otros rios de la Orinoquia. *Biollania*, 8: 123 – 42.

Marrero, C.; Winemiller, K. O. 1993. Tube snouted gymnotiform and mormyriform fishes: convergence of a specialized foraging mode in teleosts. *Env. Biol. Fishes*, 38: 299 – 309.

Meek, S. E.; Hildebrand, S. F. 1913. New species of fishes from Panama. *Field Mus. Nat. Hist.* Publ. No. 166, ser. Zool, 10(8): 77-91.

Miles, C. 1945. Some new recorded fishes from Magdalena River System. *Caldasia* 15: 453-463.

Moller, P. 1995. *Electric Fishes: History and Behavior*. Chapman & Hall, London.

Müller, J.; Troschel, F. H. 1849. *Horae Ichthyologicae. Beschreibung und Abbildung neuer fische*. Drittes Heft. Berlin, 28 pp.

Myers, G. S. 1936. A new genus of gymnotid eels from the Perúvian Amazon. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 49: 115-116.

Nelson, G. J.; N. I. Platnick. 1981. *Systematics and biogeography: cladistics and*

vicariance. Columbia Univ. Press, New York.

Peters, W. 1877. Ueber die von Hrn. Dr. C. Sachs in Venezuela gesammelten fische. Monatsb. *Akad. Wiss. Berlin*: 469-473.

Py-Daniel, L. R.; Cox-Fernandes, C. 2005. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica*, 35: 97–110.

Reinhardt, J. 1852. Om Svommeblaeren hos Familien Gymnotini. *Vidensk. Meddel. Fra den Naturhistoriske Forening I Kjobenhavn* 9: 135-149.

Regan, C. T. 1914. Fishes from the Condoto River, Colômbia, collected by Dr. H. G. F. Spurrell. *The Annals and Magazine of Natural History*, 14: 31–33.

Reis, R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris, C. J. 2003. Introduction. In: Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America, R. E. Reis, S.O. Kullander, and C. J. Ferraris (Eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, pp. 1 – 3.

de Santana C. D. 2003. *Apteronotus caudimaculosus* n. sp. (Gymnotiformes: Apteronotidae), a sexually dimorphic black ghost knifefish from the Pantanal, western Brasil, with a note on the monophyly of the *A. albifrons* species complex. *Zootaxa* 252: 1-11.

de Santana, C. D.; W. G. R. Crampton. 2006a. *Sternarchorhynchus curumim* (Gymnotiformes: Apteronotidae), a new species of tube-snouted ghost electric knifefish from the lowland Amazon basin, Brazil. *Zootaxa*, 1166: 57-68.

de Santana, C. D.; W. G. R. Crampton. 2006b. Redescription of the ghost knifefi sh *Apteronotus spurrellii* from trans-Andean Colombia (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres.* 17: 115-120.

de Santana, C. D.; Crampton, W. G. R. 2007. Revision of the deep channel electric fish *Sternarchogiton* (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Copeia*, 2: 387-402.

de Santana, C. D.; P. A. Lehmann. 2006. *Apteronotus camposdapazi*, a new species of black ghost electric knifefish, from the Rio Tocantins basin, Brazil (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres*. 17: 261-266.

de Santana, C. D.; Maldonado-Ocampo, J. A. 2004. Redescription of *Apteronotus mariae* (Eigenmann & Fisher, 1914) and the taxonomic status of *Apteronotus jurubidae* (Fowler, 1944) (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Zootaxa,* 652: 1-14.

de Santana, C. D.; Maldonado-Ocampo, J. A. 2005. *Apteronotus milesi*, A new species of ghost knifefish (Otophysi: Gymnotiformes: Apteronotidae) from the Cauca River, with a key to apteronotids species from the Magdalena-Cauca, Colombia. *Icht. Expl. Fres*., 3: 45-52.

de Santana, C. D.; A. Nogueira. 2006. Two new species of *Sternarchorhynchus* Castelnau from the Amazon Basin, Brazil (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres.* 17: 85-92.

de Santana, C. D.; D. Taphorn. 2006. *Sternarchorhynchus gnomus*, a new species of electric knifefish from the Lower Rio Caroni, Venezuela (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres.* 17: 1-8.

de Santana, C. D.; J. A. Maldonado-Ocampo; W. Severi; G. N. Mendes. 2004. *Apteronotus eschmeyeri*, a new species of ghost knifefish from the Magdalena Basin, Colombia (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Zootaxa* 410: 1-11.

de Santana, C. D.; O. Castillo; D. Taphorn. 2006. *Apteronotus magoi*, a new species of ghost electric knifefish from the Orinoco basin Venezuela (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres.* 17: 275-280.

de Santana, C. D.; J. A. Maldonado-Ocampo; W. G. R. Crampton. 2007. *Apteronotus galvisi*, a new species of electric ghost knifefish from the Río Meta basin, Colombia (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Ichth. Expl. Fres.* Submetido.

