

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**APLICABILIDADES E ESTUDO COMPARATIVO DA BIOGEOGRAFIA
HISTÓRICA NA REGIÃO NEOTROPICAL COMO FERRAMENTAS PARA
CONSERVAÇÃO: OS MÉTODOS "ANÁLISE DE PARCIMÔNIA DE
ENDEMISMO" E "PANBIOGEOGRAFIA"**

Ângela Goldani

Orientador: Dr. Carlos Alberto Santos de Lucena

TESE DE DOUTORADO
PORTO ALEGRE – RS – BRASIL

2010

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - A importância da Biogeografia Histórica na conservação: exemplos de Análise de Parcimônia de Endemismo e Panbiogeografia na região Neotropical	2
CAPÍTULO 2 - Biogeografia Histórica da região Neotropical: Análise de Parcimônia de Endemismo com dados distribucionais de peixes	32
CAPÍTULO 3 - Análise panbiogeográfica de peixes neotropicais	73
CONCLUSÕES GERAIS	116

*Dedico, pelo carinho e apoio incondicional,
à Carlos Alberto Santos de Lucena,
Zilda Margarete Seixas de Lucena,
Lúcia Maria Zaní Richinitti,
Maurício Reis Bogo e
Antonio Carlos Castrogiovanni*

RESUMO

A biogeografia histórica envolve estudos acerca dos padrões de distribuição dos seres vivos permitindo-nos compreender processos evolutivos. Este estudo objetivou aplicar e analisar dois métodos (análise de parcimônia de endemismo - PAE e panbiogeografia) com dados de peixes de água doce da região Neotropical e comparar com outros estudos, além de salientar o poder da biogeografia como ferramenta conservacionista baseada em levantamento de estudos biogeográficos recentes da região. Em um primeiro momento foi feito um trabalho usando dados de dez artigos recentes publicados com ênfase em conservação e observou-se que tanto a análise de parcimônia de endemismo quanto a panbiogeografia são métodos biogeográficos eficientes no auxílio ao combate da perda de biodiversidade quando indicadas áreas para se conservar. No método PAE usa-se principalmente quadrículas, e no método panbiogeográfico os nós são equiparados como *hotspots* da biogeografia ecológica. No segundo estudo foi feita uma análise de parcimônia de endemismo incluindo 131 espécies e 44 unidades geográficas operacionais onde se obteve a relação entre áreas pré estabelecidas como ecoregiões de peixes de água doce. No cladograma de consenso encontrado contendo 275 passos, índice de consistência 0,47 e índice de retenção 0,51 observaram-se congruências compatíveis com características históricas e ecológicas das unidades geográficas, baseadas nos sistemas de drenagens que caracterizam as ecoregiões utilizadas. No terceiro estudo aplicou-se a análise de traços para espécies de cinco gêneros incluídos em Siluriformes e Characiformes (*Auchenipterichthys*, *Auchenipterus*, *Boulengerella*, *Cetopsis* e *Roeboides*). A partir dos traços individuais de cada espécie obtiveram-se nove traços generalizados, e dois nós panbiogeográficos que podem ser indicados como região para conservação, visto que são em áreas já detectadas como de grande biodiversidade. Comparações foram feitas com outros estudos de panbiogeografia e semelhanças em alguns traços foram apontadas. Baseado nas análises realizadas com peixes e comparações realizadas entre as duas metodologias, este estudo conclui que a biogeografia histórica é uma ferramenta importante e eficaz no auxílio da conservação de grupos taxonômicos diversos da região Neotropical.

ABSTRACT

The historical biogeography involves studies on the distribution patterns of animals and plants by allowing us to understand evolutionary processes. This study aimed to analyze and implement two methods (parsimony analysis of endemism – PAE and panbiogeography) with distributional data from freshwater fishes of the Neotropical region, compare them with other studies, and emphasize the power of the biogeography as a conservation tool based on recent studies of biogeography in this region. In the first study was made an assimilation between them using data from ten studies that have been published with an emphasis on conservation and observed that both the parsimony analysis of endemism and the panbiogeographic methods are effective in helping to combat biodiversity loss when indicated areas to conserve. The PAE method is used mainly with quadrats, and in the track analysis the nodes are treated as hotspots of ecological biogeography. In the second moment, a parsimony analysis of endemism was made including 131 species and 44 geographical operational units where there was a connection of the pre-established areas as ecoregions of freshwater fish. The strict consensus cladogram resulted in the tree with 275 steps, with consistency index 0.47 and a retention index 0.51. It was observed congruences compatible with historic features and ecological geographical units, based on the drainage systems that characterize the ecoregions utilized. In the third study, it was applied the track analysis in five species of the genera included in Siluriformes and Characiformes (*Auchenipterichthys*, *Auchenipterus*, *Boulengerella*, *Cetopsis* and *Roeboides*). From the individual tracks of each species were obtained nine generalized tracks, and two nodes that can be designated as conservation locals, as they are in already detected areas of great biodiversity. Comparisons were made with other studies in panbiogeography and similarities in some tracks were identified. Based on analysis carried out with fish and comparisons made between the two methods, this study concludes that historical biogeography is an important and effective tool for conservation in the Neotropical region using different taxonomic groups.

APRESENTAÇÃO

Esta tese de doutorado está estruturada em forma de três artigos científicos, visando à publicação em periódicos da área da zoologia. O tema do estudo apresentado é a biogeografia histórica, ramo da ciência que estuda basicamente a distribuição dos seres vivos no planeta, salientando os processos históricos que agem nesta distribuição. Nesta tese foi realizada a aplicação de dois métodos da biogeografia histórica (Análise de Parcimônia de Endemismo - PAE e Panbiogeografia) com dados distribucionais de peixes de água doce e discussão comparativa acerca dessas metodologias, focando na importância como ferramentas eficientes para a conservação da biodiversidade na região Neotropical.

No primeiro artigo, intitulado “*A importância da Biogeografia Histórica na conservação: exemplos de Análise de Parcimônia de Endemismo e Panbiogeografia na região Neotropical*”, objetivou-se comparar dez estudos já realizados acerca desses métodos da biogeografia como ferramenta útil que visa debater e aplicá-los na questão conservacionista da região Neotropical.

No segundo artigo, intitulado “*Biogeografia Histórica da região Neotropical: Análise de Parcimônia de Endemismo com dados distribucionais de peixes*”, objetivou-se principalmente relacionar historicamente ecoregiões pré estabelecidas para peixes de água doce da região Neotropical.

No terceiro artigo, intitulado “*Análise panbiogeográfica de peixes neotropicais*”, aplicou-se a panbiogeografia na região Neotropical para espécies incluídas em cinco gêneros a fim de determinar padrões distribucionais das mesmas baseados na análise de traços.

Capítulo 1

**A importância da Biogeografia Histórica na conservação: exemplos de Análise de
Parcimônia de Endemismo e Panbiogeografia na região Neotropical**

Ângela Goldani

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Faculdade de Biociências

Programa de Pós Graduação em Zoologia

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 12

Partenon

90619-900

Porto Alegre/RS

<http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/fabioppg/ppgzoo/>

Correspondência: angela_goldani@yahoo.com.br

Resumo

A biogeografia da conservação é uma ciência que tomou grande importância devido à preocupação com a preservação da biodiversidade por parte de muitos biogeógrafos. O presente trabalho buscou apresentar e discutir os principais estudos de biogeografia histórica utilizando os métodos da Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) e Panbiogeografia como ferramentas importantes para conservação na região Neotropical. Dez artigos científicos foram analisados com o uso das metodologias citadas e vários grupos taxonômicos em diversas regiões da Neotropical. Ambas as metodologias mostraram-se eficientes no auxílio ao combate da perda de biodiversidade, pois apontaram áreas de endemismo importantes através da análise de quadrículas e nós panbiogeográficos em localidades que merecem esforços conservacionistas. Muitos resultados foram coincidentes com regiões já pertencentes às Unidades de Conservação, reforçando a eficiência e importância da biogeografia histórica nesta proposta.

Palavras chave: PAE, método panbiogeográfico, região Neotropical, conservação, nós panbiogeográficos

Abstract

The conservation biogeography is a science that has great importance due to concern for the preservation of biodiversity by many biogeographers. This study aimed to present and discuss the major studies of historical biogeography using the methods of Parsimony Analysis of Endemism (PAE) and Panbiogeography as important tools for conservation in the Neotropics. Ten papers were analyzed using the methods mentioned

and many taxons in various regions of the Neotropical region. Both methods were effective in helping to combat biodiversity loss, they pointed out important areas of endemism through the analysis of quadrats and tracks were in places that deserve conservation efforts. Many results were coincident with regions already belong to protected areas, reinforcing the efficiency and importance of historical biogeography in this proposal.

Keywords: PAE, panbiogeographic method, Neotropical region, conservation, panbiogeographic nodes.

Introdução

A Biogeografia é uma ciência multidisciplinar que foca nos estudos de padrões distribucionais dos seres vivos, tanto no perfil ecológico quanto histórico. A essência das pesquisas em biogeografia é conjecturar porque as espécies estão onde estão, ou seja, a síntese do processo evolutivo em tempo, forma e espaço. Na realidade se fala em biogeografia desde Carl Von Linné (1707-1776), o botânico sueco, pai da taxonomia, cuja idéia criacionista era de que Deus criou as espécies em um determinado local e ali seria o centro de origem. O também botânico suíço Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841) criou os termos “*endemismo*” e “*regiões biogeográficas*”, atualmente o foco de muitos estudos com métodos da biogeografia histórica. Em 1840, de Candolle criou um sistema mundial de regiões biogeográficas baseado nos seus estudos de plantas (Cox 2001). O naturalista britânico Alfred Russel Wallace (1823-1913), seguindo a divisão inicial de Sclater (1858) baseada em pássaros, formalizou, em 1876, a repartição do mundo em seis grandes regiões zoogeográficas (Neártica, Neotropical, Paleártica, Etiópica, Oriental e Australiana) acrescentando informações de outros animais, especialmente mamíferos (Figura 1) aceita por muitos pesquisadores até hoje. Atualmente outras classificações foram feitas acerca de ecoregiões de água doce baseadas em grupos taxonômicos no mundo todo (Abell et al. 2008 – peixes) (Figura 2) e províncias biogeográficas no continente americano e caribe (Morrone 2001 – diversos grupos) (Figura 3), ou ecoregiões para conservação (Olson & Dinerstein 2002 – *The Global 200*), entre outros. Interessante salientar que o primeiro mapa biogeográfico do mundo (Figura 4) foi publicado em 1805, muito antes dessas outras classificações, por Lamark e Candolle na terceira edição da *Flora française* em um estudo da biota (Ebach

& Goujet 2006). A idéia de mapear características peculiares de regiões, seja baseada em plantas ou animais, já traduz o entendimento a priori de que existem áreas especiais e únicas no mundo todo.

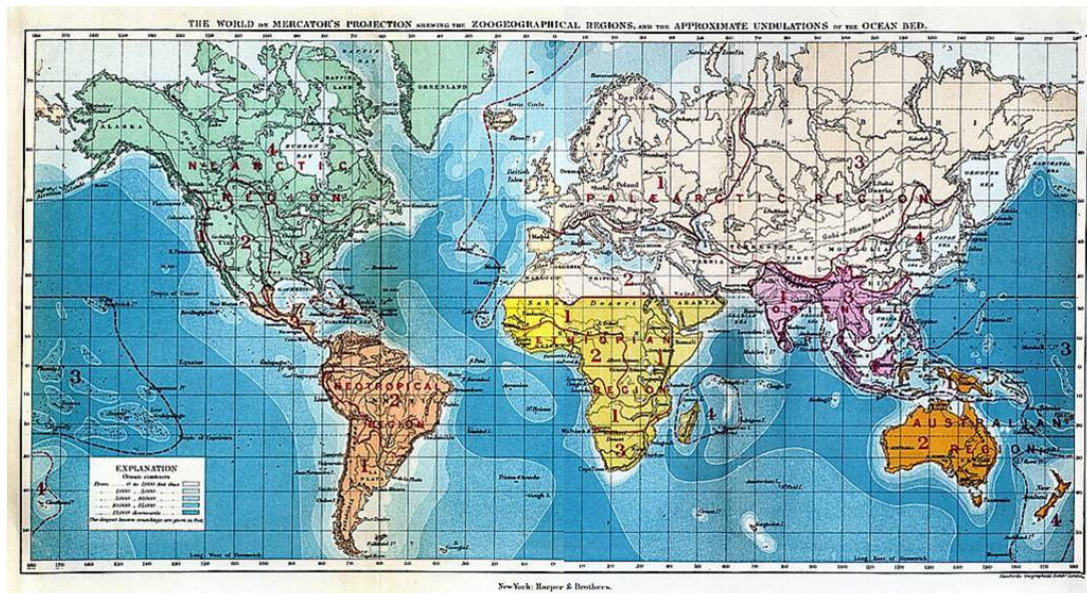


Figura 1. Mapa mundial com as seis regiões zoogeográficas adaptadas por Alfred Russel Wallace em 1876 (<http://people.wku.edu/charles.smith/wallace/S718a.htm>).

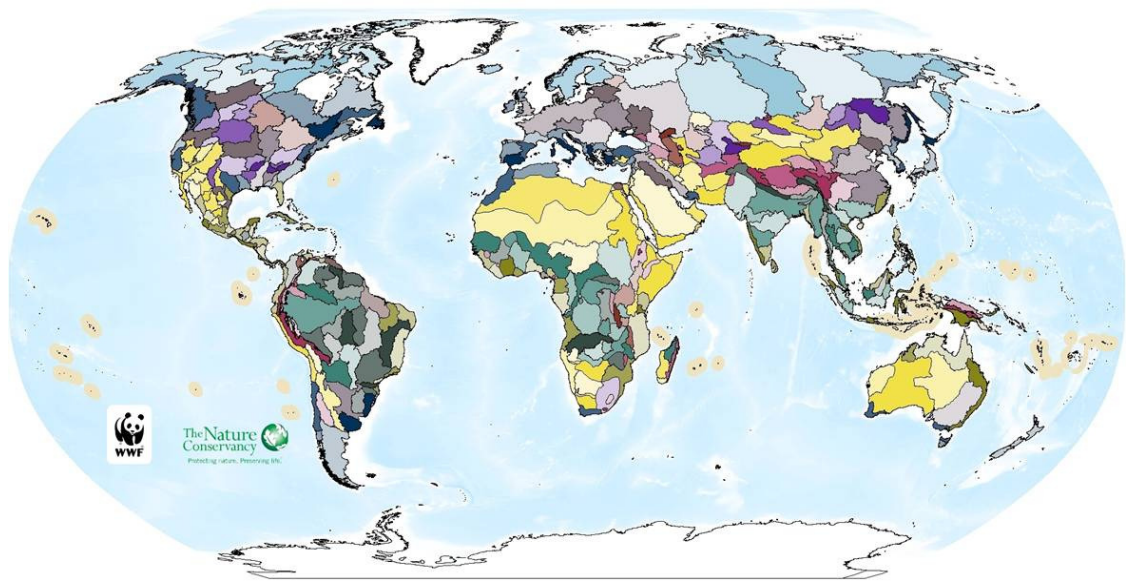


Figura 2. Mapa com as *Freshwater Ecoregions of the World* propostas por Abell et al. (2008) disponível em http://www.feow.org/downloads/FEOW_image2.jpg.



Figura 3. Mapa da região Neotropical com as províncias biogeográficas (Morrone 2004).

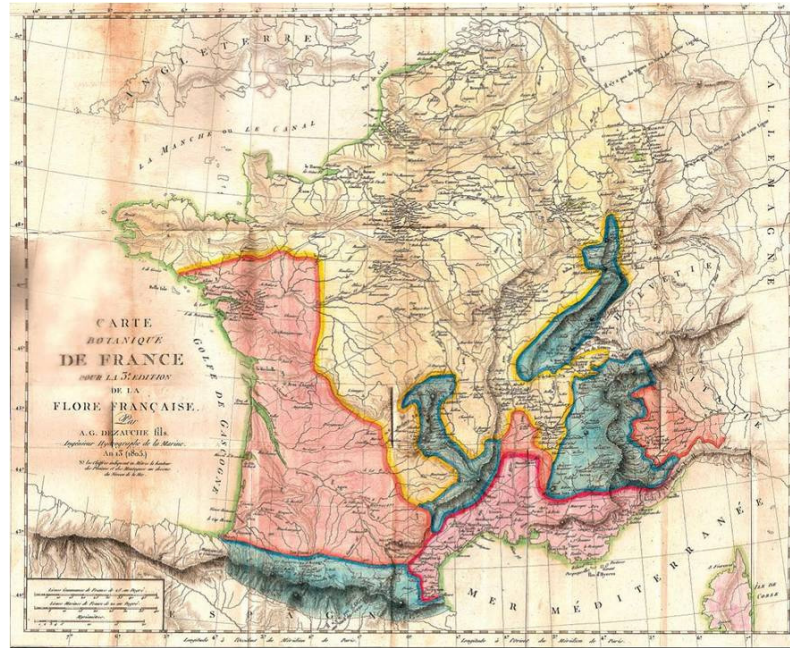


Figura 4. Primeiro “mapa biogeográfico” publicado (Ebach & Goujet 2006).

A região Neotropical (Figura 5) compreende a área desde parte do México, Caribe, até o sul da América do Sul. Segundo Goldani & Carvalho (2003), a mesma é um ponto referencial importante no estudo dos padrões de distribuição dos seres vivos por apresentar uma biodiversidade alta e características climáticas e fisiográficas diversificadas.



Figura 5. Mapa da região Neotropical por Alfred Russel Wallace em 1876. (<http://people.wku.edu/charles.smith/wallace/S718h.htm>)

O cuidado com a natureza deixou de ser uma preocupação apenas de ecólogos, e sim de tantos outros grupos de pesquisadores, em diversas áreas, incluindo os biogeógrafos. Os métodos em biogeografia podem influenciar em esforços conservacionistas, dado o grande volume de trabalhos realizados na área utilizando as metodologias da biogeografia histórica. Segundo Whittaker et al. (2005), a Biogeografia da Conservação é a aplicação de princípios biogeográficos, teorias e análises, preocupados com a dinâmica de distribuição de táxons individual e coletivamente, para os problemas relativos à conservação da biodiversidade. Existe uma necessidade de biogeógrafos se envolverem mais com os problemas da ciência da conservação, e para o acréscimo de biogeografia na formação de cientistas da conservação. A aplicação da biogeografia na conservação pode ser feita principalmente por análises de áreas de

endemismo, uso de regiões zoogeográficas, e estudo dos padrões geográficos das espécies.

Crisci et al. (2003) afirmaram que a biogeografia histórica não apenas mostra as informações necessárias para conservação, mas também dispõe metodologias que podem ser diretamente aplicadas na determinação de prioridades para escolha dessas áreas (Carvalho 2004).

O presente estudo objetivou apresentar e comparar os principais trabalhos com os métodos da análise de parcimônia de endemismo e panbiogeografia na região Neotropical que visam auxiliar a tentar impedir a perda da biodiversidade usando a biogeografia histórica como ferramenta.

Material & Métodos

Foram listados, analisados e discutidos dez artigos com aplicações dos métodos da biogeografia histórica (análise de parcimônia de endemismo e panbiogeografia) com discussão acerca da conservação na região Neotropical (Tabela 1).

Tabela 1. Principais aplicações de metodologias da biogeografia histórica na Neotropical com ênfase em conservação.

Autores	Método	Táxons	Localidade	Principais resultados para conservação
Sánchez-González et al. 2008	PAE	442 espécies de aves	Floresta úmida da Neotropical	Área restrita de montanhas úmidas com táxons restritos
Löwenberg-Neto & Carvalho 2004	PAE	Espécies incluídas em 26 gêneros monofiléticos diversos de plantas e animais	Região Sul do Brasil	Uma área endêmica obtida pela análise de quadrículas, no leste do Paraná e leste de Santa Catarina
Cavieres et al. 2002	PAE	862 espécies de plantas vasculares	Antofagasta (Chile)	2 áreas sugeridas para conservação (região andina e costal)
Corona et al. 2009	Panbiogeografia	228 espécies incluídas em Buprestidae (Coleoptera)	Zona de transição mexicana	7 nós panbiogeográficos (5 no domínio mesoamericano e 2 na zona de transição)
Miranda & Vega 2006	Panbiogeografia	136 espécies (aves, mamíferos, répteis, samambaias, carvalhos)	Faixa vulcânica transmexicana	4 áreas sugeridas (corredor Valle de México-Sierra de Chichinautzin, corredor Cofre de Perote-Cañón de Rio Blanco, Volcán de San Juan e Pátzcuaro)
Posadas 1996	PAE	377 espécies de plantas vasculares	Terra do Fogo	5 regiões determinadas por 7 quadrículas, contendo a maioria das espécies estudadas
Prevedello & Carvalho 2006	Panbiogeografia	55 espécies de plantas, mamíferos, aves e insetos	Cerrado	11 nós panbiogeográficos como prioridade para conservação por seu status histórico-biogeográfico

Sigrist & Carvalho 2008	PAE	19 táxons não relacionados (artrópodos, plantas, vertebrados)	Neotropical, ênfase na Mata Atlântica	10 quadrículas 1° X 1° com endemismo em escala regional e local
González-Zamora et al. 2007	Panbiogeografia	74 espécies incluídas em Asteraceae	Porção oriental do México	4 nós panbiogeográficos coincidentes com as regiões mexicanas prioritárias propostas pela CONABIO (Comisión Nacional para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad) e 2 nós na região de Sierra Madre Oriental
Mondragón & Morrone 2004	Panbiogeografia	139 espécies de aves terrestres	México	15 nós panbiogeográficos, destacando-se duas áreas para conservação: “Oaxaca este” e “Guerrero central”

1. Análise de Parcimônia de Endemismo

O método da análise de parcimônia de endemismo (PAE) é uma ferramenta da biogeografia histórica que investiga padrões naturais distribucionais de organismos (Rosen 1988, Rosen & Smith 1988). O PAE classifica as localidades, quadrículas ou áreas de acordo com os táxons compartilhados usando o critério de parcimônia, resultando em uma classificação hierárquica das unidades geográficas. Se compararmos com a sistemática filogenética, este método é análogo (as localidades são os táxons, e os táxons são os caracteres). O método basicamente utiliza três tipos de unidades geográficas de análise: localidades (Rosen 1988), áreas de endemismo (Craw 1988) e quadrículas (Morrone 1994). Cracraft (1991) propôs a utilização de áreas pré estabelecidas no método PAE. Basicamente a metodologia segue os seguintes passos: confecção da matriz de dados com a ausência do táxon na unidade geográfica codificada como zero (0) e a presença como um (1). Um grupo externo é adicionado como área

hipotética com ausência para todos os táxons (caracteres). Os dados são analisados mediante um programa computacional de análise cladística, com um algoritmo de máxima parcimônia (Crisci et al. 2003).

2. Panbiogeografia

A Panbiogeografia foi proposta por León Croizat (1952, 1958, 1964, 1981), cujo foco central é o papel da localidade do táxon na história da vida, fundamental condição para qualquer análise dos padrões e processos de mudanças evolutivas. Croizat (1964) mencionou que “terra e vida evoluem juntas” e que “a vida é a última camada geológica”, enfatizando que as barreiras geográficas evoluem juntamente com as biotas. Nesta metodologia são conectadas as localidades dos táxons através de traços individuais (geralmente um para cada espécie ou gênero), e posteriormente confeccionados traços generalizados, que são a sobreposição de dois ou mais traços individuais. Esses traços indicam a pré existência de biotas ancestrais, que foram fragmentadas subsequentemente por mudanças climáticas ou tectônicas (Crisci et al. 2003). E a união de dois ou mais traços generalizados que se intersectam são chamados de nós ou nodos. Os nós panbiogeográficos são considerados áreas de grande biodiversidade, geralmente indicados para conservação, pois são comparados como *hotspots* (Myers 1988) da biogeografia ecológica ou ecologia.

Resultados & Discussão

O levantamento e análise da utilização dos métodos de biogeografia histórica apresentados (Figuras 6-15) mostraram que ambos são ferramentas consistentes para propostas de áreas de conservação. Nos trabalhos onde aplicou-se o método PAE foi possível obter áreas de endemismo baseadas na análise de quadrículas e optar pela seleção daquelas com alto grau de endemismo. No caso da panbiogeografia esta seleção geralmente é feita pelos nós ou nodos panbiogeográficos, por representarem a concentração maior de espécies endêmicas, visto que é o resultado do cruzamento de traços generalizados, e estes por sua vez formados por dois ou mais traços individuais. Quando o nó coincide com áreas já propostas para conservação, como, por exemplo, em González-Zamora et al. (2007), reforça-se a grande importância e relevância do uso da biogeografia para esta finalidade. Porém, mesmo que as propostas dos métodos biogeográficos sejam coincidentes com áreas contendo Unidades de Conservação, a discussão biogeográfica (história da área, endemismos) suporta a necessidade de proteção integral, como salientado em Löwenberg-Neto & Carvalho (2004) referente à Mata Atlântica.

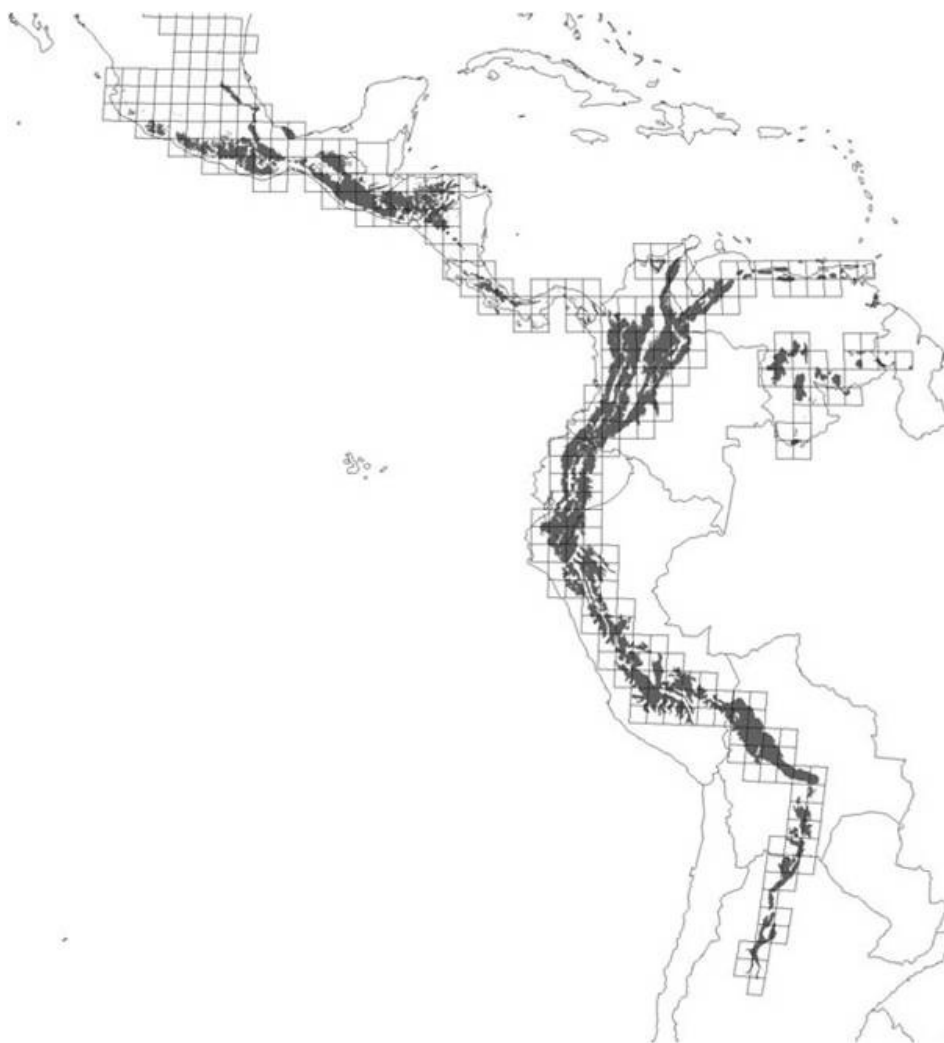


Figura 6. Área de estudo do método PAE na região Neotropical onde as áreas sombreadas representam florestas úmidas de montanha (Sánchez-González et al. 2008).

