



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Vinícius Amaral Corrêa

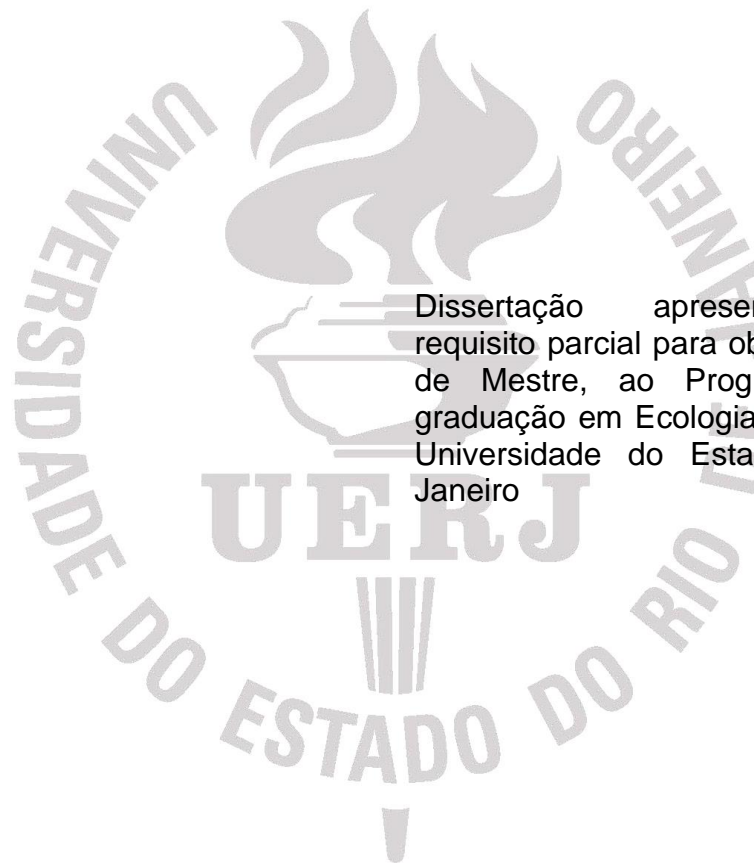
**Padrões de distribuição da ictiofauna na Sub-Região Chaco, Região
Neotropical (*sensu* Morrone, 2014)**

Rio de Janeiro

2018

Vinícius Amaral Corrêa

**Padrões de distribuição da ictiofauna na Sub-Região Chaco, Região
Neotropical (*sensu* Morrone, 2014)**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orientadora: Prof.^a Dra. Valéria Gallo

Coorientador: Prof. Dr. Francisco José de Figueiredo

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

C824 Corrêa, Vinícius Amaral.
Padrões de distribuição da ictiofauna na sub-região Chaco, Região Neotropical (*sensu* Morrone, 2014) / Vinícius Amaral Corrêa. – 2018.
77f.: il.

Orientadora: Valéria Gallo
Coorientador: Francisco José de Figueiredo
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Peixes de água doce - Distribuição geográfica - Teses. 2. Biogeografia - Teses. 3. Biodiversidade - Teses. I. Gallo, Valéria. II. Figueiredo, Francisco José de. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 597

Rosalina Barros CRB-7 / 4204 - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica.

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Vinícius Amaral Corrêa

**Padrões de distribuição da ictiofauna na Sub-Região Chaco, Região
Neotropical (*sensu* Morrone, 2014)**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa de
Pós-graduação em Ecologia e Evolução, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 30 de agosto de 2018

Orientadora:

Prof.^a Dra. Valéria Gallo

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Coorientador:

Prof. Dr. Francisco José de Figueiredo

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Rosana Mazzoni

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof.^a Dr.^a Márcia Aparecida dos Reis Polck

Departamento Nacional de Produção Mineral

Prof. Dr. Paulo Marques Machado Brito

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, pois me deram todo o suporte necessário ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ciência nunca se faz sozinho. O estudo de alguém, o esforço de uma outra pessoa ou um achado de um terceiro servem de base para um estudo ou projeto. E este trabalho não é diferente! O estudo, aqui apresentado, dependeu de alguém que foi a campo e coletou, um outro que identificou e um terceiro que divulgou dados. Vejo o meu trabalho como um fruto de uma grande rede de colaboração. Sendo uma síntese de dados gerados por tantas pessoas, deve-se ao menos agradecer. Agradeço àquela pessoa que coletou um peixe de um rio que serviu aos meus interesses, àquela que identificou ou descreveu uma espécie, e, principalmente, àquela pessoa que divulgou os dados de coleção.

Agradeço aos meus pais, Maria Cristina e José Carlos, e aos meus irmãos, Daniel, Arthur e Alex, pelo apoio ao longo de mais uma caminhada.

Agradeço aos meus primos e primas, tios e tias e aos amigos que estão comigo: desde a escola, do curso, da faculdade e do trabalho, pela disposição em ajudar, ouvir e aconselhar quando os problemas e obstáculos apareceram ao longo deste período.

Sou grato à Prof^a Valéria Gallo e ao Prof. Francisco J. de Figueiredo por ambos abrirem as portas dos laboratórios, por me aceitarem como aluno e o projeto, por ter compartilhado parte do seu conhecimento e pela paciência.

Agradeço aos professores Rosana Mazzoni, Márcia Aparecida dos Reis Polck, Paulo Marques Machado Brito, Marise Sardenberg Salgado de Carvalho e Lena Geise por aceitarem o convite para compor a banca e pelas críticas que auxiliaram para o enriquecimento do estudo.

Agradeço à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução (PPGEE) pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional.

So we fall and rise and walk again

Final Light - Angra

RESUMO

CORRÊA, V. A. *Padrões de distribuição da ictiofauna na Sub-Região Chaco, Região Neotropical (sensu Morrone, 2014)*. 2018. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Geograficamente, a maior diversidade de peixes ósseos de água doce é encontrada na Região Neotropical. Apesar da riqueza da ictiofauna neotropical, pouco tem se discutido sobre a sua origem e história. Quando estudados, os padrões biogeográficos de peixes de água doce servem apenas para complementar padrões encontrados em táxons terrestres ou são usados para gerar modelos para explicar padrões biogeográficos globais. Além disso, os estudos biogeográficos dificilmente levam em consideração as particularidades de sua biologia. Apesar das histórias dos rios e lagos neotropicais serem recentes do ponto de vista geocronológico, os mesmos apresentam complexidades bióticas singulares, que inclui uma destacada diversidade ictiológica. Em busca da reconstrução e compreensão desta história de isolamento, divergência e diversificação da ictiofauna, pode-se recorrer às diferentes ferramentas da Biogeografia Histórica, especificamente, a Pan-biogeografia. Este método enfatiza a dimensão espacial geográfica da biodiversidade, permitindo uma melhor compreensão dos padrões e processos evolutivos. Através da Análise Pan-biogeográfica de Traços é possível relacionar a história geológica de uma região com a distribuição de táxons específicos ou supraespecíficos atuais. Há três conceitos básicos: traço individual, traço generalizado e nó panbiogeográfico. O primeiro é uma estimativa da distribuição de um táxon; o segundo representa a distribuição atual de biotas ancestrais que foram fragmentadas; e o último é considerado como área de grande complexidade geobiológica. O estudo teve como objetivo identificar padrões de distribuição de peixes ósseos de água doce da Sub-região Chaco. Os resultados apresentaram 38 traços generalizados e 4 nós pan-biogeográficos. As famílias de Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes e Cyprinodontiformes apresentaram padrões de distribuição corroborados por padrões de outros táxons. Além do que, estes padrões estão relacionados a história geológica da Sub-região Chaco.

Palavras-chaves: Ictiofauna. Biogeografia. Região Neotropical.

ABSTRACT

CORRÊA, V. A. *Distributional pattern of ichthyofauna in Chacoan Sub-region, Neotropical Region (sensu Morrone, 2014)*. 2018. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Geographically, the greatest diversity of freshwater bony fish occurs in the Neotropical Region. Despite the richness of the neotropical ichthyofauna, studies about its origin and history are scarce. Overall, the recognized biogeographic patterns of freshwater fish are used only to complement patterns found in terrestrial taxa or are used to generate models to explain global biogeographic patterns. Furthermore, in general, biogeographical studies accomplished with fishes exclude biological aspects. Although the history of neotropical rivers and lakes is recent from the geochronological point of view, they have unique biotic complexities, which include an outstanding ichthyological diversity. In order to reconstruct and to understand the history of isolation, divergence and diversification of ichthyofauna, different tools of Historical Biogeography can be used, specifically Panbiogeography. This method emphasizes the geographic spatial dimension of biodiversity, allowing a better understanding of evolutionary patterns and processes. Through Panbiogeographical Track Analysis, it is possible to relate the geological history of a region to the distribution of specific or supraspecific taxa today. There are three basic concepts: individual track, generalized track and node. The first is an estimate of the distribution of a taxon; the second represents the current distribution of ancestral biota which have been fragmented; and the last is considered an area of great geobiological complexity. The aim of this study was to recognize distributional patterns of freshwater bony fish from Chacoan Sub-region. The results presented 38 generalized tracks and 4 nodes. The families of Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes and Cyprinodontiformes show distributional patterns corroborated by the patterns of other taxa. Also, these patterns are related to the geological history of the Chacoan Subregion.

Keywords: Ichthyofauna. Biogeography. Neotropical Region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Regionalização proposta por Morrone (2014) para a Região Neotropical.....	13
Figura 2	Traços generalizados e nós pan-biogeográficos das famílias e subfamílias de Characiformes.....	36
Figura 3	Traços generalizados e nós pan-biogeográficos das famílias e subfamílias de Siluriformes.....	40
Figura 4	Traços generalizados e nós pan-biogeográficos de Gymnotidae (Gymnotiformes).....	44
Figura 5	Traços generalizados e nós pan-biogeográficos de Cyprinodontiformes.....	45
Figura 6	Padrões de distribuição de aranhas Mygalomorphae (FERRETTI, 2012).....	48
Figura 7	Área de Endemismo de <i>Piper</i> e Traços Generalizados de <i>Piper</i> (QUIJANO-ABRIL <i>et al.</i> , 2006).....	48
Figura 8	Traços generalizados e nós de <i>Cecropia</i> (Cecropiaceae).....	49
Figura 9	Traços generalizados e nós biogeográficos de <i>Cyrtoneurina</i> , <i>Cyrtoneuropsis</i> e <i>Bithoracochaeta</i> (CARVALHO <i>et al.</i> , 2003).....	49
Figura 10	Traços generalizados e nós do gênero <i>Bombus</i> (Hymenoptera: Apidae) na região Neotropical e Andina (ABRAHAMOVICH <i>et al.</i> , 2004).....	50
Figura 11	Padrões de distribuição de <i>Polietina</i> Schnabl & Dziedzicki, 1911 (Diptera, Muscidae) (NIHEI & CARVALHO 2005).....	50
Figura 12	Traços generalizados de Entimini (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) (ROMO & MORRONE, 2011).....	51
Figura 13	Um resumo das principais barreiras vicariantes na história da Região Neotropical (AMORIM & PIRES, 1996).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Espécies selecionadas para o estudo.....	21
Tabela 2	Traços generalizados e nós de famílias e subfamílias de Characiformes e suas composições.....	37
Tabela 3	Traços generalizados e nós das famílias e subfamílias de Siluriformes e suas composições.....	41
Tabela 4	Traços generalizados e nós de Gymnotidae (Gymnotiformes) e suas composições.....	45
Tabela 5	Traços generalizados e nós de Cyprinodontiformes e suas composições.....	45
Tabela 6	Tabela de congruência de distribuição entre as famílias e subfamílias de Teleostei.....	47
Tabela 7	Tabela de congruências entre peixes ósseos e outros táxons.....	51

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	11
1	OBJETIVOS.....	18
1.1	Objetivo geral.....	18
1.2	Objetivos específicos.....	18
2	METODOLOGIA.....	19
3	RESULTADOS.....	35
4	DISCUSSÃO.....	47
4.1	Congruências na distribuição.....	47
4.2	Padrões de distribuição de peixes na Região Neotropical.....	61
	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

INTRODUÇÃO

Geograficamente, a maior diversidade de peixes ósseos de água doce é encontrada nos trópicos, especialmente na Região Neotropical (HELFMAN *et al.*, 2009). Em números absolutos, América do Sul e América Central abrigam 7.000 espécies nominais de peixes (ALBERT & REIS, 2011). Vari & Malabarba (1998) afirmaram que de cinco espécies de peixes no mundo, uma delas encontra-se na Região Neotropical, ou seja, esta região comporta 20% de todas as espécies de peixes do planeta. Com representativa biodiversidade, diferentes estratégias têm sido utilizadas na conservação (REIS *et al.*, 2016).

A diversificação da ictiofauna neotropical aconteceu num longo período de tempo, com início no Cretáceo (LUNDBERG *et al.*, 1998) e ao longo de toda a área continental, ou seja, ocorrendo simultaneamente em mais de uma bacia hidrográfica (WEITZMAN & WEITZMAN, 1982; VARI & MALABARBA, 1998; LUNDBERG *et al.*, 1998).

Apesar da riqueza da ictiofauna neotropical, pouco tem se discutido sobre a sua origem e história. Os estudos sobre a história da Região Neotropical e sua biodiversidade são baseados em táxons terrestres (ALBERT & REIS, 2011). Quando estudados, os padrões biogeográficos de peixes de água doce servem apenas para complementar padrões recuperados de táxons terrestres (ALBERT & REIS, 2011). Os padrões encontrados para peixes são usados para gerar modelos para explicar padrões biogeográficos globais e não são estudos de aspectos biogeográficos do próprio grupo.

Deve-se salientar que, ao se estudar padrões ictiogeográficos, as particularidades da biologia deveriam ser consideradas. Por exemplo, de forma recorrente, rios são considerados como barreiras vicariantes à distribuição de táxons terrestres, devem ser considerados, na maioria das situações, como corredores de dispersão para peixes de água doce (ALBERT & REIS, 2011).

A especiação e a divergência genética da ictiofauna neotropical estão relacionadas a eventos geológicos entre corpos d'água de planícies e os seus adjacentes no escudo cristalino, como por exemplo, a captura de rios e cabeceiras,

que resulta na elevação da biodiversidade regional, no aumento da diversidade de formas e na especiação de peixes (ALBERT & REIS, 2011).

Os sistemas de rios do leste do Brasil, incluindo a foz dos rios, como, por exemplo, o São Francisco, em Alagoas, têm sido considerados como áreas de endemismo de peixes (MENEZES, 1996). Uma lista de peixes desta região foi elaborada por Bizerril (1994), que também indicou possíveis eventos vicariantes que teriam promovido a diferenciação da ictiofauna. Certos autores (e.g., MENEZES, 1988; RIBEIRO, 2006; BUCKUP, 2011; RIBEIRO & MENEZES, 2015) discutiram a relação entre aspectos geotectônicos e a diferenciação da ictiofauna.

Sclater (1858) e Wallace (1876) iniciaram estudos da Região Neotropical visando a regionalização desta, que compreende a América do Sul e América Central (incluindo Antilhas), além do México meridional. Desde então, com contribuições de diferentes autores (e.g., CABRERA & YEPES, 1940; MELLO-LEITÃO, 1947; CABRERA & WILLINK, 1973; AMORIM & PIRES, 1996; MORRONE, 2006), uma definição mais estrita foi obtida, abarcando os trópicos do Novo Mundo. Uma síntese histórica e conceitual moderna é apresentada por Morrone (2014), que a subdividiu nas sub-regiões biogeográficas: Zona de Transição Mexicana, Sub-região das Antilhas, Sub-região Brasileira, Sub-região Chaco e Zona de Transição Sul Americana (Figura 1).

Figura 1 – Regionalização proposta por Morrone (modificado, 2014) para a Região Neotropical.



Legenda: Mapa com as províncias (números) e os domínios (cores) biogeográficos e seus respectivos nomes, de acordo com a legenda na figura.

Fonte: MORRONE, 2014.

Apesar da imensa quantidade de dados que corroboram a eleição das diversas subunidades biogeográficas neotropicais, a delimitação e as inter-relações entre elas ainda são motivo de controvérsia e estímulo para estudos adicionais (*cf.* AMORIM & PIRES, 1996; DAGOSTA & de PINNA, 2017). Por esse motivo, recentemente tem-se incentivado a aplicação integrada de diversas metodologias dentro de biogeografia histórica.

Apesar das histórias dos rios e lagos neotropicais serem recentes do ponto de vista geocronológico, os mesmos apresentam complexidades bióticas singulares, que inclui uma destacada diversidade ictiológica (ALBERT & REIS, 2011). Em busca da reconstrução e compreensão desta história de isolamento, divergência e diversificação das espécies de peixes, pode-se recorrer às diferentes ferramentas da Biogeografia Histórica.

A Biogeografia é a disciplina que estuda a distribuição dos seres vivos, a fim de reconhecer padrões de distribuição, fornecer hipóteses acerca dos processos ecológicos/históricos que os causaram e propor um sistema de regionalização do planeta (CRISCI, 2001; MORRONE, 2004, MIRANDA & DIAS, 2012). É uma ciência multidisciplinar que depende de estudos e informações de diferentes áreas para que se tenha o entendimento de um padrão ou processo biogeográfico. Ela depende de conceitos, métodos e dados vindos da filogenia, ecologia, etologia, geologia e paleontologia (ALBERT & REIS, 2011).

A disciplina é dividida em duas correntes: ecológica e histórica. A primeira argumenta que os padrões de distribuição de seres vivos dependem de agentes físicos/biológicos hodiernos. Preocupa-se com processos de pequena escala temporal e espacial e concentra-se nos estudos de distribuição de indivíduos e populações (MIRANDA & DIAS, 2012; CRISCI, 2001). Já a segunda, analisa a distribuição de táxons ao nível de espécie ou supraespecíficos e investiga padrões gerados por agentes em larga escala de espaço e tempo (NELSON, 1974; MORRONE, 2004; ALMEIDA & SANTOS, 2011).

A Biogeografia Histórica parte do princípio que a história influencia a geografia das espécies ou de táxons supra-específico. Isto quer dizer que a história evolutiva das áreas e dos táxons estão relacionadas. Esta relação é recuperada por eventos geológicos que podem ser globais (exemplo: tectonismo e mudanças do nível do mar) ou regionais (exemplo: soerguimento de montanhas ou captura de rios ou cabeceiras) (CRISCI *et al.*, 2003; POSADAS *et al.*, 2006; ALBERT & REIS, 2011). Um evento

geológico na história da Terra, afeta táxons, seja de forma similar ou diversa. Um evento que resulte em vicariância para alguns táxons, pode ser considerado geodispersão para outros, ou ainda, não ter efeito algum (ZINK *et al.*, 2000; ALBERT & REIS, 2011).

Na Biogeografia Histórica, a Pan-biogeografia é um dos métodos de estudo com mais ampla aplicação (WATERS *et al.*, 2013). Foi elaborada e desenvolvida a partir de estudos do ítalo-americano León Croizat (1898-1982) com componentes de faunas e floras globais. Os resultados da aplicação do seu método foram divulgados em diversas obras, entre elas: *Panbiogeography* (CROIZAT, 1958) e *Space, Time, Form: The Biological Synthesis* (CROIZAT, 1964). Após a sua morte, a metodologia pan-biogeográfica foi incrementada e adaptada por vários autores (CRAW *et al.*, 1999; GREHAN, 2011; MIRANDA & DIAS, 2012).

O método parte do pressuposto que as disjunções e padrões são legados históricos, e é a vicariância, o principal gerador da diversidade. Ela representa uma ruptura com os conceitos relacionados à dispersão saltatória como, centros de origens, rotas de dispersão ou unidades biogeográficas definidas *a priori* (GREHAN, 2011).

A pan-biogeografia enfatiza a dimensão espacial geográfica da biodiversidade, permitindo uma melhor compreensão dos padrões e processos evolutivos. A localização espacial dos seres vivos, a partir da análise de distribuições geográficas, é um pré-requisito para os estudos evolutivos, já que a geografia é o substrato onde ocorre a evolução e também é uma fonte empírica de informação (CRAW *et al.*, 1999; MORRONE, 2004, 2009).

A metodologia relaciona a evolução com os processos tectônicos, tais como: acreção de terrenos, subducção, metamorfismo regional, granitização, vulcanismo, falhamentos e dobramentos, soerguimento, subsidência e transgressão e regressão dos mares epicontinentais (HEADS, 1989, 2004; GREHAN, 2011). Esses eventos geológicos norteiam o surgimento de novas espécies, demonstrando que há uma história compartilhada entre a Terra e a vida, que é uma história de evolução única (CRAW *et al.*, 1999; MORRONE, 2009; GREHAN, 2011).

Um ponto importante da metodologia é a sua aplicação em estudos relacionados à conservação. O estudo dos padrões biogeográficos ajuda na conservação da biodiversidade devido ao fornecimento de informações sobre as áreas de maior importância florística e faunística, listas de espécies ameaçadas de extinção

pela destruição dos habitats naturais, e permite avaliar as áreas protegidas em função da riqueza de flora e fauna que alojam (TOLEDO, 1988; TALONIA & ESCALANTE, 2013).

A pan-biogeografia emprega a análise de traços na descrição da dimensão geográfica da biodiversidade. O somatório das linhas traçadas nos mapas conectando localidades ocupadas pelos táxons segundo critério de mínima distância é indicativo de padrões replicados que remetem a causa histórica comum. Através da análise de traços pode-se recuperar padrões vicariantes de distribuição (GREHAN, 2011; CROIZAT, 1958; 1964). Como se baseia em evento comum aos táxons que são encontrados em dada área, pode ser utilizada em qualquer nível taxonômico, para bons ou maus dispersores (GREHAN, 2011).