Schindler, O. 1940. Uber Gymnotiden aus dem stromgebiet. *Ibero- Amerikanisches Institut Hamburg*, 13: 92-107.

Schultz, L. P. 1949. A further contribution to the ichthyology of Venezuela. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 99: 1-211.

Slowinski, J. B. 1993. “Unordered” versus “ordered” characters. *Syst. Biol.* 42:

155-165.

Starks, E. C. 1913. The fishes of the Stanford Expedition to Brazil. *Stanford Publ. Univ. Ser.*: 1-77.Stoddard, P. K. 1999. Predation enhances complexity in the evolution of electric fish signals. *Nature*, 400: 254 – 256.

Steindachner, F. 1868. Die Gymnotidae desv K. K. *Hof-Naturaliencabinetes zu Wien. Sitzb. Akad. Wiss. Win.* 58: 249-264.

Steindachner, F. 1868. Die Gymnotidae des k. k. *Hof-Naturaliencabinetes zu Wien. Sitzb. Akad. Wiss. Wien* 58: 249–264.

Steindachner, F. 1881. Beittrage zür Kenntniss der Flussfische *Sudamerikas, III. Denkschr. Akad. Wiss. Wien.* 44: 103-146.

Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. 1981. Taxonomic congruence in the Leptopodomorpha re-examined. *Syst. Zool.*, 30: 309-325.

Swofford, D., L.; G. J. Olsen. 1990. *Phylogenetic reconstruction*, p. 411-501. In: molecular systematics. D. M. Hillis; C. Mortiz (eds.). Sinauer, Surderland, Massachusetts.

Swofford, D. L,; Maddison, W. P. 1987. Reconstruction ancentral character states under wagner parsimony. *Mathematical and Biosciencie*, 87: 199-229.

Swofford, D. L. 2003. *PAUP* Version 4.0 Phylogenetic Analyses Using Parsimony*. Sinauer Associates, Inc. Washington, D.C.

Taylor, W. R.,; G. C. Van Dyke. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vértebrates for bone and cartilage study. *Cybium* 9: 107-119.

Triques, M. L. 1993. Filogenia dos gêneros de Gymnotiformes (Actinopterygii, Ostariophysi), com base em caractere es esqueléticos. *Comun. Mus. Cienec. PURCS, sér. zool.* 6: 85-130.

Triques, M. L. 1998. Tembeassu marauna, a new species of eletogenic neotropical fish (Ostariophysi: Gymnotiformes: Apteronotidae). *Revue fr. Aquariol.* 25: 5-10.

Triques, M. L. 2005. Análise cladística dos caracteres de anatomia externa e esquelética de Apteronotidae (Teleostei: Gymnotyiformes) *Lundiana*, 6(2):121-149.

Watrous L. E.,; Q. D. Wheeler. 1981. The outgroup comparasion method of character analysis. *Syst. Zool.* 30: 1-11.

Weitzman, S. H. 1974. Osteology and evolutionary relationships of the Sternoptychidae, with a new classification of stomiatoid families. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 153: 327-478.

Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics. Jhon Wiley and Sons, New York.

ANEXO

Tabela 1. Matriz de 31 táxons e 59 caracteres morfológicos.

Sternopygus

000--0-0-0000-000100000200000000000000-000000000000000000-0-

Eigenmannia

000--0-0-0000-000000000000000000000000-000000000000000000-0-

Archolaemus

000--0-0-0000-000100000000000000000000-000011001000000000-0-

Gênero n.