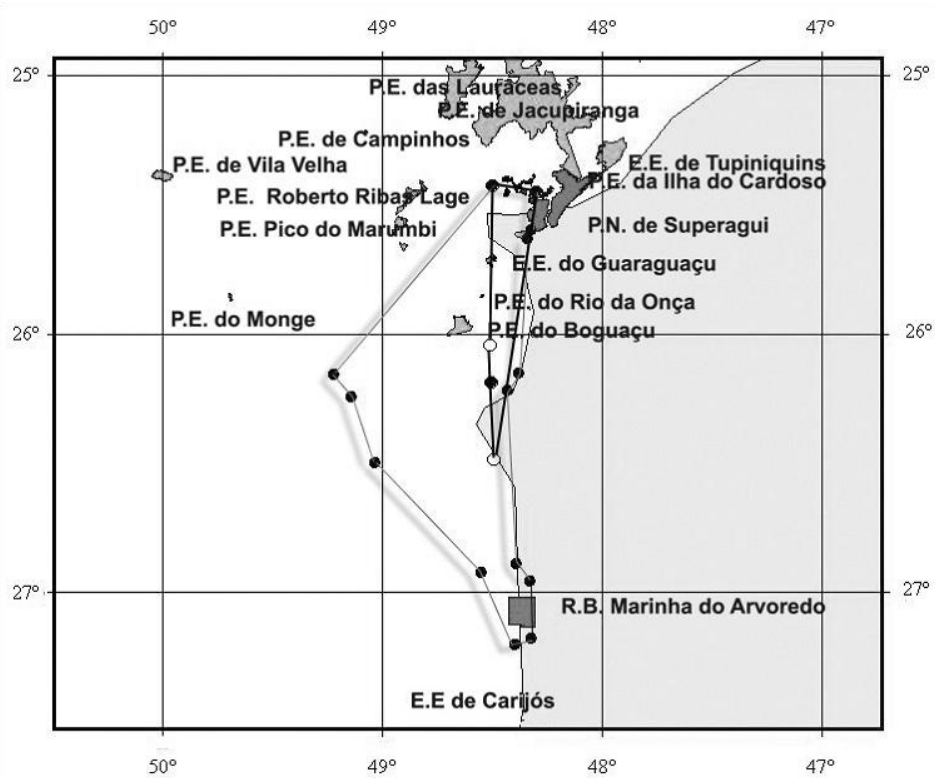


Figura 7. Mapa da região leste do Paraná e leste de Santa Catarina com a hipótese de área de endemismo e Unidades de Conservação Estaduais e Federais de proteção integral (Löwenberg-Neto & Carvalho 2004).

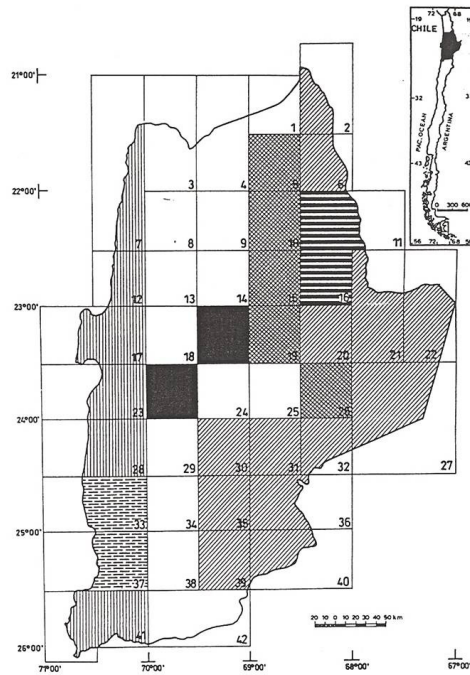


Figura 8. Mapa da região analisada pelo PAE mostrando as quadrículas sugeridas como prioritárias para conservação (números 11 e 16 – linhas horizontais) (Cavieres et al. 2002).

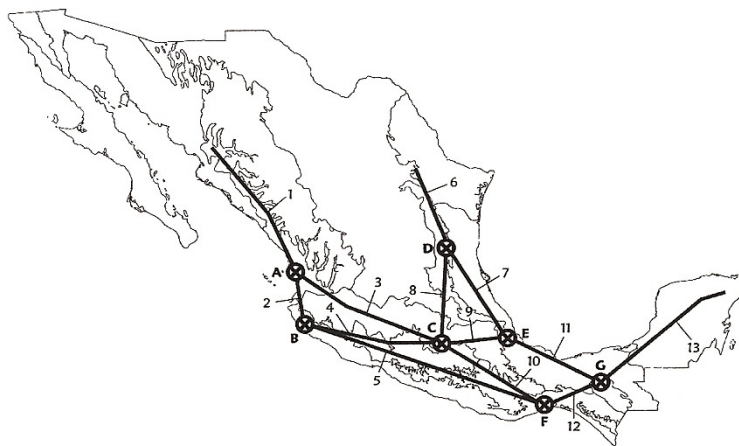


Figura 9. Traços generalizados e nós no México (Corona et al. 2009).

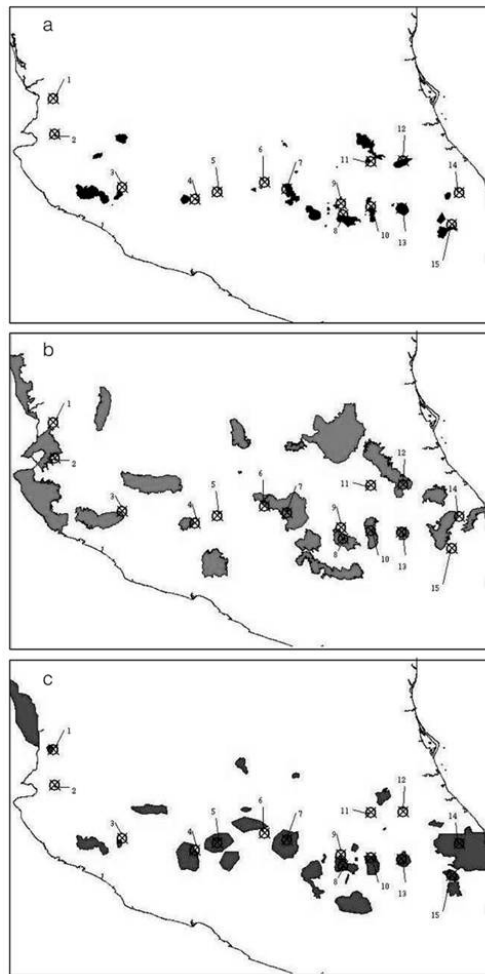


Figura 10. (a) sobreposição dos nós com áreas naturais mexicanas protegidas, (b) sobreposição com regiões terrestres prioritárias, (c) sobreposição com áreas de importância conservacionista de aves (Miranda & Vega 2006).

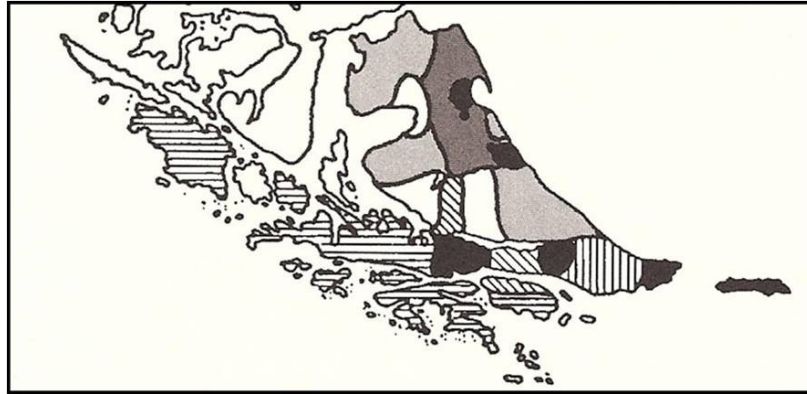


Figura 11. Mapa da região da Terra do Fogo indicando em preto as áreas prioritárias para conservação (Posadas 1996).

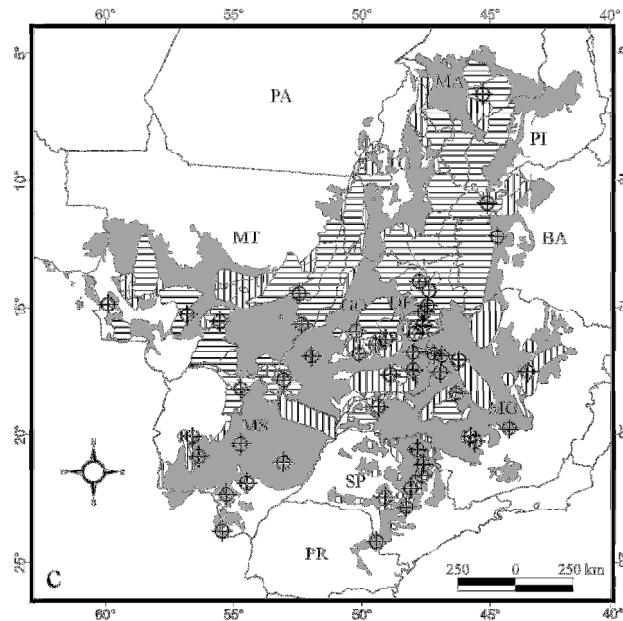


Figura 12. Mapa extraído de Prevedello & Carvalho (2006) com nós panbiogeográficos na região do Cerrado.

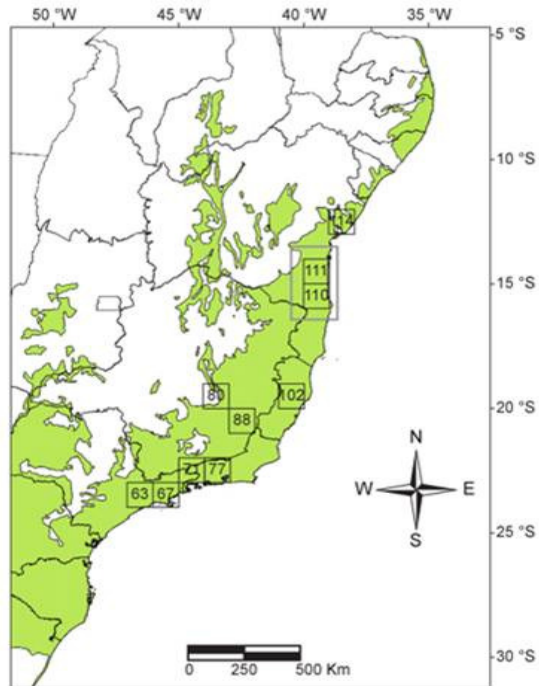


Figura 13. Quadrículas endêmicas 1° X 1° obtidas pela análise PAE na Mata Atlântica indicadas para conservação (Sigrist & Carvalho 2008).

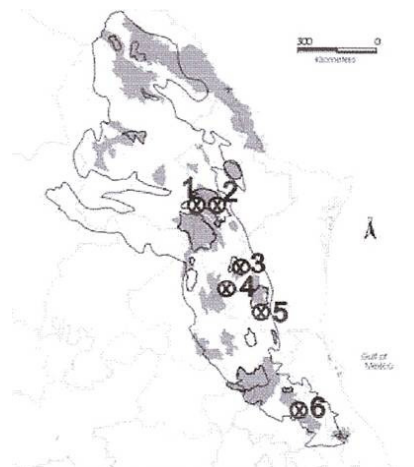


Figura 14. Nós panbiogeográficos. Regiões em cinza representam as RTPs (Regiões terrestres mexicanas prioritárias) para conservação (González-Zamora et al. 2007).



Figura 15. Mapa com a superposição dos nós obtidos com as áreas naturais protegidas para o México (Mondragón & Morrone 2004).

Em Löwenberg-Neto & Carvalho (2004) e Sigrist & Carvalho (2008) foram estudados táxons diversos não relacionados com a metodologia das quadrículas, com a indicação de áreas para conservação abrangendo um alto grau de endemidade, reforçando a riqueza da pesquisa por utilizarem não somente um grupo taxonômico. O mesmo padrão ocorreu em Miranda & Vega (2006) e Prevedello & Carvalho (2006), porém na análise panbiogeográfica.

Análises robustas pelo grande número de espécies incluídas em um mesmo grupo foram feitas em Cavieres et al. (2002) com plantas vasculares e Sánchez-González et al. (2008) com aves, ambos utilizando o método PAE. A vantagem neste caso é pela abordagem praticamente total dos táxons existentes na região selecionada, com pequenos ruídos que podem ser atribuídos à falta de coleta (Goldani & Carvalho 2003).

Em Mondragón & Morrone (2004) utilizou-se uma análise de complementaridade (Humphries et. al. 2001), que classifica os nós por ordem prioritária para conservação, usando o critério de diversidade biológica. Esta análise complementar

tem importância principalmente naquelas abordagens onde se detectam muitos nós panbiogeográficos, como observadas também em Corona et al. (2009) e Prevedello & Carvalho (2006).

A questão da inserção de métodos da biogeografia histórica aplicada à avaliação de conservação na região Neotropical tem sido discutida há alguns anos, porém em muitos trabalhos isso se resume a um parágrafo final. Na realidade, existe somente a indicação, e falta a concretização das metodologias para tais procedimentos. Outros trabalhos, fora da região Neotropical, foram feitos também reforçando a idéia da conservação, e com metodologias biogeográficas diversas, principalmente na Austrália (Whiting et al. 2000), Nova Caledônia (Contreras-Medina et al. 2001), Índia (Pawar et al. 2006), China (Chen 2009, Contreras-Medina et al. 2001), Nova Zelândia (Grehan 1989) e Nova Guiné (Diamond 1973).

Segundo Platnick (1992), uma das questões básicas em relação à conservação da biodiversidade é atualmente uma pergunta biogeográfica: com recursos econômicos e humanos escassos, como determinar onde investir para minimizar o empobrecimento biótico? A biogeografia conservacionista envolve um padrão descritivo: padrões distribucionais das espécies, identificação de áreas de distribuição, identificação de áreas de endemismo e a comparação das biotas correspondentes a diferentes áreas (Crisci et al. 2003).

As perspectivas históricas apresentadas aqui, fornecidas pelas metodologias da biogeografia histórica (PAE e Panbiogeografia), são ferramentas importantes na identificação de locais prioritários para a conservação das espécies cuja existência está ameaçada.

Agradecimentos

A autora agradece o suporte da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Dr. Carlos Alberto Santos de Lucena pela leitura crítica. O Dr. Peter Löwenberg-Neto enviou a versão colorida e original da figura 7, oriunda de seu trabalho.

Referências Bibliográficas

ABELL, R., THIEME, M.L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., COAD, B., MANDRAK, N., BALDERAS, S.C., BUSSING, W., STIASSNY, M.L.J., SKELTON, P., ALLEN, G.R., UNMACK, P., NASEKA, A., SINDORF, R.N.G.N., ROBERTSON, J., ARMIJO, E., HIGGINS, J.V., HEIBEL, T.J., WIKRAMANAYAKE, E., OLSON, D., LÓPEZ, H.L., REIS, R.E., LUNDBERG, J.G., SABAJ-PÉREZ, M.H., & PETRY, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 58 (5): 403-414.

ALZATE, F., QUIJANO-ABRIL, M.A. & MORRONE, J.J. 2008. Panbiogeographical analysis of the genus *Bomarea* (Alstroemeriaceae). *J Biogeogr* 35 (7): 1250-1257.

CARVALHO, C.J.B. de. 2004. Ferramentas atuais da biogeografia histórica para utilização em conservação. In *Unidades de Conservação: Atualidades e tendências* (M.S. Milano; L.Y. Takahashi & M.L. Nunes, eds). Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, Curitiba, p. 92-103.

CAVIERES, L.A., ARROYO, M.T.K., POSADAS, P., MARTICORENA, C., MATTHEI, O. RODRÍGUEZ, R., SQUEO, F.A. & ARANCIO, G. 2002. Identification of priority areas for conservation in an arid zone: application of parsimony analysis of endemism in vascular flora of the Antofagasta region, northern Chile. *Biodivers Conserv* (11):1301–1311.

CHEN, Y. 2009. Conservation biogeography of the snake family Colubridae of China. *Ne. J. Zool.* 5 (2): 251-262.

CONTRERAS-MEDINA, R., MORRONE, J.J. & VEGA, I.L. 2001. Biogeographic methods identify gymnosperm biodiversity hotspots. *Naturwissenschaften* 88: 427-430.

CORONA, A.M., TOLEDO, V.H. & MORRONE, J.J. 2009. Track analysis of the Mexican species of Buprestidae (Coleoptera): testing the complex nature of the Mexican Transition Zone. *J Biogeogr* 36 (9): 1730 – 1738.

COX, C.B. 2001. The biogeographic regions reconsidered. *J. Biogeogr.* 28 (4):511-523.

CRACRAFT, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: Hierarchical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. *Aust. Syst. Bot.* (4): 211-227.

CRAW, R. 1988. Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham islands. *Syst. Zool.* 37 (3): 291-310.

CRISCI, J.V., KATINAS, L. & POSADAS, P. 2003. *Historical Biogeography: an introduction.* Harvard University Press, London.

CROIZAT, L. 1952. *Manual of Phytogeography.* Junk, The Hague.

CROIZAT, L. 1958. Panbiogeography. Published by the autor, Caracas.

CROIZAT, L. 1964. Space, Time, Form: The Biological Synthesis. Published by the author.

CROIZAT, L. 1981. Biogeography: Past, present and future. In Vicariance Biogeography: A Critique. (G. Nelson & D. E. Rosen, eds). Columbia University Press, New York.

DIAMOND, J.M. 1973. Distributional Ecology of New Guinea Birds. *Science* 179 (4075): 759-769.

EBACH, M.C. & GOUJET, D.F. 2006. The first biogeographical map. *J. Biogeogr.* 33 (5): 761-769.

GOLDANI, Â. & CARVALHO, G.S. 2003. Análise de parcimônia de endemismo de cercopídeos neotropicais (Hemiptera, Cercopidae). *Rev Bras Entomol* 47 (3): 437-442.

GONZÁLEZ-ZAMORA, A., VEJA, I.L., VILLASEÑOR, J.L. & RUIZ-JIMÉNEZ, C.A. 2007. Distributional patterns and conservation of species of Asteraceae (asters etc.) endemic to eastern Mexico: a panbiogeographical approach. *Systematics and Biodiversity* 5 (2): 135-144.

GREHAN, J.R. 1989. Panbiogeography and conservation science in New Zeland. *J. Zool.* 16: 731-748.

HUMPHRIES, C.J., VANE-WHIGHT, R.I & WILLIAMS, P.H. 1991. Biodiversity reserves: setting new priorities for the conservation of wildlife. *Park* 2: 34-38.

LÖWENBERG-NETO, P. & C.J.B. DE CARVALHO. 2004. Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação da biodiversidade. *Natureza & Conservação* (2): 58-65.

MIRANDA, T. A. & VEGA, I. L. 2006. Análisis de trazos para establecer áreas de conservación de La faja volcánica transmexicana. *Interciencia* 31 (12): 849-855.

MONDRAGÓN, E.A. & MORRONE, J.J. 2004. Propuesta de Areas para la conservación de aves de Mexico, empleando herramientas panbiogeograficas e indices de complementariedad. *Interciencia* 29 (3): 112-120.

MORRONE, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biol* 43(3): 438-441.

MORRONE, J.J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Zaragoza, M&T – Manuales & Tesis SEA, v. 3.

MYERS, N. 1988. Threatened biotas: “Hotspots” in tropical forests. *The Environmentalist*.

OLSON, D. M. & DINERSTEIN, E. 2002. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Ann Mo Bot Gard*, v. 89, p.199-224.

PAWAR, S.S., BIRAND, A.C., AHMED, M.F., SENGUPTA, S. & RAMAN, T.R.S. 2006. Conservation biogeography in North-east India: hierarchical analysis of cross-taxon distributional congruence. *Divers. Distrib.* 13 (1): 53-65.

PLATNICK, N. I. 1992. Patterns of Biodiversity. In *Systematic, Ecology, and the Biodiversity Crisis* N. Eldredge, ed.). Columbia University Press, New York, p.15-24.

POSADAS, P. 1996. Distributional patterns of vascular plants in Tierra del Fuego: a study applying Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). *Biogeographica* 72: 161-177.

PREVEDELLO, J.A. & C.J.B. DE CARVALHO. 2006. Conservação do Cerrado brasileiro: o método pan-biogeográfico como ferramenta para a seleção de áreas prioritárias. *Natureza e Conservação* (4): 39-57.

ROSEN, B. R. & A. B. SMITH. 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef-coral and sea-urchin distribution from late Cretaceous to Recent, using a new method. In *Gondwana and Tethys* (M.G. Audley-Charles & A. Hallam, eds.) Clarendon Press, Oxford, p. 275-305.

ROSEN, B. R. 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. In Analytical Biogeography (A.A. Myers & P.S. Gillers, eds.). Chapman & Hall, London, p. 437-481.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.A, MORRONE, J.J. & NAVARRO-SIGÜENZA, A.G. 2008. Distributional patterns of the Neotropical humid montane forest avifaunas. Biol J Linn Soc 94 (1):175-194.

SCLATER, P.L. 1858. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. J. Linn. Soc. (Zool.) (2): 130-145.

SIGRIST, M.S. & CARVALHO, C.J.B. 2008. Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical Region and the Atlantic Forest. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn00308042008> (último acesso em 20/01/2010).

WHITING, A.S., LAWLER, S.H., HORWITZ, P. & CRANDALL, K.A. 2000. Biogeographic regionalization of Australia: assigning conservation priorities based on endemic freshwater crayfish phylogenetics. Anim. Conserv. (3): 155-163.

WHITTAKER, R.J., ARAUJO, M.B., PAUL, J., LADLE, R.J., WATSON, J.E.M. & WILLIS, K.J. 2005. Conservation Biogeography: assessment and prospect. Divers Distrib. 11:3-23.

Capítulo 2

**Biogeografia Histórica da região Neotropical: Análise de Parcimônia de
Endemismo com dados distribucionais de peixes**

Ângela Goldani

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Faculdade de Biociências

Programa de Pós Graduação em Zoologia

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 12

Partenon

90619-900

Porto Alegre/RS

<http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/fabioppg/ppgzoo/>

Correspondência: angela_goldani@yahoo.com.br

Resumo

Pesquisa em Biogeografia histórica na região Neotropical é um campo em constante avanço, visto que a região é dotada de vasta biodiversidade. No presente trabalho foi utilizado o método da análise de parcimônia de endemismo (PAE) a fim de relacionar as *freshwater ecoregions* usadas como unidades geográficas operacionais (OGUs) na região Neotropical com dados distribucionais de peixes. Foram utilizadas na análise do método PAE 131 espécies distribuídas em 44 ecoregiões pré estabelecidas. Resultou da aplicação da metodologia um cladograma de consenso com 275 passos, índice de consistência 0,47 e índice de retenção 0,51. Os agrupamentos de áreas formados corroboram outros estudos anteriores com vários grupos taxonômicos distintos. Mesmo em grande escala, podemos inferir que são áreas que merecem atenção conservacionista por comportarem espécies endêmicas. Dentre as perspectivas futuras, destacamos o incremento de novas espécies em outras análises.

Palavras chave: biogeografia histórica, análise de parcimônia de endemismo, ecoregiões, peixes neotropicais.

Abstract

Research on Neotropical historical biogeography is a field in constant progress, since the region is endowed with vast biodiversity. In this study we used the method of parsimony analysis of endemism (PAE) to relate the freshwater ecoregions used as operational geographical units (OGUs) in the Neotropics with distributional data of fish. Were used in the PAE 131 species in 44 pre-established ecoregions. From the application of the methodology resulted a

consensus cladogram with 275 steps, consistency index 0.47 and retention index 0.51. The groups formed areas corroborates other previous studies with several different taxonomic groups. Even in large scale, we can infer that are areas that deserve conservation attention because they contain endemic species. Among the prospects, we highlight the increase of new species in other analyses.

Keywords: historical biogeography, parcimony analysis of endemism, ecoregions, neotropical fishes.

Introdução

Estudos em Biogeografia tem aumentado a cada ano, principalmente na Região Neotropical, que apresenta alto grau de biodiversidade. A biogeografia envolve estudos acerca dos padrões distribucionais dos seres vivos, e é muito utilizada na busca de áreas de endemismo. A Biogeografia pode ser dividida em biogeografia histórica e biogeografia ecológica, proposta primeiramente por De Candolle no início do século XIX (Papavero *et al.*, 1997). Segundo Platnick & Nelson, 1978, esta ciência procura explicar “Por que os táxons estão distribuídos onde ocorrem atualmente?”. A Biogeografia Histórica estuda os padrões de distribuição em escala global e supõe que os fatores que produziram estas distribuições são de natureza histórica, e, portanto, tem atuado em intervalos de tempo longos.

Áreas de endemismo em estudos de biogeografia são aqueles limites distribucionais congruentes de duas ou mais espécies endêmicas (Platnick, 1991). Nas pesquisas em biogeografia histórica buscamos usar dados concretos de distribuição dos táxons e o maior número possível para construir uma hipótese mais parcimoniosa relacionando as áreas de ocorrência e indicando novas áreas de endemismo. Além disso, podem ser importantes critérios para serem indicadas como áreas de conservação ambiental, observadas em estudos recentes (Carvalho, 2004; Löwenberg-Neto, 2004; Löwenberg-Neto & Carvalho, 2004; Prevedello & Carvalho, 2006; Sigrist & Carvalho, 2008), entre outros.

A região Neotropical, que compreende território desde o México até o sul da América do Sul, já possui áreas de endemismo pré-definidas em maiores escalas definidas em conjunto com vários autores (Amorim & Pires, 1996). Na Ictiologia dependemos do inventário biótico feito pelos pesquisadores nas bacias hidrográficas, e

que são fatores importantes de impactação ambiental. Estudos feitos por Menezes (1988) e Buckup (1999) identificam regiões de endemismo para peixes de riachos brasileiros, atribuindo que diversos eventos de isolamento geográfico podem explicar a biogeografia de tais peixes.

O método análise de parcimônia de endemismo (PAE), primeiramente desenvolvido por Rosen (1988), visa determinar áreas de endemismo e apontar a relação histórica das áreas de ocorrência dos táxons monofiléticos (*a priori*) e que pode ser comparado com outras metodologias usadas para diferentes grupos taxonômicos e em diferentes áreas. O PAE tem sido usado em inúmeros estudos, mas ainda um pouco escasso em relação a dados distribucionais de peixes neotropicais. O que ocorre em muitas pesquisas é a compilação de dados de vários grupos não relacionados, todos na mesma análise, ou em outras metodologias (Panbiogeografia – Cavalcanti & Gallo, 2008). Segundo Sigrist & Carvalho, 2008, a comparação de estudos com táxons não relacionados pode ser importante para resolvermos problemas na área de conservação.