O método se baseia em três conceitos principais. São eles: o traço individual, o traço generalizado e o nó pan-biogeográfico. O primeiro, é a unidade básica de estudo. Trata-se de uma linha que conecta as localidades na qual se distribui representantes de uma espécie ou de um táxon supraespecífico. Esta linha é traçada unindo as localidades mais próximas umas as outras, resultando numa árvore ou grafo de extensão mínima, que para n localidades há $n-1$ conexões (PAGE, 1987; MORRONE, 2004). O traço individual é uma estimativa da distribuição de um táxon. O segundo, o traço generalizado, resulta da sobreposição de dois ou mais traços individuais. Este representa a distribuição atual de biotas ancestrais que foram fragmentadas por eventos vicariantes (geológicos, tectônicos ou climáticos) (CRAW, 1988; CRAW *et al.*, 1999; MORRONE, 2004; GREHAN, 2011). E por último, o nó pan-biogeográfico, é uma área complexa que resulta da interconexão de dois ou mais traços generalizados (CRAW *et al.*, 1999; CRISCI *et al.*, 2003). São interpretados como zonas de convergência geobiótica, áreas de interseção de ecologias, filogenias, distribuições e áreas de endemismo biológico (GREHAN, 2011).

O método é empregado no reconhecimento de componentes bióticos que compartilham uma história comum. Constitui pré-requisito para identificação de áreas de endemismo e tem sido utilizado na detecção de *hot spots* de diversidade (MORRONE, 2009).

Na reconstrução da história geológica da Região Neotropical e de suas sub-regiões, a análise de traços tem sido uma ferramenta de grande importância, pois evidencia possíveis eventos vicariantes passados que afetaram a distribuição atual do táxon estudado (COSTA *et al.*, 2007).

O presente estudo está voltado para a ictiofauna da sub-região do Chaco, *sensu* Morrone (2014). Esta sub-região compreende os domínios Sudeste Amazônico, Chaco e Paraná (MORRONE, 2006, 2014), a qual se estende desde uma porção da Floresta Amazônica até a Mata de Araucária e do Cerrado à Mata Atlântica. Além da área geográfica, estão definidos aqui o objeto de estudo, a distribuição de peixes ósseos, e a metodologia, Análise de Traços.

Diante disto, o estudo aqui apresentado tem como objetivo identificar padrões de distribuição de peixes ósseos de água doce da Sub-região Chaco e testá-los em função da diagnose oferecida para subunidades usadas na sua classificação biogeográfica atual (i.e., MORRONE, 2014).

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Detectar padrões replicados de distribuição de peixes na Sub-região do Chaco.

1.2 Objetivos Específicos

Aplicar o método pan-biogeográfico de análise de traços aos táxons de peixes com ocorrência na Sub-região do Chaco;

Comparar os resultados encontrados com aqueles que serviram como base para a regionalização proposta por Morrone (2014).

2 METODOLOGIA

O estudo de Biogeografia Histórica aqui implementado foi baseado na Pan-biogeografia. Como citado anteriormente, o método foi proposto por Croizat (1958) e visa à recuperação da história dos táxons e das biotas, enfatizando a dimensão espacial da biodiversidade (MORRONE, 2004).

O método pan-biogeográfico de análise de traços consiste em delinear em mapas os traços individuais de distintos táxons e, posteriormente, sobrepô-los com a finalidade de determinar traços generalizados, para, em seguida, gerar os nós. Em síntese, constitui-se dos seguintes passos: 1) construir traços individuais para cada táxon, conectando as localidades onde se distribui mediante um grafo de extensão mínima; 2) reconhecer traços individuais semelhantes, e se há entre eles sobreposição, o que será considerado como parte de um mesmo traço generalizado; 3) reconhecer nós nas áreas onde dois ou mais traços generalizados se sobrepõem ou se encontram; 4) indicar em um mapa os traços individuais e generalizados, e os nós (MORRONE, 2004).

Na pan-biogeografia, o traço individual é a unidade básica do estudo. Trata-se de uma linha que conecta as localidades (coordenadas geográficas dos pontos de distribuição) de onde se distribui uma espécie ou um táxon supraespecífico. Esta linha é formada a partir da união de pontos com a mínima distância (GREHAN, 2011), de modo que a soma dos segmentos que conectam a localidade seja a menor possível. O traço individual é uma árvore ou grafo de extensão mínima, sendo que para n localidades, há $n-1$ conexões (PAGE, 1987; MORRONE 2004).

Já o traço generalizado deriva da sobreposição de dois ou mais traços individuais, ou seja, é resultado de uma análise comparativa dos traços individuais, em que são avaliadas a congruência e a topologia. Desta forma, representam a distribuição atual de biotas ancestrais que foram fragmentadas por eventos vicariantes (geológicos, tectônicos ou climáticos) (CRAW, 1988; CRAW *et al.*, 1999; MORRONE, 2004; GREHAN, 2011). Além de sugerirem a existência de biotas fragmentadas, os traços generalizados podem representar também caminho de dispersão concordante utilizado ao mesmo tempo por táxons, eventos isolados de dispersão, ou uma

combinação dentre estas possibilidades (MORRONE & CRISCI, 1995; CRAW *et al.*, 1999; NIHEI & CARVALHO, 2005). Adicionalmente, podem indicar também possíveis áreas de endemismo (MORRONE, 2004; NIHEI & CARVALHO, 2005). Os traços generalizados podem ser considerados homologias biogeográficas primárias que permitem, num segundo momento, uma análise cladística de áreas (MORRONE, 2004).

Os traços generalizados foram denominados como TG – n, onde n é um número inteiro. Alguns traços generalizados estão “aninhados” em outros (tradução livre de *nested tracks*) (ECHEVERRY & MORRONE, 2010), ou seja, contido noutro traço. Estes traços foram denominados como TG n1-n2 quando há sobreposição parcial dos traços, onde n1 e n2 é denominação dos TGs envolvidos. Quando há sobreposição total, o traço foi denominado como TG n’.

Os nós biogeográficos são áreas complexas que resultam da interconexão de dois ou mais traços generalizados (CRAW *et al.*, 1999; CRISCI *et al.*, 2003). Segundo Grehan (2011), os nós representam a interseção de ecologias, filogenias e distribuições. Além disso, podem ser áreas de endemismo biológico, diversidade filogenética, limites de distribuição geográfica ou filogenética e disjunções geográficas. Os nós correlacionam as características biológicas com a origem e/ou processo geológico que formaram as biotas (HEADS, 1989; CRISCI *et al.*, 2003; NIHEI & CARVALHO, 2005).

As espécies incluídas neste trabalho (vide Tabela 1) foram escolhidas, a partir do cruzamento de dados (“localidade-tipo” e “distribuição”) do *Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil* (BUCKUP & MENEZES, 2007) e os dados dos corpos de água doce (Arroio, Bacia, Baía, Córrego, Lago, Lagoa, Laguna, Riacho, Rio e Tributário) das regiões hidrográficas Nordeste Oriental, Leste, São Francisco, Sudeste e Sul (ANA, 2015). Os mapas das regiões hidrográficas utilizados estão disponíveis no site: http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas ou <http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=9cc5900ceb0d4c279305d43197980dd8>

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continua).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Characiformes	Parodontidae		<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879), <i>A. davisii</i> (Fowler, 1941), <i>A. hasemani</i> Eigenmann, 1916, <i>A. ibitiensis</i> Campos, 1944, <i>A. itapicuruensis</i> Eigenmann & Henn, 1916, <i>A. piracicabae</i> (Eigenmann, 1907), <i>A. vittatus</i> Garavello, 1977, <i>A. vladii</i> Pavanelli, 2006 e <i>Parodon hilarii</i> Reinhardt, 1866.
Characiformes	Curimatidae		<i>Curimatella lepidura</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889), <i>Cyphocharax gilbert</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>C. modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948), <i>C. nagelii</i> (Steindachner, 1881), <i>C. saladensis</i> (Meinken, 1933), <i>C. santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948), <i>C. spilotos</i> (Vari, 1987), <i>C. vanderi</i> (Britski, 1980), <i>C. voga</i> (Hensel, 1869), <i>Psectrogaster rhomboides</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>P. saguiru</i> (Fowler, 1941), <i>Steindachnerina biornata</i> (Braga & Azpelicueta, 1987), <i>S. elegans</i> (Steindachner, 1874), <i>S. insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948) e <i>S. notonota</i> (Miranda Ribeiro, 1937).
Characiformes	Prochilodontidae		<i>Prochilodus argenteus</i> Agassiz, 1829, <i>P. brevis</i> Steindachner, 1874, <i>P. costatus</i> Valenciennes, 1850, <i>P. hartii</i> Steindachner, 1874, <i>P. lineatus</i> (Valenciennes, 1836) e <i>P. vimboides</i> Kner, 1859.
Characiformes	Anostomidae		<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850), <i>Leporinus aguapeiensis</i> Campos, 1945, <i>L. amblyrhynchus</i> Garavello & Britski, 1987, <i>L. bahiensis</i> Steindachner, 1875, <i>L. conirostris</i> Steindachner, 1875, <i>L. copelandii</i> Steindachner, 1875, <i>L. crassilabris</i> Borodin, 1929, <i>L. elongatus</i> Valenciennes, 1850, <i>L. garmani</i> Borodin, 1929, <i>L. lacustris</i> Campos, 1945, <i>L. marcgravii</i> Lütken, 1875, <i>L. melanopleura</i> Günther, 1864, <i>L. mormyrops</i> Steindachner, 1875, <i>L. obtusidens</i> Valenciennes, 1836, <i>L. octofasciatus</i> Steindachner, 1915, <i>L. paranensis</i> Garavello & Britski, 1987, <i>L. piau</i> Fowler, 1941, <i>L. reinhardti</i> Lütken, 1875, <i>L. steindachneri</i> Eigenmann, 1907, <i>L. striatus</i> Kner, 1858, <i>L. taeniatus</i> Lütken, 1875, <i>L. thayeri</i> Borodin, 1929, <i>Schizodon australis</i> Garavello, 1994, <i>S. intermedius</i> Garavello & Britski, 1990, <i>S. jacuiensis</i> Bergman, 1988, <i>S. knerii</i> (Steindachner, 1875) e <i>S. nasutus</i> Kner, 1858.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Characiformes	Crenuchidae		<i>Characidium alipioi</i> Travassos, 1955, <i>C. bahiense</i> Almeida, 1975, <i>C. bimaculatum</i> Fowler, 1941, <i>C. fasciatum</i> Reinhardt, 1866, <i>C. interruptum</i> Pellegrin, 1909, <i>C. japyhybense</i> Travassos, 1949, <i>C. lagsantense</i> Travassos, 1947, <i>C. lanei</i> Travassos, 1967, <i>C. lauroi</i> Travassos, 1949, <i>C. occidentale</i> Buckup & Reis, 1997, <i>C. oiticicaí</i> Travassos, 1967, <i>C. orientale</i> Buckup & Reis, 1997, <i>C. pterostictum</i> Gomes, 1947, <i>C. rachovii</i> Regan, 1913, <i>C. schubarti</i> Travassos, 1955, <i>C. serrano</i> Buckup & Reis, 1997, <i>C. tenue</i> (Cope, 1894), <i>C. timbuiense</i> Travassos, 1946, <i>C. vestigipinne</i> Buckup & Hahn, 2000 e <i>C. vidali</i> Travassos, 1967.
Characiformes	Characidae	Bryconinae	<i>Brycon ferox</i> Steindachner, 1877, <i>B. hilarii</i> (Valenciennes, 1849), <i>B. insignis</i> Steindachner, 1877, <i>B. nattereri</i> Günther, 1864, <i>B. opalinus</i> (Cuvier, 1819), <i>B. orthotaenia</i> Günther, 1864 e <i>Henochilus wheatlandii</i> Garman, 1890.
Characiformes	Characidae	Characinae	<i>Charax stenopterus</i> (Cope, 1894), <i>Galeocharax gulo</i> Cope, 1870, <i>G. knerii</i> Steindachner, 1875, <i>Phenacogaster calverti</i> (Fowler, 1941), <i>P. franciscoensis</i> Eigenmann, 1911 e <i>Roeboides xenodon</i> (Reinhardt, 1851).
Characiformes	Characidae	Cheirodontinae	<i>Acinocheirodon melanogramma</i> Malabarba & Weitzman, 1999, <i>Cheirodon ibicuihensis</i> Eigenmann, 1915, <i>C. interruptus</i> (Jenyns, 1842), <i>Compsura heterura</i> Eigenmann, 1915, <i>Heterocheirodon jacuiensis</i> Malabarba & Bertaco, 1999, <i>Kolpotocheirodon figueiredoi</i> Malabarba, Lima & Weitzman, 2004, <i>K. theloura</i> Malabarba & Weitzman, 2000, <i>Macropsobrycon uruguayanae</i> Eigenmann, 1915, <i>Serrapinnus calliurus</i> (Boulenger, 1900), <i>S. heterodon</i> (Eigenmann, 1915), <i>S. notomelas</i> (Eigenmann, 1915), <i>S. piaba</i> (Lütken, 1875), <i>Spintherobolus ankoseion</i> Weitzman & Malabarba, 1999, <i>S. broccae</i> Myers, 1925, <i>S. leptoura</i> Weitzman & Malabarba, 1999 e <i>S. papilliferus</i> Eigenmann, 1911.
Characiformes	Characidae	Glandulocaudinae	<i>Diapoma speculiferum</i> Cope, 1894, <i>D. terofali</i> Géry, 1964, <i>Glandulocauda melanogenys</i> Eigenmann, 1911, <i>G. melanopleura</i> Eigenmann, 1911, <i>Hysteronotus megalostomus</i> Eigenmann, 1911, <i>Mimagoniates inequalis</i> Eigenmann, 1911, <i>M. lateralis</i> Nichols, 1913, <i>M. microlepis</i> Steindachner, 1877, <i>M. rheocharis</i> Menezes & Weitzman, 1990, <i>M. sylvicola</i> Menezes & Weitzman, 1990, <i>Planaltina britski</i> Menezes, Weitzman & Burns, 2003, <i>P. glandipedis</i> Menezes, Weitzman & Burns, 2003, <i>Pseudocorynopoma doriae</i> Perugia, 1891 e <i>P. heterandria</i> Eigenmann, 1914.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Characiformes	Characidae	Iguanodectinae	<i>Piabucus melanostomus</i> Holmberg, 1891.
Characiformes	Characidae	Serrasalminae	<i>Myleus altipinnis</i> (Valenciennes, 1850), <i>M. micans</i> (Lütken, 1875), <i>Myloplus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900), <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819), <i>Serrasalmus brandti</i> (Lütken, 1875) e <i>S. marginatus</i> Valenciennes, 1836.
Characiformes	Characidae	Stethaprioninae	<i>Orthospinus franciscensis</i> (Eigenmann, 1914).
Characiformes	Characidae	Tetragonopterinae	<i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829
Characiformes	Characidae	Triporthinae	<i>Lignobrycon myersi</i> (Miranda Ribeiro, 1956), <i>Triporthus guentheri</i> (Garman, 1890) e <i>T. signatus</i> (Garman, 1890).
Characiformes	Acestrorhynchidae		<i>Acestrorhynchus britskii</i> Menezes, 1969 e <i>A. lacustris</i> (Lütken, 1875).
Characiformes	Erythrinidae		<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801), <i>E. kessleri</i> Steindachner, 1876, <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829), <i>Hoplias brasiliensis</i> (Spix in Spix & Agassiz, 1829), <i>H. lacerdae</i> Miranda Ribeiro, 1908 e <i>H. microcephalus</i> (Agassiz in Spix & Agassiz, 1829).

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Characiformes	Cetopsidae		<i>Cetopsis gobioides</i> Kner, 1857.
Characiformes	Aspredinidae		<i>Bunocephalus iheringii</i> Boulenger, 1891 e <i>B. larai</i> Ihering, 1930.
Siluriformes	Trichomycteridae	Copionodontinae	<i>Copionodon lianae</i> Campanario & de Pinna, 2000, <i>C. orthiocarinatus</i> de Pinna, 1992, <i>C. pecten</i> de Pinna, 1992 e <i>Glaphyropoma rodriguesi</i> de Pinna, 1992.
Siluriformes	Trichomycteridae	Trichogeninae	<i>Trichogenes longipinnis</i> Britski & Ortega, 1983.
Siluriformes	Trichomycteridae	Trichomycterinae	<i>Ituglanis cahyensis</i> Sarmiento-Soares et al., 2006, <i>I. parahybae</i> (Eigenmann, 1918), <i>I. proops</i> (Miranda Ribeiro, 1908), <i>Scleronema angustirostris</i> (Devincenzi, 1942), <i>S. minutum</i> (Boulenger, 1891), <i>S. operculatum</i> Eigenmann, 1917, <i>Trichomycterus albinotatus</i> Costa, 1992, <i>T. alternatus</i> (Eigenmann, 1917), <i>T. auroguttatus</i> Costa, 1992, <i>T. bahianus</i> Costa, 1992, <i>T. brasiliensis</i> Lütken, 1874, <i>T. candidus</i> (Miranda Ribeiro, 1949), <i>T. castroi</i> de Pinna, 1992, <i>T. concolor</i> Costa, 1992, <i>T. davisii</i> (Haseman, 1911), <i>T. diabolus</i> Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004, <i>T. giganteus</i> Lima & Costa, 2005, <i>T. goeldii</i> Boulenger, 1896, <i>T. guaraquessaba</i> Wosiacki, 2005, <i>T. iheringi</i> (Eigenmann, 1917), <i>T. immaculatus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889), <i>T. itacambirussu</i> Triques & Vono, 2004, <i>T. itatiayae</i> Miranda Ribeiro, 1906, <i>T. jacupiranga</i> Wosiacki & Oyakawa, 2005, <i>T. jequitinhonhae</i> Triques & Vono, 2004, <i>T. landinga</i> Triques & Vono, 2004, <i>T. longibarbatulus</i> Costa, 1992, <i>T. mboyacy</i> Wosiacki & Garavello, 2004, <i>T. mimonha</i> Costa, 1992, <i>T. mirissumba</i> Costa, 1992, <i>T. naipi</i> Wosiacki & Garavello, 2004, <i>T. nigricans</i> Valenciennes, 1846.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Siluriformes	Trichomycteridae	Trichomycterinae	<i>T. pantherinus</i> Alencar & Costa, 2004, <i>T. paolence</i> (Eigenmann, 1917), <i>T. papilliferus</i> Wosiacki & Garavello, 2004, <i>T. paquequerense</i> (Miranda Ribeiro, 1943), <i>T. plumbeus</i> Wosiacki & Garavello, 2004, <i>T. potschi</i> Barbosa & Costa, 2003, <i>T. pradensis</i> Sarmiento-Soares et al., 2005, <i>T. santaeritae</i> (Eigenmann, 1918), <i>T. stawiarski</i> (Miranda Ribeiro, 1968), <i>T. taroba</i> Wosiacki & Garavello, 2004, <i>T. trefauti</i> Wosiacki, 2004, <i>T. triguttatus</i> (Eigenmann, 1918), <i>T. tupinamba</i> Wosiacki & Oyakawa, 2005, <i>T. variegatus</i> Costa, 1992, <i>T. vermiculatus</i> (Eigenmann, 1918) e <i>T. zonatus</i> (Eigenmann, 1918).
Siluriformes	Trichomycteridae	Stegophilinae	<i>Homodiaetus anisitsi</i> Eigenmann & Ward, 1907, <i>H. banguela</i> Koch, 2002, <i>H. graciosa</i> Koch, 2002, <i>H. passarellii</i> (Miranda Ribeiro, 1944), <i>Parastegophilus paulensis</i> (Miranda Ribeiro, 1918) e <i>Stegophilus insidiosus</i> Reinhardt, 1859.
Siluriformes	Trichomycteridae	Sarcoglanidinae	<i>Microcambeva barbata</i> Costa & Bockmann, 1994 e <i>M. ribeirae</i> Costa, Lima & Bizerril, 2004.
Siluriformes	Trichomycteridae	Glanapteryginae	<i>Listrura boticario</i> de Pinna & Wosiacki, 2002, <i>L. camposi</i> Miranda Ribeiro, 1957, <i>L. nematopteryx</i> de Pinna, 1988, <i>L. picinguabae</i> Villa-Verde & Costa, 2006 e <i>L. tetraradiata</i> Landim & Costa, 2002.
Siluriformes	Callichthyidae		<i>Aspidoras depinnai</i> Britto, 2000, <i>A. maculosus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976, <i>A. menezesi</i> Nijssen & Isbrücker, 1976, <i>A. psammaticus</i> Britto, Lima & Santos, 2005, <i>A. rochai</i> Ihering, 1907, <i>A. spilotus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976, <i>A. virgulatus</i> Nijssen & Isbrücker, 1980, <i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758), <i>Corydoras diffluviatilis</i> Britto & Castro, 2002, <i>C. ehrhardti</i> Steindachner, 1910, <i>C. flaveolus</i> Ihering, 1911, <i>C. garbei</i> Ihering, 1911, <i>C. lacerdai</i> Hieronimus, 1995, <i>C. multimaculatus</i> Steindachner, 1907, <i>C. nattereri</i> Steindachner, 1876, <i>C. paleatus</i> (Jenyns, 1842), <i>C. steindachneri</i> Isbrücker & Nijssen, 1973, <i>C. undulatus</i> Regan, 1912, <i>C. vittatus</i> Nijssen, 1971, <i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828), <i>Lepthoplosternum tordilho</i> Reis, 1997, <i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>S. macropterus</i> (Regan, 1913), <i>S. prionotos</i> (Nijssen & Isbrücker, 1980) e <i>S. salmacis</i> Britto & Reis, 2005.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Siluriformes	Loricariidae	Neoplecostomi nae	<i>Neoplecostomus espiritosantensis</i> Langeani, 1990, <i>N. franciscoensis</i> Langeani, 1990, <i>N. granosus</i> (Valenciennes, 1840), <i>N. microps</i> (Steindachner, 1876), <i>N. paranensis</i> Langeani, 1990, <i>N. ribeirensis</i> Langeani, 1990 e <i>N. variipictus</i> Bizerril, 1995.
Siluriformes	Loricariidae	Hypoptopomatinae	<i>Corumbataia cuestae</i> Britski, 1997, <i>Epactionotus bilineatus</i> Reis & Schaefer, 1998, <i>E. gracilis</i> Reis & Schaefer, 1998, <i>E. itaimbezinho</i> Reis & Schaefer, 1998, <i>Eurycheilichthys limulus</i> Reis & Schaefer, 1998, <i>E. pantherinus</i> Reis & Schaefer, 1992, <i>Hisonotus depressicauda</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>H. depressinotus</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>H. francirochai</i> (R. Ihering, 1928), <i>H. insperatus</i> Britski & Garavello, 2003, <i>H. laevior</i> Cope, 1894, <i>H. leucofrenatus</i> (Miranda Ribeiro, 1908), <i>H. nigricauda</i> (Boulenger, 1891), <i>H. notatus</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>H. paulinus</i> (Regan, 1908), <i>H. taimensis</i> (Buckup, 1981), <i>Lampiella gibbosa</i> (Miranda Ribeiro, 1908), <i>Otocinclus affinis</i> Steindachner, 1877, <i>O. flexilis</i> Cope, 1894, <i>O. xakriaba</i> Schaefer, 1997, <i>Otothyris juquiae</i> Garavello, Britski & Schaefer, 1998, <i>O. lophophanes</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>O. rostrata</i> Garavello, Britski & Schaefer, 1998, <i>O. travassosi</i> Garavello, Britski & Schaefer, 1998, <i>Otothyropsis marapoama</i> Ribeiro, Carvalho & Melo, 2005, <i>Parotocinclus bahiensis</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>P. bidentatus</i> Gauger & Buckup, 2005, <i>P. cearensis</i> Garavello, 1977, <i>P. cesarpinto</i> Miranda Ribeiro, 1939, <i>P. cristatus</i> Garavello, 1977, <i>P. doceanus</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>P. jimi</i> Garavello, 1977, <i>P. jumbo</i> Britski & Garavello, 2002, <i>P. maculicauda</i> (Steindachner, 1877), <i>P. minutus</i> Garavello, 1977, <i>P. muriaensis</i> Gauger & Buckup, 2005, <i>P. planicauda</i> Garavello & Britski, 2003, <i>P. prata</i> Ribeiro, Melo & Pereira, 2002, <i>P. spilosoma</i> (Fowler, 1941), <i>Pseudotocinclus juquiae</i> Takako, Oliveira & Oyakawa, 2005, <i>P. parahybae</i> Takako, Oliveira & Oyakawa, 2005, <i>P. tietensis</i> (R. Ihering, 1907), <i>Pseudotothyris janeirensis</i> Britski & Garavello, 1984, <i>P. obtusa</i> (Miranda Ribeiro, 1911) e <i>Schizolecis guntheri</i> (Miranda Ribeiro, 1918).