000--0-0-0000-000100000110000000000000-000011001100000001-0-

Rhabdolichops

000--0-0-0000-000000000000000000000000-000000000000000000-0-

Distocyclus

000--0-0-0000-000000000100000000000000-000000000000000000-0-

Adontosternarchus sachsi

000--110-100101000-10001001--0000010100100001000011011000101

Apteronotus albifrons

001111111001101000100201000010010001100100001100010000000101

Apteronotus camposdapazi

011011111001101000100201000010010001100100001100010000000101

Apteronotus leptorhynchus

00101110-001101000100201000011010000100100001100010000000101

Apteronotus rostratus

00101110-001101000100201000011010100100100001100010010000101

Apteronotus apurensis

000--1-0-101101100100201000010010001100100001100010000000101

Compsaraia compsus

000--0-0-000101100100001000010010000100100001100010100000101

Magosternarchus duccis

000--0-0-000101000101201000010010000100101001100010000000101

Megadontognathus kaitakaensis

000--0-0-000101000100201000211010000100100001100010000000101

Orthosternarchus tamandua

000--0-0-0101111000002010000000000000-01100001000110011001 0

Parapteronotus hasemani

001000-0-0011010001002010000100100011001000011000100000010 1

Platyurosternarchus macrostomus

100--0-0-0101010001101010000100 01-000-0110001100111000001 01

Porotergus gimbeli

000--0-0-0001011001000110001100100101001100011000101000010 1

Porotergus gymnotus

000--0-0-0001011001000110001100100101001100011000101000010 1

Apteronotus cuchillejo

00101110-0001010001100110001100101101001000011000101000010 1

Sternarchella orthos

000--0-0-0001011001010010000100100001001010011000000000010 1

Sternarchorhamphus mueleri

000--0-0-1001111000002010000000000000-01100001000110011001 0

Sternarchorhynchus oxyrhynchus

000--0-0-1001011001000010001101 01-000-0100001000111000001 01

Sternarchorhynchus caboclo

000--0-0-0101010001000010001101 01-000101000011001111000001 01

Sternarchorhynchus severii

001010-0-0101010001000010001101 01-000101000010001111000001 01

Sternarchogiton nattereri

000--110-0001011001002010000100100101011000011000101000010 1

Sternarchogiton labiatus

000--110-0001011101102000000100100101011000011000101000010 1

Tembeassu marauna

000--0-0-0001011001000010100100100001001000011000100000010 1

Apteronotsu cuchillo

200--0010000101000100201000010010001100100001100010000001 01

Apteronotus magdalenensis

200--0010000101000100201000010010001100100001100010000001 01

Figura 1. *Apteronotus camposdapazi*; Brazil: Goiás: Niquelandia, Arroio Arara. a, MCP 40046, holótipo, fêmea, 267 mm CT. b, MCP 16062, parátipo, macho, 292 mm CT. c, MCP 16062, parátipo, imaturo, 103 mm CT. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Lehmann, 2006.