Muitos estudos sugerem que na região amazônica as áreas de endemismo são basicamente delimitadas por rios (Silva & Oren, 1996; Costa *et al.* 2000; Ron, 2000; Ippi & Flores, 2001; Goldani & Carvalho, 2003). Neste trabalho, os rios são determinantes para caracterizar as bacias, e conseqüentemente as ecoregiões pré-estabelecidas, porém não necessariamente limítrofes.

Em uma perspectiva conservacionista, o método PAE pode ser indicado como ferramenta para criação de áreas de conservação visto que é muito utilizado por vários pesquisadores nos mais diversos grupos de organismos e corrobora a aplicação do conceito biogeográfico de área de endemismo, onde é uma região contendo duas ou mais espécies endêmicas, favorecendo a preservação de uma grande biodiversidade.

As ecoregiões usadas neste estudo para análise de relação entre áreas foram previamente estabelecidas como uma regionalização biogeográfica global da biodiversidade de peixes (*Freshwater Ecoregions of the World* - FEOW) disponível no site para navegação e uso das figuras em pesquisa (<http://www.feow.org/index.php>). A região Neotropical compreende 78 ecoregiões, formadas predominantemente por rios tropicais e subtropicais, várzeas úmidas e rios de montanha, mas com características distintas que as diferenciam.

As delimitações das ecoregiões foram baseadas principalmente em padrões ecológicos e evolutivos de espécies de peixes ocorrentes. Por exemplo, na América do Sul, o processo de delimitação seguiu as subdivisões dos sistemas de drenagem principais do continente (ver detalhes em Abell *et al.*, 2008). As informações para tais delimitações na Região Neotropical foram obtidas em: México - Contreras-Balderas, 2000, Miller *et al.* 2005; América Central - Bussing, 1976, CLOFFSCA (Reis *et al.* 2003); Caribe - Rauchenberger, 1988, Burgess & Franz, 1989; América do Sul - CLOFFSCA (Reis *et al.* 2003), Menni, 2003 (Abell *et al.*, 2008).

O presente estudo objetivou primeiramente obter o relacionamento histórico entre essas ecoregiões baseado na análise de parcimônia de endemismo com dados de distribuição de peixes, e posteriormente inferir possíveis padrões biogeográficos nestas unidades para indicá-las como áreas conservacionistas importantes.

Material & Métodos

As análises foram baseadas em dados distribucionais de peixes neotropicais obtidos em revisões taxonômicas recentes (2003 - 2009) de gêneros e outras

publicações, na maioria obtidos do periódico *Neotropical Ichthyology*, publicação da Sociedade Brasileira de Ictiologia. O método PAE usado foi proposto por Cracraft (1991), o qual difere do método original de Rosen (1988) por utilizar como unidades geográficas operacionais (OGUs) áreas de endemismo pré-definidas, de acordo com a sobreposição de duas ou mais espécies em uma região (Goldani *et al.*, 2002) ou ecoregiões. Segundo Löwenberg-Neto (2004), Cracraft (1991) defende a utilização de áreas endêmicas previamente delimitadas por assegurar certo grau de não aleatoriedade histórica e biogeográfica. As ecoregiões aqui usadas (*Freshwater Ecoregions of the World*) são ferramentas úteis para sustentar esforços de planejamento global e regionais de conservação, especialmente para sistemas de água doce. Foram mantidos os nomes das ecoregiões de acordo com Abell *et al.* (2008). As informações distribucionais de 532 espécies de peixes foram primeiramente listadas, e as respectivas 2447 coordenadas de distribuição (latitude/longitude) foram plotadas no mapa (fig. 1) utilizando o software ArcGIS Explorer ESRI® disponível em <http://www.esri.com/software/arcexplorer>. As espécies ocorrentes em uma só área foram eliminadas da análise, assim como uma área que continha uma única espécie, por não serem informativas neste tipo de análise (autapomorfia), totalizando 131 espécies informativas no estudo.

Como preconiza o método, a matriz de dados (tabela 1) foi construída com 44 ecoregiões (OGUs) da região Neotropical (fig. 2) representando os *táxons*, e 131 espécies (tabela 2) representando os *caracteres*. A presença da espécie na ecoregião foi codificada como 1 (um), e a ausência como 0 (zero). Uma ecoregião hipotética primitiva foi adicionada como grupo externo, com atribuição de ausência para todas as espécies, visando a polarização da análise. Esta área seria uma localidade que apresenta condições tão desfavoráveis que a probabilidade de ocorrência e

sobrevivência dos táxons em questão seria mínima ou uma área com história geológica tão antiga que a amostra de táxons do horizonte atual não tenha nenhuma possibilidade de relação com a antiga (Löwenberg-Neto, 2004). O programa computacional Mesquite© (Wayne P. Maddison & David R. Maddison, 2009) foi usado para a confecção da matriz de dados, e o cladograma de consenso gerado no WinClada (Nixon, 2002) e NONA versão 2.0 (Goloboff, 1999), com os parâmetros de busca *maximum trees to keep* (=10000 e 50000) e *number of replications* (=100). Os dados foram avaliados através da opção busca heurística, empregando a estratégia de busca *TBR* múltiplo + *TBR*.

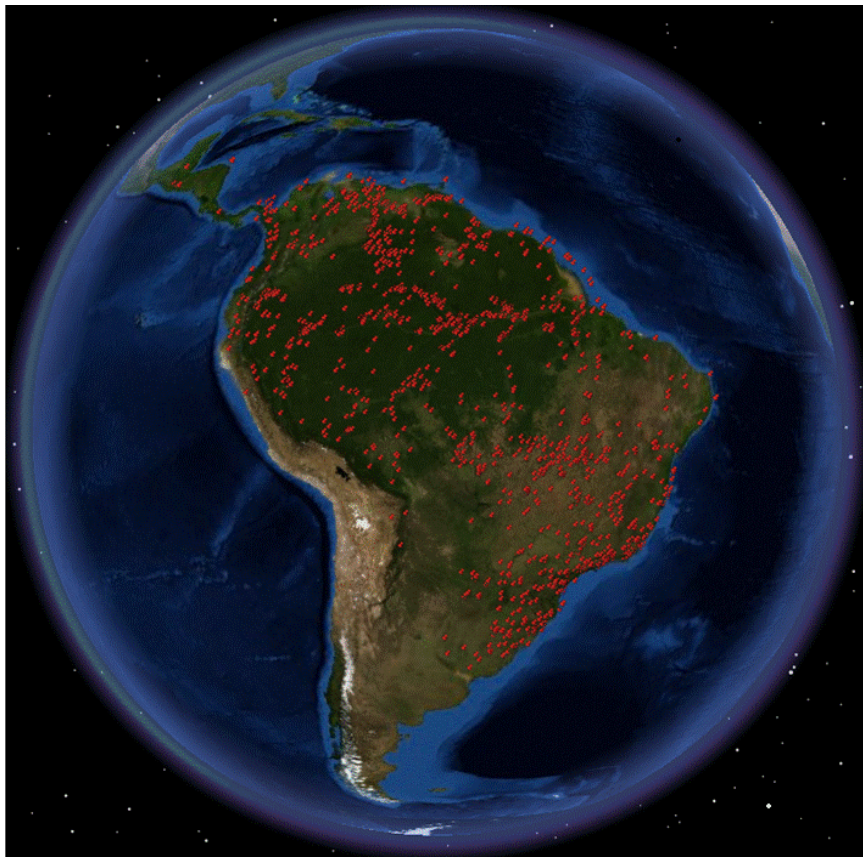


FIGURA 1. Mapa da Região Neotropical com o total de 2447 coordenadas de distribuição (latitude/longitude) em vermelho das espécies de peixes levantadas (ArcGIS Explorer ESRI® - <http://www.esri.com/software/arcexplorer>).

TABELA 1. Matriz de dados (OGUs X espécies de peixes neotropicais).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
307	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
308	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
309	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
310	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
314	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
315	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
316	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
318	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
321	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
322	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
324	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
326	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
327	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
344	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

continuação

	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
302	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
303	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
304	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
305	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
306	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
307	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
309	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
312	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
313	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
314	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
316	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
317	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
318	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	
321	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
323	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
324	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
326	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
332	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
333	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
342	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
343	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
344	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
346	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

continuação

	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
OG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
307	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
308	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
309	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
310	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
311	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
313	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
314	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
315	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
316	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
318	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
320	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
321	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
322	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
323	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
324	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
326	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	

continuação

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
OG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
307	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
308	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
309	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
310	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
311	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
313	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
314	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
316	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
318	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
321	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
323	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
324	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
325	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
326	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
327	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
328	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
343	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Legenda: 209 – *Chagres*, 210 – *Rio Tuirá*, 301 – *North Andean Pacific Slopes* – *Rio Atrato*, 302 – *Magdalena – Sinu*, 303 – *Maracaibo*, 304 – *South America Caribbean Drainages* – *Trinidad*, 305 – *Orinoco High Andes*, 306 – *Orinoco Piedmont*, 307 – *Orinoco Llanos*, 308 – *Orinoco Guiana Shield*, 309 – *Orinoco Delta & Coastal Drainages*, 310 – *Essequibo*, 311 – *Guianas*, 312 – *Amazonas High Andes*, 313 – *Western Amazon Piedmont*, 314 – *Rio Negro*, 315 – *Amazonas Guiana Shield*, 316 – *Amazonas Lowlands*, 317 – *Ucayali – Urubamba Piedmont*, 318 – *Mamore-Madre de Dios Piedmont*, 319 – *Guapore-Itenez*, 320 – *Tapajos-Juruena*, 321 – *Madeira Brazilian Shield*, 322 – *Xingu*, 323 – *Amazonas Estuary & Coastal Drainages*, 324 – *Tocantins-Araguaia*, 325 – *Parnaíba*, 326 – *Northeastern Caatinga & Coastal Drainages*, 327 – *S. Francisco*, 328 – *Northeastern Mata Atlântica*, 329 – *Paraíba do Sul*, 330 – *Ribeira de Iguape*, 331 – *Southeastern Mata Atlântica*, 332 – *Lower Uruguay*, 333 – *Upper Uruguay*, 334 – *Laguna dos Patos*, 335 – *Tramandaí-Mampituba*, 336 – *Central Andean Pacific Slopes*, 342 – *Chaco*, 343 – *Paraguay*, 344 – *Upper Parana*, 345 – *Lower Parana*, 346 – *Iguassu*, 352 – *Fluminense*.

FIGURA 2. Mapa da Região Neotropical com as *freshwater ecoregions* (Abell *et al.*, 2008) utilizadas como OGUs.

TABELA 2. Lista das 131 espécies de peixes neotropicais usados na análise e suas respectivas referências.

Táxons	Referências
1. <i>Acestridium dichromum</i>	Rodriguez & Reis, 2007
2. <i>Acestridium discus</i>	Rodriguez & Reis, 2007
3. <i>Acestridium Martini</i>	Rodriguez & Reis, 2007
4. <i>Acestrocephalus acutus</i>	Menezes, 2006
5. <i>Acestrocephalus sardina</i>	Menezes, 2006
6. <i>Acestrocephalus stigmatus</i>	Menezes, 2006
7. <i>Anduzedoras oxyrhynchus</i>	Birindelli <i>et al.</i> , 2008
8. <i>Apareiodon ibitiensis</i>	Langeani, 2005, Casatti & Castro, 2006
9. <i>Apistogramma inornata</i>	Kullander & Ferreira, 2005
10. <i>Apistogramma velifera</i>	Kullander & Ferreira, 2005
11. <i>Astyanax dnophos</i>	Lima & Zuanon, 2004
12. <i>Attonitus bounites</i>	Weitzman <i>et al.</i> , 2005
13. <i>Auchenipterichthys coracoideus</i>	Ferraris Jr. <i>et al.</i> , 2005
14. <i>Auchenipterichthys longimanus</i>	Ferraris Jr. <i>et al.</i> , 2005, Layman & Winemiller, 2005
15. <i>Auchenipterichthys punctatus</i>	Ferraris Jr. <i>et al.</i> , 2005
16. <i>Auchenipterichthys thoracatus</i>	Ferraris Jr. <i>et al.</i> , 2005
17. <i>Baryancistrus demantoides</i>	Sabaj, 2005
18. <i>Boulengerella cuvieri</i>	Vari, 1995, Layman & Winemiller, 2005
19. <i>Boulengerella lateristriga</i>	Vari, 1995
20. <i>Boulengerella lucius</i>	Vari, 1995, Layman & Winemiller, 2005
21. <i>Boulengerella maculata</i>	Vari, 1995, Layman & Winemiller, 2005
22. <i>Boulengerella xyrekes</i>	Vari, 1995
23. <i>Brachyhypopomus draco</i>	Giora <i>et al.</i> , 2008
24. <i>Bryconadenos tanaothoros</i>	Weitzman <i>et al.</i> , 2005
25. <i>Caenotropus labyrinthicus</i>	Vari <i>et al.</i> , 1995, Melo <i>et al.</i> , 2004
26. <i>Caenotropus maculosus</i>	Vari <i>et al.</i> , 1995
27. <i>Caenotropus mestomorgmatos</i>	Vari <i>et al.</i> , 1995
28. <i>Cetopsidium morenoi</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
29. <i>Cetopsidium pemon</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
30. <i>Cetopsis candiru</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
31. <i>Cetopsis coecutiens</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
32. <i>Cetopsis gobioides</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
33. <i>Cetopsis Montana</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
34. <i>Cetopsis oliveirai</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
35. <i>Cetopsis orinoco</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
36. <i>Cetopsis Parma</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
37. <i>Cetopsis plúmbea</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
38. <i>Cetopsis starnesi</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
39. <i>Characidium xanthopteron</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005, Silveira <i>et al.</i> , 2008
40. <i>Corydoras tukano</i>	Britto & Lima, 2003
41. <i>Crenicichla lacustris</i>	Kullander & Lucena, 2006
42. <i>Curimata vittata</i>	Layman & Winemiller, 2005, Sousa & Freitas, 2008
43. <i>Denticetopsis seducta</i>	Vari <i>et al.</i> , 2005
44. <i>Gymnogeophagus tiraparae</i>	Gonzalez-Bergonzoni <i>et al.</i> , 2009
45. <i>Hemiancistrus guahiborum</i>	Sabaj, 2005, Werneke <i>et al.</i> , 2005
46. <i>Hemiancistrus subviridis</i>	Sabaj, 2005
47. <i>Hemiodus argenteus</i>	Layman & Winemiller, 2005, Sousa & Freitas, 2008
48. <i>Hoplias malabaricus</i>	Layman & Winemiller, 2005, Ferreira, 2007, Sousa & Freitas, 2008
49. <i>Hoplosternum littorale</i>	Spadella <i>et al.</i> , 2007, Sousa & Freitas, 2008
50. <i>Hypostomus faveolus</i>	Zawadzki <i>et al.</i> , 2008
51. <i>Lasiancistrus caucanus</i>	Armbruster, 2005
52. <i>Lasiancistrus guacharote</i>	Armbruster, 2005
53. <i>Lasiancistrus heteracanthus</i>	Armbruster, 2005
54. <i>Lasiancistrus schomburgkii</i>	Armbruster, 2005
55. <i>Lasiancistrus tentaculatus</i>	Armbruster, 2005
56. <i>Leporinus frederici</i>	Melo <i>et al.</i> , 2004, Langeani, 2005, Sousa & Freitas, 2008

57. <i>Leporinus lacustris</i>	Langeani, 2005
58. <i>Leporinus octomaculatus</i>	Birindelli & Britski, 2009
59. <i>Leporinus parae</i>	Britski & Birindelli, 2008
60. <i>Leptodoras acipenserinus</i>	Sabaj, 2005
61. <i>Leptodoras cataniai</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
62. <i>Leptodoras copei</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008, Birindelli & Britski, 2009
63. <i>Leptodoras hasemani</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
64. <i>Leptodoras juruensis</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
65. <i>Leptodoras linnelli</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
66. <i>Leptodoras oyakawai</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
67. <i>Leptodoras praelongus</i>	Birindelli <i>et al.</i> , 2008
68. <i>Leptodoras rogersae</i>	Sabaj, 2005, Birindelli <i>et al.</i> , 2008
69. <i>Loricaria pumila</i>	Sabaj, 2005
70. <i>Megalonema amaxanthum</i>	Thomas & Rapp Py-Daniel, 2008
71. <i>Megalonema orixanthum</i>	Lundberg & Dahdul, 2008
72. <i>Microglanis carlae</i>	Alcaraz <i>et al.</i> , 2008
73. <i>Mimagoniates rheocharis</i>	Alcaraz <i>et al.</i> , 2008
74. <i>Odontostilbe ecuadorensis</i>	Dufech <i>et al.</i> , 2003
75. <i>Odontostilbe fugitiva</i>	Bührnheim & Malabarba, 2006
76. <i>Odontostilbe pulchra</i>	Bührnheim & Malabarba, 2006
77. <i>Otocinclus arnoldi</i>	Bührnheim & Malabarba, 2007
78. <i>Otocinclus vitatus</i>	Lehmann, 2006
79. <i>Parancistrus nudiventris</i>	Lehmann, 2006
80. <i>Parotocinclus maculicauda</i>	Rapp Py-Daniel & Zuanon, 2005
81. <i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Lucinda, 2008
82. <i>Phalloceros harpagos</i>	Lucinda, 2008
83. <i>Phalloceros reisi</i>	Lucinda, 2008
84. <i>Phalloceros spiloura</i>	Lucinda, 2008
85. <i>Phalloceros tupinambá</i>	Lucinda, 2008
86. <i>Physopyxis ananás</i>	Lucinda, 2008
87. <i>Physopyxis Lyra</i>	Sousa & Rapp Py-Daniel, 2005
88. <i>Platydoras brachylecis</i>	Sousa & Rapp Py-Daniel, 2005
89. <i>Platydoras costatus</i>	Piorski <i>et al.</i> , 2008
90. <i>Platydoras hancockii</i>	Carvalho <i>et al.</i> , 2003, Layman & Winemiller, 2005
91. <i>Pristobrycon calmoni</i>	Piorski <i>et al.</i> , 2008
92. <i>Prochilodus brevis</i>	Layman & Winemiller, 2005, Sousa & Freitas, 2008
93. <i>Prochilodus costatus</i>	Castro & Vari, 2004
94. <i>Prochilodus lineatus</i>	Castro & Vari, 2004
95. <i>Prochilodus mariae</i>	Castro & Vari, 2004
96. <i>Prochilodus nigricans</i>	Castro & Vari, 2004, Oliveira <i>et al.</i> , 2003
97. <i>Prochilodus rubrotaeniatus</i>	Castro & Vari, 2004, Melo <i>et al.</i> , 2004
98. <i>Prochilodus vimboides</i>	Castro & Vari, 2004
99. <i>Pseudobunocephalus lundbergi</i>	Castro & Vari, 2004
100. <i>Pseudotocinclus tietensis</i>	Friel, 2008
101. <i>Pygocentrus nattereri</i>	Takako <i>et al.</i> , 2005
102. <i>Rineloricaria heteroptera</i>	Carvalho <i>et al.</i> , 2004
103. <i>Rineloricaria lanceolata</i>	Rapp Py-Daniel & Fichberg, 2008
104. <i>Rivulus litteratus</i>	Rapp Py-Daniel & Fichberg, 2008
105. <i>Roeboides dayi</i>	Costa, 2005
106. <i>Roeboides dientonito</i>	Lucena, 2000
107. <i>Roeboides occidentalis</i>	Lucena, 2000
108. <i>Scleromystax salmacis</i>	Lucena, 2000
109. <i>Scoloplax baskini</i>	Britto & Reis, 2005
110. <i>Semaprochilodus brama</i>	Rocha <i>et al.</i> , 2008
111. <i>Semaprochilodus insignis</i>	Castro & Vari, 2004
112. <i>Semaprochilodus kneri</i>	Castro & Vari, 2004, Sousa & Freitas, 2008
113. <i>Semaprochilodus laticeps</i>	Castro & Vari, 2004, Layman & Winemiller, 2005
114. <i>Semaprochilodus taeniurus</i>	Castro & Vari, 2004, Layman & Winemiller, 2005
115. <i>Serrasalmus elongatus</i>	Sousa & Freitas, 2008
116. <i>Serrasalmus spilopleura</i>	Layman & Winemiller, 2005, Sousa & Freitas, 2008
117. <i>Sphoeroides greeleyi</i>	Langeani, 2005
118. <i>Triportheus albus</i>	Mendonça-Neto <i>et al.</i> , 2008, Prodocimo <i>et al.</i> , 2008
119. <i>Triportheus angulatus</i>	Malabarba, 2004, Melo <i>et al.</i> , 2004, Sousa & Freitas, 2008
120. <i>Triportheus auritus</i>	Malabarba, 2004, Layman & Winemiller, 2005

121. <i>Triportheus brachipomus</i>	Malabarba, 2004
122. <i>Triportheus culter</i>	Malabarba, 2004
123. <i>Triportheus curtus</i>	Malabarba, 2004
124. <i>Triportheus guentheri</i>	Malabarba, 2004
125. <i>Triportheus nematurus</i>	Malabarba, 2004
126. <i>Triportheus orinocensis</i>	Malabarba, 2004
127. <i>Triportheus pantanensis</i>	Malabarba, 2004
128. <i>Triportheus rotundatus</i>	Malabarba, 2004
129. <i>Triportheus signatus</i>	Malabarba, 2004
130. <i>Triportheus trifurcatus</i>	Malabarba, 2004, Garcia <i>et al.</i> , 2008
131. <i>Triportheus venezuelensis</i>	Malabarba, 2004

Resultados

Foram avaliados 45 terminais (=áreas) e 131 caracteres (=espécies) pelo método PAE. Com base na matriz de dados, foi encontrada uma árvore de consenso, contendo 275 passos, índice de consistência (CI) 0,47 e índice de retenção (RI) 0,51 (Fig. 3).

As ecoregiões que mais apresentaram ocorrências de espécies foram *Amazonas Lowlands* (AML), *Orinoco Llanos* (ORL), *Rio Negro* (RIN), *Orinoco Guiana Shield* (OGS), *Upper Parana* (UPA) e *Tocantins-Araguaia* (TOA). Formaram grupos-irmãos de áreas: *Chaco-Paraguay* (CHA-PAR), *Paraíba do Sul-Ribeira de Iguape* (PSU-RIG), *Lower Uruguay-Laguna dos Patos* (LOU-LAP), *Tapajós-Juruena-Xingu* (TAJ-XIN), *S. Francisco-Northeastern Mata Atlântica* (SFR-NMA), *South American Caribbean Drainages-Trinidad-Orinoco Piedmont* (SAT-OPI), *Western Amazon Piedmont-Mamore-Madre de Dios Piedmont* (WAP-MMD), *Orinoco Llanos-Orinoco Guiana Shield* (ORL-OGS), *Rio Negro-Amazonas Lowlands* (RIN-AML) (Tabela 3).

Caenotropus labyrinthicus e *Cetopsis plumbea* suportaram grandes agrupamentos, o primeiro na porção ocidental da América do Sul, e o segundo basicamente incluindo toda região amazônica.

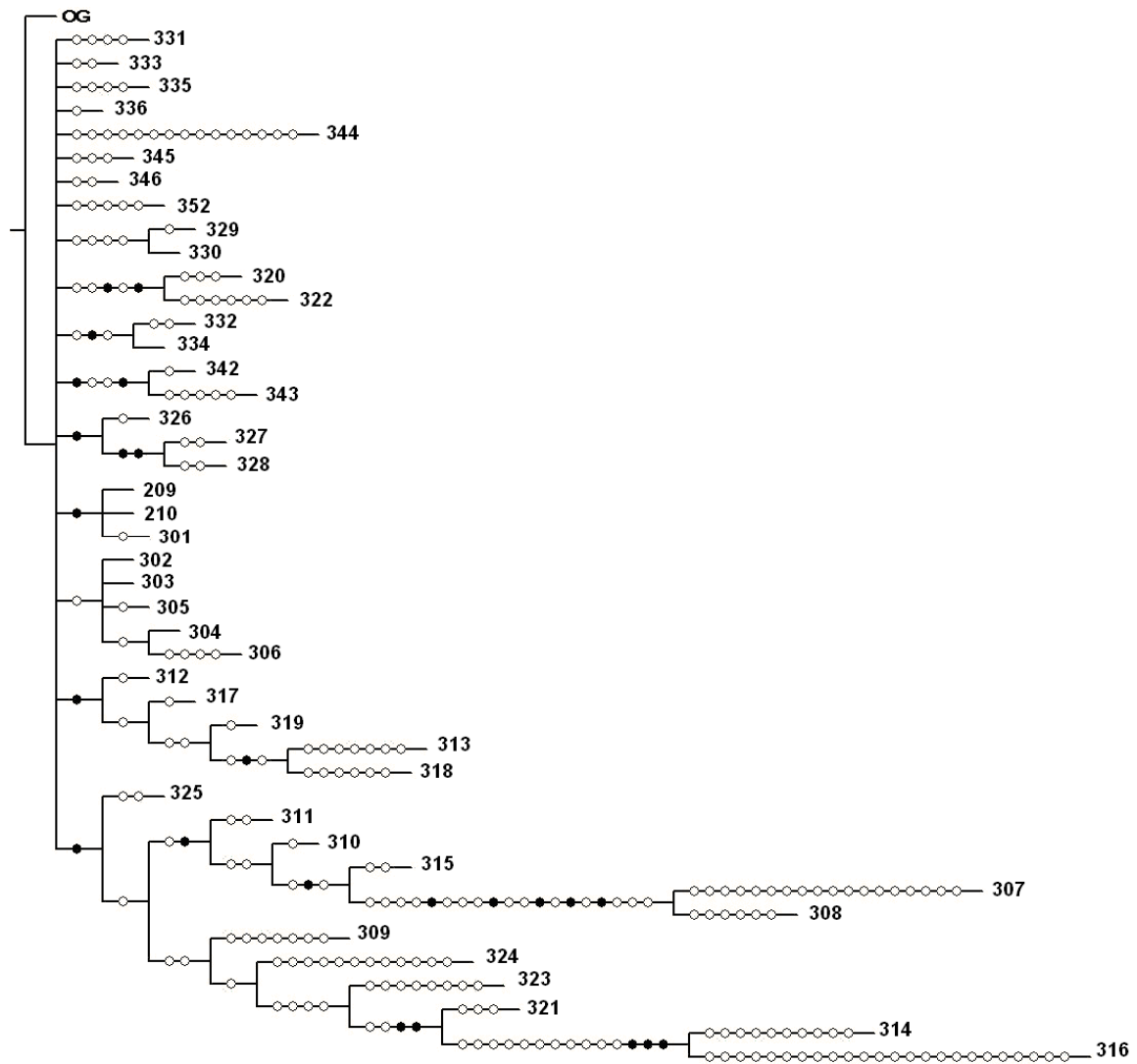


FIGURA 3. Cladograma de consenso obtido na análise PAE. Círculos pretos representam espécies que suportam as relações entre as ecoregiões. Círculos brancos representam as demais espécies (ver Tabela 3).

TABELA 3. Lista das espécies de peixes que dão suporte aos grupos monofiléticos obtidos no cladograma de consenso de relação entre as ecoregiões estudadas.