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécies
Siluriformes	Loricariidae	Loricariinae	<p><i>Harttia carvalhoi</i> Miranda Ribeiro, 1939, <i>H. garavelloi</i> Oyakawa, 1993, <i>H. kronei</i> Miranda Ribeiro, 1908, <i>H. longipinna</i> Langeani, Oyakawa & Montoya Burgos, 2001, <i>H. loricariformis</i> Steindachner, 1876, <i>H. rhombocephala</i> Miranda Ribeiro, 1939, <i>H. torrenticola</i> Oyakawa, 1993, <i>Loricaria lentiginosa</i> Isbrücker, 1979, <i>L. piracicabae</i> Ihering, 1907, <i>L. proluxa</i> Isbrücker & Nijssen, 1978, <i>Loricariichthys anus</i> (Valenciennes, 1836), <i>L. castaneus</i> (Casteulnau, 1855), <i>L. melanocheilus</i> Reis & Pereira, 2000, <i>L. rostratus</i> Reis & Pereira, 2000, <i>Rineloricaria aequalicuspis</i> Reis & Cardoso, 2001, <i>R. cadeae</i> (Hensel, 1868), <i>R. cubataonis</i> (Steindachner, 1907), <i>R. jaraguensis</i> (Steindachner, 1909), <i>R. kronei</i> Miranda Ribeiro, 1911, <i>R. latirostris</i> (Boulenger, 1900), <i>R. lima</i> (Kner, 1853), <i>R. longicauda</i> Reis, 1983, <i>R. maquinensis</i> Reis & Cardoso, 2001, <i>R. microlepidogaster</i> (Regan, 1904), <i>R. nigricauda</i> (Regan, 1904), <i>R. pentamaculata</i> Langeani & Araujo, 1994, <i>R. quadrensis</i> Reis, 1983, <i>R. steindachneri</i> (Regan, 1904) e <i>R. strigilata</i> (Hensel, 1868).</p>
Siluriformes	Loricariidae	Hypostominae	<p><i>Hypostomus affinis</i> (Steindachner, 1877), <i>H. agna</i> (Miranda Ribeiro, 1907), <i>H. alatus</i> Castelnau, 1855, <i>H. albopunctatus</i> (Regan, 1908), <i>H. ancistroides</i> (Ihering, 1911), <i>H. aspiogaster</i> (Cope, 1894), <i>H. auroguttatus</i> Kner (ex Natterer & Heckel), 1854, <i>H. brevicauda</i> (Günther, 1864), <i>H. brevis</i> (Nichols, 1919), <i>H. commersoni</i> Valenciennes, 1836, <i>H. derbyi</i> (Haseman, 1911), <i>H. francisci</i> (Lütken, 1874), <i>H. garmani</i> (Regan, 1904), <i>H. hermanni</i> (Ihering, 1905), <i>H. iheringii</i> (Regan, 1908), <i>H. interruptus</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>H. isbrueckeri</i> Reis, Weber & Malabarba, 1990, <i>H. jaguribensis</i> (Fowler, 1915), <i>H. johnii</i> (Steindachner, 1877), <i>H. lima</i> (Lütken, 1874), <i>H. luteus</i> (Godoy, 1980), <i>H. macrops</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>H. margaritifera</i> (Regan, 1908), <i>H. meleagris</i> (Marini, Nichols & La Monte, 1933), <i>H. myersi</i> (Gosline, 1947), <i>H. nigromaculatus</i> (Schubart, 1964), <i>H. papariae</i> (Fowler, 1941), <i>H. paulinus</i> (Ihering, 1905), <i>H. punctatus</i> Valenciennes, 1840, <i>H. regani</i> (Ihering, 1905), <i>H. roseopunctatus</i> Reis, Weber & Malabarba, 1990, <i>H. scabriceps</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>H. strigiceps</i> (Regan, 1908), <i>H. tapijara</i> Oyakawa, Akama & Zanata, 2005, <i>H. tietensis</i> (Ihering, 1905), <i>H. topavae</i> (Godoy, 1969), <i>H. unae</i> (Steindachner, 1878), <i>H. uruguayensis</i> Reis, Weber & Malabarba, 1990, <i>H. vaillanti</i> (Steindachner, 1877),</p>

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécies
Siluriformes	Loricariidae	Hyostominae	<i>H. variipictus</i> (Ihering, 1911), <i>H. vermicularis</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>H. wuchereri</i> (Günther, 1864), <i>Isbrueckerichthys alipionis</i> (Gosline, 1947), <i>I. dusei</i> (Miranda Ribeiro, 1907), <i>I. epakmos</i> Pereira & Oyakawa, 2003, <i>I. calvus</i> Jerep, Shibatta, Pereira & Oyakawa, 2006, <i>I. saxicola</i> Jerep, Shibatta, Pereira & Oyakawa, 2006, <i>Kronichthys heylandi</i> (Boulenger, 1900), <i>K. lacerta</i> (Nichols, 1919), <i>K. subteres</i> Miranda Ribeiro, 1908, <i>Pareiorhaphis azygolechis</i> Pereira & Reis, 2002, <i>P. bahianus</i> (Gosline, 1947), <i>P. calmoni</i> (Steindachner, 1907), <i>P. eurycephalus</i> Pereira & Reis, 2002, <i>P. garbei</i> Ihering, 1911, <i>P. hypselurus</i> Pereira & Reis, 2002, <i>P. hystrix</i> Pereira & Reis, 2002, <i>P. nudulus</i> Reis & Pereira, 1999, <i>P. parmula</i> Pereira, 2005, <i>P. splendens</i> Bizerril, 1995, <i>P. steindachneri</i> Miranda Ribeiro, 1918, <i>P. stephanus</i> Oliveira & Oyakawa, 1999, <i>P. stomias</i> Pereira & Reis, 2002, <i>P. vestigipinnis</i> Pereira & Reis, 1992, <i>Pareiorhina brachyrhyncha</i> Chamon, Aranda & Buckup, 2005, <i>P. rudolphi</i> (Miranda Ribeiro, 1911), <i>Pogonopoma obscurum</i> Quevedo & Reis, 2002, <i>P. parahybae</i> (Steindachner, 1877), <i>P. wertheimeri</i> (Steindachner, 1867), <i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> (Spix & Agassiz, 1829) e <i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz, 1829.
Siluriformes	Loricariidae	Ancistrinae	<i>Ancistrus brevipinnis</i> (Regan, 1904), <i>A. multispinis</i> (Regan, 1912), <i>A. stigmaticus</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>A. taunayi</i> Miranda Ribeiro, 1918, <i>Hemiancistrus chlorostictus</i> Cardoso & Malabarba, 1999, <i>H. fuliginosus</i> Cardoso & Malabarba, 1999, <i>H. megalopteryx</i> Cardoso, 2004, <i>H. meizospilos</i> Cardoso & Silva, 2004, <i>H. punctulatus</i> Cardoso & Malabarba, 1999, <i>H. votouro</i> Cardoso & Silva, 2004, <i>Megalancistrus barrae</i> (Steindachner, 1910).
Siluriformes	Loricariidae	Delturinae	<i>Delturus angulicauda</i> (Steindachner, 1877), <i>D. carinotus</i> (La Monte, 1933), <i>D. parahybae</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>Hemipsilichthys gobio</i> (Lütken, 1874), <i>H. nimius</i> Pereira, Reis, Souza & Lazzarotto, 2003 e <i>H. papillatus</i> Pereira, Oliveira & Oyakawa, 2000.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécies
Siluriformes	Pseudopimelodidae		<p><i>Cephalosilurus fowleri</i> Haseman, 1911, <i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1889, <i>Microglanis cibela</i> Malabarba & Mahler Jr., 1998, <i>M. cottoides</i> (Boulenger, 1891), <i>M. eurystoma</i> Malabarba & Mahler Jr., 1998, <i>M. garavello</i> Shibatta & Benine, 2005, <i>M. leptostriatus</i> Mori & Shibatta, 2006, <i>M. malabarbai</i> Bertaco & Cardoso, 2005, <i>M. nigripinnis</i> Bizerril & Perez-Neto, 1992, <i>M. parahybae</i> (Steindachner, 1880), <i>M. pataxo</i> Sarmiento-Soares et al., 2006, <i>Pseudopimelodus charus</i> (Valenciennes, 1840) e <i>P. mangurus</i> (Valenciennes, 1840).</p>
Siluriformes	Heptapteridae		<p><i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889, <i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959, <i>Chasmocranus brachynema</i> Gomes & Schubart, 1958, <i>C. lopezi</i> Miranda Ribeiro, 1968, <i>C. truncatorostris</i> Borodin, 1927, <i>Heptapterus multiradiatus</i> Ihering, 1907, <i>H. mustelinus</i> (Valenciennes in d'Orbigny, 1835), <i>H. stewarti</i> Haseman, 1911, <i>H. sympterygium</i> Buckup, 1988, <i>Imparfinis borodini</i> Mees & Cala, 1989, <i>I. hollandi</i> Haseman, 1911, <i>I. minutus</i> (Lütken, 1874), <i>I. mirini</i> Haseman, 1911, <i>I. piperatus</i> Eigenmann & Norris, 1900, <i>I. schubarti</i> (Gomes, 1956), <i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964), <i>Pimelodella australis</i> Eigenmann, 1917, <i>P. avanhandavae</i> Eigenmann, 1917, <i>P. boschmai</i> Van der Stigchel, 1964, <i>P. dorseyi</i> Fowler, 1941, <i>P. eigenmanni</i> (Boulenger, 1891), <i>P. enochi</i> Fowler, 1941, <i>P. gracilis</i> (Valenciennes in d'Orbigny, 1835), <i>P. harttii</i> (Steindachner, 1876), <i>P. itapicuruensis</i> Eigenmann, 1917, <i>P. kronei</i> (Miranda Ribeiro, 1907), <i>P. lateristriga</i> (Lichtenstein, 1823), <i>P. laurenti</i> Fowler, 1941, <i>P. meeki</i> Eigenmann, 1910, <i>P. pappenheimi</i> Ahl, 1925, <i>P. pectinifer</i> Eigenmann & Eigenmann, 1888, <i>P. rudolphi</i> Miranda Ribeiro, 1918, <i>P. transitoria</i> Miranda Ribeiro, 1907, <i>P. vittata</i> (Lütken, 1874), <i>P. witmeri</i> Fowler, 1941, <i>Rhamdella eriarcha</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>R. jenynsii</i> (Günther, 1864), <i>R. longiuscula</i> Lucena & Silva, 1991, <i>R. papariae</i> Fowler, 1941, <i>R. robinsoni</i> Fowler, 1941, <i>Rhamdia jequitinhonha</i> Silfvergrip, 1996, <i>Rhamdioglanis frenatus</i> Ihering, 1907, <i>R. transfasciatus</i> Miranda Ribeiro, 1908, <i>Rhamdiopsis microcephala</i> (Lütken, 1874), <i>R. moreirai</i> Haseman, 1911 e <i>Taunayia bifasciata</i> (Eigenmann & Norris, 1900).</p>

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécies
Siluriformes	Pimelodidae		<i>Bagropsis reinhardti</i> Lütken, ex Reinhardt, 1874, <i>Bergiaria westermanni</i> (Lütken, ex Reinhardt, 1874b), <i>Conorhynchos conirostris</i> (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1840), <i>Duopalatinus emarginatus</i> (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1840), <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, ex Kröyer, 1874), <i>Parapimelodus nigribarbis</i> (Boulenger, 1889), <i>Pimelodus argenteus</i> Perugia, 1891, <i>P. atrobrunneus</i> Vidal & Lucena, 1999, <i>P. fur</i> (Lütken, ex Reinhardt, 1874b), <i>P. heraldoi</i> Azpelicueta, 2001, <i>P. maculatus</i> LaCepède, 1803, <i>P. ortmanni</i> Haseman, 1911, <i>P. paranaensis</i> Britski & Langeani, 1988, <i>P. platicirris</i> Borodin, 1927, <i>P. pohli</i> Ribeiro & Lucena, 2006, <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Agassiz in Spix & Agassiz, 1829), <i>P. fasciatum</i> (Linnaeus, 1766), <i>Steidachneridion melanodermatum</i> Garavello, 2005, <i>S. puntatum</i> (Miranda Ribeiro, 1918), <i>S. amblyurus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>S. parahybae</i> (Steindachner, 1876), <i>S. scriptum</i> (Miranda Ribeiro, 1918) e <i>Zungaro jahu</i> (Ihering, 1898).
Siluriformes	Doradidae		<i>Franciscodoras marmoratus</i> (Reinhardt, 1874), <i>Kalyptodoras bahiensis</i> Higuchi, Britski & Garavello, 1990, <i>Pterodoras granulatus</i> (Valenciennes in Humboldt & Valenciennes, 1821), <i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855) e <i>Wertheimeria maculata</i> Steindachner, 1877.
Siluriformes	Auchenipteridae		<i>Auchenipterus osteomystax</i> (Miranda Ribeiro, 1920), <i>Glanidium catharinensis</i> Miranda Ribeiro, 1962, <i>G. cesarpinto</i> von Ihering, 1928, <i>G. melanopterum</i> Miranda Ribeiro, 1918, <i>G. ribeiroi</i> Haseman, 1911, <i>Parauchenipterus striatulus</i> (Steindachner, 1876), <i>Pseudauchenipterus affinis</i> Steindachner, 1876, <i>P. flavescens</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888), <i>P. jequitinhonhae</i> Steindachner 1876, <i>Tatia boemia</i> Koch & Reis, 1996, <i>T. neivai</i> (von Ihering, 1930).
Gymnotiformes	Gymnotidae		<i>Gymnotus bahianus</i> Campos-da-Paz & Costa, 1996, <i>G. pantherinus</i> (Steindachner, 1908), <i>G. sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (continuação).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Gymnotiformes	Sternopygidae		<i>Eigenmannia microstoma</i> (Reinhardt, 1852) e <i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801).
Gymnotiformes	Hypopomidae		<i>Brachyhypopomus janeiroensis</i> (Costa & Campos-da-Paz, 1992) e <i>B. jureiae</i> Triques & Khamis, 2003.
Gymnotiformes	Apteronotidae		<i>Apteronotus brasiliensis</i> (Reinhardt, 1852) e <i>Sternarchella curvioperculata</i> Godoy, 1968.
Cyprinodontiformes	Rivulidae		<i>Australebias univentripinnis</i> Costa & Cheffe, 2006, <i>Austrolebias adloffii</i> (Ahl, 1922), <i>A. alexandri</i> Castello & Lopez, 1974, <i>A. charrua</i> Costa & Cheffe, 2001, <i>A. cyaneus</i> (Amato, 1987), <i>A. ibicuiensis</i> (Costa, 1999), <i>A. jaegari</i> Costa & Cheffe, 2002, <i>A. juanlangi</i> Costa, 2006, <i>A. litzi</i> Costa, 2006, <i>A. luteoflammulatus</i> (Vaz-Ferreira et al., 1964), <i>A. minuano</i> Costa & Cheffe, 2001, <i>A. nachtigalli</i> Costa & Cheffe in Costa, 2006, <i>A. nigrofasciatus</i> Costa & Cheffe, 2001, <i>A. periodicus</i> (Costa, 1999), <i>A. prognathus</i> (Amato, 1986), <i>A. varzea</i> Costa, Reis & Behr, 2004, <i>A. wolterstorffii</i> (Ahl, 1924), <i>Campellolebias brucei</i> Vaz-Ferreira & Sierra, 1974, <i>C. chrysolineatus</i> Costa, Lacerda & Brasil, 1989, <i>C. dorsimaculatus</i> Costa, Lacerda & Brasil, 1989, <i>Cynolebias gilbertoi</i> Costa, 1998, <i>C. leptcephalus</i> Costa & Brasil, 1993, <i>C. porosus</i> Steindachner, 1876, <i>C. vazabarrisensis</i> Costa, 2001, <i>Cynopocilus fulgens</i> Costa, 2002, <i>C. intimus</i> Costa, 2002, <i>C. melanotaenia</i> (Regan, 1912), <i>C. multipapillatus</i> Costa, 2002, <i>C. nigrovittatus</i> Costa, 2002, <i>Kryptolebias brasiliensis</i> (Valenciennes, 1821), <i>K. caudomarginatus</i> (Seegers, 1984), <i>K. ocellatus</i> (Hensel, 1868), <i>Leptolebias fractifasciatus</i> (Costa, 1988), <i>L. minimus</i> (Myers, 1942), <i>L. splendens</i> (Myers, 1942), <i>Nematolebias whitei</i> (Myers, 1942), <i>Rivulus bahianus</i> Huber, 1990, <i>R. decoratus</i> Costa, 1989, <i>R. depressus</i> Costa, 1991, <i>R. janeiroensis</i> Costa, 1991, <i>R. santensis</i> Köhler, 1906, <i>R. simplicis</i> Costa, 2004, <i>Simpsonichthys bokermanni</i> (Carvalho & Cruz, 1987), <i>S. constanciae</i> (Myers, 1942), <i>S. delucai</i> Costa, 2003, <i>S. fasciatus</i> Costa & Brasil, 2006, <i>S. flagellatus</i> Costa, 2003.

Tabela 1 - Espécies selecionadas para o estudo (conclusão).