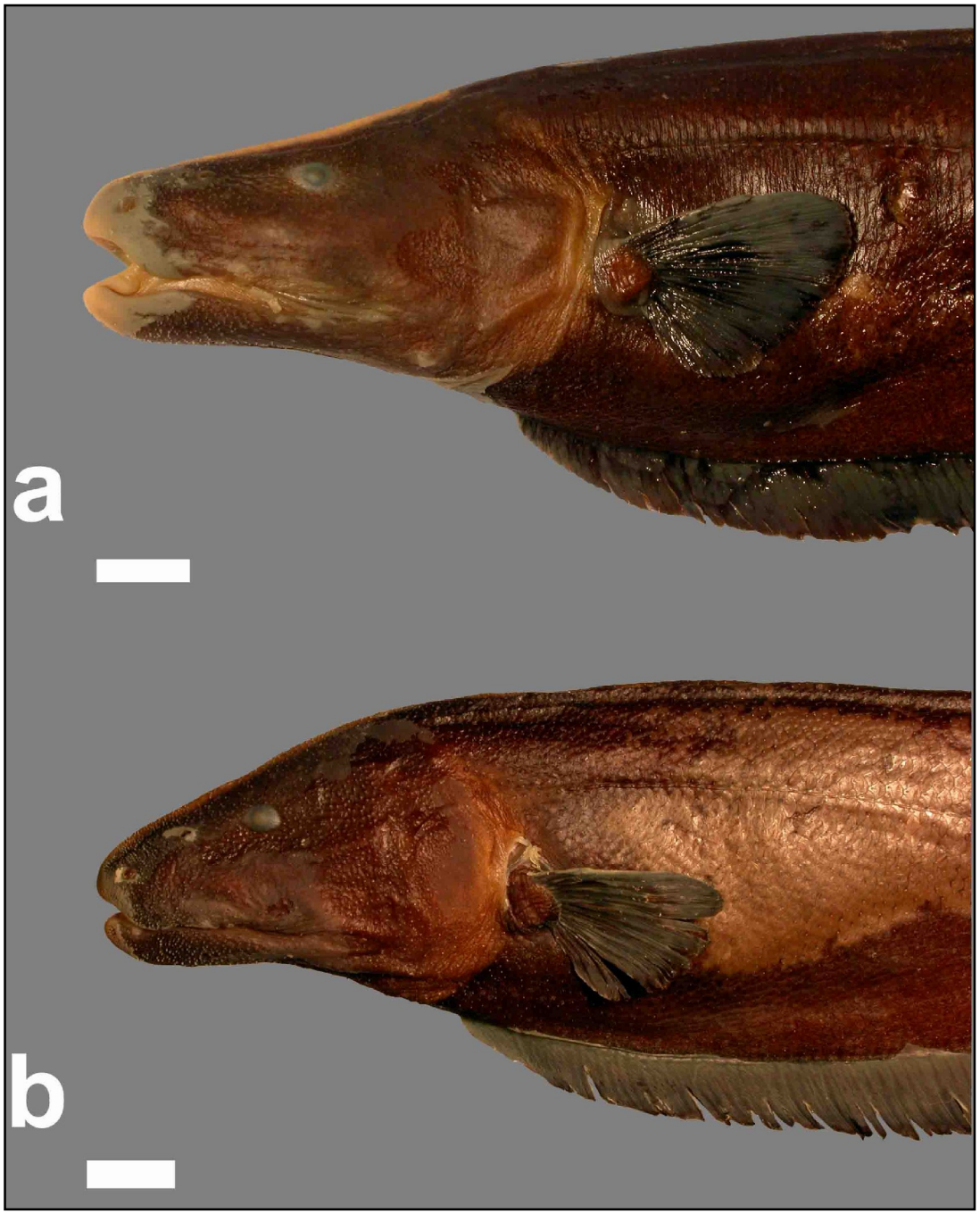

Figura 2. *Apteronotus camposdapazi*; a, MCP 16062, macho, 292 mm CT (lado direito, invertido); b, MCP 40046, fêmea, 267 mm CT. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Lehmann, 2006.

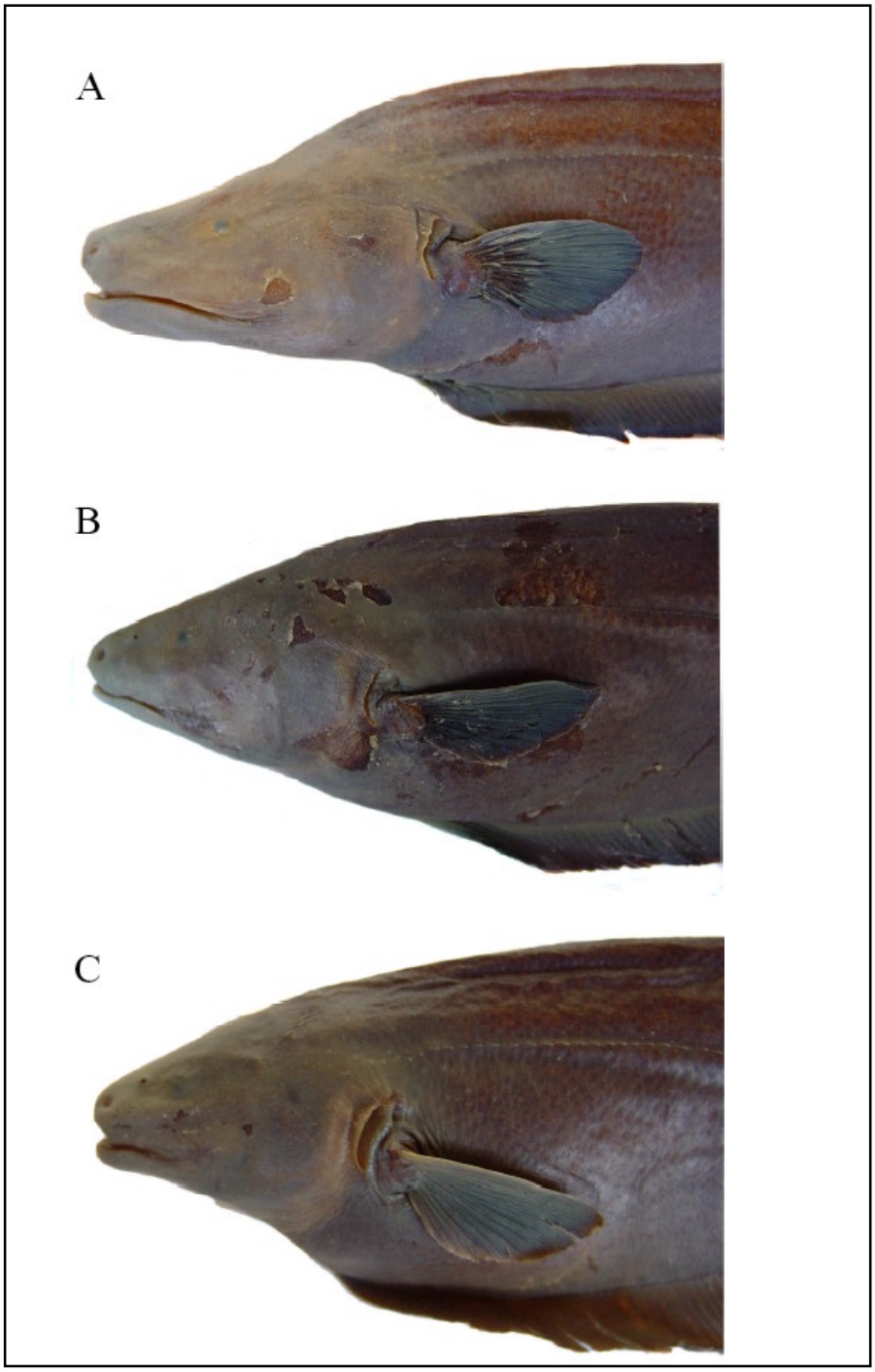

Figura 3. *Apteronotus caudimaculosus*. A, holótipo, macho, 286.8 mm CT, MZUSP 79359; B, parátipo, macho 231.1 mm CT, MZUSP 59296; C, parátipo, fêmea, 175.0 mm CT, MZUSP 59296. Fonte: de Santana, 2003.