Espécies	Grupos monofiléticos de áreas
<i>Microglanis carlae</i>	(342-343)
<i>Triportheus pantanensis</i>	
<i>Gymnogeophagus tiraparae</i>	(332-334)
<i>Leporinus octomaculatus</i>	(320-322)
<i>Leptodoras oyakawai</i>	
<i>Prochilodus brevis</i>	(326(327-328))
<i>Prochilodus vimboides</i>	(327-328)
<i>Triportheus guentheri</i>	
<i>Cetopsis plumbea</i>	(312(317(319(313-318))))
<i>Leptodoras acipenserinus</i>	(313-318)
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	(325(311(310(315(307-308))))(309(324(323(321(314-316))))))
<i>Triportheus brachipomus</i>	(311(310(315(307-308))))
<i>Cetopsidium pemon</i>	(315(307-308))
<i>Baryancistrus demantoides</i>	(307-308)
<i>Cetopsidium morenoi</i>	
<i>Leporinus parae</i>	
<i>Prochilodus mariae</i>	
<i>Semaprochilodus kneri</i>	
<i>Semaprochilodus insignis</i>	(321(314-316))
<i>Triportheus culter</i>	
<i>Rineloricaria heteroptera</i>	(314-316)
<i>Semaprochilodus taeniurus</i>	
<i>Triportheus angulatus</i>	

Discussão

O grande agrupamento (325(311(310(315(307-308))))(309(324(323(321(314-316)))))) resultante da análise PAE corrobora o sistema de rios estabelecido para a América do Sul, onde foram feitas grandes divisões nomeadas como *Orinoco*, *Essequibo* e *Amazon* (ver Lundberg *et al.*, 1998 In: Malabarba *et al.*, 1998). Esta informação ajuda a esclarecer os modelos de diversificação evolutiva e biogeográfica da biota aquática Neotropical. Segundo Lundberg *et al.*, 1998 (In: Malabarba *et al.*, 1998), a emergência de novas terras no norte da América do Sul e sul da América Central proveu oportunidades para extensão da biota aquática Neotropical. Isto foi observado pelo grande número de espécies ocorrentes nestas áreas, principalmente nas ecoregiões *Amazonas Lowlands*, *Rio Negro*, *Orinoco Llanos* e *Upper Parana*.

Os agrupamentos (332-334), (330-329), (320-322), (311(310(315(307-308)))) e (324(323(321(314-316)))) apontam o isolamento de sistemas de drenagem periféricos da região do Paraná, Amazonas e Orinoco, seguindo a literatura (Malabarba *et al.*, 1998). O clado (324(323(321(314-316)))) formando grupo-irmão com *Orinoco Delta & Coastal Drainages* pode ser indício de especiação alopátrica em algumas espécies, visto que as áreas são separadas geograficamente na costa por *Essequibo* e *Guianas*.

Carvalho *et al.*, 2003, nos estudos de Muscidae, publicaram um mapa com as possíveis barreiras vicariantes da história da Neotropical, segundo Amorim & Pires (1996) onde observamos as seguintes congruências com os dados de peixes: formação epicontinental na região de Maracaíbo - agrupamento das áreas (304-306); grande divisão do noroeste da Amazônia – na parte superior o clado (304-306), e na parte

inferior o clado (312(317(319(313-318))))); conexão durante o Cretáceo entre Parnaíba e Paraná – clado (327-328).

Em Goldani *et al.* (2003), o clado (321(314-316)) se assemelha ao clado de relação entre áreas endêmicas de primatas onde regiões interfluviais foram usadas como Unidades Geográficas Operacionais. As áreas *Orinoco Llanos*, *Orinoco Guiana Shield*, *Essequibo*, *Guianas* e *Amazonas Guiana Shield* aqui representadas também foram agrupadas da mesma forma com dados de ocorrência de espécies incluídas em *Platyrrhini*.

Segundo Amorim (2001), a Amazônia não é uma unidade única histórica, e sim duas distintas. Uma está relacionada com o Escudo das Guianas e outra com o Escudo do Brasil. Os grandes agrupamentos históricos da região da Amazônia servem para reforçar a importância dessa grande área.

Hubert & Renno (2006) investigaram padrões biogeográficos de Characiformes na América do Sul usando três métodos de análise (análise de parcimônia de endemismo, análise de probabilidade da distribuição geográfica congruente e suporte de Bremer), no qual a análise de parcimônia de endemismo agrupou em clados diferentes (Orinoco – Upper Negro/Guyana, seguindo nomenclatura dos autores) as áreas correspondentes a *Orinoco Llanos*, *Orinoco Guiana Shield* e *Guianas*, além de *Essequibo* e *Amazonas Guiana Shield* presentes neste trabalho. Porém, no mesmo estudo, observamos igualmente a congruência geográfica de distribuição em *S. Francisco* e *Northeastern Mata Atlântica*.

O reconhecimento de alguns padrões similares para as biotas citadas, tanto terrestres quanto aquáticas, sugerem que eventos paleogeográficos extensos na região

Neotropical podem ser indícios dessas relações e da grande diversidade (ver Malabarba *et al.*, 1998 como revisão).

As áreas correspondentes a *Parnaíba*, *Orinoco Llanos*, *Orinoco Guiana Shield*, *Guianas* e *Amazonas Guiana Shield* são formadas por rochas magmáticas e vulcano sedimentares com plataformas e escudos do Pré Cambriano. Já a região *Amazonas Estuary & Coastal Drainages* apresenta sedimentares pleistocênicos e quaternários (ver Malabarba *et al.*, 1998 como revisão), e está mais relacionada com as demais áreas do que *Parnaíba*, apesar da proximidade e características de drenagens semelhantes.

Em alguns gêneros observou-se congruência na relação com as áreas de ocorrência, como, por exemplo, em *Cetopsis* Spix & Agassiz, 1829, que abriga 19 espécies amplamente distribuídas na região Neotropical. *Cetopsis candiru* e *C. coecutiens* formam grupo-irmão igualmente como suas áreas de ocorrência *Rio Negro*, *Amazonas Lowlands*, *Madeira Brazilian Shield*, *Western Amazon Piedmont* e *Mamore Madre de Dios Piedmont*.

As áreas *Orinoco Llanos* e *Orinoco Guiana Shield* são mais relacionadas entre si, diferentemente de *Cetopsidium morenoi* e *C. pemon* que se encontram presentes, no qual *C. pemon* é grupo-irmão de *C. sp.*, de acordo com filogenia proposta por De Pinna *et al.* (2007).

Dentre as espécies incluídas em *Caenotropus* Günther (ver Scharcansky & Lucena, 2007), *C. labyrinthicus* está amplamente distribuída (*Orinoco Llanos*, *Orinoco Guiana Shield*, *Orinoco Delta & Coastal Drainages*, *Essequibo*, *Rio Negro*, *Amazonas Guiana Shield*, *Amazonas Lowlands*, *Madeira Brazilian Shield*, *Amazonas Estuary & Coastal Drainages*, *Tocantins-Araguaia* e *Parnaíba*) e mais relacionada com *C. maculosus*, presente somente em *Essequibo* e *Guianas*, e *C. schizodon* (que não entrou

na análise por presença em uma única ecoregião), formando grupo irmão de *C. mestomorgmatos*, presente em *Orinoco Llanos*, *Orinoco Guiana Shield* e *Rio Negro*.

Algumas incongruências observadas entre as relações das ecoregiões, se comparadas a outros estudos, se devem às diferenças de tamanho das OGU's e a critérios selecionados para determinar as áreas de endemismo. No caso de dados distribucionais de peixes é viável a opção por regiões pré estabelecidas (*freshwater ecoregions* neste estudo) seguindo padrões de drenagens, ao invés de rios como barreiras ou quadrículas (ver Morrone, 1994, Silva & Oren, 1996, Costa *et al.*, 2000, Cavieres *et al.*, 2002, Morrone & Escalante, 2002, Carvalho *et al.*, 2003, Goldani *et al.*, 2003, Goldani *et al.*, 2006, Carvalho, 2004, Sigrist & Carvalho, 2008).

Apesar de muitos estudos na região amazônica, e certos da maior biodiversidade de peixes do mundo na América do Sul e Central (Reis *et al.*, 2003), os padrões biogeográficos dos peixes Neotropicais estão incompletos. É preciso esclarecer tais ruídos com o aumento de táxons e comparações metodológicas. Ao mesmo tempo, mesmo em grandes agrupamentos, podemos inferir que as grandes áreas merecem atenção conservacionista, visto que são contempladas com muitas espécies endêmicas.

Conclusão

A análise de parcimônia de endemismo feita com dados distribucionais de espécies de peixes neotropicais mostrou eficiência no relacionamento das ecoregiões estudadas, apesar da politomia no cladograma, e muitas homoplasias, visto que teve semelhança com diversos estudos, e também pela importância de se preservar esses ambientes, que são regiões com características peculiares, conforme comentado

anteriormente, e que merecem atenção no conservacionismo com uma interferência biogeográfica. Estudos adicionais com peixes neotropicais e outros grupos taxonômicos são fundamentais para reforçar essas colocações.

Agradecimentos

A autora agradece o suporte da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A Dra. Elaine Della Giustina Soares indicou o *freesoftware* ArcGIS Explorer ESRI® para que este estudo fosse possível. A autora também agradece a ajuda do Dr. Pablo César Lehmann Albornoz pelo auxílio na confecção do cladograma, e o Dr. Carlos Alberto Santos de Lucena pela revisão do manuscrito.

Referências Bibliográficas

ABELL, R. *et al.* 2008. *Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation*. *BioScience*, vol. 58. n. 5.

ALCARAZ, H. S. V. *et al.* 2008. *A *Microglanis carlae*, a new species of bumblebee catfish (Siluriformes: Pseudopimelodidae) from the rio Paraguay basin in Paraguay*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.3, pp. 425-432.

AMORIM, D. S. & M. R. S. PIRES. 1996. *Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation*. In: Bicudo, C. E. M. & N. A. Menezes, *Biodiversity in Brazil: A First approach*. CNPq, São Paulo, pp. 183-219.

AMORIM, D.S. 2001. *Dos amazonias*. In: Llorente-Bousquets, J.; J. J. Morrone & O. Flores (ed.), *La biogeografía en America Latina. Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., pp. 245-255.

ARMBRUSTER, J. W. 2005. *The loricariid catfish genus *Lasiancistrus* (Siluriformes) with descriptions of two new species*. *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.4, pp. 549-569.

BIRINDELLI, J. L. O. & BRITSKI, H. A. 2009. *New species of the genus *Leporinus Agassiz* (Characiformes: Anostomidae) from the rio Curuá, rio Xingu basin, Serra do Cachimbo, Brazil, with comments on *Leporinus reticulatus**. *Neotropical Ichthyology*, vol.7, n.1, pp. 1-9.

BIRINDELLI, J. L. O. *et al.* 2008. *New species of thorny catfish, genus Leptodoras Boulenger (Siluriformes: Doradidae), from Tapajós and Xingu basins, Brazil.* Neotropical Ichthyology, vol.6, n.3, pp. 465-480.

BRITSKI, H. A. & BIRINDELLI, J. L. O. 2008. *Description of a new species of the genus Leporinus Spix (Characiformes: Anostomidae) from the rio Araguaia, Brazil, with comments on the taxonomy and distribution of L. parae and L. lacustris.* Neotropical Ichthyology, vol.6, n.1, pp. 45-51.

BRITTO, M. R. & LIMA, F. C. T. 2003. *Corydoras tukano, a new species of corydoradine catfish from the rio Tiquié, upper rio Negro basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Callichthyidae).* Neotropical Ichthyology, vol.1, n.2, pp. 83-91.

BRITTO, M. R. & REIS, R. E. 2005. *A new Scleromystax species (Siluriformes: Callichthyidae) from coastal rivers of southern Brazil.* Neotropical Ichthyology, vol.3, n.4, pp. 481-488.

BUCKUP, P. A. 1999. *Sistemática e Biogeografia de Peixes de Riachos.* In: Caramaschi, E. P.; Mazzoni, R. & P. R. Peres – Neto, *Ecologia de Peixes de Riachos.* Série Oecologia Brasiliensis, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. vol. VI, pp. 91 - 138

BÜHRNHEIM, C. M. & MALABARBA, L. R. 2006. *Redescription of the type species of Odontostilbe Cope, 1870 (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae), and description of three new species from the Amazon basin.* Neotropical Ichthyology, vol.4, n.2, pp. 167-196.

BÜHRNHEIM, C. M. & MALABARBA, L. R. 2007. *Redescription of *Odontostilbe pulchra* (Gill, 1858) (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae), and description of two new species from the río Orinoco basin*. Neotropical Ichthyology, vol.5, n.1, pp. 1-20.

BURGESS, G. H. & FRANZ, R. 1989. *Zoogeography of the Antillean freshwater fish fauna*. In: Woods, C.A. & Sergile, F. E. (eds). *Biogeography of the West Indies: Patterns and Perspectives*. Boca Raton (FL): CRC, pp. 263–304.

BUSSING, W. A. 1976. *Geographic distribution of the San Juan ichthyofauna of Central America with remarks on its origin and ecology*. In: Thorson TB (eds). *Investigations of Nicaraguan Lakes*. Lincoln:University of Nebraska, pp. 157–175.

CARVALHO, C. J. B. de 2004. *Ferramentas da Biogeografia Histórica na escolha de áreas para Conservação*. In: Milano. M. S.; Takahashi, L. Y. & Nunes, M. L. *Unidades de Conservação: atualidades e tendências*. 2004. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, pp. 92-103.

CARVALHO, C. J. B. de *et al.*, 2003. *Distributional patterns of the Neotropical Muscidae (Díptera)*. In: J. J. Morrone & J. Llorente Bousquets (eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. México, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

CARVALHO, L. N. *et al.* 2003. *Record of cleaning behavior by *Platydoras costatus* (Siluriformes: Doradidae) in the Amazon Basin, Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.1, n.2, pp. 137-139.

CARVALHO, L. N. *et al.* 2004. *Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil.* Neotropical Ichthyology, vol.2, n.2, pp. 93-98.

CASATTI, L. & CASTRO, R. M. C. 2006. *Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil.* Neotropical Ichthyology, vol.4, n.2, pp. 203-214.

CASTRO, R. M. C. & VARI, R. P. 2004. *Detritivores of the South American Fish Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysis: Characiformes): A Phylogenetic and Revisionary Study.* Smithsonian Contributions to Zoology, n. 622, pp. 1-189.

CAVALCANTI, M. J. & GALLO, V. 2008. *Panbiogeographic analysis of distribution patterns in hagfishes (Craniata: Myxinidae).* Journal of Biogeography, 35(7): 1258-1268.

CAVIERES, L. A. *et al.* 2002. *Identification of priority areas for conservation in an arid zone: application of parsimony analysis of endemism in the vascular flora of the Antofagasta region, northern Chile.* Biodiversity and Conservation, 11: 1301-1311.

CONTRERAS-BALDERAS, S. 2000. *Biogeografía mexicana de peces continentales.* Mexicoa, 2: 80-84.

COSTA, L. *et al.* 2000. *Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest*. Biotropica, Vol. 32, No. 4b, Special Issue: The Brazilian Atlantic Forest, pp. 872-881.

COSTA, W. J. E. M. 2005. *Seven new species of the killifish genus Rivulus (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the Paraná, Paraguay and upper Araguaia river basins, central Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.3, n.1, pp. 69-82.

CRACRAFT, J. 1991. *Patterns of diversification within continental biotas: Hierarchical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates*. Australian Systematic Botany, 4: 211-227.

DE PINNA, M. *et al.* 2007. *A phylogenetic study of the neotropical catfish family Cetopsidae (Osteichthyes, Ostariophysi, Siluriformes), with a new classification*. Zoological Journal of the Linnean Society, 150: 755-813.

DUFECH, A. P. S. *et al.* 2003. *Comparative dietary analysis of two populations of Mimagoniates rheocharis (Characidae: Glandulocaudinae) from two streams of Southern Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.1, n.1, pp. 67-74.

FERRARIS JR., C. J. *et al.* 2005. *Catfishes of the genus Auchenipterichthys (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae): a revisionary study*. Neotropical Ichthyology, vol.3, n.1, pp. 89-106.

FERREIRA, K. M. 2007. *Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.5, n.3, pp. 311-326.

FRIEL, J. P. 2008. *Pseudobunocephalus*, a new genus of banjo catfish with the description of a new species from the Orinoco River system of Colombia and Venezuela (*Siluriformes: Aspredinidae*). *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.3, pp. 293-300.

GARCIA, D. *et al.* 2008. *Reproductive behavior in the annual fish Austrolebias reicherti Loureiro & García 2004 (Cyprinodontiformes: Rivulidae)*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.2, pp. 243-248.

GIORA, J. *et al.* 2008. *Brachyhypopomus draco*, a new sexually dimorphic species of Neotropical electric fish from southern South America (*Gymnotiformes: Hypopomidae*). *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.2, pp. 159-168.

GOLDANI, A. & CARVALHO, G. S. 2003. *Análise de parcimônia de endemismo de cercopídeos neotropicais (Hemiptera, Cercopidae)*. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(3): 437-442.

GOLDANI, A. *et al.* 2002. *Análise de parcimônia de endemismo de membracídeos neotropicais (Hemiptera, Membracidae, Hoplophorionini)*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(2): 187 – 193.

GOLDANI, A. *et al.* 2006. *Distribution patterns of Neotropical primates (Platyrrhini) based on Parsimony Analysis of Endemicity*. *Brazilian Journal of Biology*, vol.66, n.1a, pp. 61-74.

GOLOBOFF, P. 1999. *NONA (no name) ver. 2* Published by the author, Tucumán, Argentina.

GONZALEZ-BERGONZONI, I. *et al.* 2009. *A new species of Gymnogeophagus from the río Negro and río Tacuarí basins, Uruguay (Teleostei: Perciformes)*. *Neotropical Ichthyology*, vol.7, n.1, pp. 19-24.

HUBERT, N. & J. F. RENNO. 2006. *Historical Biogeography of South American freshwater fishes*. *Journal of Biogeography*, 33: 1414-1436.

IPPI, S. & V. FLORES. 2001. *Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo*. *Acta Zoologica Mexicana*, 84: 49-63.

KULLANDER, S. O. & FERREIRA, E. J. G.. 2005. *Two new species of Apistogramma Regan (Teleostei: Cichlidae) from the rio Trombetas, Pará State, Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.3, pp. 361-371.

KULLANDER, S. O. & LUCENA, C. A. S. de. 2006. *A review of the species of Crenicichla (Teleostei: Cichlidae) from the Atlantic coastal rivers of southeastern Brazil from Bahia to Rio Grande do Sul States, with descriptions of three new species*. *Neotropical Ichthyology*, vol.4, n.2, pp. 127-146.

LANGANI, F. *et al.* 2005. *Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.2, pp. 305-311.

LAYMAN, C. A. & WINEMILLER, K. O. 2005. *Patterns of habitat segregation among large fishes in a Venezuelan floodplain river*. *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.1, pp. 111-117.

LEHMANN, P. A. 2006. *Otocinclus batmani*, a new species of hypoptopomatine catfish (Siluriformes: Loricariidae) from Colombia and Peru. *Neotropical Ichthyology*, vol.4, n.4, pp. 379-383.

LIMA, F. C. T. & ZUANON, J. 2004. A new species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from the rapids of the lower rio Xingu, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol.2, n.3, pp. 117-122.

LÖWENBERG-NETO. 2004. *Análise parcimoniosa de endemidade (PAE) para a delimitação de áreas de endemismo na região Sul do Brasil: possíveis implicações para a conservação da biodiversidade*. (Monografia). UFPR, Curitiba.

LÖWENBERG-NETO, P. & CARVALHO, C. J. B. 2004. *Análise Parcimoniosa de Endemidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação da biodiversidade da Região Sul do Brasil*. *Natureza & Conservação*, Curitiba, PR, v. 2, n. 2, pp. 58-65.

LUCENA, C. A. S. DE. 2000. *Revisão taxonômica e Filogenia das espécies transandinas do gênero Roeboides GÜNTHER (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes)*. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Série Zoologia*. Porto Alegre, vol. 13, pp. 3-63.

LUCINDA, P. H. F. 2008. *Systematics and biogeography of the genus Phalloceros Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with the description of twenty-one new species*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.2, pp. 113-158.

LUNDBERG, J. G. & DAHDUL, W. M. 2008. *Two new cis-Andean species of the South American catfish genus Megalonema allied to trans-Andean Megalonema xanthum, with description of a new subgenus (Siluriformes: Pimelodidae)*. Neotropical Ichthyology, vol.6, n.3, pp. 439-454.

MADDISON, W. P. & D. R. MADDISON. 2009. *Mesquite: a modular system for evolutionary analysis*. Version 2.72. <http://mesquiteproject.org>.

MALABARBA, L. R. *et al.* 1998. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs. Porto Alegre, 603p.

MALABARBA, M. C. S. L. 2004. *Revision of the Neotropical genus Triportheus Cope, 1872 (Characiformes: Characidae)*. Neotropical Ichthyology, vol.2, n.4, pp. 167-204.

MELO, C. E. de. *et al.* 2004. *Feeding habits of fish from a stream in the savanna of Central Brazil, Araguaia Basin*. Neotropical Ichthyology, vol.2, n.1, pp. 37-44.

MENDONÇA-NETO, J. P. de. *et al.* 2008. *Reef fish community structure on three islands of Itaipu, Southeast Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.6, n.2, pp. 267-274.

MENEZES, N. A. 1988. *Implication of the distribution patterns of the species of Oligosarcus (Teleostei, Characidae) from central and southern South America*. In: VANZOLINI, P. E. & HEYER, W. R. (eds.), *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, pp. 295-304.

MENEZES, N. A. 2006. *Description of five new species of Acestrocephalus Eigenmann and redescription of A. sardina and A. boehlkei (Characiformes: Characidae)*. Neotropical Ichthyology, vol.4, n.4, pp. 385-400.

MENNI, R. C. 2003. *Peces y ambientes en la Argentina continental*. Monograph of the Museo Argentino de Ciencias Naturales, 5: 1–316.

MILLER, R. R. *et al.* 2005. *Fishes of México*. Chicago: University of Chicago Press.

MORRONE, J. J. & ESCALANTE, T. 2002. *Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters*. Journal of Biogeography, 29: 1095-1104.

MORRONE, J. J. 1994. *On the identification of areas of endemism*. Systematic Biology, 43: 438-441.

NIXON, K. C. 2002. *WinClada ver. 1.0000*. Published by the author, Ithaca, NY, USA.

OLIVEIRA, C. *et al.* 2003. *Karyotypic characterization of Prochilodus mariae, Semaprochilodus kneri and S. laticeps (Teleostei: Prochilodontidae) from Caicara del Orinoco, Venezuela*. Neotropical Ichthyology, vol.1, n.1, pp. 47-52.

PAPAVERO, N. *et al.* 1997. *História da Biogeografia no período Pré-evolutivo*. Plêiade/Fapes, São Paulo.

PIORSKI, N. M. *et al.* 2008. *Platydoras brachylecis*, a new species of thorny catfish (Siluriformes: Doradidae) from northeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.3, pp. 481-494.

PLATINICK, N. I. & G. NELSON. 1978. *A method of analysis for historical biogeography*. *Systematic Zoology*, 27(1): 1-16.

PLATINICK, N. 1991. *On areas of endemism*. *Australian Systematic Botany*, 4.

PREVEDELLO, J. A. & CARVALHO, C. J. B. de 2006. *Conservação do Cerrado brasileiro: o método pan-biogeográfico como ferramenta para a seleção de áreas prioritárias*. *Natureza & Conservação*, Curitiba, v. 4, n. 1: pp. 39-57.

PRODOCIMO, V. *et al.* 2008. *Metabolic substrates are not mobilized from the osmoregulatory organs (gills and kidney) of the estuarine pufferfishes Sphoeroides greeleyi and S. testudineus upon short-term salinity reduction*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.4, pp. 613-620.

RAPP PY-DANIEL, L. H. & ZUANON, J. 2005. *Description of a new species of Parancistrus (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Xingu, Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.4, pp. 571-577.

RAPP PY-DANIEL, L. H. & FICHBERG, I. 2008. *A new species of Rineloricaria (Siluriformes: Loricariidae: Loricariinae) from rio Daraá, rio Negro basin, Amazon, Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.3, pp. 339-346.

RAUCHENBERGER, M. 1988. *Historical biogeography of Poeciliid fishes in the Caribbean*. Systematic Zoology, 37: 356–365.

REIS, R. *et al.* 2003. *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre (Brazil): EDIPUCRS.

ROCHA, M. S. *et al.* 2008. *Scoloplax baskini: a new spiny dwarf catfish from rio Aripuanã, Amazonas, Brazil (Loricarioidei: Scoloplacidae)*. Neotropical Ichthyology, vol.6, n.3, pp. 323-328.

RODRIGUEZ, M. S. & REIS, R. E. 2007. *A new species of Acestridium Haseman, 1911 (Loricariidae: Hypoptopomatinae) from the Eastern Amazon basin, Brazil*. Neotropical Ichthyology, vol.5, n.4, pp. 429-434.

RON, S. R. 2000. *Biogeographical area relationships of lowland Neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrates groups*. Biological Journal of the Linnean Society 71: 379-402.

ROSEN, B. R. 1988. *From fossils to earth history: applied historical biogeography*. In: A. A. MYERS & P. S. GILLERS (eds.). Analytical Biogeography. Chapman & Hall, London, pp. 437-481.

SABAJ, M. H. 2005. *Taxonomic assessment of Leptodoras (Siluriformes: Doradidae) with descriptions of three new species* Neotropical Ichthyology, vol.3, n.4, pp. 637-678.

SCHARCANSKY, A. & LUCENA, C. A. S. DE. 2007. *Caenotropus schizodon*, a new chilodontid fish from the Rio Tapajós drainage, Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Chilodontidae). *Zootaxa*, 1557: 59-66.

SIGRIST, M. S. & CARVALHO, C. J. B. de 2008. *Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical region and the Atlantic Forest*. *Biota Neotropica*. Ed. Portuguesa, v. 8, p. 33-42.

SILVA, J. M. C. & D. C. OREN. 1996. *Application of parsimony analysis of endemism (PAE) in Amazon biogeography: an example with primates*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 59: 427-437.

SILVEIRA, L. G. G. *et al.* 2008. *Characidium xanthopterus* (Ostariophysi: Characiformes: Crenuchidae): a new species from the Central Brazilian Plateau. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.2, pp. 169-174.

SOUSA, L. M. & RAPP PY-DANIEL, L. H. 2005. *Description of two new species of Physopyxis and redescription of P. lyra* (Siluriformes: Doradidae). *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.4, pp. 625-636.

SOUSA, R. G. C. & FREITAS, C. E. de C. 2008. *The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.2, pp. 249-255.

SPADELLA, M. A. *et al.* 2007. *Comparative analysis of spermiogenesis and sperm ultrastructure in Callichthyidae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes)*. Neotropical Ichthyology, vol.5, n.3, pp. 337-350.

TAKAKO, A. K. *et al.* 2005. *Revision of the genus Pseudotocinclus (Siluriformes: Loricariidae: Hypoptopomatinae), with descriptions of two new species*. Neotropical Ichthyology, vol.3, n.4, pp. 499-508.

THOMAS, M. R. & RAPP PY-DANIEL, L. H. 2008. *Three new species of the armored catfish genus Loricaria (Siluriformes: Loricariidae) from river channels of the Amazon basin*. Neotropical Ichthyology, vol.6, n.3, pp. 379-394.

VARI, R. P. 1995. *The Neotropical Fish Family Ctenoluciidae (teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and intrafamilial Phylogenetic Relationships, with a revisionary study*. Smithsonian Contributions to Zoology. Washington D. C., n. 564.

VARI, R. P. *et al.* 1995. *The Neotropical Fish Family Chilodontidae (Teleostei: Characiformes): A Phylogenetic study and a Revision of Caenothopus Günther*. Smithsonian Contributions to Zoology. Washington D. C., n. 577, pp 1-32.

VARI, R. P. *et al.* 2005. *The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study*. Neotropical Ichthyology, vol.3, n.2, pp. 127-238.

WEITZMAN, S. H. *et al.* 2005. *Putative relationships among inseminating and externally fertilizing characids, with a description of a new genus and species of Brazilian inseminating fish bearing an anal-fin gland in males (Characiformes: Characidae)*. Neotropical Ichthyology, vol.3, n.3, pp. 329-360.