Ordem	Família	Subfamília	Espécie
Cyprinodontiformes	Rivulidae		<i>S. ghisolfi</i> Costa, Cyrino & Nielsen, 1996, <i>S. gibberatus</i> Costa & Brasil, 2006, <i>S. hellneri</i> (Berkenkamp, 1993), <i>S. janaubensis</i> Costa, 2006, <i>S. mediopapillatus</i> Costa, 2006, <i>S. nielseni</i> Costa, 2005, <i>S. myersi</i> (Carvalho, 1971), <i>S. stellatus</i> (Costa & Brasil, 1994) e <i>S. virgulatus</i> Costa & Brasil, 2006.
Cyprinodontiformes	Poeciliidae		<i>Cnesterodon brevirostratus</i> Rosa & Costa, 1993, <i>C. carnegiei</i> Haseman, 1911, <i>C. decemmaculatus</i> (Jenyns, 1842), <i>C. omorgmatus</i> Lucinda & Garavello, 2000, <i>Pamphorichthys hollandi</i> (Henn, 1916), <i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868), <i>Phalloptychus eigenmanni</i> Henn, 1916, <i>P. iheringii</i> (Boulenger, 1889), <i>Phallotorynus fasciolatus</i> Henn, 1916, <i>P. jucundus</i> von Ihering, 1930.
Cyprinodontiformes	Anableptidae		<i>Jenynsia diphyes</i> Lucinda, Ghedotti & Graça, 2006, <i>J. eigenmanni</i> (Haseman, 1911), <i>J. eirmostigma</i> Ghedotti & Weitzman, 1995, <i>J. lineata</i> (Jenyns, 1842), <i>J. multidentata</i> (Jenyns, 1842), <i>J. onca</i> Lucinda, Reis & Quevedo, 2002, <i>J. sanctaecatarinae</i> Ghedotti & Weitzman, 1996, <i>J. unitaenia</i> Ghedotti & Weitzman, 1995, <i>J. weitzmani</i> Ghedotti, Downing Meisner & Lucinda, 2001.
Perciformes	Cichlidae		<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006, <i>C. pinima</i> Kullander & Ferreira, 2006, <i>Cichlasoma portalegreense</i> (Hensel, 1870), <i>C. sanctifranciscense</i> Kullander, 1983, <i>Crenicichla gaucho</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. igara</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. iguapina</i> Kullander & Lucena, 2006, <i>C. iguassuensis</i> Haseman, 1911, <i>C. jaguarensis</i> Haseman, 1911, <i>C. jurubi</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. lacustris</i> (Castelnau, 1855), <i>C. maculata</i> Kullander & Lucena, 2006, <i>C. minuano</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. missioneira</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. niderleinii</i> (Holmberg, 1891), <i>C. prenda</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. punctata</i> Hensel, 1870, <i>C. saxatilis</i> (Linnaeus, 1758), <i>C. scotti</i> Eigenmann, 1907, <i>C. tendybaguassu</i> Lucena & Kullander, 1992, <i>C. tingui</i> Kullander & Lucena, 2006, <i>Crenicichla britski</i> Kullander, 1982, <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>G. iporangensis</i> Haseman, 1911, <i>G. itapicuruensis</i> Haseman, 1911, <i>G. obscurus</i> (Castelnau, 1855), <i>Gymnogeophagus gymnogenys</i> Hensel, 1870, <i>G. labiatus</i> (Hensel, 1870), <i>G. lacustris</i> Reis & Malabarba, 1988, <i>G. meridionalis</i> Reis & Malabarba, 1988 e <i>G. rhabdotus</i> Hensel, 1870.

As coordenadas geográficas utilizadas para estimar a distribuição dos táxons e para a realização da análise de traços foram obtidas das seguintes coleções: The Academy of Natural Sciences Fish Collection (ANSP-Ichthyology); Coleção de Peixes

DZSJRP (DZSJRP-Pisces); Coleção Ictiológica da Universidade Federal do Espírito Santo (CIUFES); Coleção de Peixes da Universidade Federal de Mato Grosso (CPUFMT); Coleção Zoológica Delta do Parnaíba – Pisces (CZDP-Pisces); Laboratório de Ictiologia do Grupo de Ecologia Aquática (GEA); Coleção de Peixes INPA (INPA-Peixes); Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto (LIRP); Coleção de Peixes MHNCI (MHNCI - Peixes); Coleção Científica da Divisão de Peixes do Museu de Zoologia (MZFS); Subcoleção Ictiológica do *Campus* Parnaíba da UESPI (UESPIPHB); Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática da Universidade Federal do Tocantins (UNT); Zoneamento Ecológico Econômico do Acre – Ictiofauna (ZEE-ICTIO); Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-AMP); Coleção de Aplacophora do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-APL); Museum of Comparative Zoology (HU-Zoo); Coleção de Peixes (MBML-Peixes); Coleção de Peixes (MCP-Peixes); Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina - Coleção de Peixes (MZUEL-Peixes); Coleção de Peixes do Museu de Zoologia da USP (MZUSP); NMNH Extant Specimen and Observation Records (NMNH-Animalia BR); Coleção de Peixes (NPM); Coleção Ictiológica do Nupélia (NUP); Coleção de Peixes (UFRGS); Coleção de Peixes do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-PIS); Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS-PIS); Coleção Ictiológica (MNRJ), Museu Nacional (MN), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Essas coordenadas foram adquiridas dos seguintes bancos de dados: Global Biodiversity (GBIF, 2016) e SpeciesLink (SPLINK, 2016). No primeiro, foi feito o *download* do registro da ocorrência dos espécimes da Coleção Ictiológica do Museu Nacional (MNRJ) alocada no seguinte endereço: https://ipt.sibbr.gov.br/mnrj/resource?r=mnrj_ictiologia&v=157.313. Já no segundo, foram feitas as buscas dos registros dos táxons das demais coleções. Vale ressaltar que apenas coordenadas “originais” (aquelas definidas pelos coletores) e “não suspeitas” (aquelas que coincidem com os nomes dos municípios registrados na coleção) foram utilizadas na análise.

Para elaboração dos traços generalizados e nós biogeográficos, foi utilizado o aplicativo fundamentado num algoritmo denominado Martitracks (ECHEVERRÍA-LONDOÑO & MIRANDA-ESQUIVEL, 2011). Através de uma abordagem geométrica, ele é capaz de gerar traços individuais, encontrar congruência entre eles e produzir

traços generalizados. Trata-se de uma excelente ferramenta, dada a rapidez com que as análises são feitas, mesmo com grande volume de dados.

Para a elaboração dos traços foram estabelecidos os seguintes parâmetros: $c = 2$; $r = 2.5$ (lmin), 3 (lmax), 4 (lmax.line); e $m = 0.8$ (min-SI). A definição de cada parâmetro é dada a seguir:

- “c” - Valor de Corte, em graus, é o parâmetro que elimina os pontos redundantes da análise. É a mínima distância, considerando que dois pontos pertencem a mesma amostra. Se dois pontos estiverem próximos o bastante, serão considerados como apenas um único ponto.

- “r” - Regra de Congruência é o parâmetro que verifica se os traços individuais são congruentes entre si. São valores que definem as distâncias entre os grafos de distância mínima. Eles são denominados “lmin, lmax, lmax.line”: o primeiro é a distância mínima para que dois grafos sejam congruentes; o segundo, a distância máxima; e o último, o limite para distância máxima.

- m - min-SI é um Índice de Similaridade (congruência mínima). O valor deste índice define a similaridade entre os traços. Este índice determina se dois traços podem ser similares e os combinam em um traço generalizado, ou seja, sumariza as congruências encontradas numa única solução.

Os parâmetros $c = 2$, $lmin = 2.5$, $lmax = 3$, $lmax.line = 4$ e $min-SI = 0.8$ foram escolhidos a partir de uma constatação de Ferrari *et al.* (2013) de que estes valores, para os dados de Moreira *et al.* (2011), geraram resultados semelhantes ao encontrado pelo mesmo autor, tendo este feito a análise de forma manual. O mesmo aconteceu quando Echeverría-Londoño & Miranda-Esquivel (2011) testaram o aplicativo com os dados de Alzate *et al.* (2008). Já Ferretti *et al.* (2012), encontraram traços generalizados semelhantes utilizando o *Martitracks* combinado com Análise de Parcimônia de Endemismo.

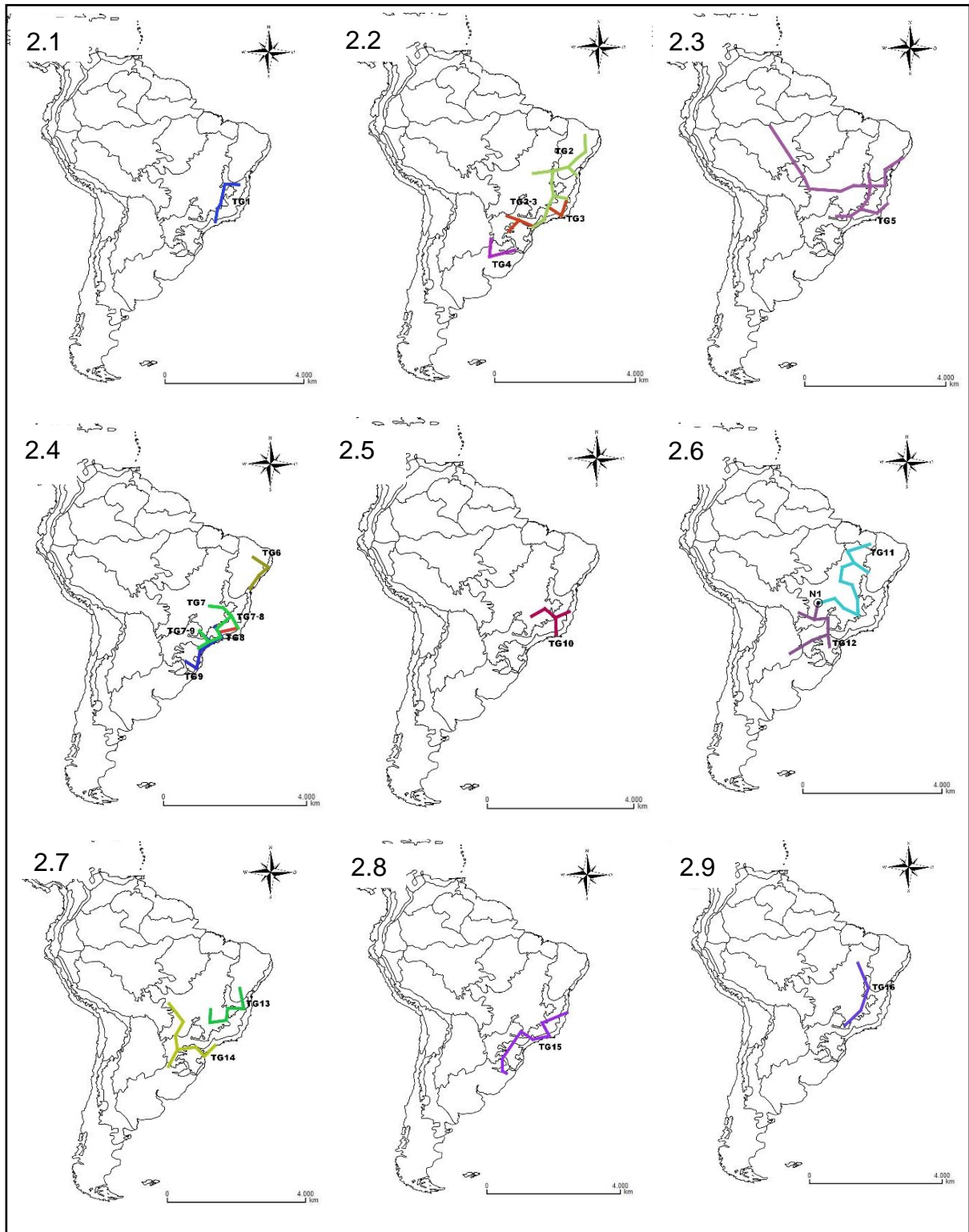
Dada as limitações do programa, as análises foram feitas separadamente para família e subfamílias.

O mapa em formato *shapefile* para a elaboração dos resultados foi disponibilizado por Löwenberg-Neto (2014). Com o QGIS 2.18 (QGISBRASIL, 2017) e Google Earth (GOOGLE, 2011), foi possível produzir os resultados apresentados.

3 RESULTADOS

Os resultados da análise de traços são mostrados nas figuras 2 a 5; já nas tabelas 2 a 5, estão as denominações e composição dos traços generalizados encontrados.

Figura 2 - Traços generalizados e nós pan-biogeográficos das famílias e subfamílias de Characiformes.



Legenda: 2.1 Padrões de distribuição de Parodontidae. 2.2 Padrões de distribuição de Curimatidae. 2.3 Padrões de distribuição de Prochilodontidae. 2.4 Padrões de distribuição de Crenuchidae. 2.5 Padrões de distribuição de Bryconinae (Characidae). 2.6 Padrões de distribuição de Characinae (Characidae). 2.7 Padrões de distribuição de Cheirodontinae (Characidae). 2.8 Padrões de distribuição de Glandulocaudinae (Characidae). 2.9 Padrões de distribuição de Triportheinae (Characidae).

Tabela 2 - Traços generalizados e nós de famílias e subfamílias de Characiformes e suas composições (continua).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG1	<i>Apareiodon affinis</i> , <i>A. ibitiensis</i> , <i>A. vittatus</i> , <i>A. vladii</i> , <i>A. itapicuruensis</i> , <i>A. hasemani</i> , <i>A. davisii</i> , <i>A. piracicabae</i> e <i>Parodon hilari</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG2	<i>Curimatella lepidura</i> , <i>Cyphocharax gilbert</i> , <i>Psectrogaster rhomboides</i> , <i>P. saguiru</i> , <i>Steindachnerina elegans</i> e <i>S. notonota</i>	Caatinga e Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG3	<i>Cyphocharax modestus</i> , <i>C. nagelii</i> , <i>C. vanderi</i> , <i>C. santacatarinae</i> e <i>Steindachnerina insculpta</i>	Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG2-3	Segmento em comum entre TG2 e TG3	Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG4	<i>Cyphocharax saladensis</i> , <i>C. spilotus</i> , <i>C. voga</i> e <i>Steindachnerina biornata</i>	Chaco e Pampa (Chaco); Floresta Araucária (Paraná)
TG5	<i>Prochilodus argenteus</i> , <i>P. costatus</i> , <i>P. hartii</i> , <i>P. vimboides</i> , <i>P. brevis</i> e <i>P. lineatus</i>	Madeira (Sul Brasileiro); Caatinga e Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná (Paraná)
TG6	<i>Characidium bahiense</i> e <i>C. bimaculatum</i>	Caatinga (Chaco); Floresta Atlântica (Paraná)
TG7	<i>Characidium alipioi</i> , <i>C. fasciatum</i> , <i>C. grajahuense</i> , <i>C. interruptum</i> , <i>C. japuhybense</i> , <i>C. lagsantense</i> , <i>C. lauroi</i> e <i>C. schubarti</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)

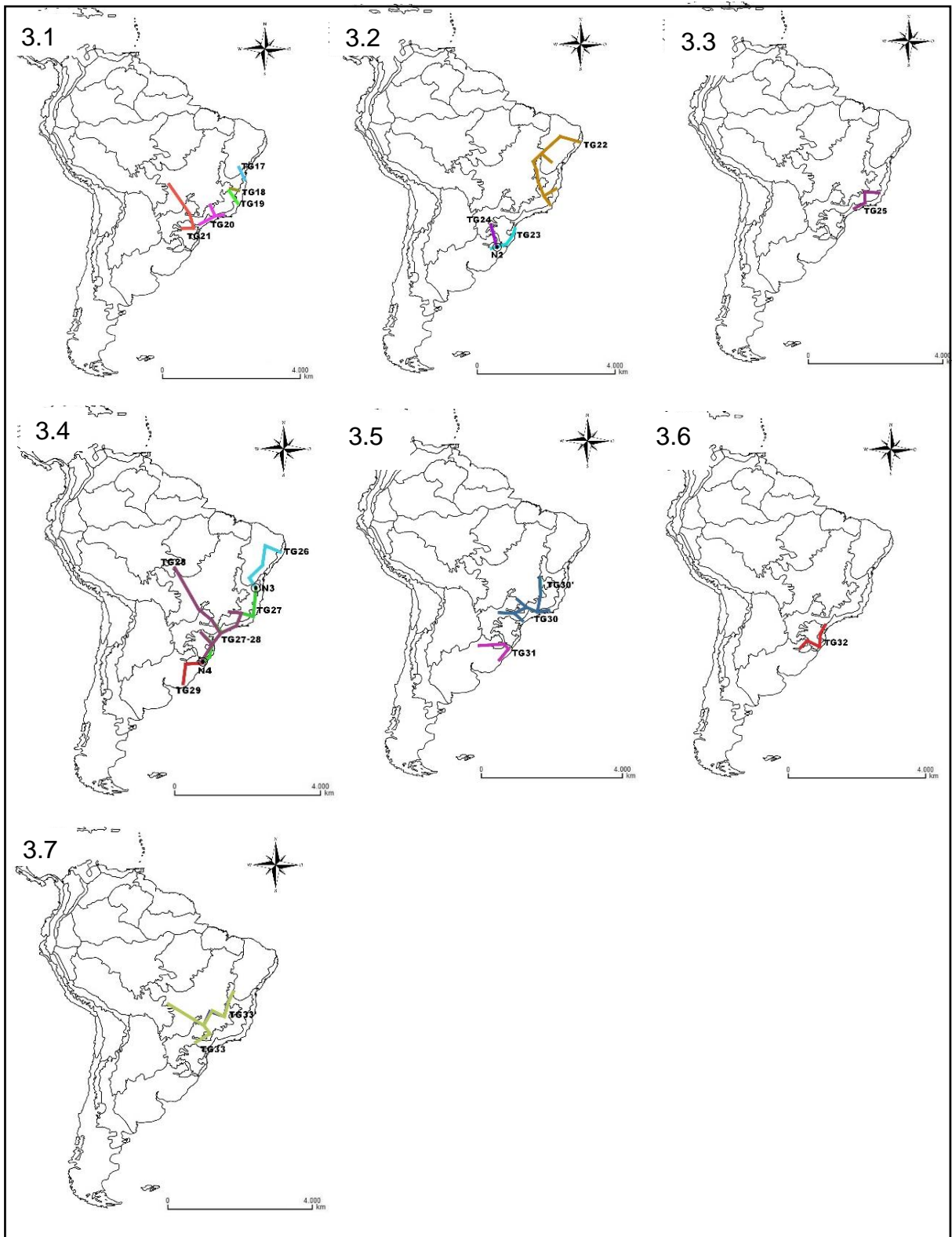
Tabela 2 - Traços generalizados e nós de famílias e subfamílias de Characiformes e suas composições (continuação).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG8	<i>Characidium timbuiense</i> e <i>C. vidali</i>	Floresta Paraná (Paraná)
TG9	<i>Characidium lanei</i> , <i>C. oiticicai</i> , <i>C. pterostictum</i> , <i>C. occidentale</i> , <i>C. orientale</i> , <i>C. rachovii</i> , <i>C. serrano</i> e <i>C. tenue</i>	Floresta Atlântica e Floresta Araucária (Paraná)
TG7-8	Segmento em comum entre TG7 e TG8	Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG7-9	Segmento em comum entre TG7 e TG9	Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG10	<i>Brycon ferox</i> , <i>B. insignis</i> , <i>B. nattereri</i> , <i>B. opalinus</i> , <i>B. orthotaenia</i> e <i>Henochilus wheatlandii</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG11	<i>Galeocharax gulo</i> , <i>Phenacogaster calverti</i> , <i>P. franciscoensis</i> e <i>Roeboides xenodon</i>	Pará (Brasil Boreal); Cerrado (Chaco)
TG12	<i>Charax stenopterus</i> e <i>Galeocharax knerii</i>	Rondônia (Sul Brasileiro); Cerrado e Chaco (Chaco); Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG13	<i>Acinocheiroduon melanogramma</i> , <i>Serrapinnus heterodon</i> , <i>Serrapinnus piaba</i> , <i>Compsura heterura</i> e <i>Kolpotocheiroduon theloura</i>	Caatinga e Cerrado (Chaco); Floresta Paraná (Paraná)

Tabela 2 - Traços generalizados e nós de famílias e subfamílias de Characiformes e suas composições (conclusão).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG14	<i>Cheirodon ibicuihensis</i> , <i>C. interruptus</i> , <i>Heterocheirodon jacuiensis</i> , <i>Macropsobrycon uruguayanae</i> , <i>Serrapinnus calliurus</i> , <i>S. notomelas</i> , <i>Spintherobolus leptoura</i> , <i>S. papilliferus</i> e <i>S. ankoseion</i>	Cerrado e Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG15	<i>Diapoma speculiferum</i> , <i>D. terofali</i> , <i>Mimagoniates inequalis</i> , <i>M. lateralis</i> , <i>M. microlepis</i> , <i>M. rheocharis</i> , <i>M. sylvicola</i> , <i>Planaltina glandipedis</i> , <i>Pseudocorynopoma doriae</i> e <i>P. heterandria</i>	Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG16	<i>Triportheus guentheri</i> e <i>T. signatus</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Paraná (Paraná)
N1	TG11 e TG12	Cerrado (Chaco)

Figura 3 - Traços generalizados e nós pan-biogeográficos das famílias e subfamílias de Siluriformes.



Legenda: 3.1 Padrões de distribuição de Trichomycteridae. 3.2 Padrões de distribuição de Callichthyidae. 3.3 Padrões de distribuição de Neoplecostominae (Loricariidae). 3.4 Padrões de distribuição de Hypoptopomatinae (Loricariidae). 3.5 Padrões de distribuição de Loricariinae (Loricariidae). 3.6 Padrões de distribuição de Ancistrinae (Loricariidae). 3.7 Padrões de distribuição de Pimelodidae.