Figura 4. *Apteronotus eschmeyeri*, holotipo, CAS 72115, macho, 303.7 mm CT, rio Magdalena, Colômbia. Vistas Lateral (acima), dorsal (centro), e ventral (abaixo). Fonte: de Santana et al., 2004.

Figura 5. a, *Apteronotus eschmeyeri*; b, *Ubidia magdalenesis*; c, *Apteronotus mariae*; d, *Apteronotus milesi*. Escalas = 10 mm. Fonte; de Santana & Maldonado-Ocampo, 2005.

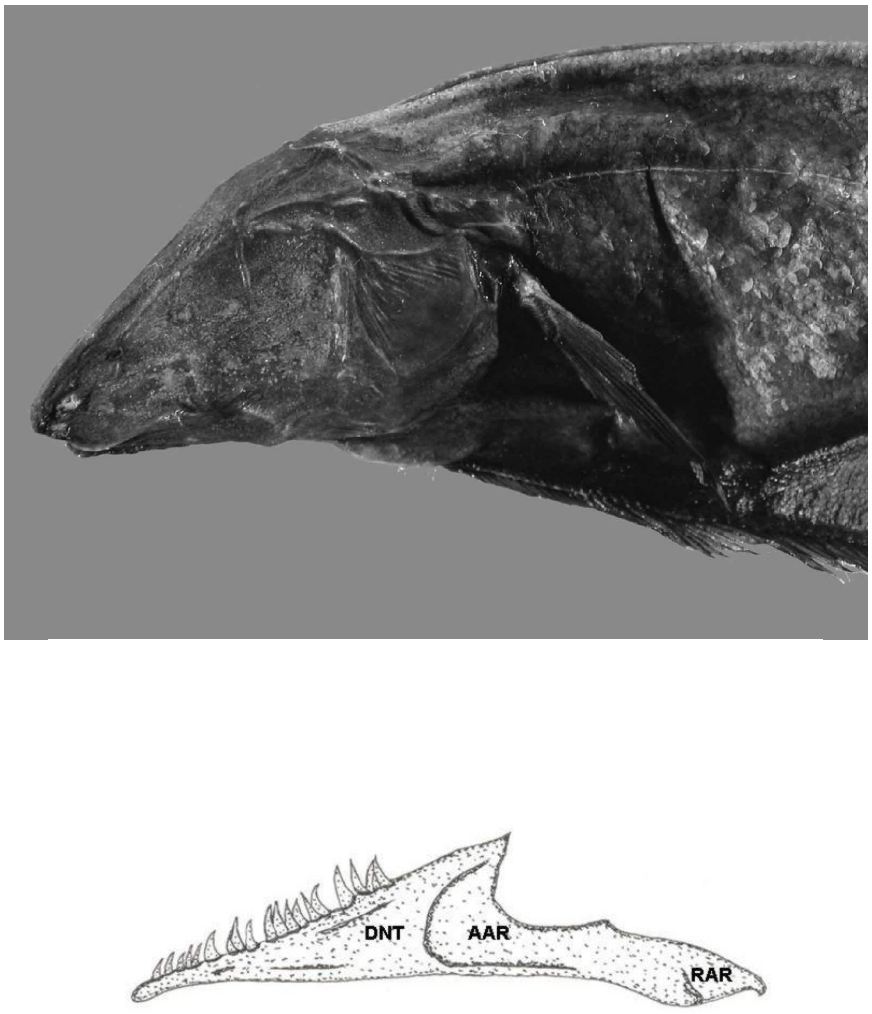

Figura 6. *Apteronotus jurubidae*, holótipo, ANSP 71435, 253 mm CT, rio Jurubidá, Colômbia. Vista lateral do holotipo (acima), e maxila inferior (abaixo; DNT = dentário, AAR = ângulo-articular, RAR = retro-articular). Fonte: de Santana & Maldonado-Ocampo, 2004.