WERNEKE, D. C. *et al.* 2005. *Hemiancistrus guahiborum*, a new suckermouth armored catfish from Southern Venezuela (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, vol.3, n.4, pp. 543-548.

ZAWADZKI, C. H. *et al.* 2008. A new pale-spotted species of *Hypostomus* Lacépède (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Tocantins and rio Xingu basins in central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol.6, n.3, pp. 395-402.

Capítulo 3

Análise panbiogeográfica de peixes neotropicais

Ângela Goldani

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Faculdade de Biociências

Programa de Pós Graduação em Zoologia

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 12

Partenon

90619-900

Porto Alegre/RS

<http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/fabioppg/ppgzoo/>

Correspondência: angela_goldani@yahoo.com.br

Resumo

O método panbiogeográfico da análise de traços analisa a dimensão espacial e geográfica da diversidade dos táxons, reforçando o entendimento de padrões históricos acerca dos dados estudados. A panbiogeografia analisa a distribuição dos táxons através de traços individuais, traços generalizados e nós, que são comparados aos *hotspots* da ecologia. Este estudo objetivou analisar esses padrões em espécies de peixes de água doce da região Neotropical incluídos em *Auchenipterichthys*, *Auchenipterus*, *Boulengerella*, *Cetopsis* e *Roeboides*. Primeiramente obteve-se 37 traços individuais, um para cada espécie, buscando a distribuição individual, e em seguida obteve-se nove traços generalizados, que são a sobreposição dos traços individuais. Duas sobreposições desses traços resultaram em dois nós panbiogeográficos, indicando uma região com maior concentração de espécies. Os traços obtidos nesta análise foram comparados com outros estudos e mostraram congruência espacial com muitas espécies, reforçando a eficiência do método nos padrões distribucionais, e também na questão conservacionista.

Palavras chave: análise de traços, biogeografia histórica, distribuição de peixes, região Neotropical, nós panbiogeográficos

Abstract

The panbiogeographic method of track analysis examines the spatial and geographical diversity of taxa, reinforcing the understanding of historical patterns on the data studied. The panbiogeography analyzes the distribution of taxa across individual tracks, generalized tracks and nodes, and are compared to the hotspots of ecology. This study

aimed to analyze these patterns in species of freshwater fish of the Neotropical region included in *Auchenipterichthys*, *Auchenipterus*, *Boulengerella*, *Cetopsis* and *Roeboides*. First we obtained 37 individual tracks, one for each species, for individual distribution, and then obtained nine generalized tracks, which are the overlap of individual tracks. Two overlapping of these tracks resulted in two nodes that it is possible to indicate a region with the greatest concentration of species. The tracks obtained in this analysis were compared with other studies and showed spatial congruence with many species, enhancing the efficiency of the method in distribution patterns, and also from a conservationist view.

Key words: track analysis, historical biogeography, fish distribution, Neotropical region, panbiogeographic nodes

Introdução

A região Neotropical é uma região biogeográfica que compreende uma extensa área, que vai desde o sul do México até o sul da América do Sul, incluindo o Caribe. É uma região de grande biodiversidade, com uma ictiofauna que pode atingir até 8000 espécies somente em água doce (Schaefer 1998). Este número chega a representar aproximadamente um terço do total de espécies no mundo todo, com predominância de peixes incluídos em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes (Kavalco & Pazza 2007). A atual fauna neotropical tem poucos representantes de grupos amplamente distribuídos, o que favorece por um lado estudos focados em biogeografia histórica (como, por exemplo, a panbiogeografia) em abordagens mais específicas.

Os padrões distribucionais da ictiofauna neotropical são influenciados desde o período Cretáceo (entre 145 milhões e 65 milhões de anos atrás aproximadamente), e muito da diversificação ocorreu entre o Cretáceo Superior e o Cenozóico (Lundberg et al. 1998). Abell et al. (2008) propôs a divisão do mundo todo em 426 *freshwater ecoregions* para uma melhor compreensão acerca da distribuição dos peixes de água doce.

Poucos estudos abrangendo um número expressivo de espécies de peixes ou uma grande área tem sido feitos em biogeografia histórica. Hubert & Renno (2006) investigaram padrões biogeográficos de Characiformes na América do Sul aplicando três tipos de análises, inclusive a análise de parcimônia de endemismo (PAE), metodologia bastante utilizada em pesquisas biogeográficas. Já em Herrera-Vásquez et al. (2008) foram aplicados os métodos da panbiogeografia e PAE em 77 espécies da

Costa Rica. Cavalcanti & Gallo (2008) analisaram os padrões de distribuição mundial de peixes incluídos em Myxinidae usando a panbiogeografia e relacionando-os com a história tectônica das bacias oceânicas.

Ao condensar suas idéias em uma frase (“terra e vida evoluem juntas”), Croizat (1952, 1958, 1964, 1976, 1981) quis dar ênfase aos estudos dos padrões distribucionais de táxons propondo um novo paradigma: a panbiogeografia. O método da Panbiogeografia enfatiza uma dimensão espacial e geográfica dos táxons e pode ser uma ferramenta importante para identificarmos padrões de processos evolutivos (Craw et al. 1999) e áreas de conservação. Esta metodologia de análise de traços (panbiogeografia) foi proposta inicialmente por Croizat (1958, 1964), e enfoca o papel das localidades na história da vida (Crisci et al. 2003). Segundo Carvalho (2004), este método pode expressar a riqueza relativa das espécies e a origem histórica das áreas, e através do reconhecimento dos traços generalizados e dos nós panbiogeográficos, pode-se constatar se as espécies pertencem a uma mesma biota ancestral. Segundo Craw et al. (1999), o traço generalizado indica uma biota ancestral distribuída no passado e posteriormente fragmentada. A Análise de Traços também pode ser aplicada como um método direto para analisar a biodiversidade, pois os mapas de traços e nós são considerados verdadeiros mapas de biodiversidade (Grehan 2001), reforçando a importância do método para conservacionismo.

As espécies escolhidas para este estudo pertencem a gêneros monofiléticos com ampla distribuição na região Neotropical da ordem Characiformes e da ordem Siluriformes. Todos recentemente revisados quanto a sua taxonomia.

Boulengerella possui cinco espécies válidas que se distribuem nas drenagens dos rios Amazonas, Orinoco e Tocantins-Araguaia, além de rios da Guiana e Guiana Francesa. Vari (1995) ao revisar o gênero propôs um arranjo filogenético no qual *Boulengerella* é grupo-irmão de *Ctenolucius* Gill, 1861. Internamente propôs uma relação de grupo-irmão entre *B. maculata* e *B. laterstriga* e desse clado com *B. lucius*, *B. cuvieri* e *B. xyrekes*, sendo que estas duas últimas espécies mais relacionadas entre si do que com *B. lucius*.

Roeboides abriga 19 espécies válidas que se distribuem amplamente na América do Sul, desde as vertentes do oceano Pacífico do sul do México, rios da América Central, sistemas dos rios Atrato e Magdalena-Cauca, Colômbia, até as principais bacias cis-andinas que incluem rios das Guianas, exceto a Guiana Francesa, rios Amazonas, Orinoco, sistemas dos rios Parnaíba e Pindaré-Mearim, Maranhão, bacia do rio São Francisco e drenagens dos rios Paraguai, médio Paraná e baixo Uruguai. As espécies escolhidas para a presente análise fazem parte do grupo-guatemalensis (Lucena, 2000) e se restringem ao lado ocidental dos Andes, exceto *R. dientonito* que ocorre na bacia do rio Orinoco. As hipóteses de relações para este grupo estão sendo reavaliadas.

Auchenipterus consiste de 11 espécies distribuídas na maioria das drenagens cis-andinas, exceto na drenagem do rio São Francisco e nos rios costeiros do leste brasileiro e do Uruguai. Não há hipótese de relações para o gênero.

Cetopsis é constituído por 21 espécies distribuídas nas principais drenagens da América do Sul, cis e trans-andinas, exceto rios costeiros do nordeste e leste do Brasil e do Uruguai.

Auchenipterichthys possui quatro espécies que ocorrem nas drenagens dos rios Amazonas e Orinoco, exceto uma espécie, *A. coracoideus* que também ocorre no rio

Essequibo, Guiana.

Este estudo teve por objetivo analisar a distribuição das espécies dos cinco gêneros de peixes neotropicais citados acima, buscando identificar padrões comuns de distribuição, representados por traços generalizados, além de comparar com outros estudos buscando áreas de grande biodiversidade e endemidade importantes para se preservar.

Material & Métodos

A distribuição de 37 espécies de peixes de água doce da região Neotropical incluídas em *Auchenipterichthys* Bleeker 1862 (quatro espécies), *Auchenipterus* Valenciennes 1840 (sete espécies), *Boulengerella* Eigenmann 1902 (cinco espécies), *Cetopsis* Spix & Agassiz 1829 (16 espécies) e *Roeboides* Günther 1864 (cinco espécies) foi analisada através das informações distribucionais contidas em Vari 1995; Ferraris Jr & Vari 1999; Lucena 2000; Ferraris Jr et al. 2005; Vari et al. 2005 (Tabela 1). Foram utilizadas informações de 576 localidades com coordenadas. Estas informações foram inseridas no programa computacional *ArcExplorer*© (ESRI 2006-2008) disponível em <http://www.esri.com> para elaboração dos mapas de distribuição. Aplicou-se o método da Análise de Traços, onde as localidades são conectadas por linhas (traços) (Katinas et al. 1999). Os traços foram feitos manualmente seguindo o critério de proximidade com a ferramenta *line*.

Tabela 1. Lista das 37 espécies utilizadas na Panbiogeografia.

Táxons	Referência
<i>Auchenipterichthys coracoideus</i>	Ferraris Jr et al. 2005
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	Ferraris Jr et al. 2005
<i>Auchenipterichthys punctatus</i>	Ferraris Jr et al. 2005
<i>Auchenipterichthys thoracatus</i>	Ferraris Jr et al. 2005
<i>Auchenipterus brachyurus</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus britskii</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus dentatus</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus menezesi</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus nigripinnis</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Ferraris Jr & Vari 1999
<i>Boulengerella cuvieri</i>	Vari 1995
<i>Boulengerella lateristriga</i>	Vari 1995
<i>Boulengerella lucius</i>	Vari 1995
<i>Boulengerella maculata</i>	Vari 1995
<i>Boulengerella xyrekes</i>	Vari 1995
<i>Cetopsis amphiloza</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis arcana</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis baudoensis</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis candiru</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis coecutiens</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis fimbriata</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis gobioides</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis montana</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis motatanensis</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis oliverai</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis orinoco</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis othonops</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis parma</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis pearsoni</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis plumbea</i>	Vari et al. 2005
<i>Cetopsis starnesi</i>	Vari et al. 2005
<i>Roeboides bouchellei</i>	Lucena 2000
<i>Roeboides carti</i>	Lucena 2000
<i>Roeboides dayi</i>	Lucena 2000
<i>Roeboides dientonito</i>	Lucena 2000
<i>Roeboides occidentalis</i>	Lucena 2000

O método possui três conceitos básicos: traço individual, traço generalizado e nó panbiogeográfico (Morrone & Crisci 1995; Katinas et al. 1999; Craw et al. 1999; Crisci et al. 2003; Morrone 2004; Mondragón & Morrone 2004). O traço individual representa a coordenada espacial de uma espécie ou grupo relacionados. É um traço que une as distribuições conectando-as pela proximidade, ou seja, conectam-se duas localidades próximas por uma linha, depois uma terceira localidade e assim sucessivamente. Já o

traço generalizado é a sobreposição de dois ou mais traços individuais de táxons. O nó panbiogeográfico é a área onde dois ou mais traços generalizados convergem, e é interpretado como uma área de alta biodiversidade indicando prioridade para a conservação da mesma.

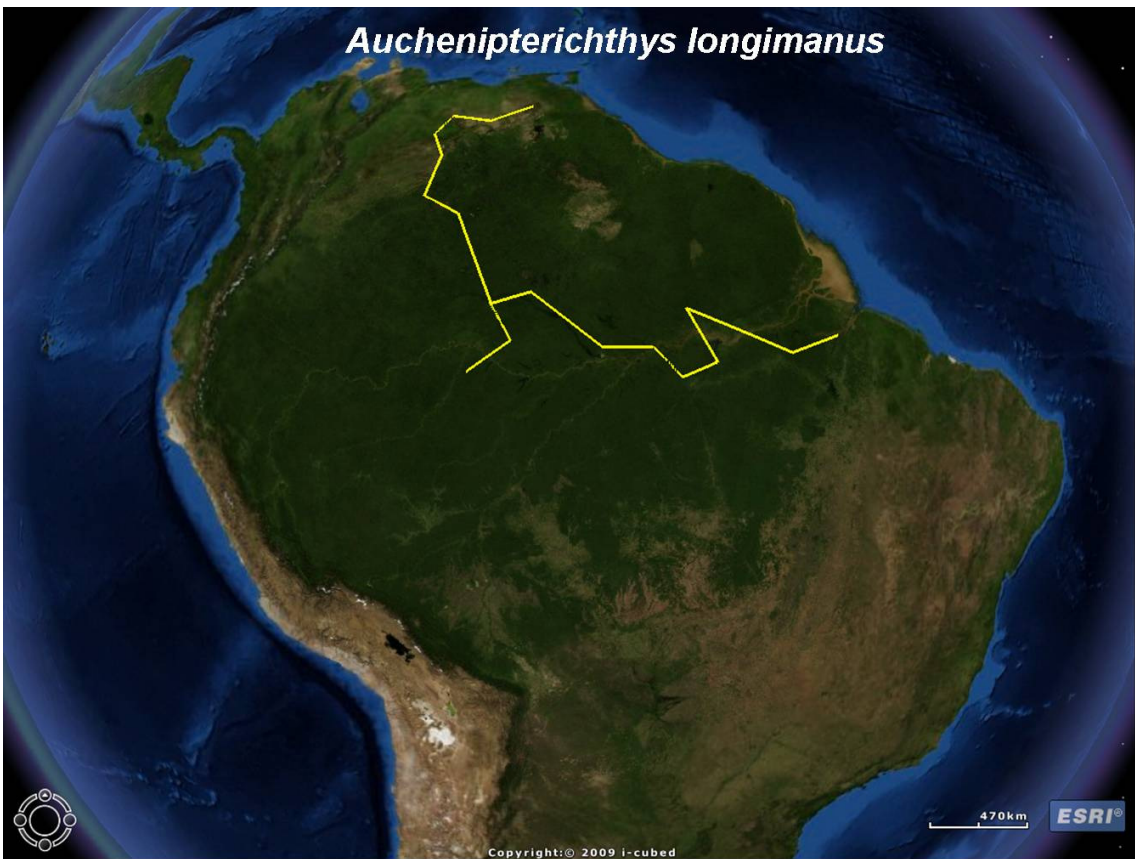
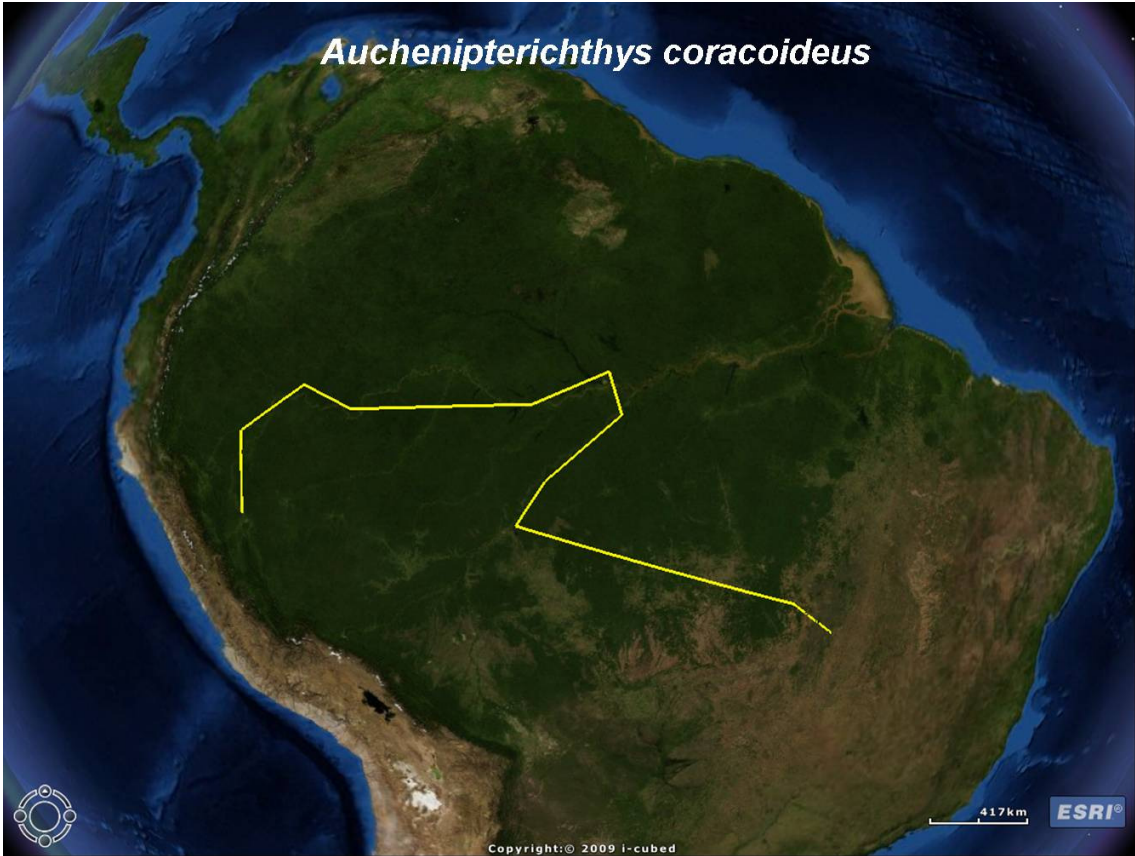
Resultados

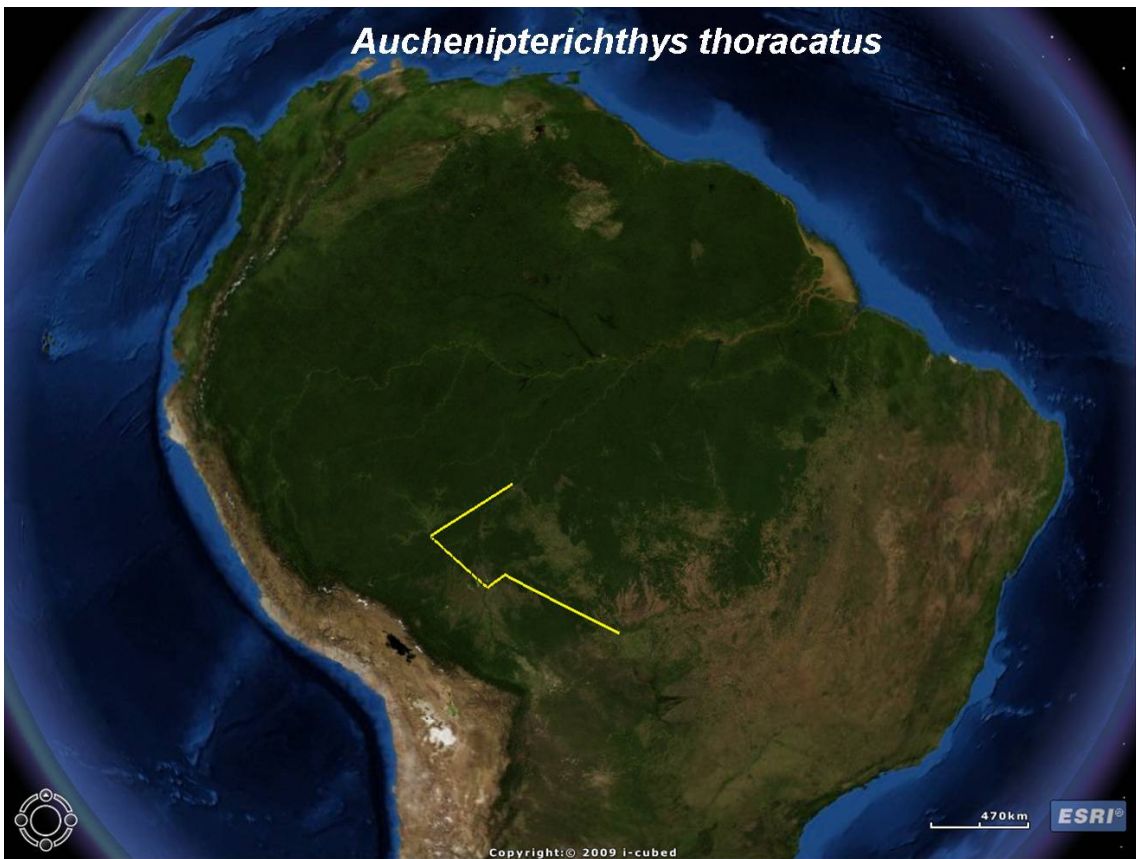
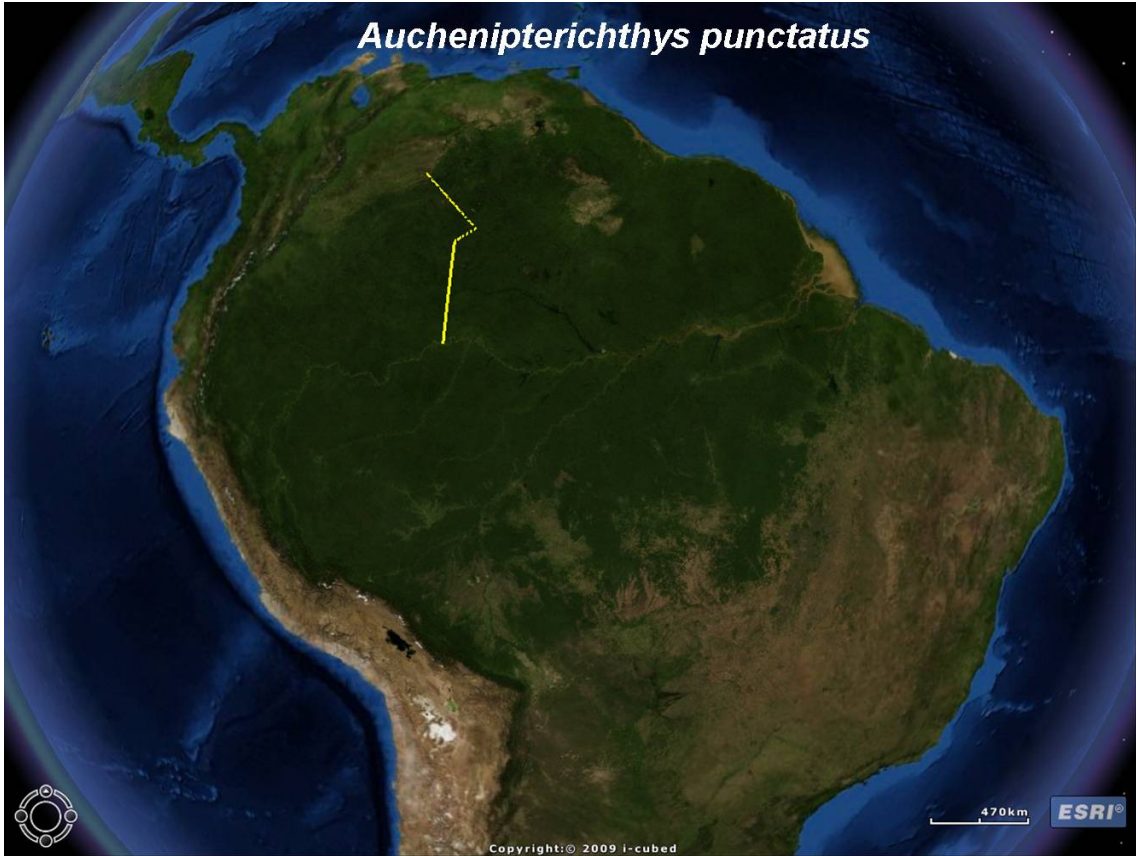
Foram obtidos primeiramente 37 traços individuais de cada espécie analisada. Os gêneros aqui estudados são bem distribuídos na região Neotropical, como podemos observar nos traços da Figura 1.