Tabela 3 - Traços generalizados e nós das famílias e subfamílias de Siluriformes e suas composições (continua).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG17	<i>Glaphyropoma rodriguesi</i> e <i>Trichomycterus bahianus</i>	Caatinga (Chaco), Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG18	<i>Ituglanis cahyensis</i> e <i>Trichomycterus jequitinhonhae</i>	Floresta Paraná (Paraná)
TG19	<i>Trichomycterus itacambirussu</i> , <i>T. longibarbatus</i> , <i>T. pantherinus</i> , <i>T. pradensis</i> e <i>Stegophilus insidiosus</i>	Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG20	<i>Listrura picinguabae</i> , <i>Ituglanis parahybae</i> , <i>Trichomycterus albinotatus</i> , <i>T. alternatus</i> , <i>T. brasiliensis</i> , <i>T. giganteus</i> , <i>T. iheringi</i> , <i>T. immaculatus</i> , <i>T. itatiayae</i> e <i>T. variegatus</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG21	<i>Homodiaetus anisitsi</i> , <i>H. graciosa</i> , <i>Microcambeva ribeirae</i> , <i>Parastegophilus paulensis</i> , <i>Ituglanis proops</i> , <i>Trichomycterus candidus</i> , <i>T. davisii</i> , <i>T. naipi</i> , <i>T. papilliferus</i> , <i>T. plumbeus</i> e <i>T. stawiarski</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG22	<i>Aspidoras depinnai</i> , <i>A. maculosus</i> , <i>A. spilotus</i> , <i>A. virgulatus</i> , <i>Callichthys callichthys</i> , <i>Corydoras difluviatilis</i> , <i>C. flaveolus</i> , <i>C. garbei</i> , <i>C. multimaculatus</i> , <i>C. nattereri</i> , <i>Hoplosternum littorale</i> e <i>Scleromystax prionotos</i>	Caatinga e Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)

Tabela 3 - Traços generalizados e nós das famílias e subfamílias de Siluriformes e suas composições (continuação).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG23	<i>Scleromystax salmacis</i> , <i>S. barbatus</i> e <i>S. macropterus</i>	Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG24	<i>Corydoras ehrhardti</i> , <i>C. paleatus</i> , <i>C. undulatus</i> e <i>Lepthoplosternum tordilho</i>	Pampa (Chaco); Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG25	<i>Neoplecostomus espiritosantensis</i> , <i>N. franciscoensis</i> , <i>N. granosus</i> , <i>N. microps</i> , <i>N. paranensis</i> e <i>N. variipictus</i>	Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG26	<i>Parotocinclus bahiensis</i> , <i>P. cesarpintoii</i> , <i>P. cristatus</i> , <i>P. spilosoma</i> , <i>P. cearenses</i> e <i>P. jumbo</i>	Caatinga (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG27	<i>Otocinclus xakriaba</i> , <i>Otothyris travassosi</i> , <i>O. lophophanes</i> , <i>Parotocinclus doceanus</i> , <i>P. jimi</i> , <i>P. minutus</i> , <i>P. planicauda</i> , <i>P. prata</i> e <i>Pseudotothyris janeirensis</i>	Cerrado e Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG28	<i>Hisonotus insperatus</i> , <i>H. leucofrenatus</i> , <i>H. notatus</i> , <i>Lampiella gibbosa</i> , <i>Otocinclus affinis</i> , <i>Otothyris juquiae</i> , <i>Otothyropsis marapoama</i> , <i>Parotocinclus bidentatus</i> , <i>P. maculicauda</i> , <i>Pseudotocinclus tietensis</i> , <i>Pseudotothyris obtusa</i> e <i>Schizolecis guntheri</i>	Xingu-Tapajós (Sudeste Amazônico); Cerrado e Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)

Tabela 3 - Traços generalizados e nós das famílias e subfamílias de Siluriformes e suas composições (continuação).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG27-28	Segmento em comum entre TG27 e TG28	Cerrado e Pampa (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG29	<i>Hisonotus laevior</i> , <i>H. nigricauda</i> , <i>H. taimensis</i> , <i>Otocinclus flexilis</i> e <i>Otothyris rostrata</i>	Pampa (Chaco)
TG30	<i>Harttia carvalhoi</i> , <i>H. kronei</i> , <i>H. loricariformis</i> , <i>H. torrenticola</i> , <i>Loricaria lentiginosa</i> , <i>L. piracicabae</i> , <i>Loricariichthys castaneus</i> , <i>Rineloricaria cubataonis</i> , <i>R. kronei</i> , <i>R. lima</i> , <i>R. nigricauda</i> e <i>Rineloricaria latirostris</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)
TG30'	TG30 com um segmento formado por <i>Harttia garavelloii</i> e <i>H. longipinna</i>	Cerrado (Chaco)
TG31	<i>Loricariichthys anus</i> , <i>L. melanocheilus</i> , <i>Rineloricaria aequalicuspis</i> , <i>R. cadeae</i> , <i>R. longicauda</i> , <i>R. microlepidogaster</i> , <i>R. quadrensis</i> e <i>R. strigilata</i>	Pampa (Chaco); Floresta Paraná (Paraná)
TG32	<i>Ancistrus brevipinnis</i> , <i>A. taunayi</i> , <i>A. multispinis</i> , <i>Hemiancistrus chlorostictus</i> , <i>H. fuliginosus</i> , <i>H. megalopteryx</i> , <i>H. meizospilos</i> , <i>H. punctulatus</i> , <i>H. votouro</i> e <i>Megalancistrus barrae</i>	Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta Araucária (Paraná)
TG33	<i>Bergiaria westermanni</i> , <i>Conorhynchos conirostris</i> , <i>Duopalatinus emarginatus</i> , <i>Pimelodus fur</i> , <i>P. heraldoi</i> , <i>P. maculatus</i> e <i>P. pohli</i> .	Cerrado (Chaco); Floresta Paraná (Paraná)

Tabela 3 - Traços generalizados e nós das famílias e subfamílias de Siluriformes e suas composições (conclusão).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG33'	TG33 com segmento formado por <i>Parapimelodus nigribarbis</i> , <i>Iheringichthys labrosus</i> , <i>Pimelodus argenteus</i> , <i>P. atrobrunneus</i> , <i>P. ortmanni</i> , <i>P. paranaenses</i> , <i>P. platicirris</i> , <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> , <i>Steindachneridion melanodermatum</i> <i>S. punctatum</i> e <i>Zungaro jahu</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Paraná (Paraná)
N2	TG23 e TG24	Limite entre Pampa (Chaco) e Floresta Paraná (Paraná)
N3	TG26 e TG27	Floresta Paraná (Paraná)
N4	TG27-28 e TG29	Limite entre Pampa (Chaco) e Floresta Araucária (Paraná)

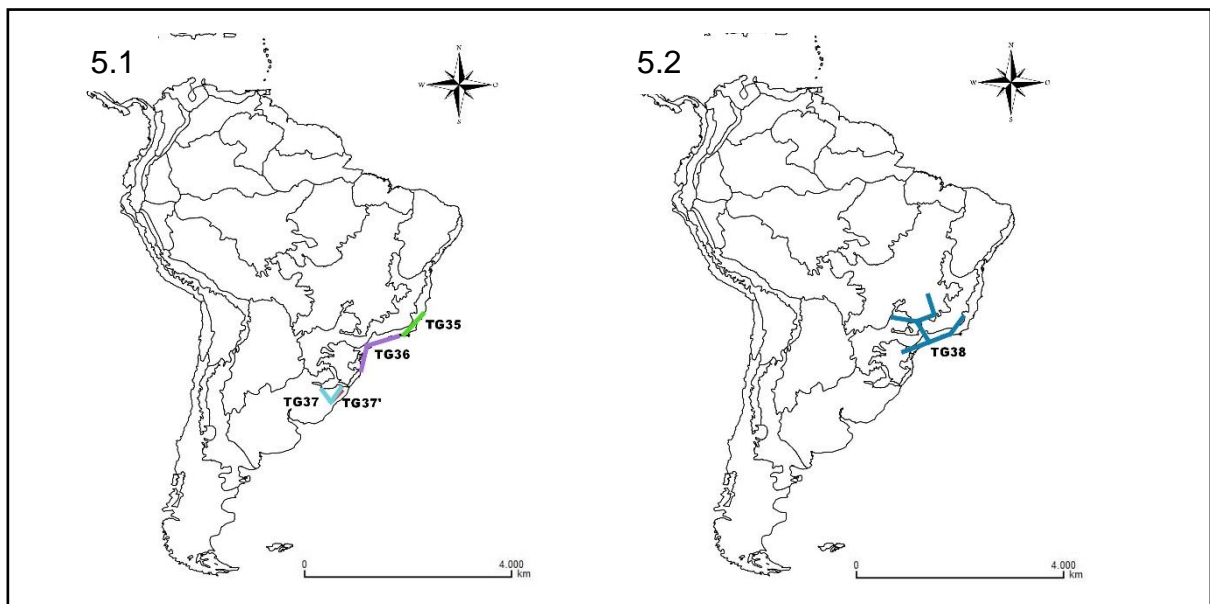
Figura 4 - Traços generalizados e nós pan-biogeográficos de Gymnotidae (Gymnotiformes).



Tabela 4 - Traços generalizados e nós de Gymnotidae (Gymnotiformes) e suas composições.

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG34	<i>Gymnotus bahianus</i> , <i>G. sylvius</i> e <i>G. pantherinus</i>	Floresta Atlântica e Floresta Paraná (Paraná)

Figura 5 - Traços generalizados e nós pan-biogeográficos de Cyprinodontiformes.



Legenda: 5.1 Padrões de distribuição de Rivulidae. 5.2 Padrões de distribuição de Poeciliidae

Tabela 5 - Traços generalizados e nós de Cyprinodontiformes e suas composições (continua).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG35	<i>Kryptolebias ocellatus</i> , <i>Nematolebias whitei</i> e <i>Simpsonichthys constanciae</i>	Floresta Atlântica (Paraná)
TG36	<i>Kryptolebias caudomarginatus</i> e <i>Rivulus santensis</i>	Floresta Atlântica (Paraná)
TG37	<i>Austrolebias adloffii</i> , <i>A. ibicuiensis</i> , <i>A. juanlangi</i> , <i>A. litzi</i> , <i>A. minuano</i> , <i>A. nachtigalli</i> , <i>A. nigrofasciatus</i> , <i>A. periodicus</i> , <i>Cynopoecilus intimus</i> .	Pampa (Chaco)

Tabela 5 - Traços generalizados e nós de Cyprinodontiformes e suas composições (conclusão).

Elemento Biogeográfico	Composição	Localização Biogeográfica: Província (Domínio)
TG37	<i>C. melanotaenia</i> e <i>C. multipapillatus</i>	Pampa (Chaco)
TG37'	TG37 com um segmento formado por <i>Austrolebias wolterstorffi</i> , <i>Cynopoecilus fulgens</i> e <i>Simpsonichthys myersi</i>	Pampa (Chaco)
TG38	<i>Cnesterodon brevisrostratus</i> , <i>C. carnegiei</i> , <i>C. decemmaculatus</i> , <i>C. hypselurus</i> , <i>Pamphorichthys hollandi</i> , <i>Phalloceros caudimaculatus</i> , <i>Phalloptychus iheringii</i> , <i>P. januarius</i> e <i>Phallotorynus jucundus</i>	Cerrado (Chaco); Floresta Atlântica, Floresta Paraná e Floresta de Araucária (Paraná)

Alguns resultados foram excluídos, pois geraram traços pouco informativos. Estes traços excluídos pertencem às seguintes famílias e subfamílias.

- Em Characiformes: Anostomidae e Erythrinidae.
- Em Siluriformes: Hypostominae (Loricariidae), Doradidae, Auchenipteridae.
- Em Perciformes: Cichlidae

Para algumas famílias e subfamílias não foram gerados traços por motivo de ausência de dados de geolocalização das coleções ou pelo fato de haver um traço individual, inviabilizando assim a análise de traços. A análise não gerou dados para:

- Em Characiformes: Iguanodectinae (Characidae), Serrasalminae (Characidae), Stethaprioninae (Characidae) Tetragonopterinae (Characidae), Acestrorhynchidae, Cetopsidae e Aspredinidae.
- Em Siluriformes: Pseudopimelodidae, Delturinae (Loricariidae).
- Em Gymnotiformes: Sternopygidae, Hypopomidae e Apterodontidae.
- Em Cyprinodontiformes: Anablepidae.

4 DISCUSSÃO

4.1 Congruências na distribuição

Entre as famílias de peixes ósseos foi possível verificar padrões de distribuição similares. As congruências entre as famílias de Teleostei são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Tabela de congruência de distribuição entre as famílias e subfamílias de Teleostei.

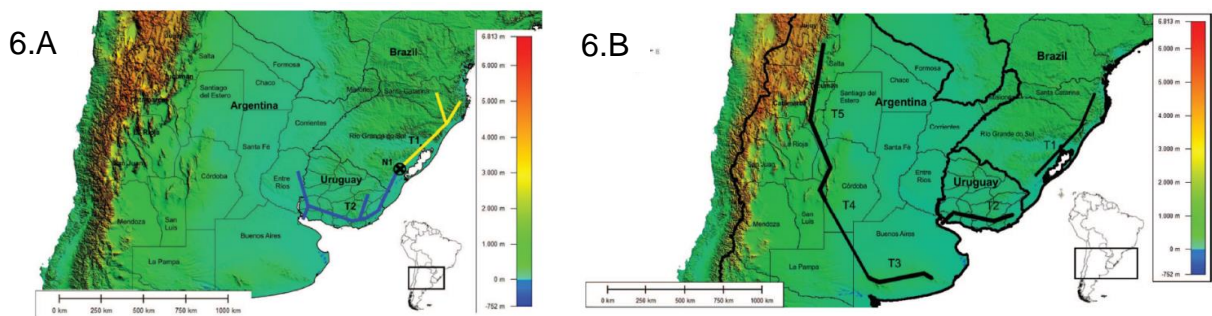
Traços generalizados congruentes entre as famílias de peixes ósseos	
TG 1	TG 2
TG7-9	TG 20
TG 9	TG32, TG34, TG 27-28, TG 25
TG 14	TG9, TG28, TG36
TG22	TG10, TG26, TG6 e TG7-8
TG23	TG27
TG25	TG20
TG27-28	TG25, TG38, TG36, TG20
TG 30	TG20
TG 34	TG1, TG33 e TG33', TG27-28, TG25, TG38, TG 36, TG35, TG20, TG19, TG18
TG38	TG36
N2	N4

Os traços generalizados e nós pan-biogeográficos encontrados foram corroborados por padrões de distribuição de outros organismos, entre eles: aranhas

Mygalomorphae (FERRETTI *et al.*, 2012) (Fig. 6); plantas do gênero *Piper* (QUIJANO-ABRIL *et al.*, 2006) (Fig. 7); plantas do gênero *Cecropia* (Cecropiaceae) (FRANCO & BERG, 1997) (Fig. 8); dípteros de *Cyrtoneurina*, *Cyrtoneuropsis* e *Bithoracochaeta* (CARVALHO *et al.*, 2003) (Fig. 9); himenópteros do gênero *Bombus* (ABRAHAMOVICH *et al.*, 2004) (Fig. 10); dípteros de *Polietina* (NIHEI & CARVALHO 2005) (Fig. 11); coleópteros de Entimini (Curculionidae) (ROMO & MORRONE, 2011) (Fig.12).

A comparação de resultados com táxons terrestres, incluindo plantas e animais com diferentes capacidades de deslocamento, servem para tirar o efeito da dispersão da análise dos padrões de distribuição.

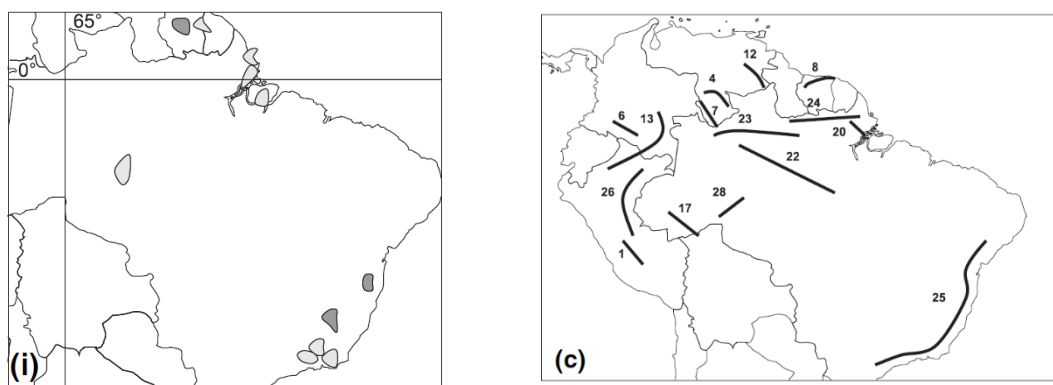
Figura 6 - Padrões de distribuição de aranhas Mygalomorphae.



Legenda: 6.A: Traços generalizados e Nós obtidos a partir da análise de traços de aranhas Mygalomorphae. 6.B: Traços generalizados obtidos a partir da Análise de Parcimônia de Endemismos (PAE).

Fonte: FERRETTI *et al.*, 2012.

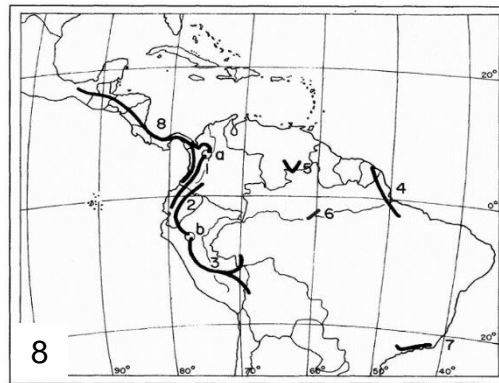
Figura 7 - Área de Endemismo de *Piper* e Traços Generalizados de *Piper*.



Legenda: A área de endemismo de *Piper* está representada pela marcação (i) e os traços generalizados de *Piper* representados pela marcação (c), seguindo a versão original.

Fonte: QUIJANO-ABRIL *et al.*, 2006.

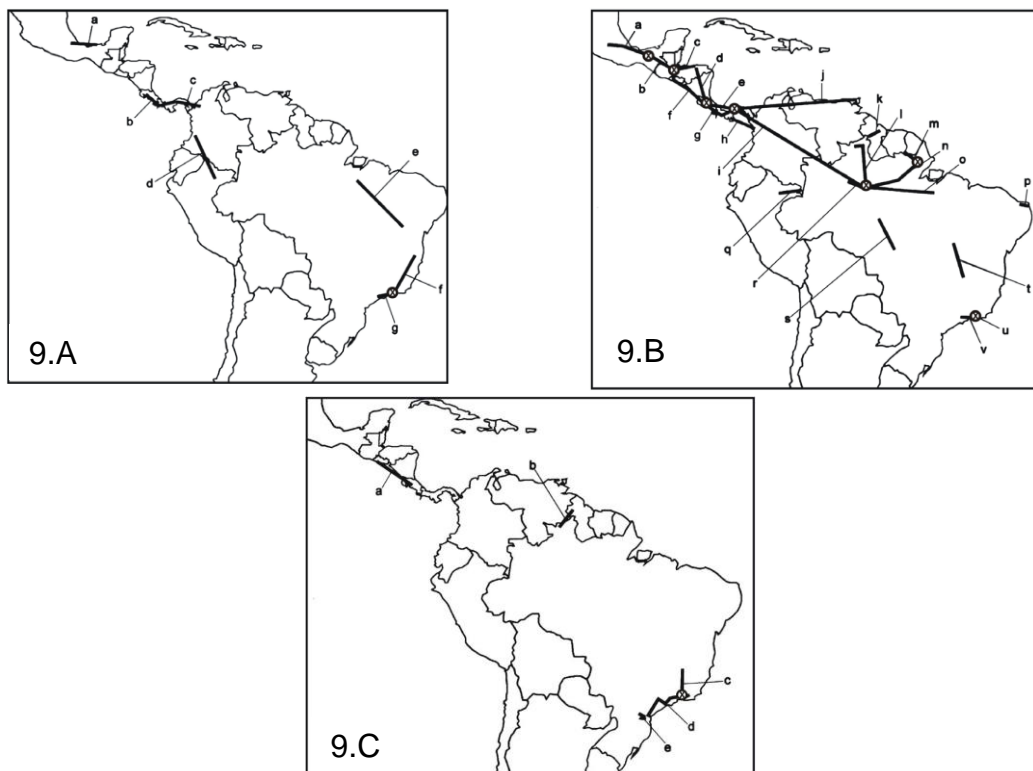
Figura 8 - Traços generalizados e nós de *Cecropia* (Cecropiaceae).



Legenda: 1. Traço generalizado Oeste dos Andes. 2. Traço generalizado Leste dos Andes. 3. Traço generalizado Andes Central. 4. Traço generalizado Guiana-Pará. 5. Traço Generalizado Roraima. 6. Traço generalizado Manaus. 7. Traço generalizado Serra do Mar. 8. Traço generalizado América Central. a. Nó Noroeste Colombiano. b. Nó Norte do Peru.

Fonte: FRANCO & BERG, 1997.

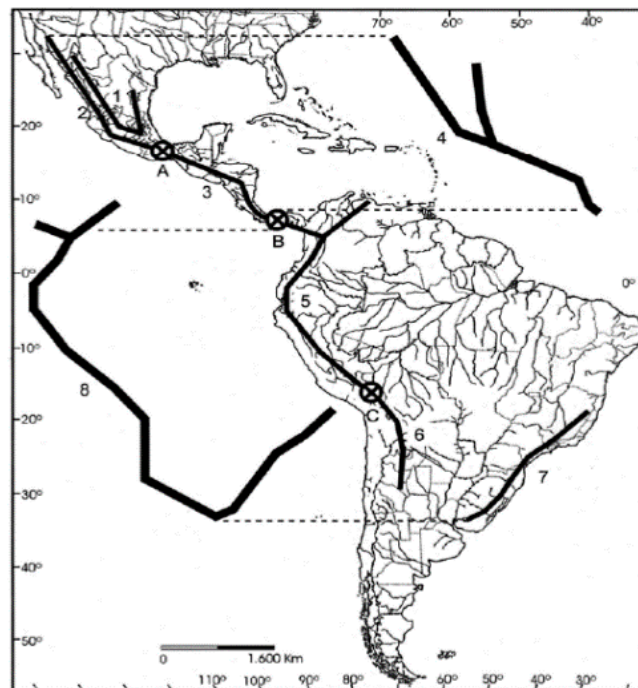
Figura 9 - Traços generalizados e nós biogeográficos de *Cyrtoneurina*, *Cyrtoneuropsis* e *Bithoracochaeta*.