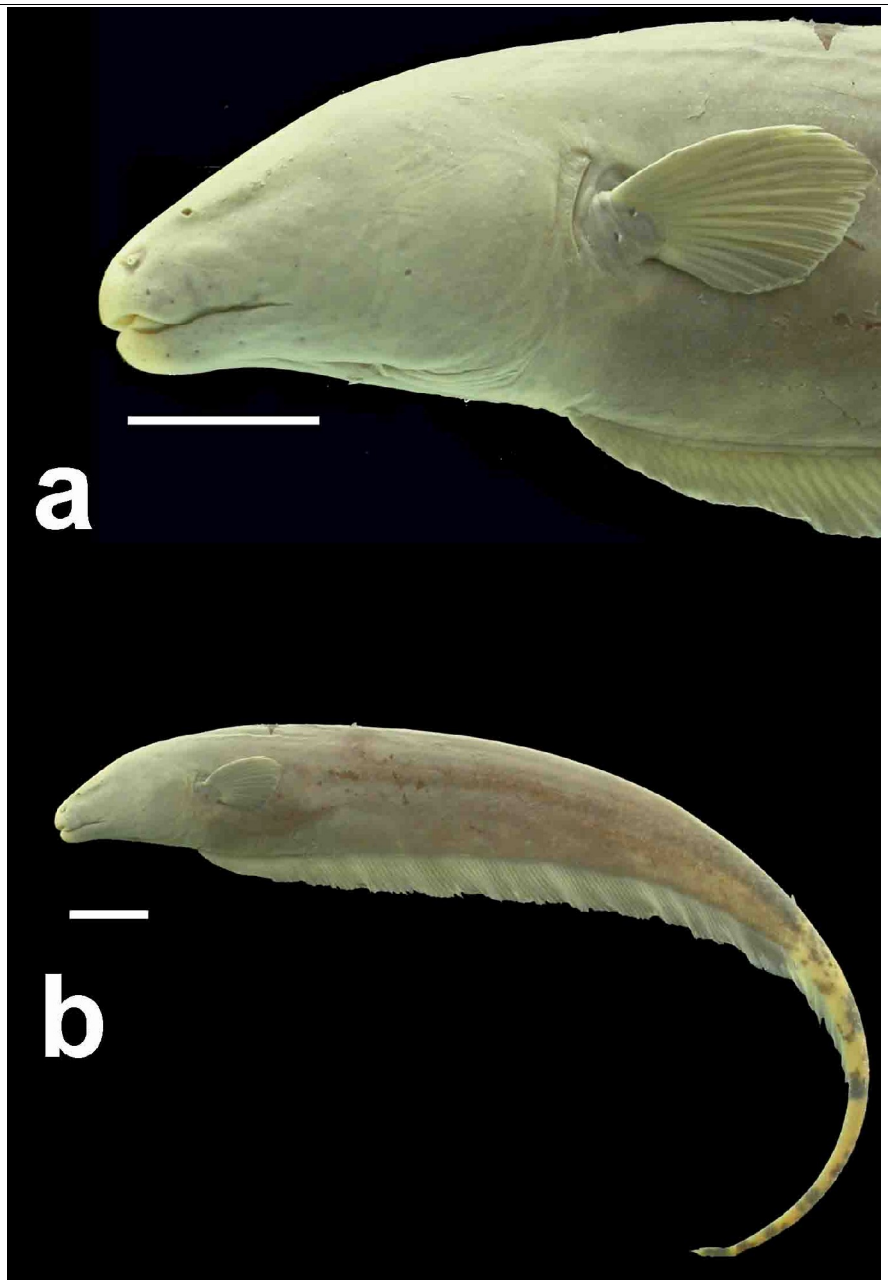

Figura 7. *Apteronotus magoi*, holotipo, rio Apure, Caño Bravo, MCNG 54795, 237.0 mm CT. a, detalhe da parte anterior do corpo. b, vista lateral do corpo. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana et al., 2006.

Figura 8. *Apteronotus milesi*, IAvHP 3397. Macho, 199.6 mm CT, (acima); Fêmea, 175.3 mm CT (abaixo).

Figura 9. *Apteronotus spurrellii*, sintípo, BMNH 1914.5.18.90, rio Condoto, Colômbia. a, vista lateral do corpo. b, detalhe da parte anterior do corpo. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Crampton, 2006b.