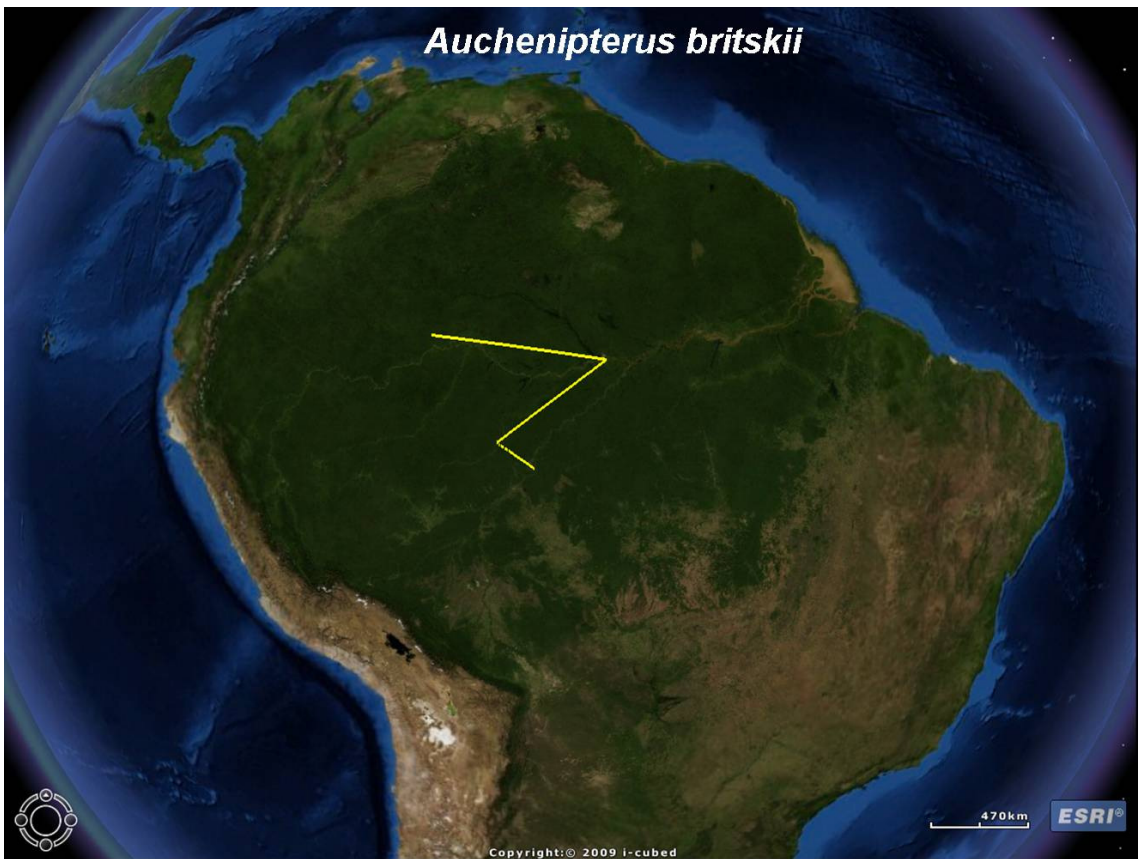
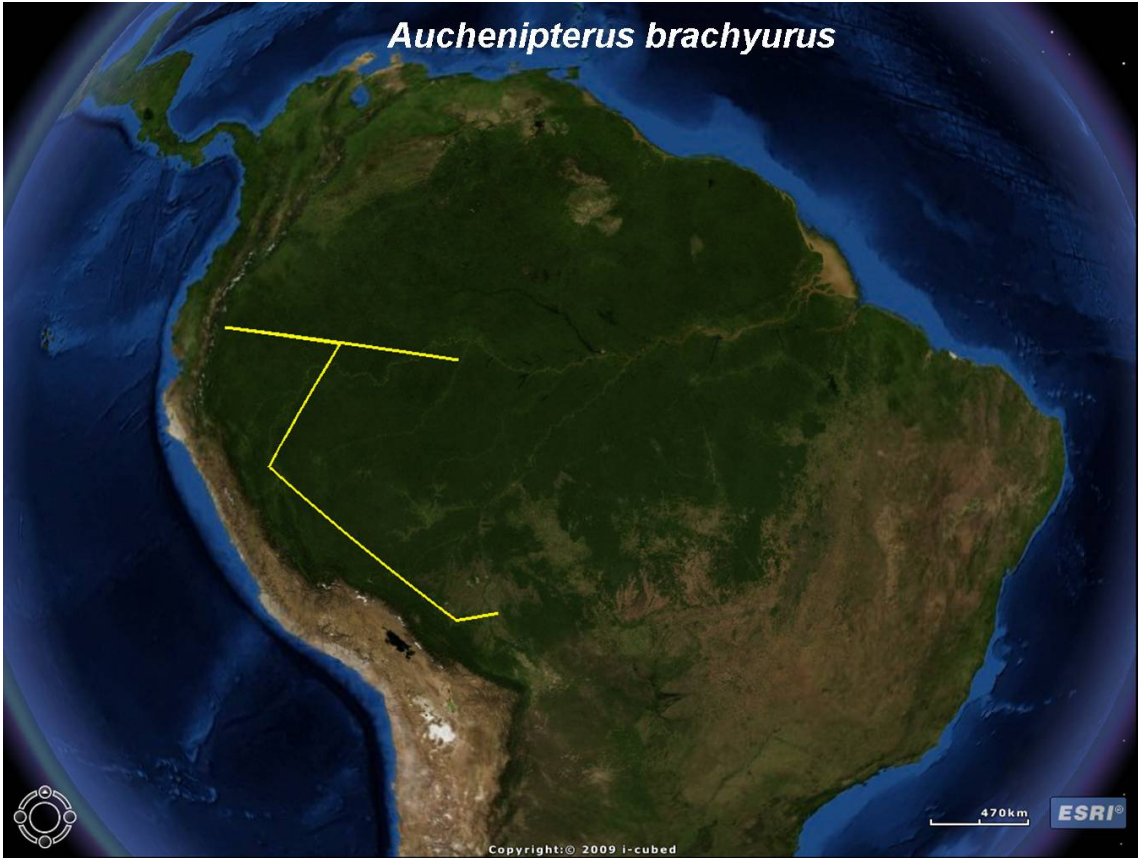
Das 37 espécies de peixes de água doce analisadas, oito delas são amplamente distribuídas: *Auchenipterichthys coracoideus*, *Auchenipterichthys longimanus*, *Auchenipterus osteomystax*, *Boulengerella cuvieri*, *Boulengerella maculata*, *Cetopsis candiru*, *Cetopsis oliverai* e *Cetopsis coecutiens*. Apresentaram distribuição restrita *Cetopsis bandoensis*, *Cetopsis fimbriata*, *Cetopsis motatanensis*, *Roeboides dayi*, *Roeboides carti* e *Roeboides bouchellei*. Estas três últimas, incluídas em *Roeboides*, são tipicamente transandinas.

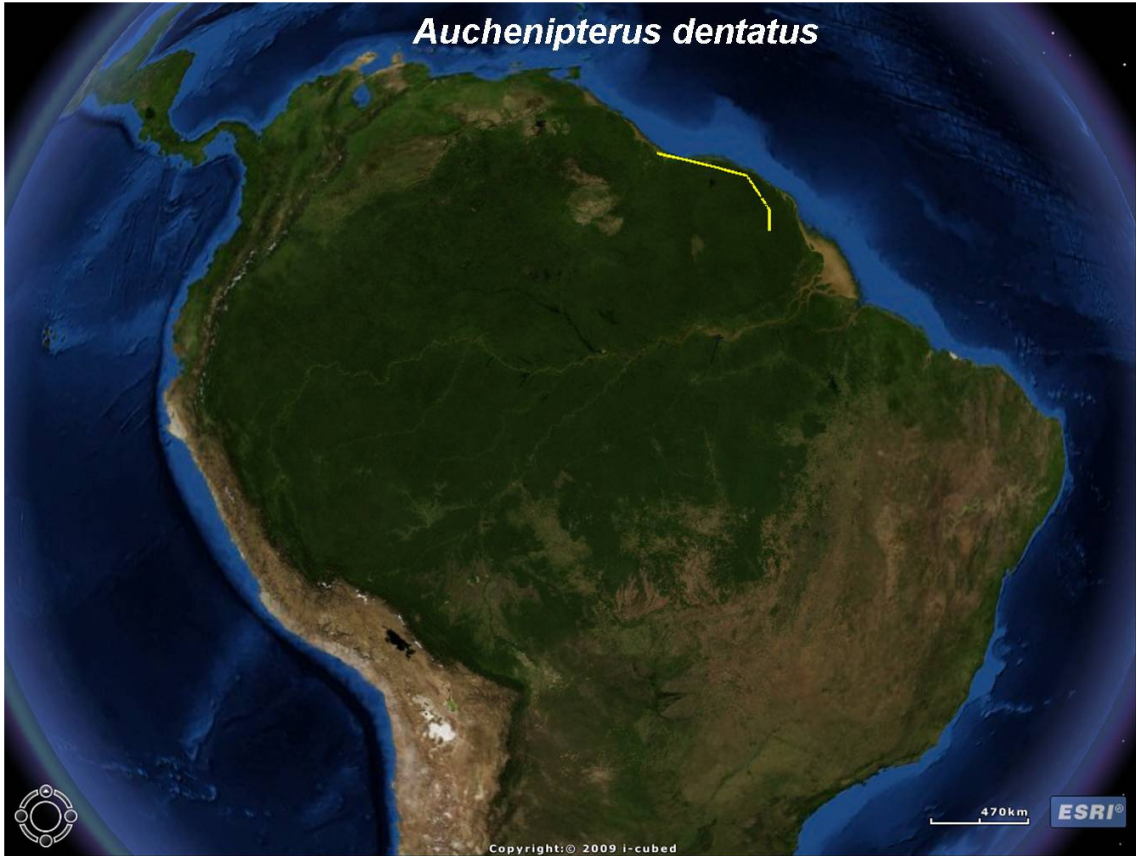
Da sobreposição dos traços individuais resultaram nove traços generalizados (Figura 2). O cruzamento de dois traços generalizados nesta análise resultou em dois nós panbiogeográficos (Figura 3). Os nós são considerados na biogeografia ecológica como *hotspots* (Myers 1988), que é toda área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. Um nó está localizado na Bacia Amazônica, próximo a cidade de Manaus, que já é tida como importante região para o conservacionismo, com um alto grau de espécies endêmicas dos mais variados grupos

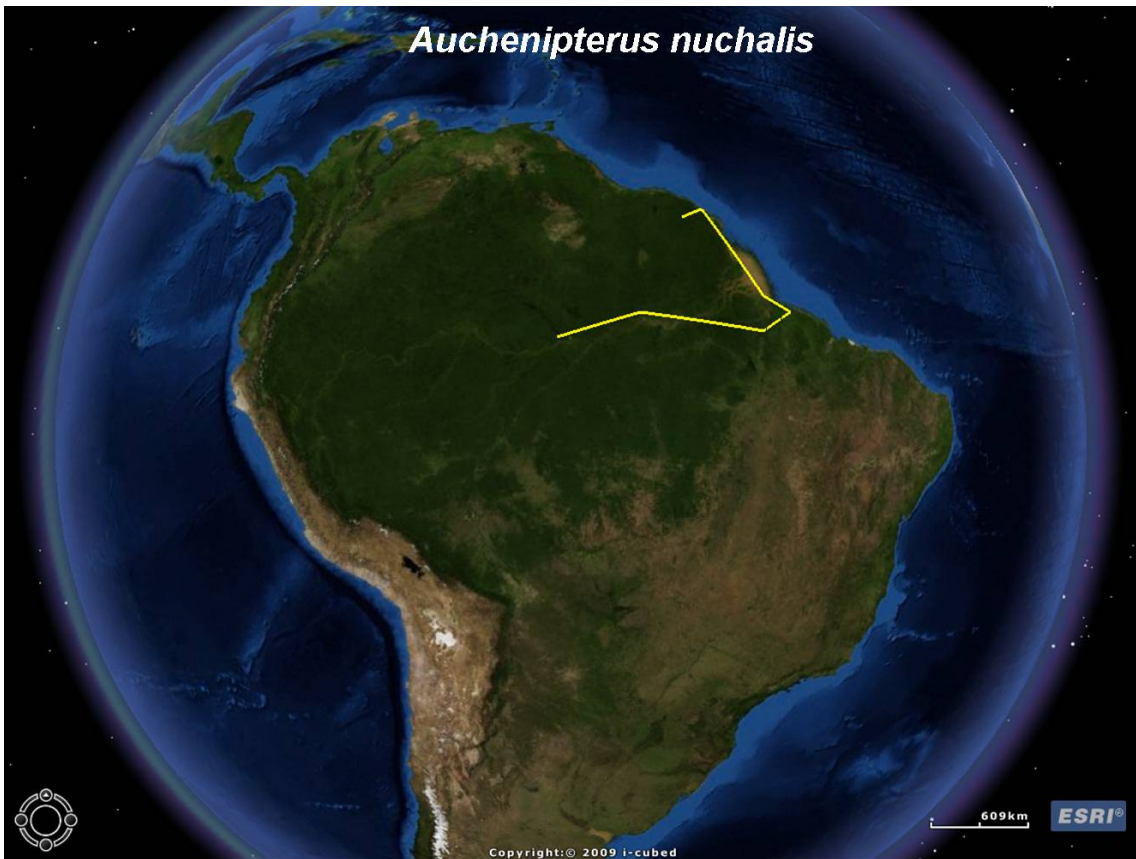
taxonômicos. O outro nó está localizado nas imediações do rio Xingu, da mesma forma uma área com alto grau de endemismo.







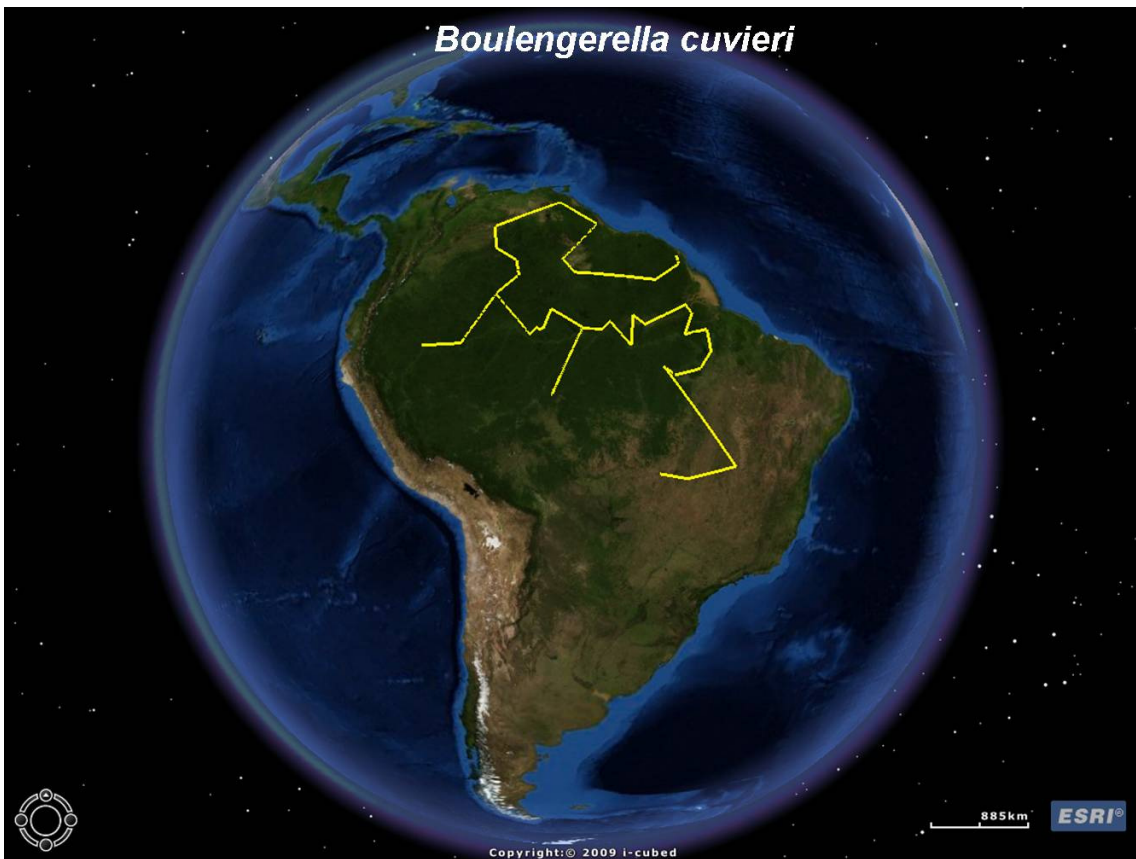


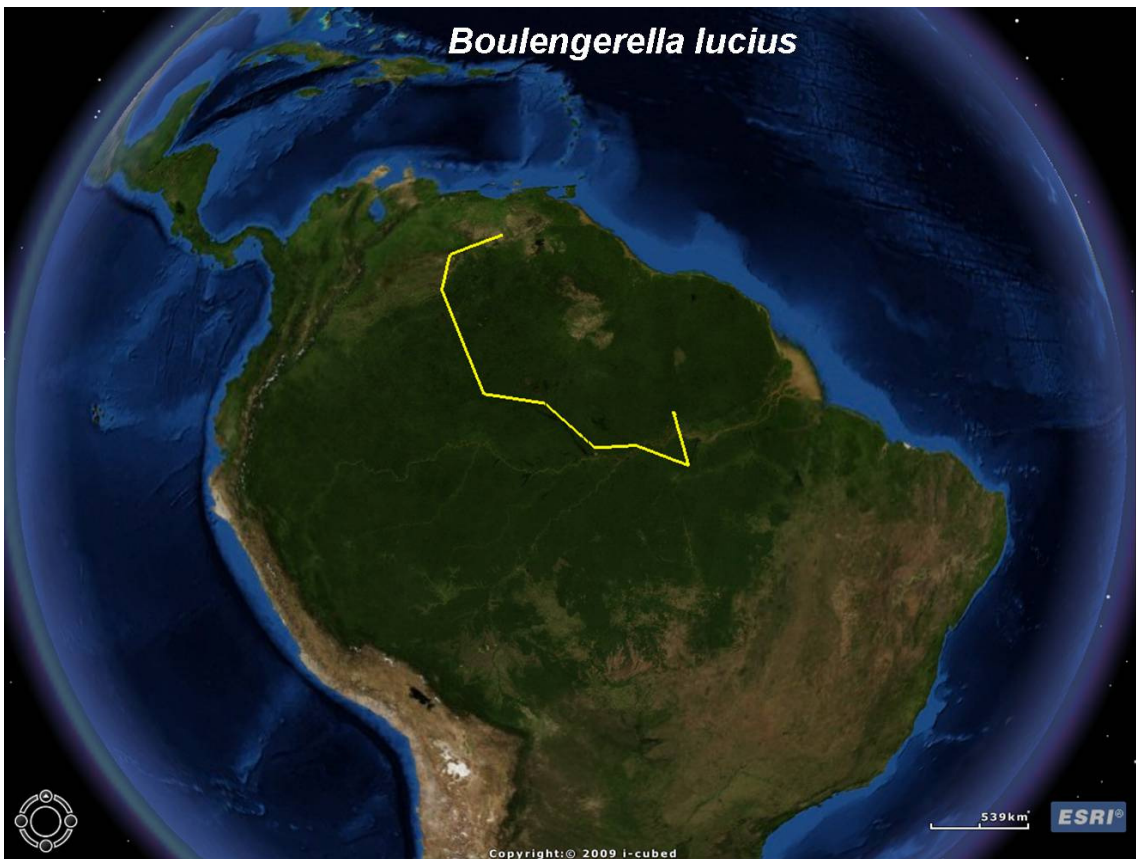
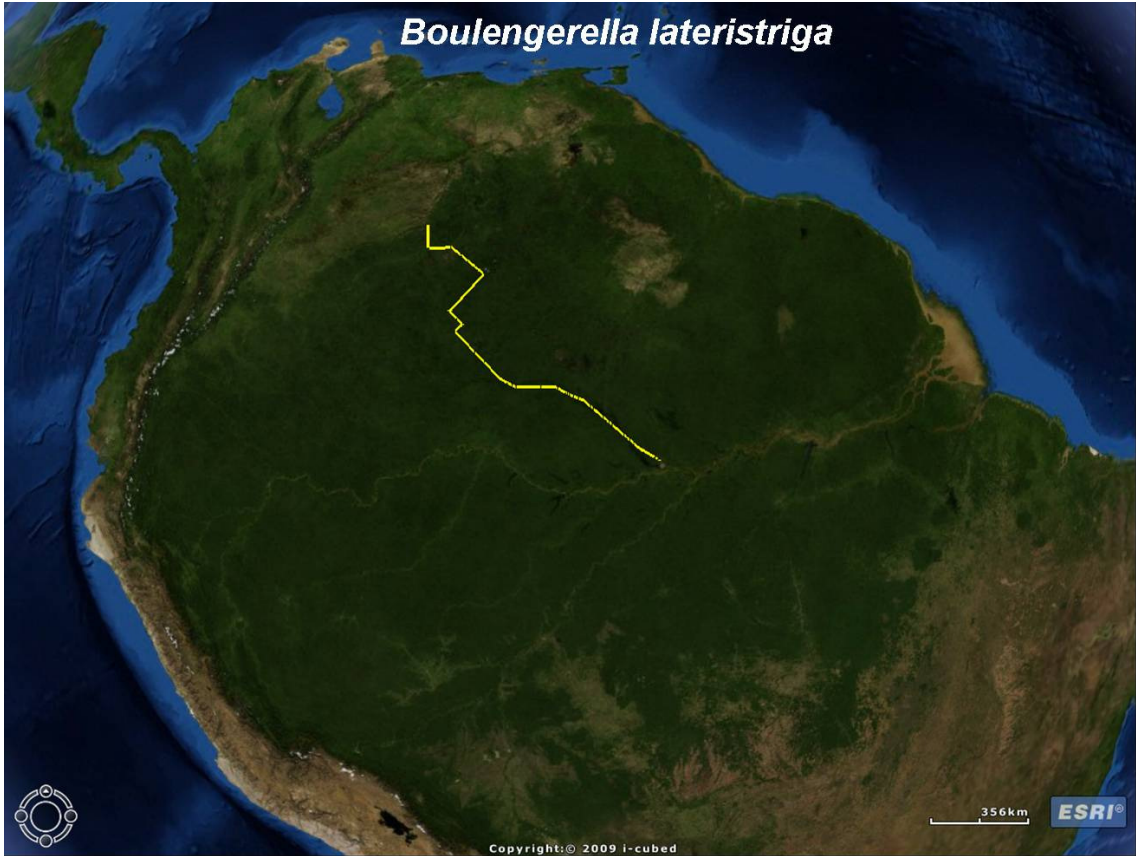


Auchenipterus osteomystax



Boulengerella cuvieri



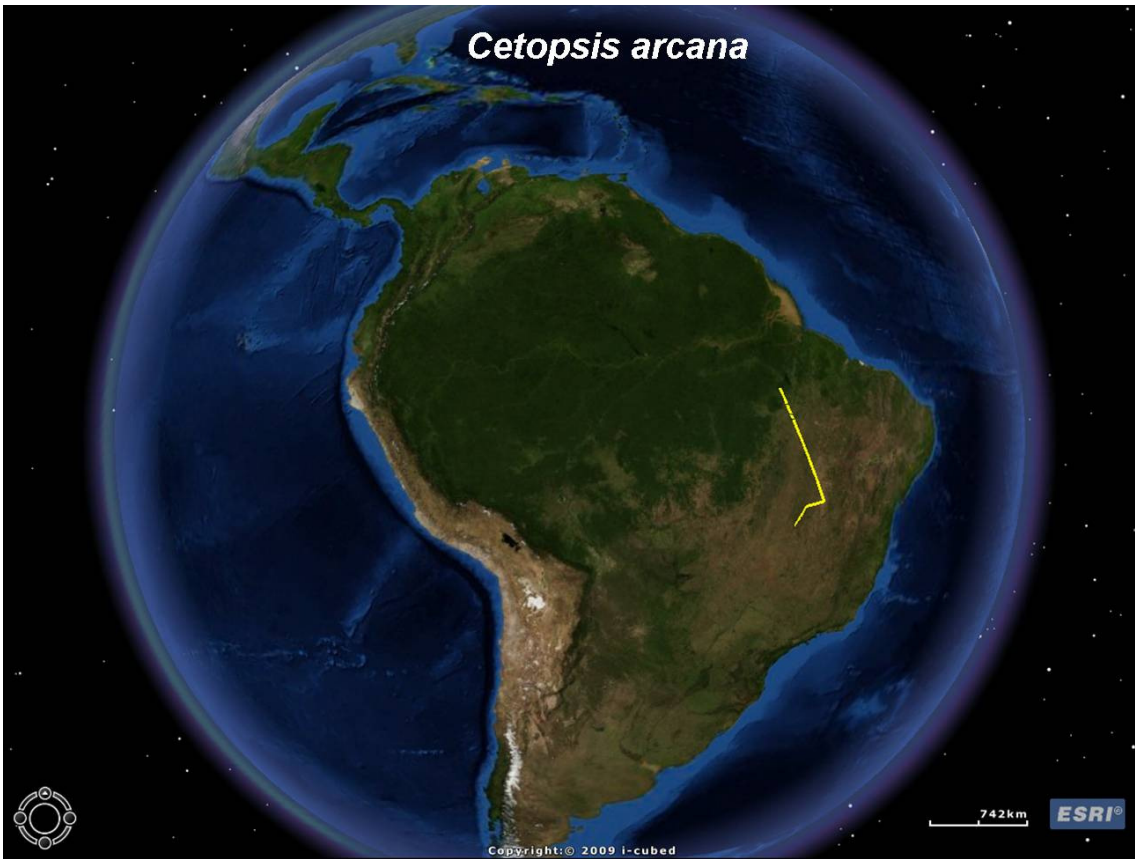


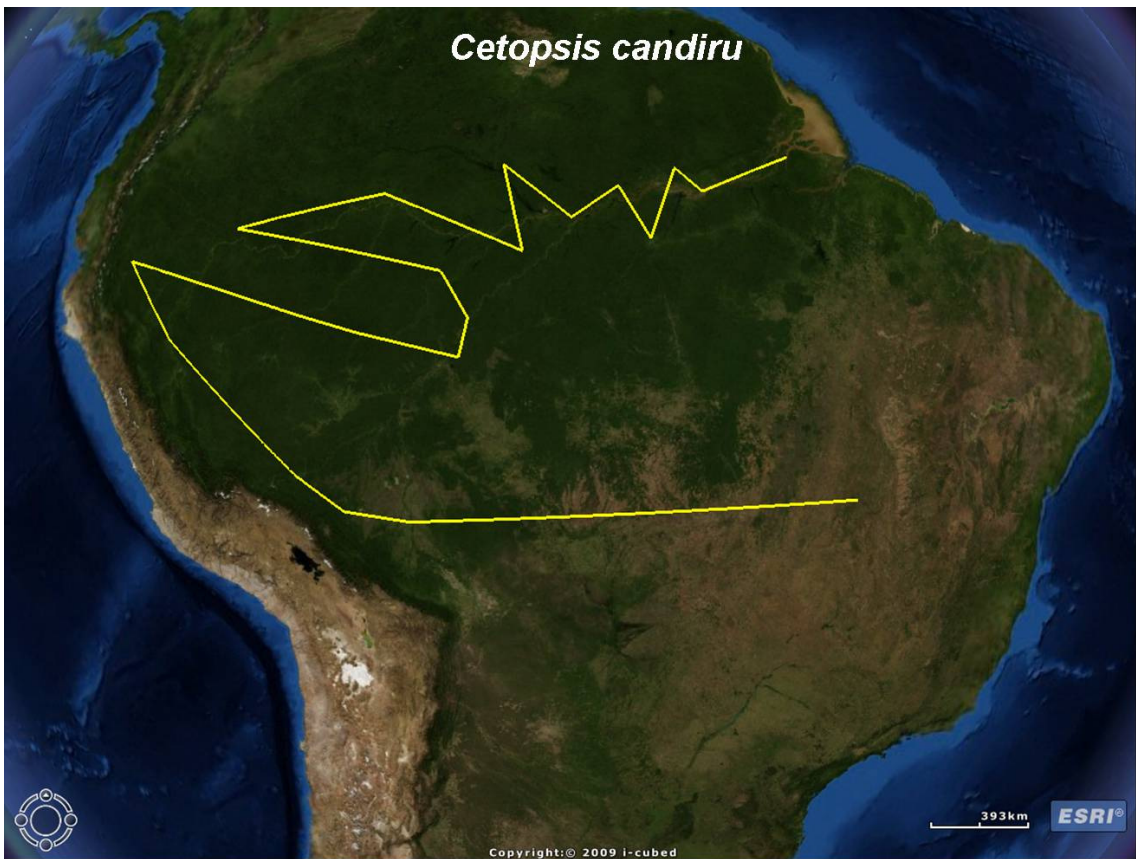
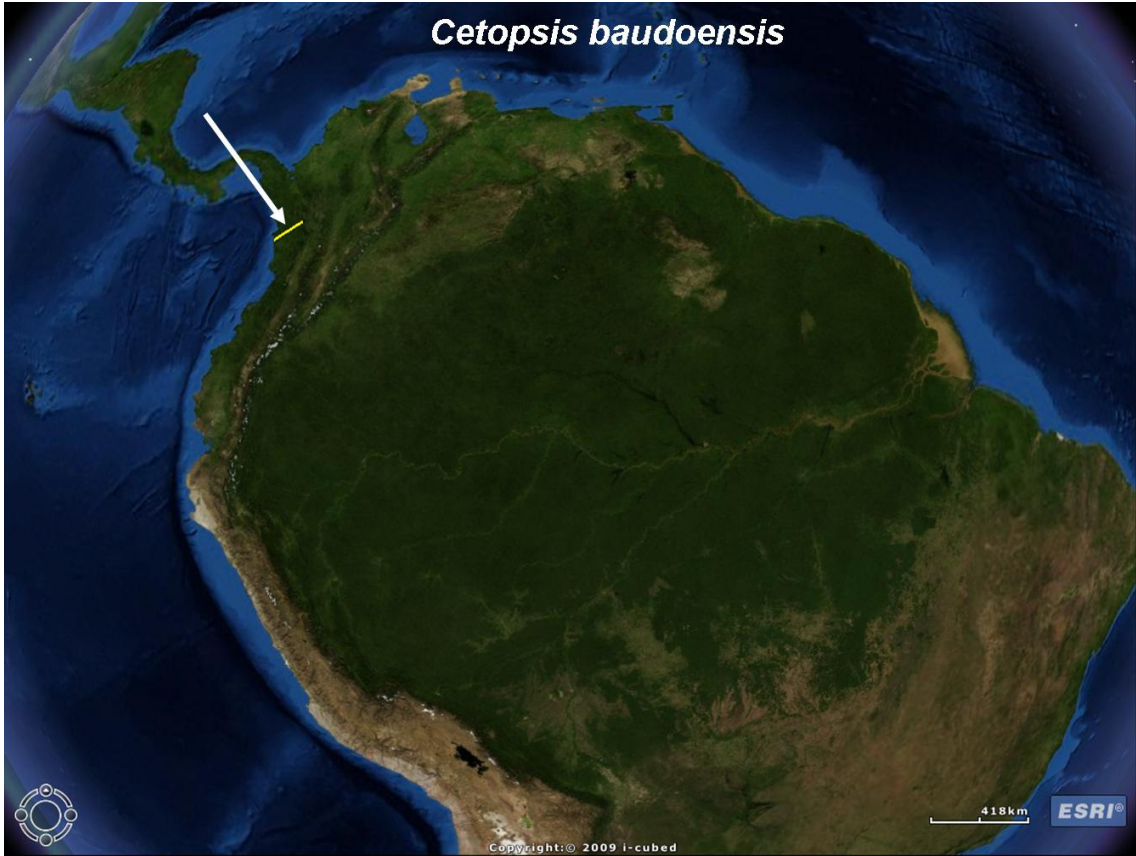
Boulengerella maculata