Legenda: 9.A: Traços generalizados e nós biogeográficos de *Cyrtoneurina*. 9.B: Traços generalizados e nós biogeográficos de *Cyrtoneuropsis*. 9.C: Traços generalizados e nós biogeográficos de *Bithoracochaeta*.

Fonte: CARVALHO *et al.*, 2003.

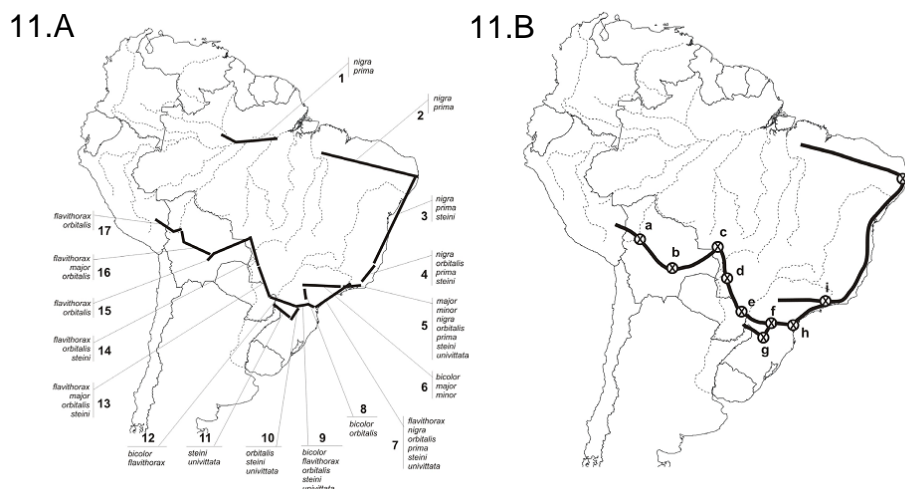
Figura 10 - Traços generalizados e nós do gênero *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) na região Neotropical e Andina.



Legenda: 1, Traço Generalizado Cadeia Montanhosa Mexicana. 2, Traço Generalizado Norte Mesoamericano. 3, Traço Generalizado Sul Mesoamericano. 4, Traço Generalizado Mesoamericano (1+2+3). 5, Traço Generalizado Norte Andino. 6, Traço Generalizado Yungas. 7, Traço Generalizado Sudeste Brasileiro. 8 Traço Generalizado Sul Americano (5+6+7). Nós: A, Nó Istmo de Tehuantepec. B, Nó Panamá; C, Nó Puna.

Fonte: ABRAHAMOVICH *et al.* 2004.

Figura 11 - Padrões de distribuição de *Polytina* Schnabl & Dziedzicki, 1911 (Diptera, Muscidae).



Legenda: 11.A: Traços generalizados. 11.B: Nós pan-biogeográficos.
Fonte: NIHEI & CARVALHO, 2005.

Figura 12 - Traços generalizados de Entimini (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae).



Legenda: a - Traço generalizado Amazônia. b - Traço generalizado Paraná.
 Fonte: ROMO & MORRONE, 2011.

Comparando os resultados encontrados com os padrões de distribuição encontrados foram determinadas as seguintes congruências:

Tabela 7 - Tabela de Congruências entre peixes ósseos e outros táxons (continua).

Padrões de distribuição de outros táxons	Padrões de distribuição de peixes ósseos
T1 de Mygalomorphae (FERRETTI <i>et al.</i> , 2012)	TG31 de Loricariinae (Loricariidae), TG37 e TG37' de Rivulidae
N1 de Mygalomorphae (FERRETTI <i>et al.</i> , 2012)	N2 de Callichthyidae e N4 de Hypoptopomatinae (Loricariidae)
TG 25 de <i>Piper</i> (QUIJANO-ABRIL <i>et al.</i> , 2006)	TG27, TG28 e TG 27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae); TG34 de Gymnotidae e TG35 e TG 36 de Rivulidae; TG2-3* de Curimatidae; TG 5* de Prochilodontidae; TG 7-9* e TG9* Crenuchidae; TG 15* de Glandulocaudinae (Characidae); TG 20* de Trichomycteridae e TG 38* de Poeciliidae.

Tabela 7 - Tabela de Congruências entre peixes ósseos e outros táxons (continuação).

Padrões de distribuição de outros táxons	Padrões de distribuição de peixes ósseos
TG7 de <i>Cecropia</i> (FRANCO & BERG, 1997)	TG2-3 de Curimatidae, TG 7-9 de Crenuchidae, TG14 de Cheirodontinae (Characidae), TG15 de Glandulocaudinae (Characidae), TG20 de Trichomycteridae, TG 25 de Neoplecostominae (Loricariidae), TG 27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG34 de Gymnotidae, TG36 de Rivulidae e TG38 de Poeciliidae.
TG e <i>Cyrtoneurina</i> (CARVALHO <i>et al.</i> 2003)	tg 22* de Callichthyidae.
TG g e f <i>Cyrtoneurina</i> (CARVALHO <i>et al.</i> 2003)	TG2-3 de Curimatidae, TG7-9 de Crenuchidae, TG15 de Glandulocaudinae (Characidae), TG20 de Trichomycteridae, TG25 de Neoplecostominae (Loricariidae), TG27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG30 de Loricariinae (Loricariidae), TG 34 de Gymnotidae, TG36 de Rivulidae e TG 38 de Poeciliidae.
TG t <i>Cyrtoneuropsis</i> (CARVALHO <i>et al.</i> 2003)	tg2* de Curimatidae, tg11* de Characinae (Characidae), TG 22* Callichthyidae.
TG u e v <i>Cyrtoneuropsis</i> (CARVALHO <i>et al.</i> 2003)	TG 2-3 de Curimatidae, TG 7-9 de Crenuchidae, TG15 Glandulocaudinae (Characidae), TG20 de Trichomycteridae, TG25 de Neoplecostominae (Loricariidae), TG27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG30 de Loricariinae (Loricariidae), TG34 de Gymnotidae, TG36 de Rivulidae e TG 38 de Poeciliidae.

Tabela 7 - Tabela de Congruências entre peixes ósseos e outros táxons (continuação).

Padrões de distribuição de outros táxons	Padrões de distribuição de peixes ósseos
TG CDE <i>Bithoracochaeta</i> (CARVALHO <i>et al.</i> 2003)	TG2-3 de Curimatidae, TG7-9 de Crenuchidae, TG15 de Glandulocaudinae (Characidae), TG20 de Trichomycteridae, TG25 de Neoplecostominae (Loricariidae), TG27-28 Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG30 de Loricariinae (Loricariidae), TG34 de Gymnotidae, TG36 de Rivulidae e TG 38 de Poeciliidae.
TG7 de <i>Bombus</i> (ABRAHAMOVICH <i>et al.</i> 2004)	TG2-3 de Curimatidae, TG7-9 de Crenuchidae, TG20 de Trichomycteridae, TG23 de Callichthyidae, TG25 Neoplecostominae (Loricariidae), TG27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG 34 de Gymnotidae, TG 35 de Rivulidae, TG 36 de Rivulidae, TG 37' de Rivulidae, TG 5* de Prochilodontidae, TG 14* Cheirodontinae (Characidae), TG 15* de Glandulocaudinae (Characidae), TG 27* de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG 29* de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG 30* de Loricariinae (Loricariidae), TG 31* de Loricariinae (Loricariidae), TG 32* de Ancistrinae (Loricariidae).
TG7 de <i>Bombus</i> (ABRAHAMOVICH <i>et al.</i> 2004)	TG 38* de Poeciliidae.
TG2 <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG6 de Crenuchidae, TG2* de de Curimatidae
TG3 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG6 de Crenuchidae
Segmento formados pelos TG3, 4, 5 e 7 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG34 de Gymnotidae

Tabela 7 - Tabela de Congruências entre peixes ósseos e outros táxons (conclusão).

Padrões de distribuição de outros táxons	Padrões de distribuição de peixes ósseos
TG4 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG35 de Rivulidae
Segmento formado pelos TG4 e 6 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG5* de Prochilodontidae
TG5 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG30* de Loricariinae (Loricariidae)
Segmento formado pelos TG 5 e 7 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG7-9 de Crenuchidae, TG 27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG 36 de Rivulidae
TG7 <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG2-3 de Curimatidae, TG14* de Cheirodontinae (Characidae), TG15* Glandulocaudinae (Characidae), TG25* de Neoplecostominae (Loricariidae), TG 38* de Poeciliidae, TG20* de Trichomycteridae
Segmento formado pelos TG 8 e 9 de <i>Polietina</i> (NIHEI & CARVALHO 2005)	TG21* de Trichomycteridae
TG b Entimini (ROMO & MORRONE, 2011)	TG2-3 de Curimatidae, TG3 de Curimatidae, TG7-9 de Crenuchidae, TG9 de Crenuchidae, TG20 de Trichomycteridae, TG 27-28 de TG27-28 de Hypoptopomatinae (Loricariidae), TG34 de Gymnotidae, TG35 de Rivulidae, TG36 de Rivulidae, TG14* de Cheirodontinae (Characidae), TG 15* de Cheirodontinae (Characidae), TG21* de Trichomycteridae, TG25* de Neoplecostominae (Loricariidae), TG38* de Poeciliidae.

Nota: *Congruência parcial entre os traços generalizados.

Segundo Ferretti *et al.* (2012), os padrões de distribuição encontrados (tabelas 6 e 7) no sul brasileiro estão relacionados ao estabelecimento e tectonismo do Arco Orogênico Peripampásico, que se localiza às margens do Cráton do Rio da Prata (Fig. 6). Segundo os autores, o arco, que tem uma importância para a paisagem do sul da América do Sul pelos últimos 65 milhões de anos, serviu como corredor biótico para diferentes táxons. Para os peixes, segundo Ribeiro (2006), arcos foram reativados tectonicamente ao longo da história geológica da Região Neotropical, neste caso, na região costeira brasileira, e isso pode ter efeito nas distribuições de diversos táxons, inclusive os estudados no presente trabalho.

Além da reativação tectônica de arcos, outros eventos podem ter influenciado na distribuição de peixes no Sul da América do Sul, como as transgressões marinhas que levaram à formação do “Paranean Sea” (ORTÍZ-JAUREGUIZAR & CLADERA, 2006; FERRETTI *et al.*, 2012), que se estendeu até o interior do continente e o soerguimento da Serra do Mar, o que resultou em outro momento a formação de vales e rios (PINTO-DA-ROCHA *et al.*, 2005; FERRETTI *et al.*, 2012). Estes eventos estariam envolvidos na formação de padrões de distribuição tanto de aranhas Mygalomorphae, quanto aos de Loricariinae (Loricariidae) e Rivulidae.

Como mostrado nas tabelas 6 e 7, há congruência nas distribuições de: Loricariinae (Loricariidae), Rivulidae e as aranhas Mygalomorphae. Importante notar que a congruência entre estes três táxons está estabelecida por traços generalizados e nós pan-biogeográficos. O conjunto de nós pode formar supernós ou áreas nós diversas, sendo este uma representação de áreas geológicas com biotas complexas (TALONIA & ESCALANTE, 2013).

Comparando os resultados com aqueles encontrados por Quijano-Abril *et al.* (2006) (Fig. 7), encontramos padrões congruentes entre os peixes das famílias Hypoptopomatinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae, Curimatidae, Prochilodontidae, Crenuchidae, Glandulocaudinae (Characidae), Trichomycteridae, Poeciliidae e as espécies de plantas do gênero *Piper*. Quijano-Abril *et al.* (2006), citaram, dentre os vários eventos tectônicos, o soerguimento da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. Retomando o que foi posto anteriormente, o surgimento da Serra do Mar foi um evento importante na modulação da distribuição de peixes da região costeira.

Já com os resultados de Franco & Berg (1997), foi possível constatar a congruência entre as distribuições das embaúbas do gênero *Cecropia* com os peixes

das famílias Curimatidae, Crenuchidae, Cheirodontinae (Characidae), Glandulocaudinae (Characidae), Trichomycteridae, Neoplecostominae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae e Poecilidae. Estas congruências se enquadram no conceito de Franco & Berg (1997) sobre Centro de Serra do Mar e Sub-centro Paulista (*cf.* MÜLLER, 1973), sendo estas consideradas como centro de dispersão de vertebrados e uma área de refúgio do Quaternário, respectivamente.

Comparando os dados do presente trabalho com os resultados apresentados por Carvalho *et al.* (2003) para a distribuição de Muscidae (Diptera), há congruência entre:

- *Cyrtoneurina* e Callichthyidae, Curimatidae, Crenuchidae, Glandulocaudinae (Characidae), Trichomycteridae, Neoplecostominae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Loricariinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae e Poecilidae;
- *Cyrtoneuropsis* e Curimatidae, Characinae (Characidae), Callichthyidae, Curimatidae, Crenuchidae, Glandulocaudinae (Characidae), Trichomycteridae, Neoplecostominae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Loricariinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae e Poecilidae;
- *Bithoracochaeta* e Curimatidae, Crenuchidae, Glandulocaudinae (Characidae), Trichomycteridae, Neoplecostominae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Loricariinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae e Poecilidae.

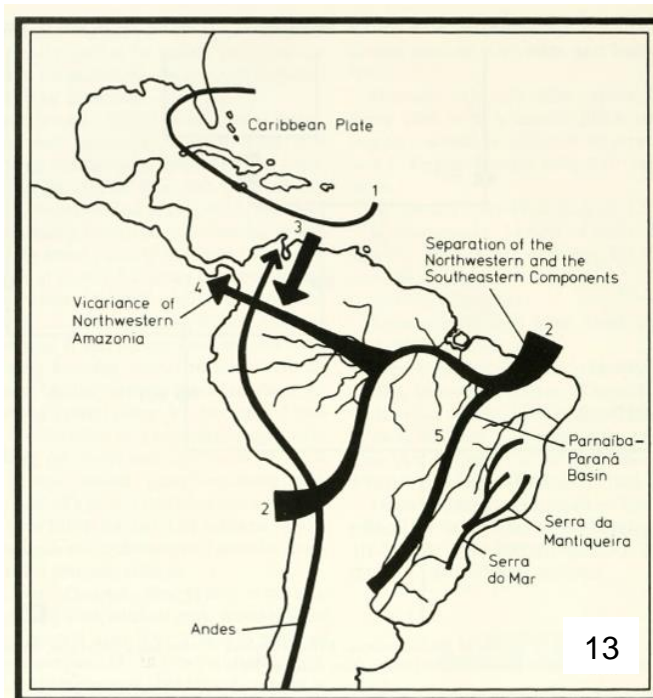
Carvalho *et al.* (2003), ao discutirem sobre possíveis eventos vicariantes que poderiam ter modulado a distribuição de Muscidae (Diptera), citando Amorim & Pires (1996), definiram alguns possíveis (Fig.13). Dentre estes, são citados o soerguimento da Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e conexão entre as bacias do Parnaíba e do Paraná no Cretáceo. O TG 11 e o TG 12, e o N1 de Characinae (Characidae) (Fig 2.6) foram formados a partir da sobreposição de localidades dos rios e riachos das bacias do Paraná e do Parnaíba, indicando assim a conexão das Bacias do Parnaíba durante o Cretáceo.

Ao longo de sua história, o Rio Parnaíba também se conectou com outros rios do nordeste brasileiro, como o Rio São Francisco. Devido a estas conexões, as bacias hidrográficas do nordeste brasileiro apresentam uma ictiofauna mista, pois o intercâmbio faunístico entre elas resultou numa fauna híbrida (RIBEIRO, 2006). No

presente trabalho, o TG 16 formado por espécies de Triportheinae (Fig., 2.9) une localidades ou riachos que confluem para o Rio Parnaíba e para o Rio São Francisco. Este traço indica a fauna mista do nordeste brasileiro.

Já congruências encontradas no sudeste da costa brasileira, como TG 2, TG2-3, TG7-9, TG15, TG20, TG 22, TG25, TG27-28, TG30, TG 34, TG36 e TG 38, podem estar relacionadas à ascensão da Serra da Mantiqueira (AMORIM & PIRES, 1996; CARVALHO *et al.*, 2003) ou da Serra do Mar (RIBEIRO, 2006).

Figura 13 - Um resumo dos principais eventos vicariantes na história da Região Neotropical.



Legenda: Em ordem cronológica: 1 - Separação da Placa do Caribe das terras continentais. 2 – Separação do componente NW e SE, após a formação da Bacia do Amazonas e dos Rios Amazonas, Madeira e Mamoré. 3 Formação de Mares Epicontinentais em Maracaibo; 4 Divisão do noroeste da Amazônia; 5 – Conexão entre a Bacia do Parnaíba e a Bacia do Paraná do final do Cretáceo Inferior para o início do Cretáceo Superior.

Fonte: Modificado de AMORIM & PIRES, 1996.

Houve congruência entre o traço generalizado 7 de *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) (Fig., 10) e os traços encontrados no sudeste brasileiro de Curimatidae, Crenuchidae, Trichomycteridae, Callichthyidae, Neoplecostominae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae, Prochilodontidae, Cheirodontinae (Characidae), Glandulocaudinae (Characidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Loricariinae (Loricariidae), Ancistrinae (Loricariidae) e Poeciliidae.

Comparando os padrões de distribuição dos peixes com os resultados obtidos por Nihei & Carvalho (2005) para *Polietina* (Fig., 11), percebe-se que há congruência na distribuição entre Crenuchidae, Curimatidae, Gymnotidae, Rivulidae, Prochilodontidae, Loricariinae (Loricariidae), Hypoptopomatinae (Loricariidae), Cheirodontinae (Characidae), Glandulocaudinae (Characidae), Neoplecostominae (Loricariidae), Poeciliidae, Trichomycteridae e o díptero em questão.

Os traços generalizados podem indicar coincidência ou eventos de dispersão isolados (CRAW *et al.*, 1999), embora, se filogeneticamente suportado, o traço pode indicar uma área de endemismo ou a pré-existência de uma biota ancestral (NIHEI & CARVALHO 2005). Traços filogeneticamente suportados são aqueles formados por espécies irmãs ou estreitamente relacionadas. De acordo com os estudos filogenéticos, foi possível constatar que:

- *Prochilodus argenteus*, *P. costatus* e *P. hartii* são irmãs na hipótese de relação filogenética publicada por Castro & Vari (2004). Já para Melo *et al.* (2016) *P. lineatus* e *P. costatus* são espécies irmãs, assim como, *P. argenteus* e *P. hartii*. Estas espécies compõem TG5;
- Já na composição do TG 10 de Bryconinae (Characidae) há *Brycon ferox* e *B. insignis* que são espécies irmãs (HILSDORF *et al.*, 2008);
- Já na composição do TG14 está *Cheirodon interruptus* e *Serrapinnus calliurus* que são espécies irmãs, segundo Mirande (2010);
- TG 15 tem na sua composição *Mimagoniates lateralis*, *M. microlepis* e *M. sylvicola* que, segundo cladograma apresentado por Menezes & Weitzman (2009), provavelmente, são espécies irmãs.
- Em Roxo *et al.* (2012), *Neoplecostomus espiritosantensis* e *N. microps* são espécies irmãs, estas fazem parte do TG 25. Já no trabalho de Cramer *et al.* (2011), fazem parte do mesmo clado *Neoplecostomus espiritosantensis*, *N. franciscoensis* e *N. paranensis*.
- Segundo Cramer *et al.* (2011) verifica-se que no TG 28 *Parotocinclus bidentatus* e *P. maculicauda* são espécies irmãs, assim como *Hisonotus laevior* e *H. taimensis* no TG 29.
- Segundo Covain *et al.* (2016), *Rineloricaria aequalicuspis* e *R. microlepidogaster*, *R. cadeae*, *R. longicauda* são espécies irmãs e compõem o TG31.

- *Austrolebias adloffii* e *A. nigrofasciatus* do TG37 são espécies irmãs segundo Costa & Schaefer (2002).
- *Gymnotus bahianus* e *G. sylvius* que compõem o TG34 são espécies irmãs, segundo Albert *et al.* (2004);
- No TG 38 de Poeciliidae, *Phalloptychus iheringii* e *P. januarius* são espécies irmãs (LUCINDA, 2005a; LUCINDA & REIS, 2005) e as espécies *Cnesterodon brevirostratus*, *C. carnegiei* e *C. hypselurus* não são irmãs, mas pertencem todas aos mesmo clado (LUCINDA 2005b, LUCINDA & REIS, 2005).

Os traços generalizados formados por espécies irmãs ou espécies relacionadas são mais importantes que os traços compostos aleatoriamente por táxons derivados de linhagens distintas (NIHEI & CARVALHO, 2005). Importante perceber que os TGs citados acima são formados por espécies pertencentes ao mesmo grupo de espécie ou clado ou são espécies irmãs. É possível que as áreas onde estes traços são formados possuam importância histórica para estas espécies.