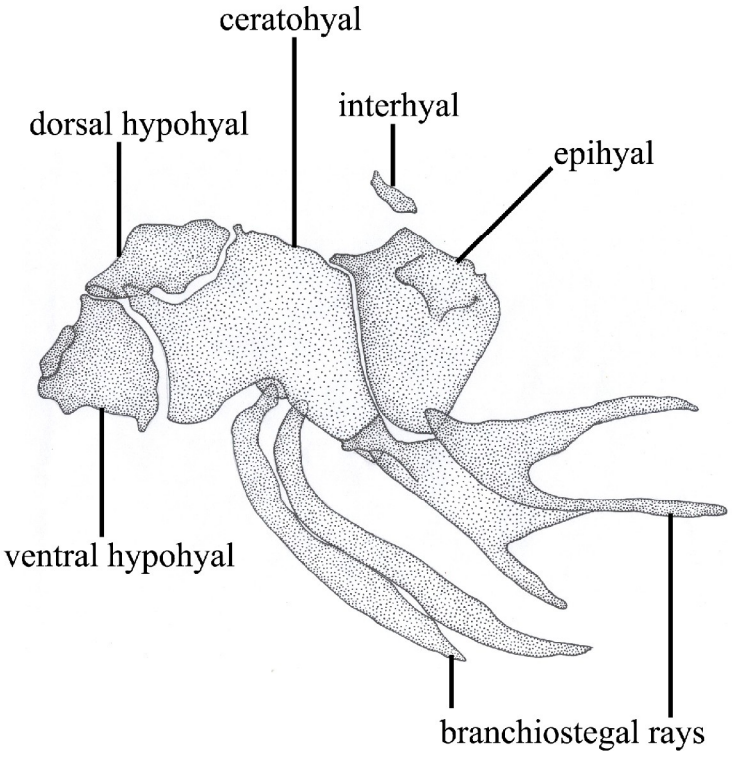

Figura 10. *Sternarchorhynchus caboclo*. Detalhe da cabeça parátipo, INPA 10594, 216 mm CT (acima); arco hióide (abaixo), INPA 10594, 145 mm CT. Fonte: de Santana & Nogueira, 2006.

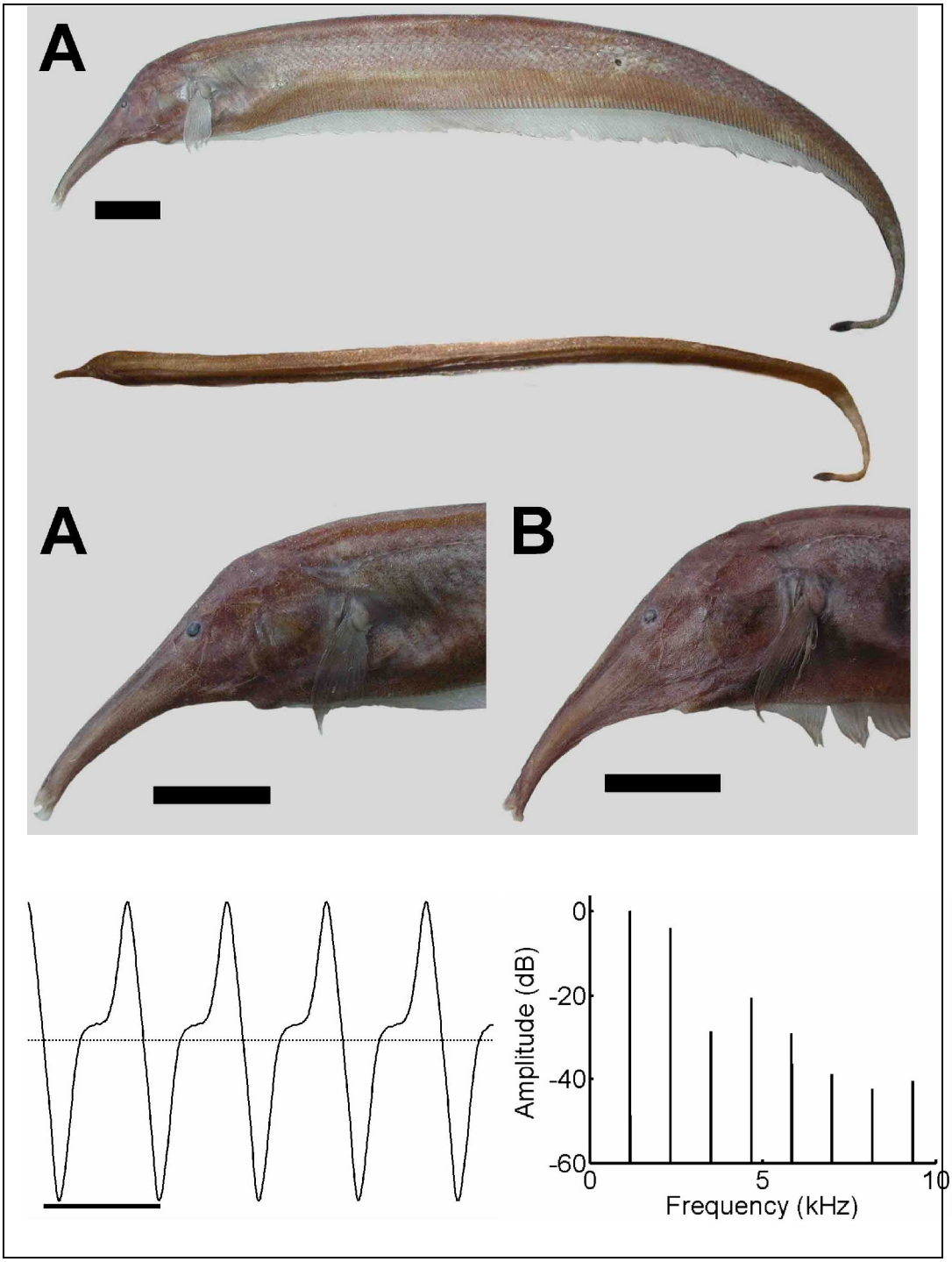

Figura 11. *Sternarchorhynchus curuimim*. A, fêmea, holótipo, corpo e detalhe da cabeça; B, macho, detalhe da cabeça. Forma da descaga dos órgãos elétricos. Escalas = 10 mm. Fonte: de Santana & Crampton, 2006a.