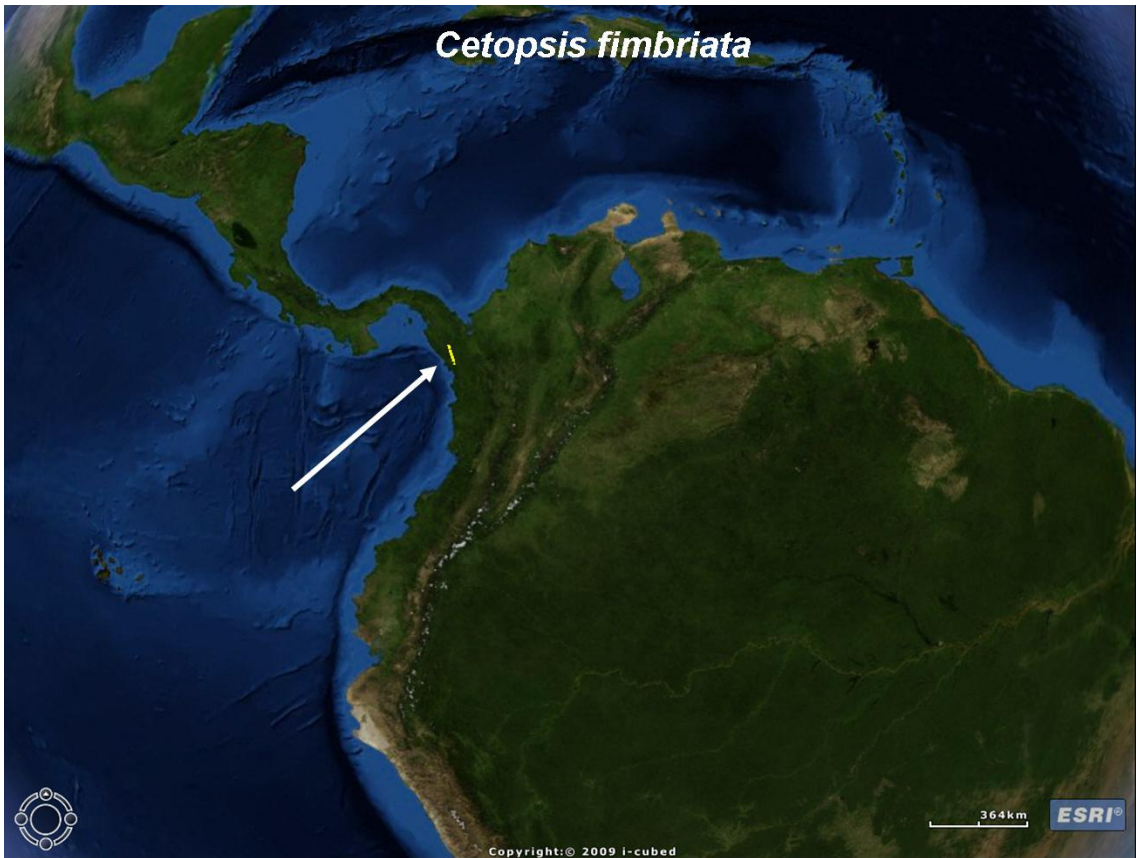
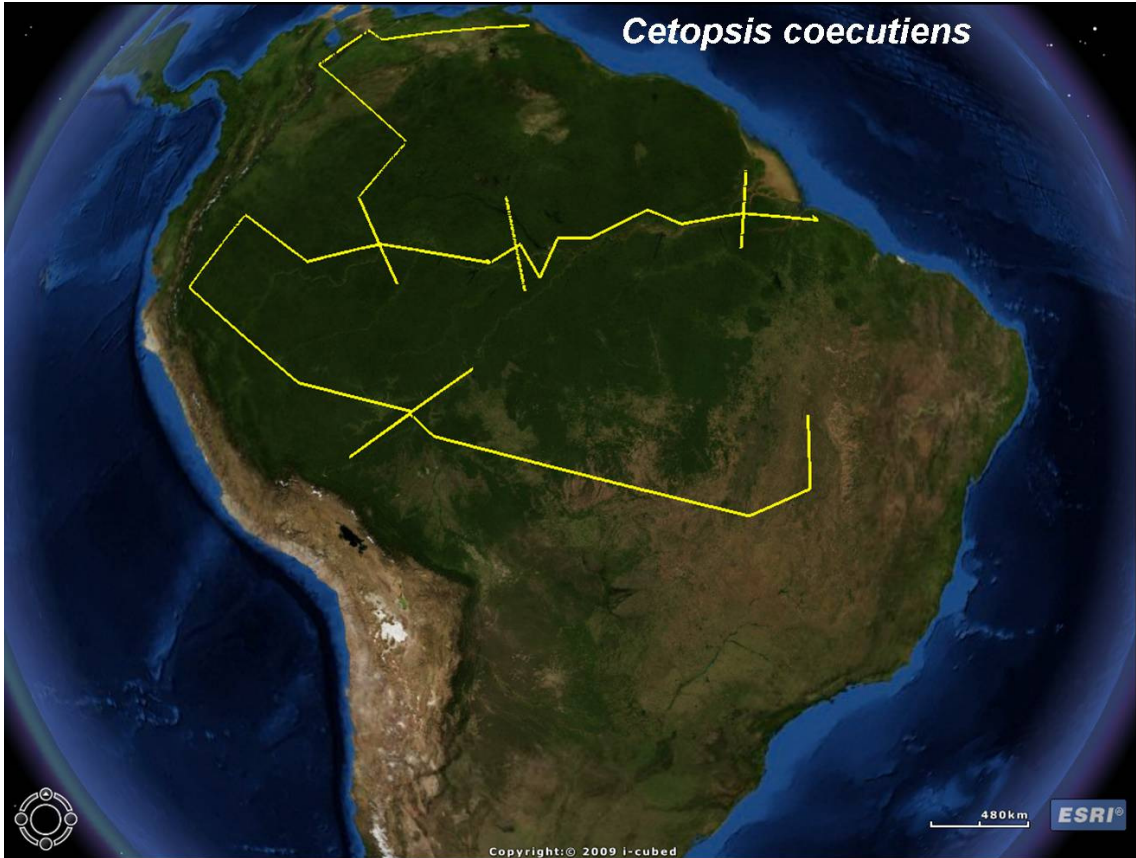


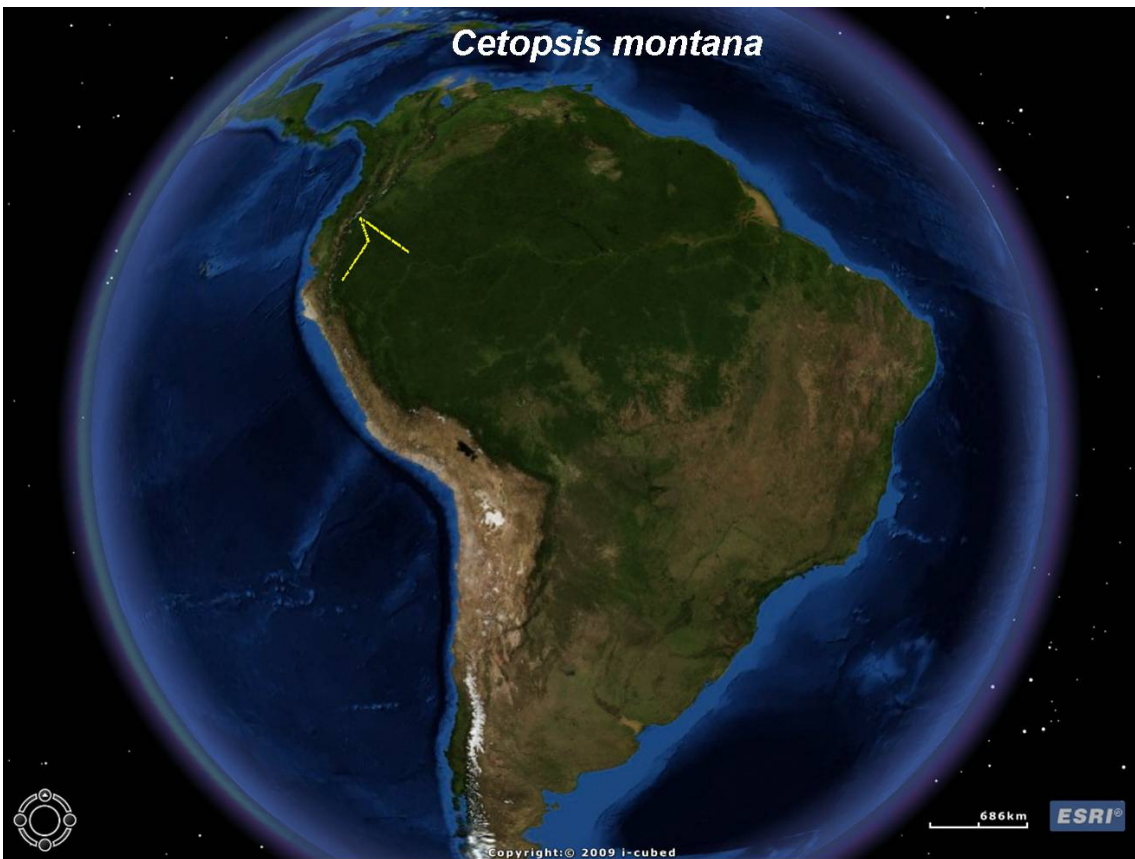
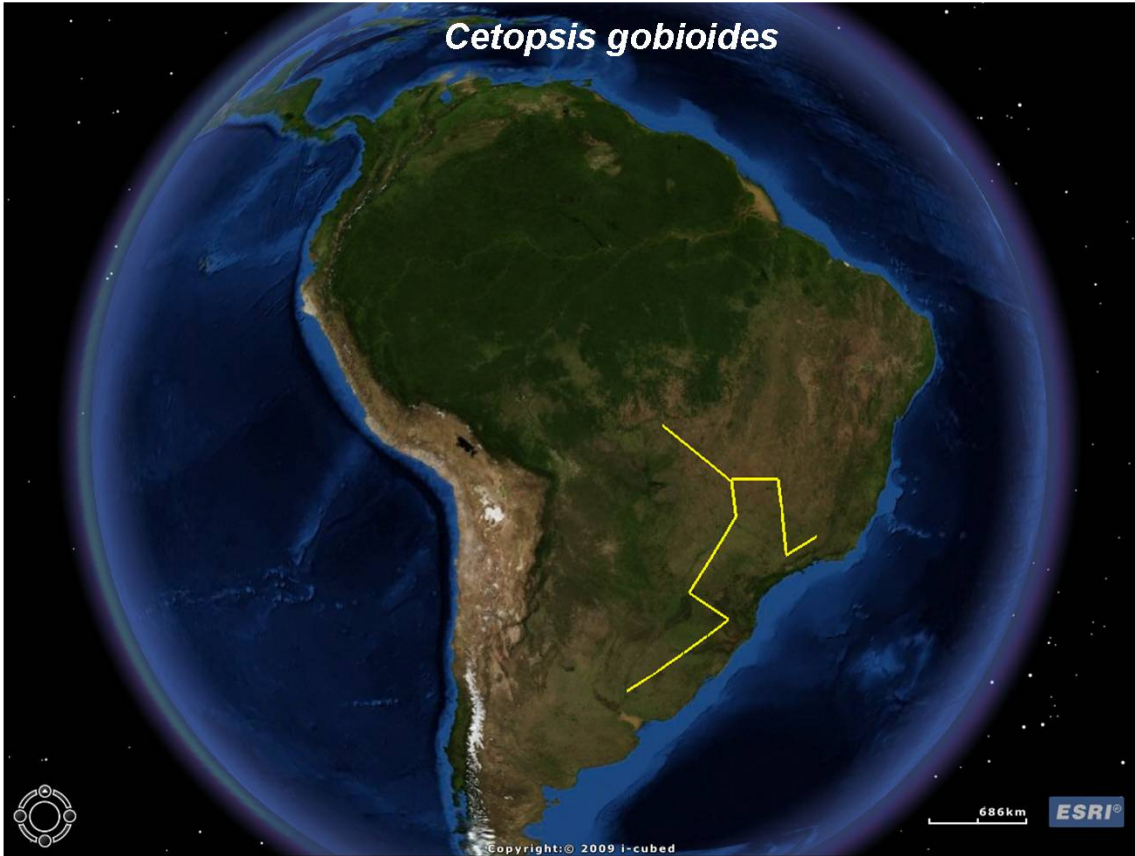
Boulengerella xyrekes

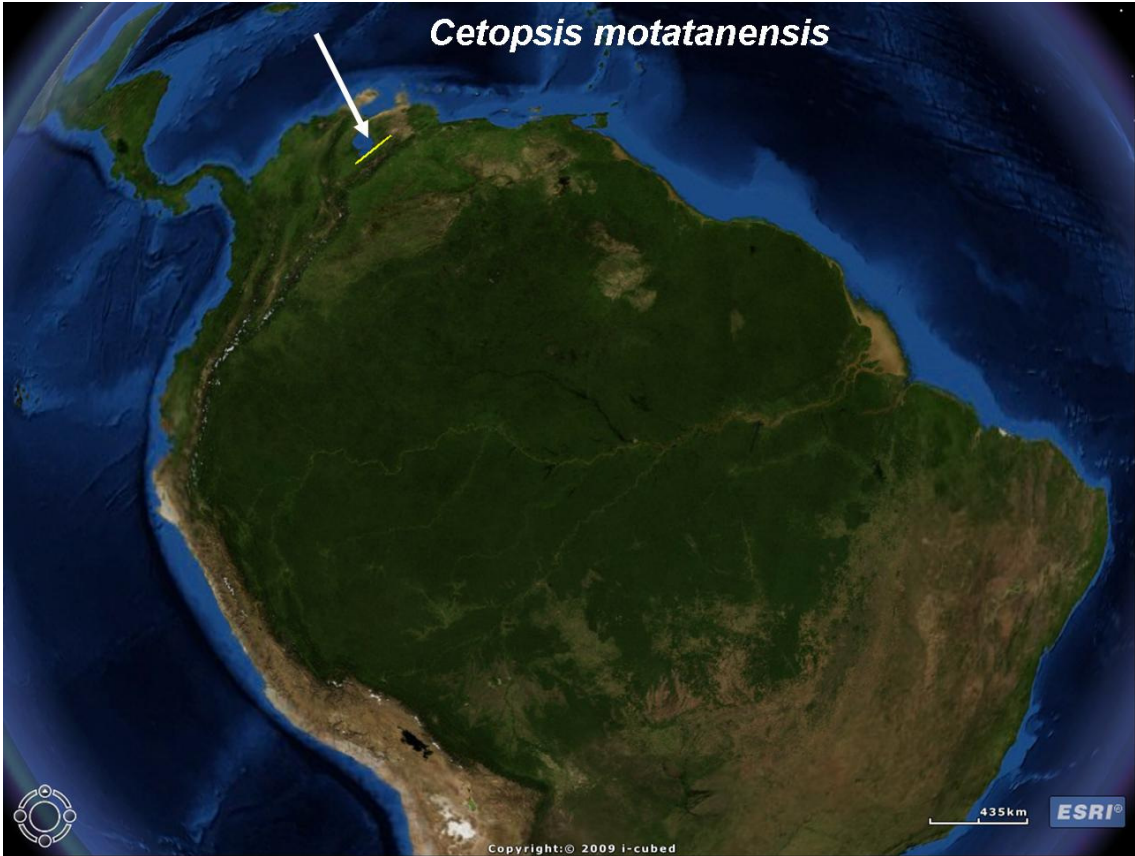




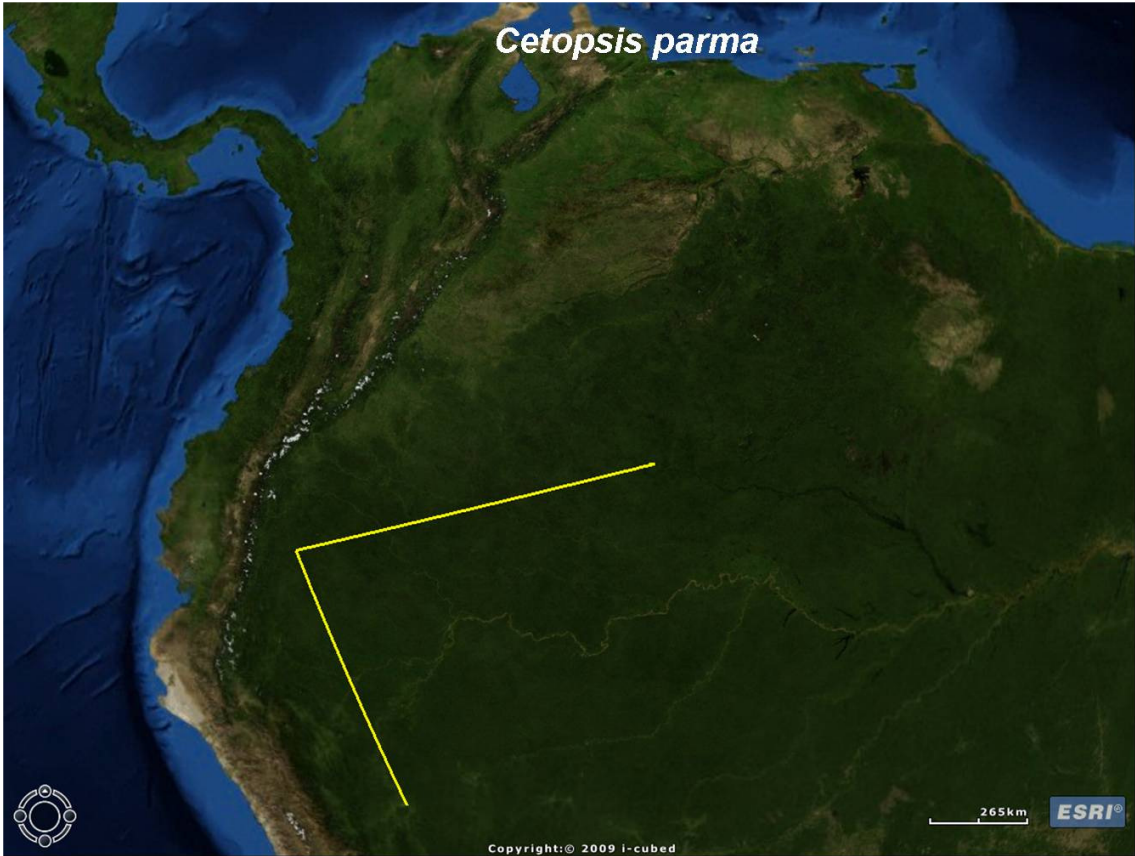




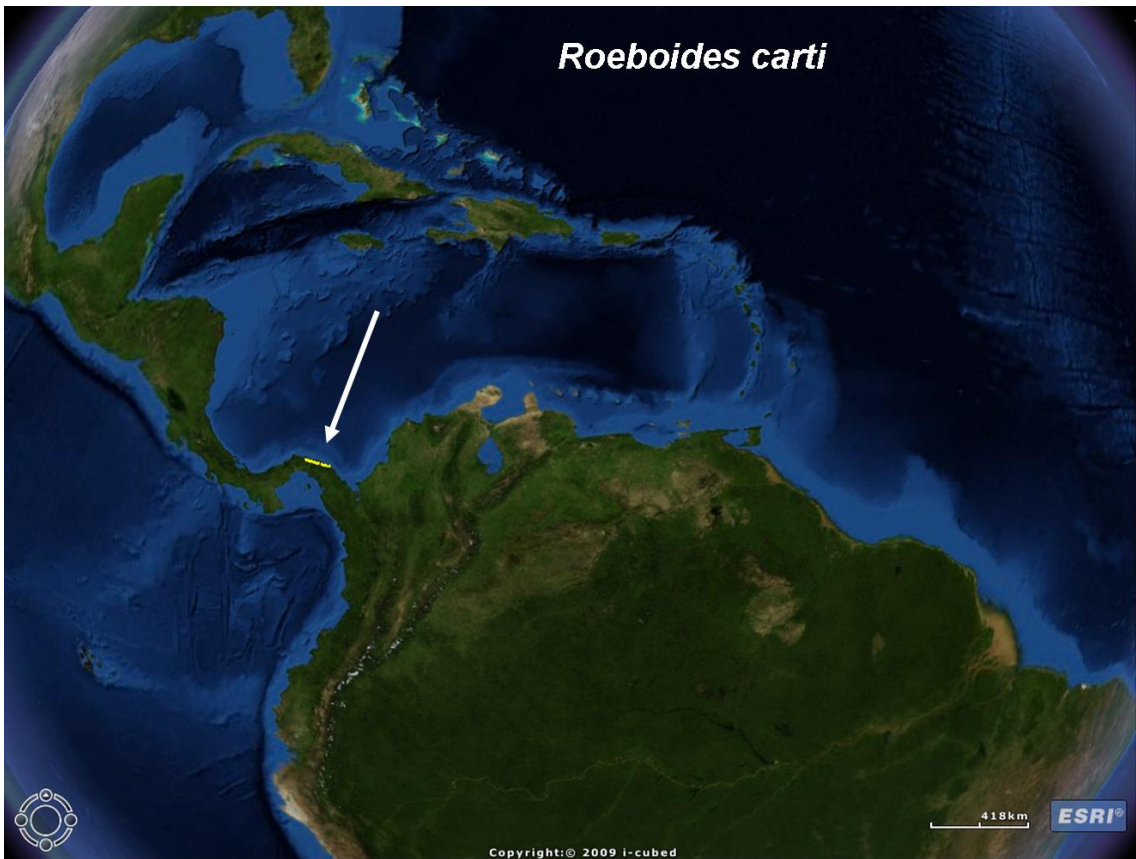
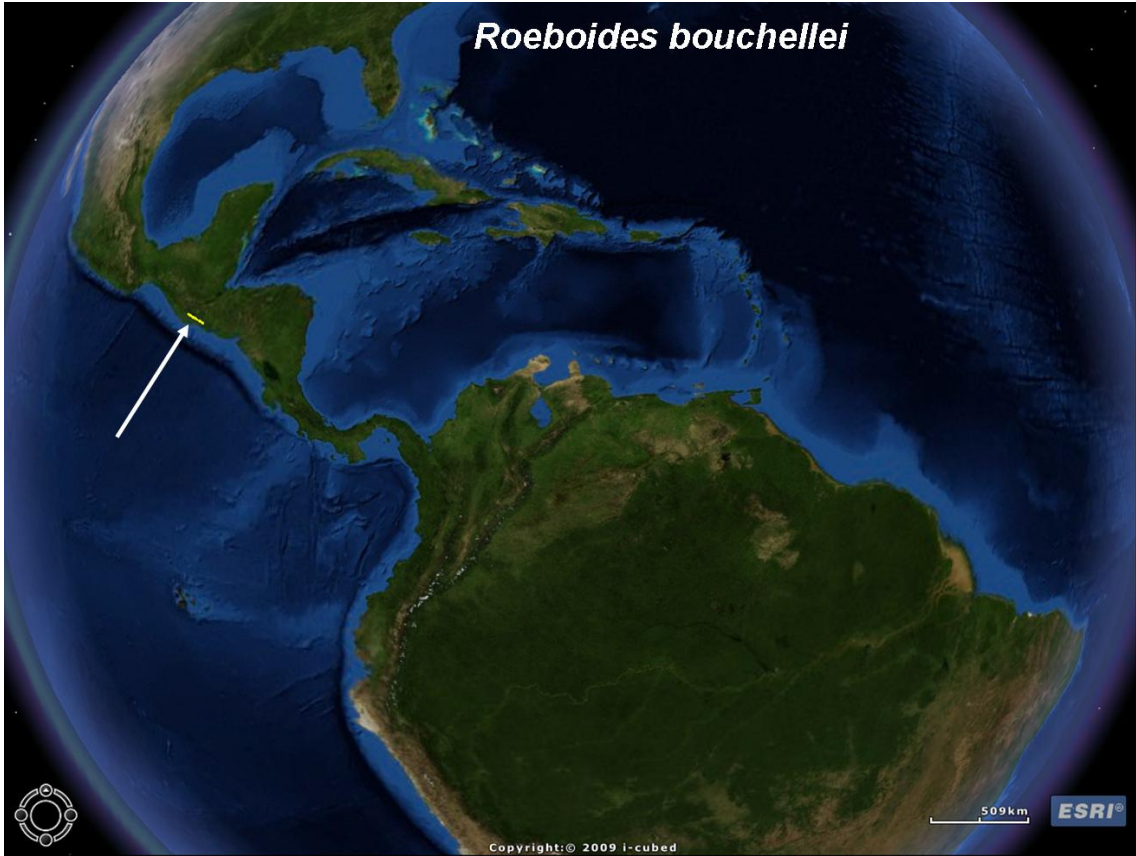


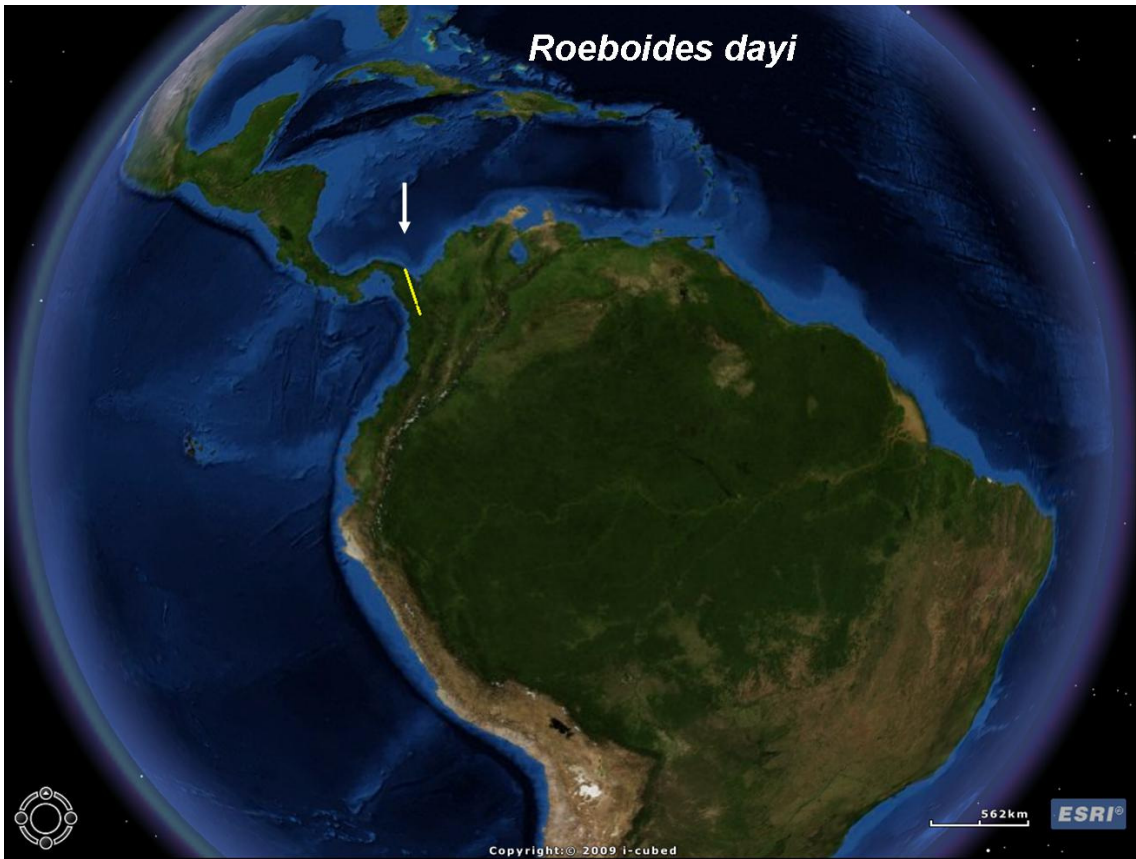












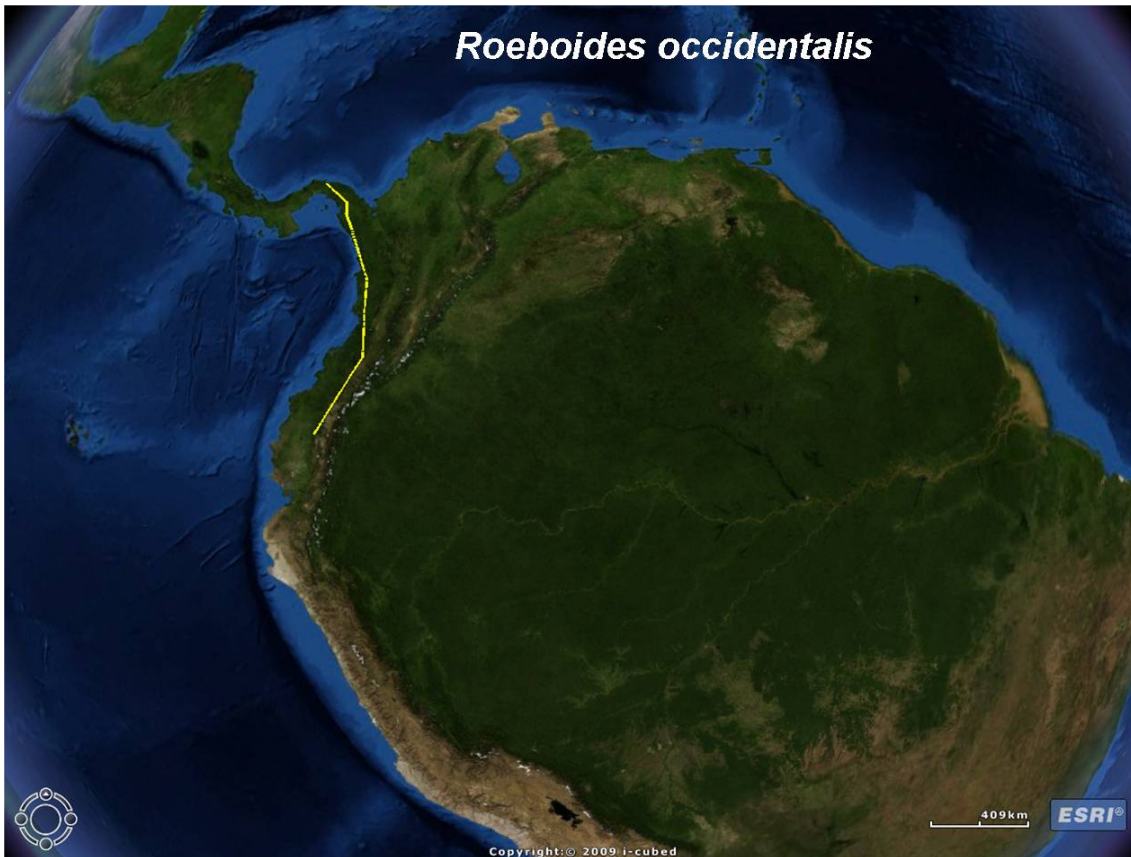


Figura 1. Traços individuais das 37 espécies de peixes neotropicais.

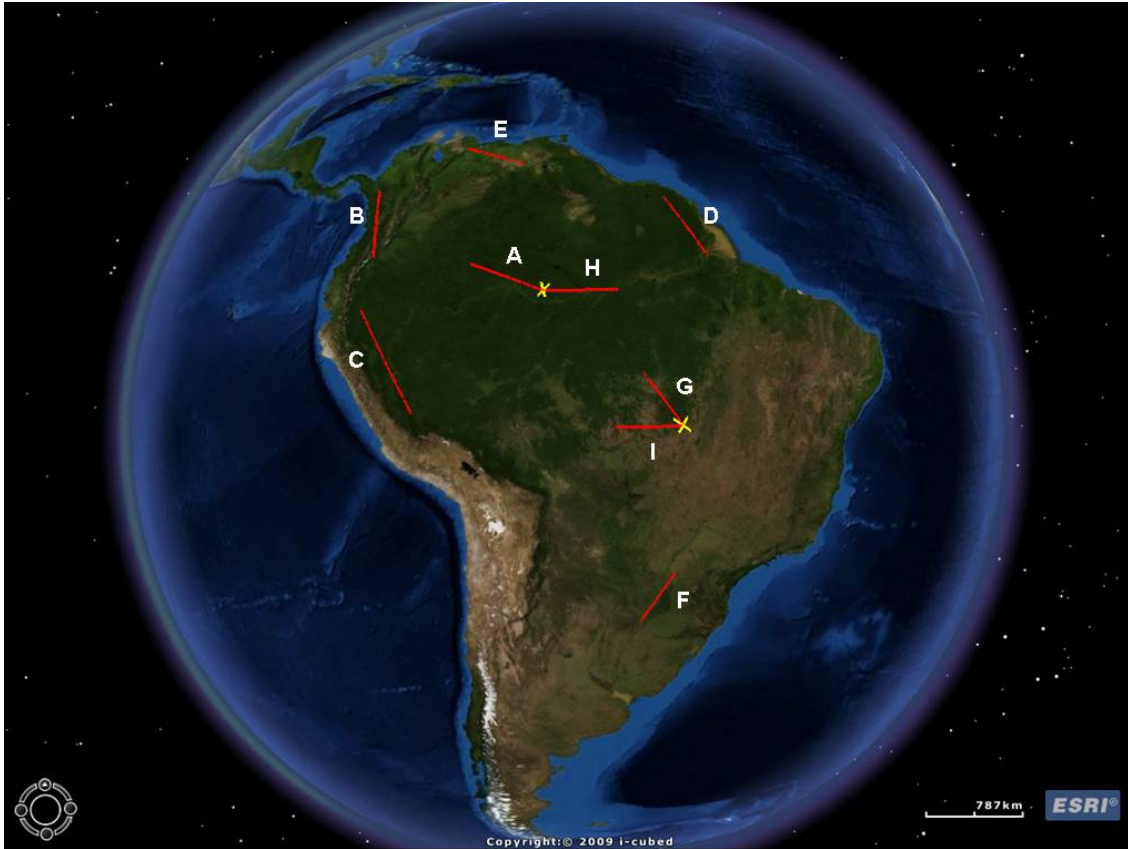


Figura 2. Traços generalizados e nós das espécies de peixes neotropicais.

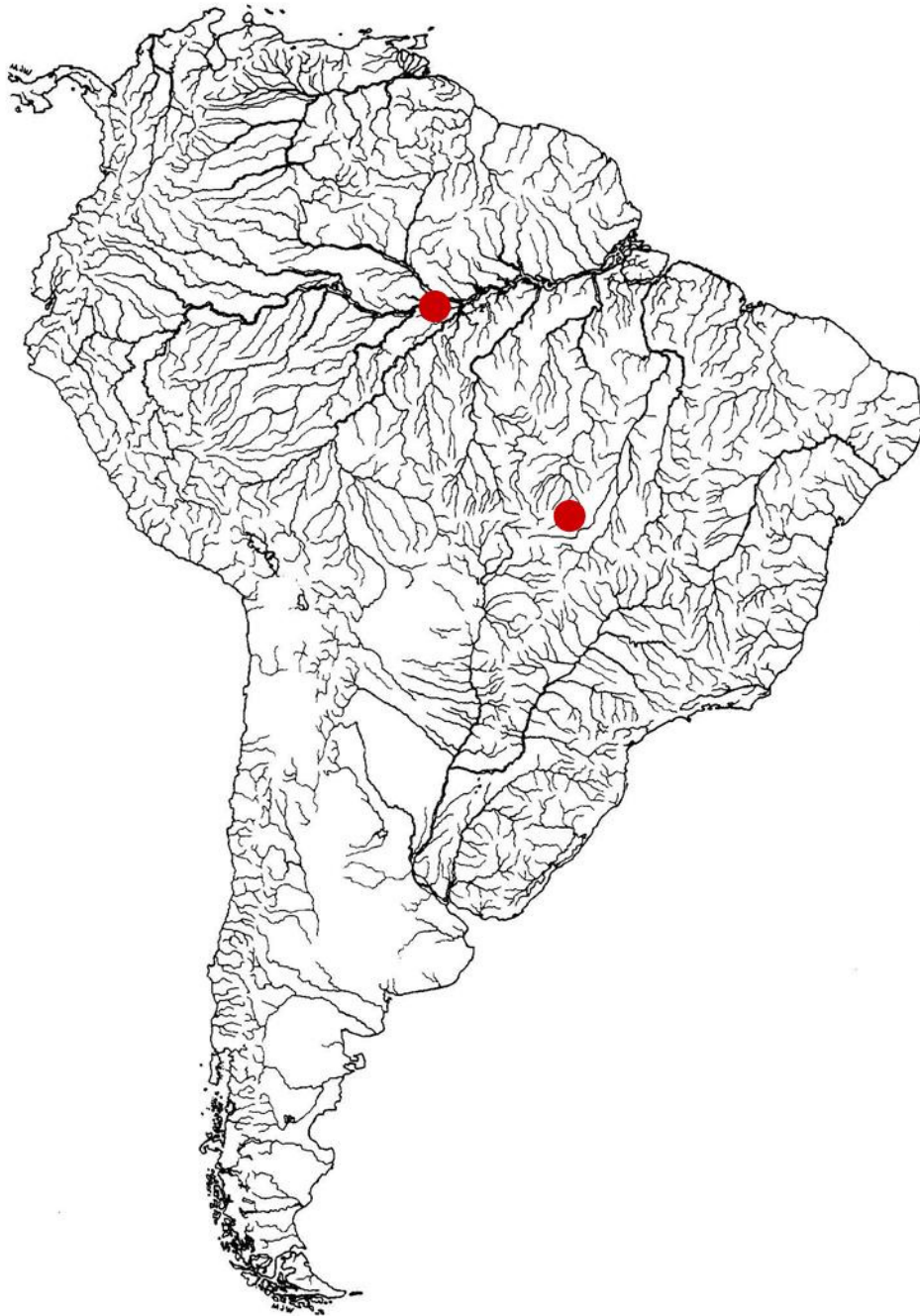


Figura 3. Mapa da América do Sul com os dois nós panbiogeográficos.

Discussão

Em González-Zamora et al. (2007) seis nós panbiogeográficos foram encontrados em uma análise restrita à porção oriental do México com espécies de Asteraceae. Em Corona et al. (2009), também no México, foram obtidos sete nós para táxons de Buprestidae (Coleoptera). No presente trabalho encontramos apenas dois nós em uma abrangência maior, e isto aponta um padrão distribucional congruente com outros grupos a seguir relacionados, ou seja, pertencentes a várias porções da Neotropical, independente do número de nós panbiogeográficos.

Roeboides carti apresentou congruência panbiogeográfica com *Cyrtoneurina confusa*, *C. geminata* e *C. uber* (ver Carvalho et al. 2003). Parte da área de ocorrência de *Cetopsis coecutiens* coincide com o traço individual estabelecido para *C. rescita*.

O traço generalizado “e” cruza com o traço generalizado “j” em Carvalho et al. (2003) formando um nó panbiogeográfico na região *Costa Venezuelana* (segundo classificação de Morrone 2004) Ainda no mesmo trabalho, *Bithoracochaeta atricomis* e *B. leucoprocta* são distribuídos na região sul da América do Sul igualmente como *Auchenipterus nigripinnis* e *A. osteomystax*.

Os traços individuais de *Roeboides bouchellei* e *R. carti* são semelhantes a muitos traços de espécies de Coleoptera apresentados em Morrone & Márquez (2001).

Segundo Morrone (2001), a região Neotropical se divide em quatro subregiões (*Caribeña*, *Amazónica*, *Chaqueña* e *Paranaense*) seguidas de 50 províncias biogeográficas baseadas na compilação dos padrões de distribuição de distintos grupos de seres vivos. Três espécies incluídas em *Cetopsis* (*C. candiru*, *C. parma* e *C. plumbea*) estão incluídas na província amazônica e congruentes com a distribuição de

Fuchsia decussata (ver Morrone 2000). A província *Varzea* proposta em Morrone (2000) é dotada de grande variedade de táxons (Mollusca, Arthropoda, Vertebrata) e engloba a região do rio Amazonas representada pelos traços generalizados “a” e “h” neste trabalho. E na província *Cerrado* estão os traços generalizados “g” e “i”. Ambas representações incluem os dois nós encontrados.

O traço generalizado “c” corrobora o traço em Alzate et al. (2008) que apresentaram para espécies incluídas em *Bomarea* (Alstroemeriaceae).

Em Nihei & Carvalho (2005), estudos com espécies de *Polietina* Schabl & Dziedzicki 1911 apontaram congruências tanto em traços individuais como em generalizados neste estudo. Os traços individuais de *Polietina bicolor* e *P. flavithorax* são semelhantes ao encontrado em *Auchenipterus osteomystax*, na região sul da América do Sul. *Cetopsis candiru* e *C. coecutiens* se encontram praticamente por toda região do Amazonas igualmente como *Polietina prima*. O traço generalizado “a” + “h” no presente estudo corrobora o traço “*P. nigra* + *P. prima*” (traço 1) encontrado no estudo biogeográfico de Muscidae.

Se compararmos as localidades aproximadas dos traços generalizados com as *freshwater ecoregions* propostas por Abell et al. (2008) temos a relação apresentada na Tabela 2.

Segundo Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro (2007), as considerações sobre peixes de água doce são ainda raras no cenário conservacionista. Esta análise panbiogeográfica pode auxiliar no entendimento de padrões distribucionais dos táxons apresentados e na importante questão de conservação da biodiversidade do ponto de vista biogeográfico.

Tabela 2. Traços generalizados com as espécies pertencentes e respectivas congruências espaciais com as *freshwater ecoregions* propostas por Abell et al. 2008.

Traços	Táxons	Ecoregiões
A	<i>A. brachyurus</i> <i>A. britskii</i> <i>B. cuvieri</i> <i>B. lucius</i> <i>B. xyrekes</i> <i>C. candiru</i> <i>C. coecutiens</i> <i>C. oliverai</i>	<i>Rio Negro</i> <i>Amazonas Lowlands</i>
B	<i>C. amphiloxa</i> <i>C. fimbriata</i> <i>C. orinoco</i> <i>C. othonops</i> <i>R. dayi</i> <i>R. occidentalis</i>	<i>North Andean Pacific Slopes – Rio Atrato</i> <i>Orinoco High Andes</i>
C	<i>C. candiru</i> <i>C. oliverai</i> <i>C. parma</i> <i>C. plumbea</i>	<i>Amazonas Lowlands</i> <i>Ucayali – Urubamba Piedmont</i>
D	<i>A. dentatus</i> <i>A. nuchalis</i> <i>A. osteomystax</i> <i>B. cuvieri</i> <i>C. candiru</i> <i>C. coecutiens</i>	<i>Guianas</i> <i>Amazonas Estuary & Coastal Drainages</i>
E	<i>B. lucius</i> <i>B. maculata</i> <i>B. xyrekes</i> <i>C. coecutiens</i> <i>C. orinoco</i> <i>R. dientonito</i>	<i>South America Caribbean Drainages – Trinidad</i> <i>Orinoco Llanos</i>
F	<i>A. nigripinnis</i> <i>A. osteomystax</i> <i>C. gobioides</i>	<i>Lower Uruguay</i> <i>Upper Parana</i> <i>Lower Parana</i>
G	<i>A. coracoides</i> <i>A. osteomystax</i> <i>B. cuvieri</i> <i>C. candiru</i> <i>C. coecutiens</i>	<i>Xingu</i> <i>Tocantins-Araguaia</i>
H	<i>A. britskii</i> <i>A. coracoides</i> <i>A. longimanus</i> <i>A. nuchalis</i> <i>B. cuvieri</i> <i>B. lucius</i> <i>B. maculata</i> <i>C. candiru</i> <i>C. coecutiens</i> <i>C. oliverai</i>	<i>Amazonas Lowlands</i>
I	<i>C. candiru</i> <i>C. coecutiens</i>	<i>Tocantins-Araguaia</i>

Alguns grupos taxonômicos com ampla distribuição não foram citados neste trabalho como comparação, mas pode-se inferir que informações acerca da evolução das áreas e das espécies aqui apresentadas podem ser acrescidas às informações das políticas de conservação e ressaltar que o método panbiogeográfico é eficiente neste aspecto. Sabe-se que estudos em primatologia com outros métodos biogeográficos como a Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) também apontam as regiões aqui apresentadas como áreas de alto grau de endemismo (ver Silva & Oren 1996, Goldani et al. 2006).

A panbiogeografia é uma ferramenta útil para estudar o padrão distribucional de peixes neotropicais. Estudos adicionais devem suprir a falta de informação acerca desse método na Neotropical.

Agradecimentos

Agradeço o incentivo de Mauro José Cavalcanti na pesquisa da panbiogeografia e indicação do site pessoal sobre a área. Agradeço também a bolsa concedida pela CAPES e a leitura crítica do Dr. Carlos Alberto Santos de Lucena. O mapa dos rios tem o crédito de Marilyn Weitzman, do Smithsonian Institution – Washington (EUA). A Dra. Elaine Della Giustina Soares indicou o *freeware* ArcGIS Explorer ESRI® para que este estudo fosse possível.

Referências Bibliográficas

ABELL, R., THIEME, M.L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., COAD, B., MANDRAK, N., BALDERAS, S.C., BUSSING, W., STIASSNY, M.L.J., SKELTON, P., ALLEN, G.R., UNMACK, P., NASEKA, A., SINDORF, R.N.G.N., ROBERTSON, J., ARMIJO, E., HIGGINS, J.V., HEIBEL, T.J., WIKRAMANAYAKE, E., OLSON, D., LÓPEZ, H.L., REIS, R.E., LUNDBERG, J.G., SABAJ-PÉREZ, M.H., & PETRY, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 58 (5): 403-414.

ALZATE, F., QUIJANO-ABRIL, M.A. & MORRONE, J.J. 2008. Panbiogeographical analysis of the genus *Bomarea* (Alstroemeriaceae). *J. Biogeogr.* 35 (7): 1250-1257.

CARVALHO, C.J.B. de 2004. Ferramentas atuais da biogeografia histórica para utilização em conservação. In *Unidades de Conservação: Atualidades e tendências* (M.S. Milano; L.Y. Takahashi & M.L. Nunes, eds). Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, Curitiba, p. 92-103.

CARVALHO, C.J.B. de, BORTOLANZA, M.C., SILVA, M.C.C. & SOARES, E.D.G. 2003. Distributional patterns of the Neotropical Muscidae (Diptera). In *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (J.J. Morrone & J. Llorente-Bousquets, eds). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., p. 263-274.

CAVALCANTI, M.J. & GALLO, V. 2008. Panbiogeographic analysis of distribution patterns in hagfishes (Craniata: Myxinidae). *J. Biogeogr.* 35(7): 1258-1268.

CORONA, A.M., TOLEDO, V.H. & MORRONE, J.J. 2009. Track analysis of the Mexican species of Buprestidae (Coleoptera): testing the complex nature of the Mexican Transition Zone. *J. Biogeogr.* 36 (9): 1730 – 1738.

CRAW, R.C., GREHAN, J.R. & HEADS, M.J. 1999. *Panbiogeography: Tracking the History of Life*. Oxford University Press, New York.

CRISCI, J.V., KATINAS, L. & POSADAS, P. 2003. *Historical Biogeography: an introduction*. Harvard University Press, London.

CROIZAT, L. 1952. *Manual of Phytogeography*. Junk, The Hague.

CROIZAT, L. 1958. *Panbiogeography*. Published by the author, Caracas.

CROIZAT, L. 1964. *Space, Time, Form: The Biological Synthesis*. Published by the author.

CROIZAT, L. 1976. *Biogeografía analítica y sintética (“Panbiogeografía”) de las Américas*. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales*, Tomo.

CROIZAT, L. 1981. Biogeography: Past, present and future. In Vicariance Biogeography: A Critique. (G. Nelson & D. E. Rosen, eds). Columbia University Press, New York.

ESRI. 2006-2008. ArcExplorer© GIS for everyone. Environmental Systems Research Institute, New York.

FERRARIS JR, C.J., & VARI, R.P. 1999. The South American catfish genus *Auchenipterus* Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. Zool. J. Linn. Soc-Lond. (126): 387-450.

FERRARIS JR., C.J., VARI, R.P. & RAREDON, S.J. 2005. Catfishes of the genus *Auchenipterichthys* (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae): a revisionary study. Neotrop. Ichthyol. (3): 89-106.

GONZÁLEZ-ZAMORA, A., VEJA, I.L., VILLASEÑOR, J.L. & RUIZ-JIMÉNEZ, C.A. 2007. Distributional patterns and conservation of species of Asteraceae (asters etc.) endemic to eastern Mexico: a panbiogeographical approach. Systematics and Biodiversity 5 (2): 135-144.

GOLDANI, A., CARVALHO, G.S. & BICCA-MARQUES, J.C. 2006. Distributional patterns of Neotropical primates (Platyrrhini) based on Parsimony Analysis of Endemicity. Bras. J. Biol. 66 (1): 61-74.

GREHAN, J.H. 2001. Panbiogeografía y la geografía de la vida. In Introducción a la biogeografía histórica em latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones (J. L. Bousquets & J. J. Morrone (eds). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., p. 181-193.

HERRERA-VÁSQUEZ, J., BUSSING, W. & VILLALOBOS, F. 2008. Panbiogeographical analysis of Costa Rican freshwater fishes. *Rev. Biol. Trop.* 56 (1): 165-170.

HUBERT, N. & RENNO, J.F. 2006 . Historical Biogeography of South American freshwater fishes. *J. Biogeogr.* 33: 1414-1436.

KATINAS, L, MORRONE, J.J. & CRISCI, J.V. 1999. Track analysis reveals the composite nature of the Andean biota. *Aust. J. Bot.*, Collingwood, vol. 47, p.111-130.

KAVALCO, K. F & PAZZA, R. 2007. Aspectos Biogeográficos de componentes da Ictiofauna da América Central. *ConScientiae Saúde*, São Paulo, v.6, p. 147-153.

LUCENA, C. A. S. DE. 2000. Revisão taxonômica e filogenia das espécies transandinas do gênero *Roeboides* Günther (*Teleostei: Ostariophysi: Characiformes*). *Comun. Mus. Ciênc. Technol. PUCRS, Sér. Zool.* Porto Alegre, v. 13, p. 3-63.

LUNDBERG, J.G., MARSHALL, L.G., GUERRERO, J., HORTON, B., MALABARBA, M.C.S.L & WESSELINGH, F. 1998. The stage of Neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. In *Phylogeny and*

classification of Neotropical fishes (L.R. Malabarba, Reis, R.E., Vari, R.P, Lucena, Z.M.S. & Lucena, C.A.S, eds). EDIPUCRS, Porto Alegre, p. 13-48.

MONDRAGÓN, E.A. & MORRONE, J.J. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia*, Caracas, vol. 29, p. 112-120.

MORRONE, J.J. & CRISCI, J.V. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26: 373-401.

MORRONE, J.J. & MÁRQUEZ, J. 2001. Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalized tracks, and geographical homology. *J. Biogeogr.* (28): 635-650.

MORRONE, J.J. 2000. A new regional biogeography of the Amazonian subregion mainly based on animal taxa. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 71 (2): 99-123.

MORRONE, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza, M&T – Manuales & Tesis SEA, vol. 3.

MORRONE, J.J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Bras. Entomol.* 48: 142-162.

MYERS, N. 1988. Threatened biotas: “Hotspots” in tropical forests. *The Environmentalist*.

NIHEI, S.S & CARVALHO, C.J.B. de 2005. Distributional patterns of the neotropical fly genus *Polietina* Schnabl & Dziedzicki (Diptera, Muscidae): a phylogeny-supported analysis using panbiogeographic tools. *Pap. Avulsos Zool.* 45.

SARMENTO-SOARES, L.M. & MARTINS-PINHEIRO, R.F. 2007. A Importância da Ictiologia na definição de Unidades de Conservação. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*.

SCHAEFER, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on Phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In *Phylogeny and classification of Neotropical fishes* (L.R. Malabarba, Reis, R.E., Vari, R.P, Lucena, Z.M.S. & Lucena, C.A.S, eds). EDIPUCRS, Porto Alegre, p. 375-400.

SILVA, J.M.C. & OREN, D.C. 1996. Application of parsimony analysis of endemism (PAE) in Amazon biogeography: an example with primates. *Biol. J. Linn. Soc-Lond.* (59): 427-437.

VARI, R.P. 1995. The Neotropical Fish Family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and Intrafamilial Phylogenetic Relationships, with a Revisionary Study. *Smithsonian Contributions to Zoology*.

VARI, R.P., FERRARIS JR., C.J. & PINNA, M.C.C. de. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotrop. ichthyol.* (3): 127-238.

Conclusões Gerais

Baseadas nos três artigos de Biogeografia Histórica que fazem parte desta tese podemos concluir que:

* o método da análise de parcimônia de endemismo (PAE) é eficiente com dados distribucionais de peixes neotropicais no relacionamento de áreas de endemismo pré estabelecidas (ecoregiões), visto que os agrupamentos encontrados corroboraram características históricas e ecológicas presentes nos sistemas de drenagens que formam as *freshwater ecoregions* da região neotropical, além de comparações entre agrupamentos de outros estudos citados;

* o método da panbiogeografia é eficiente na detecção de padrões de distribuição através de traços individuais, traços generalizados e nós panbiogeográficos com dados distribucionais de peixes de água doce neotropicais por serem congruentes com dados de literatura recentes apresentados como comparação;

* os métodos apresentados neste estudo são ferramentas úteis para conservação da região Neotropical baseados em dados distribucionais de peixes de água doce;

* os métodos e aplicações comparados no artigo três com dados distribucionais de diversos grupos taxonômicos são eficientes como ferramentas conservacionistas da biogeografia histórica (exemplos: uso de quadrículas para indicação de áreas de grande grau de endemismo para conservação, uso de nós panbiogeográficos como *hotspots* para conservação), visto que estas aplicações vêm crescendo e ganhando notoriedade nesta última década baseada nos artigos citados com ênfase na Biogeografia da Conservação.