Com relação à Parodontidae, não foi encontrado estudos filogenéticos; já para Curimatidae, foi verificado que as espécies do gênero *Psectrogaster* (VARI, 1989) não são irmãs e para espécies do gênero *Cyphocharax* não há uma hipótese filogenética bem sustentada (VARI, 1992). Melo *et al.* (2018) mostraram que as espécies dos gêneros *Cyphocharax*, *Psectrogaster* e *Steindachnerina* não são irmãs. Para *Characidium*, da família Crenuchidae, não há referências que abranjam todo o gênero. Segundo filogenia molecular de Triportheinae de Mariguela (2016), *Triportheus guentheri* e *T. signatus* não são espécies irmãs. Não foi possível reconhecer espécies irmãs em Ancistrinae (Loricariidae) nos estudos filogenéticos de Montoya-Burgos *et al.* (1997) e Lujan *et al.* (2015). De acordo com o filograma e cladograma apresentados por Lundberg *et al.* (2011), não há espécies irmãs no TG 33 de Pimelodidae. Para *Trichomycterus*, não foram encontrados estudos filogenéticos utilizáveis, dada a grande abrangência geográfica, grande número de espécies descritas e ausência de sinapomorfias (HENSCHER, 2016). Para os outros gêneros e espécies de Trichomycteridae, com a filogenia de Ochoa *et al.* (2017) confirmou a natureza aleatória dos traços. Segundo a filogenia molecular de Callichthyidae de Shimabukuro-Dias *et al.* (2004), não há espécies irmãs nos TGs 22, 23 e 24.

Já a comparação entre o presente trabalho e o de Romo & Morrone (2011) mostrou que há congruência entre Entimini e Curimatidae, Crenuchidae,

Trichomycteridae, Hypoptopomatinae (Loricariidae), Gymnotidae, Rivulidae, Cheirodontinae (Characidae), Neoplecostominae (Loricariidae) e Poeciliidae. Congruências estas que ocorreram nas províncias Floresta Atlântica e Floresta Paraná no sudeste brasileiro. Para a distribuição de Entimini, Romo & Morrone (2011) citam que o estabelecimento do Corredor Savana (SCHMIDT & INGER 1951; PRADO & GIBBS, 1993; MORRONE, 2006; ROMO & MORRONE, 2011) ou Diagonal de Formações Abertas (VANZOLINI, 1963; ROMO & MORRONE, 2011) ao longo da sub-região Chaco (centro-norte da Argentina, sul da Bolívia, centro-oeste Paraguai, Uruguai e centro-nordeste do Brasil) (MORRONE, 2006), teria sido um importante evento vicariante para as faunas da sub-região Brasileira e sub-região Chaco.

Com relação a este trabalho e a distribuição de peixes aqui estudada, deve-se levar em consideração que aqui foram apenas analisados padrões de distribuição da sub-região Chaco, assim sendo, não há a possibilidade de avaliar o impacto do surgimento do Corredor Savana para peixes actinopterígios. Seria necessário um estudo mais amplo para esta análise e há a possibilidade que este evento, como tantos outros eventos, tenham um impacto reduzido na distribuição de peixes, dada a recorrência de “*headwater capture*” e as conexões entre as grandes bacias hidrográficas (LUNDBERG *et al.*, 1998; RIBEIRO, 2006; ALBERT & REIS, 2011).

Para os traços generalizados 4, 12, 13, 16, 17 e 24 e os nós N1 e N3 não foi encontrada congruência ou suporte quando comparado com os padrões já obtidos na literatura. Segundo Craw (1982, 1983), tal fato pode estar relacionado à dispersão. Por outro lado, Morrone (2004) atribui a incongruência à falta de coletas e estudos. Há também a possibilidade da incongruência ser resultado de particularidades do táxon analisado. Neste sentido muitas das espécies de peixes ósseos que contribuíram com os traços e com os nós podem ter história evolutiva única ou atrelada às histórias dos rios que as abrigam. Uma possível ausência de informações biológicas exatas para estas espécies que formam esses traços ou nós podem dificultar qualquer argumentação para aprimorar o entendimento biogeográfico. A não congruência pode estar relacionada ao próprio programa utilizado para a análise de traços, como Ferrari *et al.* (2013) afirmaram, pois, a definição subjetiva dos parâmetros pode acarretar numa análise imprecisa.

4.2 Padrões de distribuição de peixes na Região Neotropical

No Cretáceo Superior, originaram-se e diferenciaram-se grandes clados da ictiofauna neotropical, por exemplo, os Characiformes e os Siluriformes. É provável que a diversificação destes clados tenha ocorrido antes da separação da África e América do Sul. Isto quer dizer que, a história dos maiores clados de peixes ósseos ocorreu antes do surgimento dos rios ou de como estes são conhecidos hoje (LUNDBERG *et al.*, 1998).

A história geológica da Região Neotropical, especificamente no escudo cristalino e nas drenagens costeiras (Sub-região Chaco), resultou em três padrões biogeográficos distintos segundo Ribeiro (2006).

O **Padrão A**, segundo o qual os rios costeiros do Brasil são habitados por táxons que apresentam uma história biogeográfica antiga, datando do Cretáceo, com a diversificação de uma ictiofauna endêmica. Normalmente, são táxons antigos, com poucas espécies e distribuição geográfica restrita. Este padrão reflete uma história antiga (STIASSNY & PINNA, 1994; RIBEIRO, 2006). A distribuição no padrão A confinada na região costeira está presente em Crenuchidae (Fig. 2.4), Trichomycteridae (Fig 3,1), Neoplecostominae (Loricariidae) (Fig 3.3), Ancistrinae (Loricariidae) (Fig 3.6), Gymnotidae (Fig.4) e Rivulidae (Fig. 5,1). Quanto aos resultados aqui apresentados, é possível notar que os traços encontrados para as famílias citadas descrevem o que Ribeiro (2006) denominou de Padrão A.

Um pré-requisito para que os peixes apresentem a distribuição do tipo Padrão A é a idade mínima. Os Siluriformes, neste caso representado por Trichomycteridae (TG 17,18, 19 e 20, Fig 2,1), Neoplecostominae (TG 25, Fig 2.3) e Ancistrinae (TG32, Fig 2.6), pode, de acordo com datação a partir de dados moleculares, ter origem no Cretáceo Inferior (SULLIVAN *et al.*, 2006). Essa informação se contrapõe ao registro fóssil para o grupo: loricarídeos encontrados na Formação Tremembé, Bacia do Taubaté no sudeste brasileiro, são do Oligo-Mioceno. Mas dadas as relações filogenéticas entre as famílias de Siluriformes, sugerem que, por exemplo, Loricariidae tenha sofrido diversificação no final do Paleoceno (SULLIVAN 2006; ALBERT & REIS 2011). Os padrões de distribuição aqui apresentados indicam que Siluriformes, neste caso, Trichomycteridae, Neoplecostominae (Loricariidae) e Ancistrinae (Loricariidae), são mais antigos do que é dito na literatura científica.

Assim como os Siluriformes, Characiformes também tem a sua origem no Cretáceo (ALBERT & REIS, 2011). A presença do grupo na porção anterior à separação da Gondwana, explica o padrão de distribuição A em Crenuchidae (TG 6, 8 e 9, Fig. 2.4).

Apesar do registro fóssil de Gymnotiformes não ser evidente até o Mioceno Superior na Formação Yecua na Bolívia, é esperado que o grupo seja mais antigo do que esperado dado a sua relação filogenética com Siluriformes. Podendo ser considerado um grupo cretácico, anterior à separação da Gondwana, com origem na porção setentrional da América do Sul (ALBERT *et al.*, 2005; ALBERT & REIS, 2011). No caso de Gymnotidae, Lovejoy *et al.* (2010) indicam que a sua origem esteja em torno de 50 a 70 MA. Deduz-se que o grupo é mais antigo do que se acredita e que sua distribuição esteja relacionada a separação do Gondwana. O TG 34 de Gymnotidae (Fig.4) aparenta ser reflexo dessa história.

Os Cyprinodontiformes, representados aqui por Rivulidae (TGs 35, 36, 37 e 37', Fig. 5.1), possuem registro fóssil escasso e muito recente (ALBERT & REIS, 2011). Mas análises filogenéticas e calibração molecular (HRBEK *et al.*, 2007) atribuíram a origem dos Cyprinodontiformes ao Cretáceo Superior. Ou seja, há a possibilidade de que o padrão apresentado esteja relacionado a processos biogeográficos pretéritos.

O **Padrão B** é definido pela relação de grupos irmãos, a nível genérico, entre a ictiofauna endêmica das drenagens costeiras com o escudo cristalino (RIBEIRO, 2006). Este padrão é consequente de eventos que não são tão antigos quanto aqueles que deram origem ao Padrão A e não são tão recentes quanto aqueles que deram origem ao Padrão C. O Padrão B se estabelece quando táxons diferentes sofrem diversificações tanto nas drenagens costeiras quanto no escudo cristalino.

A distribuição nos moldes do Padrão B é mostrada pelos traços generalizados estabelecidos pelas famílias Curimatidae (Fig. 2.2), Trichomycteridae (TG 21, Fig. 3.1), Callichthyidae (TG 22, 23 e 24, Fig. 3.2) e Hypoptopomatinae (Loricariidae) (TG 26, 27, 28 e 29, Fig. 3.4) Loricariinae (Loricariidae) (TG 30 e 31, Fig 3.5).

A filogenia molecular de Melo *et al.* (2018) para Curimatidae não indica o Padrão B de distribuição, pois o TG2 (Fig. 2.2) é formado por diferentes espécies de diferentes gêneros, aleatoriamente, e o TG3 e TG4 é formado principalmente por espécies do gênero *Cyphocharax*. Com filogenia apresentada por Ochoa *et al.* (2017) para Trichomycteridae (TG 21, Fig. 3.1) não foi possível a corroboração do Padrão B, uma vez que os traços foram formados por espécies distintas. Quanto à Hypoptopomatinae

(Fig. 3.4), os TGs 26, 27 e 29 estão confinados nas drenagens costeiras, enquanto o TG 28 chega ao escudo cristalino. Mas as composições desses traços indicam que a distribuição não está nos moldes do Padrão B, uma vez que eles são formados por várias espécies do mesmo gênero, principalmente compostos por *Paratocinclus* e *Hisonotus*. Já a disposição espacial dos TGs 22, 23 e 24 de Callichthyidae (Fig. 3.2) indica uma possível distribuição nos moldes do Padrão B, pois, TG 22 e TG 24 são formados, predominantemente, por espécies do gênero *Aspidoras* e *Corydoras*, considerados gêneros irmãos (REIS, 1997; SHIMABUKURO-DIAS *et al.*, 2004), e estão presentes das drenagens costeiras até o escudo cristalino. Já as espécies de *Scleromystax* formam o TG 23 confinado nas regiões costeiras. Já sobre a filogenia apresentada por Covain *et al.* (2016) de Loricariinae (Fig 3.5), o TG 30 e 30' é predominantemente composto pelas espécies do gênero *Hartia*, enquanto o TG 31 é composto pelas espécies de *Rineloricaria*. Sendo que as espécies de *Hartia* ocupam o escudo cristalino e as espécies de *Rineloricaria* estão tanto nas drenagens costeiras e quanto no escudo cristalino. Há possibilidade de estar nos moldes do padrão B.

O **Padrão C** é o resultado de eventos vicariantes mais recentes entre os rios do escudo cristalino e os rios das drenagens costeiras. Neste caso, há o reconhecimento de áreas compartilhadas por diferentes espécies, o que pode ser considerada como áreas híbridas. O Padrão C é consequente do intercâmbio faunístico entre os rios do escudo cristalino e as drenagens costeiras e vice-versa (RIBEIRO, 2006). A distribuição nos moldes do Padrão C pode ser corroborada pelos traços generalizados que ligam ou que estão presentes em áreas híbridas, que são áreas que sofreram processos neotectônicos que levaram ao intercâmbio faunístico. Através das exemplificações de áreas híbridas dadas por Ribeiro (2006) e os traços generalizados, percebe-se que há Padrão C em:

1 – Na região que inclui o Alto Rio Uruguai, Jacuí e Sistema Lagunar de Patos (Rio Grande do Sul, Brasil) e Negro e Salado (Argentina). Nessa área, encontram-se: TG4 Curimatidae (Fig. 2.2), que une locais pertencentes aos rios Jacuí e Uruguai; TG 23 e 24 de Callichthyidae (Fig. 3.2), que une os rios Iguaçu, Uruguai, Jacuí, e possui um nó nas proximidades da Lagoa de Patos; e TG31 de Loricariinae (Fig. 3.5) que une tributários do Rio Uruguai, Jacuí e Lagoa de Patos.

2 – Na região que inclui o Alto Rio Tietê, Ribeira de Iguape, os tributários da Bacia do Paraná, Rio Iguaçu e o Rio Paranapanema. Nessa área encontra-se: TG3 de Curimatidae (Fig. 2.2) que une rios Paraná e Ribeira de Iguape; TG14 de

Cheirodontinae (Fig. 2.8) que une tributários dos rios Paraná, Paraguai e o Ribeira do Iguape.

3 – A região que inclui a porção norte da bacia do Paraná, São Francisco, Paraíba do Sul, Itapicuru, Itapemirim, e a foz do Rio Doce. Nessa área encontra-se: o TG 1 de Parodontidae (Fig. 2.1) que se estende do norte da Bacia do Paraná ao Rio São Francisco, até o Rio Pardo; TG 2 Curimatidae (Fig. 2.2) que une o Rio São Francisco aos tributários da porção norte do Rio Paraná; TG 10 Bryconinae (Fig. 2.5) que une os rios Paranaíba, São Francisco, Paraíba do Sul e Doce; TG 13 de Cheirodontinae (Fig. 2.7) que une os rios Paranaíba (tributário do Paraná), São Francisco e Jequitinhonha; TG 15 de Glandulocaudinae (Fig. 2.8) que une os tributários dos rios Paraná, Tietê, Paraíba do Sul, Doce e o São Mateus; TG 22 Callichthyidae (Fig. 3.2) que une os rios São Francisco ao Paraíba do Sul; TG30 de Loricariinae (Fig 3.5) que une os rios São Francisco, Paraná e Paraíba do Sul; TG 33 de Pimelodidae (Fig. 3.7) que une o Rio São Francisco aos tributários da porção norte da Bacia do Paraná (rios Grande, Tietê, Paranaíba e o Paraguai); TG38 de Poecilidae (Fig. 5.2) que une os rios Paraná e seus tributários (Tietê e Grande), Paraíba do Sul e São Francisco e seus tributários.

4 – A região que inclui o Rio São Francisco e o Rio Parnaíba: TG 16 de Triportheinae (Fig. 2.8) que conecta o São Francisco com Parnaíba, além de ligar aos tributários do norte da Bacia do Paraná.

Além das áreas citadas acima, temos:

5 – A região que se estende da Bacia do Rio Paraná ao Rio Parnaíba: O TG 11 e o TG 12, e o N1 de Characinae (Fig 2.6) foram formados a partir da sobreposição de localidades dos rios e riachos das bacias do Paraná e do Parnaíba, indicando assim a conexão das bacias do Parnaíba e do Paraná ocorrida no Cretáceo, como já citado anteriormente (AMORIM & PIRES, 1996).

6 – A região da Bacia do Paraná ao Amazonas (LUNDBERG *et al.*, 1998): TG 5 de Prochilodontidae (Fig. 2.3) une Amazonas aos tributários do Paraná, Rio São Francisco, Paraíba do Sul. Possivelmente, é um grupo antigo, que aproveitou as mudanças do nível do mar ao longo da história. A distribuição pode estar relacionada à conexão do Rio Paraná com Rio Amazonas, através do Mar Paraná (LUNDBERG *et al.*, 1998)

Segundo Ribeiro (2006), os padrões de distribuição A, B e C são consequências de eventos geológicos antigos, intermediários e recentes, respectivamente.

Segundo a hipótese que corrobora o Padrão A, os eventos cladogenéticos estariam relacionados à origem das primeiras drenagens que fluíram para o Oceano Atlântico. Os rios costeiros foram estruturalmente orientados por megadomos, por grandes falhas e grábens. Ribeiro (2006) afirmou que este é o caso dos rios que foram estabelecidos nos megadomos Mantiqueira-Angola e Brasil-Níger, onde um sistema de falhas foi responsável pela estruturação do padrão de drenagem.

O Padrão B sugere um intercâmbio de fauna entre o escudo cristalino e os rios costeiros através do Cenozoico. A retração erosiva continuada na margem leste da plataforma foi responsável pela transferência de fauna dos rios do planalto central para os rios das planícies costeiras. Com táxons sofrendo subsequente diversificação tanto nas drenagens da planície costeira quanto as do planalto. O tectonismo, por meio de reativações e movimentos de grandes blocos, levou a captura de sistemas hidrográficos. E isso tem consequência nos padrões de distribuição das biotas aquáticas (RIBEIRO, 2006).

O mecanismo geológico associado com Padrão C remete ao conceito de Neotectônica (SAADI, 2013). De acordo com modelos recentes, o difundido sistema de riftes e outras descontinuidades crustais presentes ao longo da margem Atlântica da América do Sul age como zonas de fraqueza mais propensas à atividade tectônica e às deformações (SAADI *et al.*, 2002). Várias anomalias hidrológicas são provavelmente relacionadas com ativações tectônicas, das quais a mais importante é a captura de rios (tradução livre de “*stream capture*”) (COBBOLD *et al.*, 2001).

As áreas onde ocorre o Padrão C foram identificadas como áreas tectônicas ativas, algumas dessas com atividade recente de aproximadamente 1.6 Ma (SAADI *et al.*, 2002). É o que ocorre no escudo cristalino do sudeste brasileiro, o qual compartilha uma fauna mista com as drenagens da planície costeira, como, por exemplo, a área que inclui as cabeceiras dos rios Ribeira do Iguape, Iguaçu e Paranapanema e o alto Tietê. Importante notar que nesta área encontra-se o TG3 de Curimatidae (Fig., 2.2) e o TG14 de Cheirodontinae (Fig. 2.8).

Os traços generalizados nas regiões do Paranapanema, Iguaçu e Ribeira do Iguape podem ser explicados pela presença do Arco Ponta Grossa. Este tem uma tendência geral ao soergimento (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998) e sofreu atividade

tectônica durante o Cenozoico (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; SOUZA & SOUZA, 2002). A atividade tectônica do arco pode ter resultado em uma mudança da dinâmica fluvial da área, acelerando o intercâmbio faunístico entre os corpos d'água, como, por exemplo, a parte costeira do Ribeira do Iguape e as porções planálticas do Iguaçu e Paranapanema. O padrão de distribuição de Curimatidae (Fig., 2.2) e de Cheirodontinae (Fig., 2.7) pode ser consequência disso.

A ideia do sudeste brasileiro ser uma área tectonicamente ativa (COBBOLD *et al.*, 2001) é sustentada por padrões de distribuição complexos que inclui o Padrão C. Esta atividade tectônica explica o motivo pelo qual a Bacia do Paraná contribuiu mais para o desenvolvimento da ictiofauna das drenagens costeiras, exemplificado pelos padrões de distribuição de Parodontidae (Fig., 2.1), Curimatidae (Fig., 2.2), Bryconinae (Fig., 2.5), Cheirodontinae (Fig., 2.7), Glandulocaudinae (Fig. 2.8), Callichthyidae (Fig. 3.2), Loricariinae (Fig., 3.5), Pimelodidae (Fig., 3.7), Poeciliidae (Fig. 5.2).

O controle tectônico sobre os padrões de distribuição da ictiofauna das drenagens costeiras e a dos planaltos é um processo recorrente, sugerindo um alto grau de intercâmbio de fauna entre bacias (RIBEIRO, 2006). A natureza mista das bacias hidrográficas já foi notada por Costa (2001), que propôs que cabeceiras são tipicamente áreas de intercâmbio faunístico. O mesmo processo tectônico que permitiu o intercâmbio entre os rios costeiros brasileiros com as drenagens vizinhas provavelmente também ocorreu entre bacias localizadas no interior do continente no escudo cristalino. Este padrão é o encontrado em Characinae (Fig., 2.6), que ocorre exclusivamente no escudo cristalino e une os rios Paraná e o São Francisco.

Os padrões de distribuição da ictiofauna da Região Neotropical estão relacionados a múltiplos fatores: às mudanças do nível do mar (WEITZMAN *et al.*, 1988); a retração por erosão da margem leste (RIBEIRO & MENEZES, 2015); a eventos históricos antigos e recentes; e, principalmente, à captura de rios, cabeceiras ou sistemas hidrográficos inteiros. Além disso, o Padrão C de distribuição explica a maioria dos padrões de distribuição encontrados neste trabalho.

Constatou-se que um mesmo clado pode apresentar padrões de distribuição distintos e conflitantes. Isto é possível se considerarmos a premissa de que a fauna de peixes da Região Neotropical é moderna, e que os principais grupos de peixes, como, por exemplo, Characiformes e Siluriformes, possuem idade mínima cretácica (BRITO *et al.*, 2007).

CONCLUSÕES

Através da análise de traços foi possível identificar que os padrões de distribuição da ictiofauna da Sub-região Chaco enquadram-se nos padrões A, B e C já descritos na literatura.

Os padrões encontrados para a ictiofauna da Sub-região Chaco são corroborados por outros apresentados por distintos táxons com capacidades de dispersão diferentes, mas que podem ter algo em comum quando comparadas as suas histórias.

Além disso, os resultados indicam que a história dos peixes neotropicais e dos rios que os abrigam é intrincada e de grande complexidade, resultante de processos geológicos antigos e recentes, do estabelecimento de um curso d'água até a interação entre os mesmos através da captura de cabeceiras, riachos, rios e até sistemas hidrográficos inteiros.

Os resultados aqui apresentados podem nortear outros estudos, por exemplo: auxiliar em estudos focados na Biogeografia da Conservação; auxiliar na resolução de problemas filogenéticos em nível de família e/ou gêneros; servir como ponto de partida para uma análise histórica das bacias hidrográficas brasileiras; auxiliar na estimativa das idades das famílias e ordens de peixes e na delimitação geográfica das diversificações dos táxons.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMOVICH, A. H.; DÍAZ, N. B.; MORRONE, J. J. *Distributional Patterns Of The Neotropical And Andean Species Of The Genus Bombus (Hymenoptera: Apidae)*, Acta Zoológica Mexicana, Ciudad de México, 20(1): 99-117, 2004.
- ALBERT, J. S.; CRAMPTON; W. G. R., THORSEN; D. H., LOVEJOY; N. R. *Phylogenetic systematics and historical biogeography of the Neotropical electric fish Gymnotus (Teleostei: Gymnotidae)*. Systematics and Biodiversity 2, United Kingdom, 4: 375-417, 2004.
- ALBERT, J. S.; REIS, R. E. *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*. University of California Press, California, USA, 2011.
- ALMEIDA, E. A. B.; SANTOS, C. M. D. *Lógica da Biogeografia de Vicariância*. In: CARVALHO, C.J.B., ALMEIDA, E.A.B. (eds) *Biogeografia da América do Sul: padrões e processos*. Editora Roca, 319p., São Paulo, 2011.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. *Origem e evolução da Serra do Mar*. Revista Brasileira de Geociências, 28(2): 135–150, 1998.
- ALZATE, F.; QUIJANO-ABRIL, M. A.; MORRONE, J. J. *Panbiogeographical analysis of the genus Bomarea (Alstroemeriaceae)*. Journal of Biogeography, 35, p. 1250–1257, 2008.
- AMORIM, D. S.; PIRES, M. R. S. *Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation*. In: BICUDO, C. E. M.; MENEZES, N. A. (Orgs.). *Biodiversity in Brazil, a first approach*. São Paulo: CNPq, 1996.
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras*. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015.
- BIZERRIL, C. R. S. F. *Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro*. Acta Biol. Leopoldensia, 16, 51-80, 1994.
- BRITO, P. M.; MEUNIER, F. J.; LEAL, M. E. C. *Origine et diversification de l'ichtyofaune néotropicale: une revue*. Cybium, 31(2): 149-163, 2007.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. *Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil*. 2.ed., 2007.
- BUCKUP P. A. *The Eastern Brazilian Shield*. In: ALBERT J. S., REIS R. E. (eds) *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. Los Angeles: University of California Press, 2011.
- CABRERA, A.; YEPES, J. *Mamíferos sud-americanos (vida, costumbres y descripción)*. Buenos Aires: Historia Natural Ediar, 1940. 270 p.

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie de Biología, OEA, Washington, D.C., 1973. 120 p.

CARVALHO, C. J. B. DE; BORTOLANZA, M.; SILVA, M. C. C.; SOARES, E. D. G. *Distributional patterns of the Neotropical Muscidae (Diptera)*. In: MORRONE, J. J.; LLORENTE, J. (Orgs.). *Una perspectiva latinoamericana de la Biogeografía*. Mexico D.F.: Las Prensas de Ciencias, 2003.

CASTRO, R.M.C., VARI, R.P. *Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study*. Smith. Contrib. Zool. Washington 1–189, 2004.

COBBOLD, P. R., MEISLING, K. E., MOUNT, V. S. *Reactivation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil*. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 85(11): 1925–1944, 2001.

COSTA, M. K. M.; FERRARI, A.; CARVALHO, G. S. *Análise cladística e biogeográfica dos gêneros do grupo Sitalces (Orthoptera, Acrididae, Abracrini)*. Iheringia, Sér. Zool., Rio Grande do Sul, 97(4): 383-391, 2007.

COSTA, W. J. E. M. *The Neotropical annual fish genus Cynolebias (Cyprinodontiformes: Rivulidae): phylogenetic relationships, taxonomic revision and biogeography*. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 12(4): 333–383, 2001.

COSTA, W. J. E. M., SCHAEFER, S. A. *Monophyly and Phylogenetic Relationships of the Neotropical Annual Fish Genera Austrolebias and Megalebias (Cyprinodontiformes: Rivulidae)*. Copeia, (4):916-927, 2002.

COVAIN, R., FISCH-MULLER, S., OLIVEIRA, C., MOL, J.H., MONTOYA-BURGOS, J.I., DRAY, S. *Molecular phylogeny of the highly diversified catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes, Loricariidae) reveals incongruences with morphological classification*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 94, Part B, pg 492-517, 2016.

CRAMER, C. A., BONATTO, S. L., REIS, R. E. *Molecular phylogeny of the Neoplecostominae and Hypoptopomatinae (Siluriformes: Loricariidae) using multiple genes*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 59, 43–52. 2011.

CRAW, R. C. *Phylogenetics, areas, geology and the biogeography of Croizat: A radical view*. Systematic Zoology, Oxford, 31: 304-316, 1982.

CRAW, R. C. *Panbiogeography and vicariance cladistics: Are they truly different?* Systematic Zoology, Oxford, 32: 431-438, 1983.

CRAW, R. C. *Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham Islands*. Systematic Zoology, Oxford, 37: 291-310, 1988.

CRAW, R. C.; J. R. GREHAN; M. J. HEADS. *Panbiogeography: Tracking the history of life*. Oxford Biogeography Series, Oxford, n. 11, 1999.

- CRISCI, J.V. *The voice of historical biogeography*. Journal of Biogeography, 28, 157–168, 2001.
- CRISCI J. V.; KATINAS, L.; POSADAS, P. *Historical biogeography: an introduction*. Harvard University Press, Cambridge, 2003.
- CROIZAT, L. *Panbiogeography*. Caracas: publicado pelo autor, 1958.
- CROIZAT, L. *Space, Time, Form: The Biological Synthesis*. Caracas: publicado pelo autor, 1964.
- DAGOSTA, F.C. P.; de PINNA, M. *Biogeography of Amazonian fishes: deconstructing river basins as biogeographic units*. Neotropical Ichthyology, v. 15, n.3, e170034, 2017.
- ECHEVERRÍA-LODOÑO, S.; MIRANDA-ESQUIVEL DR. *MartiTracks: A geometrical approach for identifying geographical patterns of distribution*. PLoS ONE 6, (4), 2011.
- ECHEVERRY, A.; MORRONE, J. J. *Parsimony analysis of endemism as a panbiogeographical tool: an analysis of Caribbean plant taxa*. Biological Journal of the Linnean Society, 101, 961–976, 2010.
- FERRARI, A.; BARÃO, K. R.; SIMÕES, F. *Quantitative panbiogeography: was the congruence problem solved?* Systematics and Biodiversity, 11(3), 285-302, 2013.
- FERRETTI, N.; GONZÁLEZ, A.; PÉREZ-MILES, F. *Historical biogeography of mygalomorph spiders from the peripampasic orogenic arc based on track analysis and PAE as a panbiogeographical tool*, Systematics and Biodiversity, 10:2, 179-193, 2012.
- FRANCO, P. R.; BERG, C. C. *Distributional patterns of cecropia (cecropiaceae): a panbiogeographic analysis*, Caldasia, Bogotá, v. 19, n. 1-2, p. 285-296, 1997.
- GBIF - GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. <<https://www.gbif.org>>, acesso em julho de 2016.
- GOOGLE. Google Earth [Software] (Version 6.1.0.5001), 2011.
- GREHAN, J. R.; *Introdução à Pan-biogeografia: Método e Síntese*. In: CARVALHO C. J. B.; ALMEIDA, E. A. (Orgs). *Biogeografia da América do Sul, Padrões e Processos*. São Paulo: Editora Roca, 2011.
- HEADS, M. *Integrating earth and life sciences in New Zealand natural history: the parallel arcs model*, New Zealand Journal of Zoology, Wellington, v. 16, p. 549-585, 1989.
- HEADS, M. *What is a node?*, Journal of Biogeography, New Jersey, v. 31, p. 1883-1891, 2004.
- HELFMAN, G. S.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. *The diversity of Fishes: Biology, Evolution and Ecology*. Ed. Wiley-Blackwell., Second Edition, 2009.

- HENSCHER, E. *A new catfish species of the Trichomycterus hasemani group (Siluriformes: Trichomycteridae), from the Branco river basin, northern Brazil*. *Vertebrate Zoology*, 66 (2), 2016.
- HILSDORF, A. W. S.; OLIVEIRA, C.; LIMA, F. C. T.; MATSUMOTO, C., K. *A phylogenetic analysis of Brycon and Henoichilus (Characiformes, Characidae, Bryconinae) based on the mitochondrial gene 16S rRNA*. *Genetics and Molecular Biology*, 31, 1 (suppl), 366-371. Brasil, 2008.
- HRBEK, T.; SECKINGER, J.; MEYER, A. *A phylogenetic and biogeographic perspective on the evolution of poeciliid fishes*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43:986–998, 2007.
- LOVEJOY, N. R.; LESTER, K.; CRAMPTON, W. G. R.; MARQUES, F. P. L.; ALBERT, J. S. *Phylogeny, biogeography, and electric signal evolution of Neotropical electric fishes of the genus Gymnotus (Osteichthyes: Gymnotidae)*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54:278–290, 2010.
- LÖWENBERG-NETO, P. *Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation*. *Zootaxa*, 3802 (2): 300–300, 2014.
- LUCINDA, P. H. F. *Systematics and biogeography of the genus Phalloptychus Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae)*. *Neotropical Ichthyology*, 3(3):373-382, 2005a.
- LUCINDA, P. H. F. *Systematics of the genus Cnesterodon Garman, 1895 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae)*. *Neotropical Ichthyology*, 3(2):259-270, 2005.
- LUCINDA, P. H. F.; REIS, R. E. *Systematics of the subfamily Poeciliinae Bonaparte (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), with an emphasis on the tribe Cnesterodontini Hubbs*. *Neotropical Ichthyology*, 3(1):1-60, 2005.
- LUJAN, N. K.; ARMBRUSTER, J. W.; LOVEJOY, N.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H. *Multilocus molecular phylogeny of the suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 269–288, 2015.
- LUNDBERG, J. G.; MARSHALL, L. G.; GUERRERO, J.; HORTON, B.; MALABARBA, M. C. S. L.; WESSELINGH, F. *The stage for Neotropical Fish Diversification: A History of Tropical South American Rivers*. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, Z. M.; LUCENA & LUCENA, C. A. S. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs, 1998.
- LUNDBERG, J. G.; SULLIVAN, J. P.; HARDMAN, M. *Phylogenetics of the South American Catfish Family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) using Nuclear and Mitochondrial Gene*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 161(1):153-189. 2011.
- MARIGUELA, T. C.; ROXO, F. F.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. *Phylogeny and biogeography of Triportheidae (Teleostei: Characiformes) based on molecular data*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 96, Pages 130-139, 2016.

MELLO-LEITÃO, C. de. *Zoogeografia do Brasil*. São Paulo: Biblioteca Pedagógica Brasileira, Brasiliana, 1947. 416 p.

MELO, B. F.; SIDLAUSKAS, B. L.; HOEKZEMA, K.; FRABLE, B. W.; VARI, R. P.; OLIVEIRA, C. *Molecular phylogenetics of the Neotropical fish family Prochilodontidae (Teleostei: Characiformes)*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 102, pg.189-201, 2016.

MELO, B. F.; SIDLAUSKAS, B. L.; HOEKZEMA, K.; VARI, R. P.; DILLMAN, C. B.; OLIVEIRA, C. *Molecular phylogenetics of Neotropical detritivorous fishes of the family Curimatidae (Teleostei: Characiformes)*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 127, pg. 800-812, 2018.

MENEZES, N. A. *Implications of the distribution patterns of the species of Oligosarcus (Teleostei, Characidae) from the central and southern South America*. p. 295-304. In: VANZOLINI, P. E.; HEYER, W. R. (eds.) *Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution Patterns*, 12-16 January, 1987. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988.

MENEZES, N. A. *Methods for assessing freshwater fish diversity*. In: BICUDO, C. E. M.; Menezes, N. A. (eds.) *Biodiversity in Brazil*. CNPq, São Paulo, p. 289-295. 1996.

MENEZES, N. A.; WEITZMAN, S. H. *Systematics of the neotropical fish subfamily Glandulocaudinae (Teleostei: Characiformes: Characidae)*. *Neotropical Ichthyology* v.7, n.3, Porto Alegre, 2009.

MIRANDA, G. S.; DIAS, P. H. S. *Biogeografia de vicariância: histórico e perspectivas da disciplina que lançou um novo olhar sobre a diversidade na Terra*, *Filosofia e História da Biologia*, v. 7, n. 2, p. 215-240, 2012.

MIRANDE, J. M. *Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy*. *Neotropical Ichthyology*, 8(3):385-568, 2010.

MONTOYA-BURGOS, J. I.; MULLER, S.; WEBWE, C.; PAWLOWSKI, J. *Phylogenetic relationships between Hypostominae and Ancistrinae (Siluroidei: Loricariidae): first results from mitochondrial 12S and 16S rRNA gene sequences*. *Revue Suisse de Zoologie*, 104 (1): 185-198, 1997.

MOREIRA, G. R. P.; FERRARI, A.; MONDIN, C.; CERVI, A. *Panbiogeographical analysis of passion vines at their Southern limit of distribution in the Neotropics*. *Revista Brasileira de Biociências* 9, 28–40, 2011.

MORRONE, J. J.; CRISCI, J. V. *Historical biogeography: introduction to methods*, *Annual Review of Ecology and Systematics*, California, 26: 373-401, 1995.

MORRONE, J. J. *Panbiogeografia, componentes bióticos e zonas de transição*, *Revista Brasileira de Entomologia*, Londrina, 48(2): 149-162, 2004.

MORRONE, J. J. *Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analysis of the entomofauna*, *Annual Review of Entomology*, California, 51: 467-494, 2006.

MORRONE, J. J. *Evolutionary Biogeography – an Integrative Approach with Case Studies*. Columbia University Press, New York, 2009.

MORRONE, J. J. *Biogeographical regionalisation of the Neotropical region*, Zootaxa, 3782, 110 pp., 2014.

MÜLLER, P. *The dispersal centres terrestrial vertebrates in the Neotropical realm*. In: SCHMITHÜSEN, J. (ed.) *Biogeographica II*. Publishers: The Hague. Dr. W.; Junk B. V., 1973.

NELSON, G. *Historical biogeography: an alternative formalization*. Systematic Zoology 23, 555-558, 1974.

NIHEI, S. S.; CARVALHO, C. J. B. *Distributional patterns of the Neotropical fly genus Polietina Shnabl & Dzierzicki (Diptera, Muscidae): a phylogeny-supported analysis using panbiogeographic tools*, Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo, v. 45, p. 313-326, 2005.

OCHOA, L. E.; ROXO, F. F.; DO NASCIMENTO, C.; SABAJ, M. H.; DATOVO, A.; ALFARO, M.; OLIVEIRA, C. *Multilocus analysis of the catfish family Trichomycteridae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes) supporting a monophyletic Trichomycterinae*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 115, pg 71-81, 2017.

ORTÍZ-JAUREGUIZAR, E.; CLADERA, G. A. *Paleoenvironmental evolution of southern South America during the Cenozoic*. Journal of Arid Environments, 66, 498–532, 2006.

PAGE, R. D. M. *Graphs and generalized tracks: Quantifying Croizat's panbiogeography*, Systematic Zoology, Oxford, 36: 1-17, 1987.

PINTO-DA-ROCHA, R.; DA SILVA, M. B.; BRAGAGNOLO, C. *Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil*. Journal of Arachnology, 33, 290–299. 2005.

POSADAS, P.; CRISCI, J.V. & KATINAS, L. *Historical biogeography: A review of its basic concepts and critical issues*. Journal of Arid Environments, 66:389-403, 2006.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. *Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America*, Annals of the Missouri Botanical Garden, St. Louis, 80: 902–27, 1993.

QGISBRASIL. QGIS Desktop 2.17, disponibilizado em < <http://www.qgis.org/> >, acesso em janeiro de 2017

QUIJANO-ABRIL, M. A.; POSADA R. C.; ESQUIVEL D. R. M. *Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical Piper species (Piperaceae)*. Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) 33, 1266–1278, 2006.

REIS R. E.; ALBERT J. S.; DI DARIO F.; MINCARONE M. M.; PETRY P.; ROCHA L. A. *Fish biodiversity and conservation in South America*. J Fish Biol., v.89, n.1, p.12-47, 2016.

- RIBEIRO, A. C. *Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin*. Neotrop. Ichthyol., v. 4, n.2, p. 225-246, 2006.
- RIBEIRO, A. C.; MENEZES, N. A. *Phylogenetic relationships of the species and biogeography of the characid genus *Oligosarcus* Günther, 1864 (Ostariophysi, Characiformes, Characidae)*. Zootaxa, v. 3949, n. 1, p. 41-81, 2015.
- ROMO, A.; MORRONE, J. J. *Track analysis of the Neotropical Entimini (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae)*, Revista Brasileira de Entomologia, Londrina, 55(3): 313–316, setembro, 2011.
- ROXO, F. F.; ZAWADZKI, C. H.; SILVA, G. J. C.; CHIACHIO, M. C.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. *Molecular systematics of the armored neotropical catfish subfamily Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae)*. Zootaxa 3390: 33–42, 2012.
- SAADI, A.; MACHETTE, M. N.; HALLER, K. M.; DART, R. L.; BRADLEY, L.; SOUZA, A. M. P. D. *Map and database of Quaternary faults and lineaments in Brazil*. U.S. Geological Survey, Open-File Report 02-230. (available at <http://pubs.usgs.gov/of/2002/ofr-02-230>), 2002.
- SAADI, A. *Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares*. Geonomos, 1 (1): 1-15, 2013.
- SCHMIDT, K. P.; INGER R. F. *Amphibians and reptiles of Hopkins-Branner expedition to Brazil*, Fieldiana Zoology, Chicago, 31: 439–465, 1951.
- SCLATER, P. L. *On the general geographic distribution of the members of the class Aves*. Proceedings of the Linnean Society of London, Zoology, v. 2, p. 130–145, 1858.
- SHIMABUKURO-DIAS, C. K.; OLIVEIRA, C.; REIS, R. E.; FORESTI, F. *Molecular Molecular phylogeny of the armored catfish family Callichthyidae (Ostariophysi, Siluriformes)*. Phylogenetics and Evolution, 32, 152–163, 2004.
- SOUZA, C. R. G.; SOUZA, A. P. *O escarpamento estrutural de furnas, SP/PR: raro sítio geomorfológico brasileiro*. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 540p. 2002.
- SPLINK, REDE SPECIESLINK. <<http://www.splink.org.br>>, acesso em dezembro de 2016.
- STIASNY, M.; PINNA, M. C. C. *Basal taxa and the role of cladistic patterns in the evaluation of conservation priorities: A view from freshwater*. Pp. 235–249. In: FOREY, P. L.; HUMPHRIES, C. J.; VANE-WRIGHT, R. I. (eds.). *Systematics and conservation evaluation*. The Systematics Association Special, v. 50, 466p. Clarendon Press, Oxford (United Kingdom), 1994.

SULLIVAN, J. P.; LUNDBERG, J. G.; HARDMAN, M. *A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using rag1 and rag2 nuclear gene sequences*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41:636–662, 2006.

TALONIA, C. M.; ESCALANTE, T. *Revalorando la historia de los taxones en la reconstrucción biogeográfica*, *Biogeografía: Bulletin of the Systematic and Evolutionary Biogeographical Association*, 6: 30-42, 2013.

TOLEDO, V. M. *La diversidad biológica de México*, *Ciencia y Desarrollo*, Ciudad de México, 14: 17-30, 1988.

VANZOLINI, P. E. *Problemas faunísticos do Cerrado*, In: FERRI, M. G. (ed.), *Simpósio sobre o Cerrado*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 469 p, 1963.

VARI, R. P. *Systematics of the Neotropical Characiform Genus Psectrogaster Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Characiformes)*. *Smithsonian Contributions To Zoology*, 481, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA, 1989.

VARI, R. P. *Systematics of the Neotropical Characiform Genus Cyphocharax Fowler (Pisces: Ostariophysi)*. *Smithsonian Contributions To Zoology*, 529, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA, 1992.

VARI, R. P.; MALABARBA, L. R. *Neotropical ichthyology: An overview*. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R.; LUCENA, Z. M. S.; LUCENA, C. A. S. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: Edipucrs, 1998.

WALLACE, A. R. *The geographical distribution of animals*. Vol. I & II. New York: Harper and Brothers, 1876. 576 + 650 p.

WATERS, J. M.; TREWICK, S. A.; PATERSON, A. M.; SPENCER, H. G.; KENNEDY, M.; CRAW, D.; BURRIDGE, C. P.; WALLIS, G. P. *Biogeography Off the Tracks*. *Systematic Biology*, Oxford, 62(3):494–498, 2013.

WEITZMAN, S. H., WEITZMAN, M. *Biogeography and evolutionary diversification in neotropical freshwater fishes, with comments on the refuge theory*. Pp. 403-422 In: PRANCE, G. T. (ed.), *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York. 1982.

WEITZMAN, S. H.; MENEZES, N. A.; WEITZMAN, M. J. *Phylogenetic biogeography of the glandulocaudini (Teleostei: Characiformes, Characidae) with comments on the distribution of other freshwater fishes in eastern and southeastern Brazil*. Pp. 379–427. In: VANZOLINI, P. E.; HEYER, W. R. (eds.). *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro. Academia Brasileira de Ciências, 488p, 1988.

ZINK, R. M.; BLACKWELL-RAGO, R. C.; RONQUIST, F. *The shifting roles of dispersal and vicariance in biogeography*. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B—Biological Sciences* 267:497–503, 2000.