Figura 12. *Sternarchorhynchus gnomus*, holótipo, MCNG 53963, macho, 133.5 mm CT Fonte; de Satanana & Taphorn, 2006.

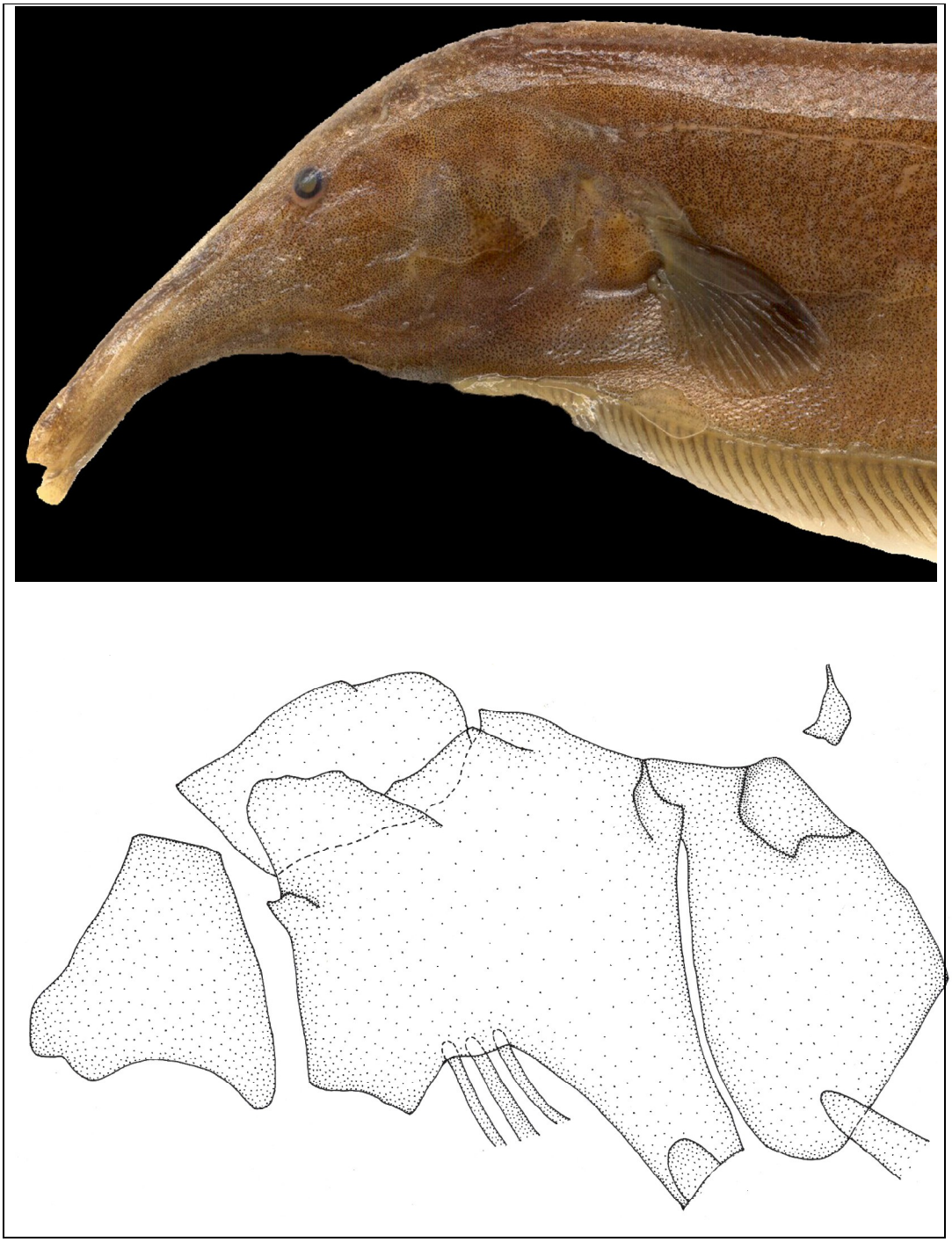

Figura 13. *Sternarchorhynchus severii*. Detalhe da cabeça (acima), holótipo, INPA 22893, 161 mm CT; arco hióide (abaixo), INPA 22898, 140 mm TL. Fonte: de Santana & Nogueira, 2006.

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo