

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

Sinara Silva Romeiro

**PROPOSTAS DE ÁREAS DE ENDEMICIDADE PARA ORGANISMOS
FLUVIOLACUSTRES DA AMÉRICA DO SUL**

Diamantina-MG
2018

Sinara Silva Romeiro

**PROPOSTAS DE ÁREAS DE ENDEMICIDADE PARA ORGANISMOS
FLUVIOLACUSTRES DA AMÉRICA DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Biologia Animal da
Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri, como requisito
parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: *Dr.* Rodrigo Cesar Marques

Diamantina-MG
2018

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R763p

Romeiro, Sinara Silva

Propostas de áreas de endemicidade para organismos fluviolacustres da América do Sul / Sinara Silva Romeiro, 2018.

94 p. : il.

Orientador: Rodrigo César Marques

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

1. Biogeografia. 2. Análise de parcimônia. 3. Bacias hidrográficas. I. Marques, Rodrigo César. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 577

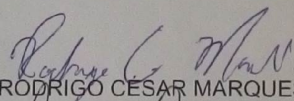
SINARA SILVA ROMEIRO

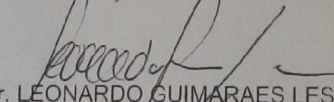
**"PROPOSTAS DE ÁREAS DE ENDEMICIDADE PARA ORGANISMOS
FLUVIO LACUSTRES DA AMÉRICA DO SUL"**

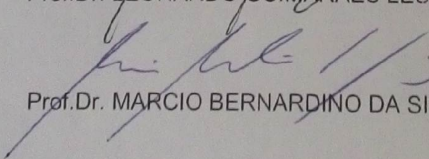
Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL,
nível de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRA EM BIOLOGIA ANIMAL

Orientador (a): Prof. Dr. Rodrigo César
Marques

Data da aprovação : 03/12/2018


Prof.Dr. RODRIGO CESAR MARQUES - UFVJM


Prof.Dr. LEONARDO GUIMARAES LESSA - UFVJM


Prof.Dr. MARCIO BERNARDINO DA SILVA - UFPB

DIAMANTINA

*Dedico este trabalho aos responsáveis pela
minha existência...meus pais.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e minha Nossa Senhora Aparecida, por sempre direcionar meus caminhos e guiar meus passos, sempre ao meu lado e pela oportunidade ter colocado pessoas (anjos) tão especiais na minha vida.

Aos meus pais, Maria da Glória e Valdir, por sempre acreditar nos meus sonhos, por todo carinho, amor, proteção, ensinamentos, por serem as melhores pessoas que já conheci. Amor incondicional!

Ao meu orientador (diga-se de passagem melhor orientador do mundo), pela paciência, dedicação, comprometimento, ensinamentos, por ser essa pessoa incrível, te admiro muito, tanto pelo profissional que és (quando crescer quero ser igual), quanto pelo ser humano espetacular. Acredito que a palavra obrigada não é suficiente para expressar toda minha gratidão pela oportunidade em ser sua orientada. Mas como ainda não temos outra palavra, então vai o meu MUITO OBRIGADA!!!

À minha família, avós, tias, tios, primos e primas, por sempre torcerem pelo meu sucesso. Vocês são a melhor família do mundo!

Aos meus amigos (Ângela, Andreia, Damille, Lane, Luciano, Lucas, Quetine e Thiago) e colegas, que contribuíram direta ou indiretamente nessa trajetória, pelos momentos de descontração, por ouvirem as minhas reclamações e por mim incentivar a continuar lutando. Vocês são mais que amigos, são irmãos que a vida mim presenteou.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela minha formação em nível de mestrado, aos professores e a todos aqueles que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, em especial, o professor Thiago, por toda ajuda.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa.

A todos o meu muito obrigada, pois afinal de contas....

“Somos a Bahia de um mar inteiro. Somos a fumaça de um mensageiro. Somos pretos e cantaremos nossa cor. Somos a luz da cidade sóbria, somos o sonho de ser pátria igual, somos beleza infinita, de perto, anormal. Somos capoeira de mestre forte. Somos escolhidos da sorte. Somos tambores de fé. Somos o universo de bem maior. Somos o amor e seus aliados. Somos filhos encantados.” (Saulo Fernandes)

RESUMO

A região da América do Sul é reconhecida por apresentar uma enorme biodiversidade, incluindo a fauna das bacias hidrográficas, pois essa região abriga em suas águas a mais diversificada fauna de peixes de água doce do planeta. Nesse sentido, o estudo da biogeografia dessa região é fundamental, pois esta ciência estuda a distribuição dos organismos do passado e do presente. E esta distribuição muitas vezes não está disposta aleatoriamente, mas sim formando padrões de disjunção ou de sobreposição conhecido como simpatria, que faz parte de uma grande área do conhecimento da biodiversidade denominado Biogeografia, ciência multidisciplinar em suas relações com a geologia, filogenia, ecologia, entre outros. O continente é caracterizado pela sua geomorfologia e eventos climatológicos, associados a uma história com período longo de isolamento que serviu como cenário de diversas hipóteses biogeográficas em diversos grupos de animais e plantas, bem como em tradicionais divisões biogeográficas. No entanto, essas divisões focaram principalmente em ambientes terrestres, enquanto que em ambientes fluviolacustres o foco esteve direcionado para hipóteses derivadas de grupos de peixes. Dessa forma, duas perguntas estão centradas aqui: a) os diferentes tipos de organismos fluviolacustres são bons indicadores de áreas de endemidade?; b) existem áreas de endemidade válidas para as bacias restritas as bacias fluviais? O presente estudo visou formular hipóteses primárias de endemidade com diversos organismos dulciaquícolas da América do Sul, tendo como base as principais bacias e sub-bacias hidrográficas ao longo do continente e utilizando métodos de simpatria estrita (PAE e sua variação PAE-PCE) e não estrita (análise de agrupamentos) que não exigem dados georeferenciados. Dessa forma, o levantamento bibliográfico dos dados resultou em 7.163 espécies fluviolacustres, 248 áreas primárias e 50 ecorregiões já propostas na literatura. Assim, foi possível visualizar a hierarquizações dessas áreas, além de alguns processos biogeográficos que estão envolvidos no endemismo das áreas de endemidade e em ecorregiões do continente sul-americano.

Palavras-chave: Biogeografia, Análise de Parcimônia; Bacias Hidrográficas

ABSTRACT

The region of South America is recognized for its enormous biodiversity, including watershed fauna, as this region is home to the most diverse freshwater fish fauna on the planet. In this sense, the study of the biogeography of this region is fundamental, because this science studies the distribution of the organisms of the past and the present. And this distribution is often not randomly arranged, but rather forms patterns of disjunction or overlap known as sympatry, which is part of a large area of knowledge of biodiversity called Biogeography, multidisciplinary science in its relations with geology, phylogeny, ecology, among others. The continent is characterized by its geomorphology and climatological events, associated to a history with a long period of isolation that has served as a scenario of diverse biogeographic hypotheses in various animal and plant groups, as well as in traditional biogeographic divisions. However, these divisions focused mainly on terrestrial environments, whereas in fluviolacustre environments the focus was directed to hypotheses derived from groups of fish. In this way two questions are centered here: a) the different types of fluviolacustres organisms are good indicators of areas of endemism?; b) are there areas of endemism valid for restricted basins in river basins? The present study aimed to formulate primary hypotheses of endemism with several South American sweetcorn organisms, based on the main basins and sub-basins throughout the continent and using strict sympathies (PAE and PAE-PCE variation) and not (cluster analysis) that do not require georeferenced data. In this way, the bibliographic survey of the data resulted in 7,163 fluviolacustres species, 248 primary areas and 50 ecoregions already proposed in the literature. Thus, it was possible to visualize the hierarchies of these areas, in addition to some biogeographic processes that are involved in the endemism of the endemic areas and in ecoregions of the South American continent.

Keywords: Biogeography, Parsimony Analysis; Watersheds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estágios da evolução da bacia amazônica.....	17
Figura 2: Cladograma PAE com o padrão de hierarquização encontrado para as PA's com todos os grupos juntos.....	41
Figura 3: Cladograma PAE-PCE com o padrão de hierarquização encontrado para as PA's com todos os grupos juntos.....	42
Figura 4: Mapa com as áreas de endemividade todos os grupos juntos.....	43
Figura 5: Mapa com as áreas de endemividade Peixes.....	45
Figura 6: Mapa com as áreas de endemividade Trichoptera.....	46
Figura 7: Mapa com as áreas de endemividade Megaloptera.....	47
Figura 8: Mapa com as áreas de endemividade Coleóptera.....	47
Figura 9: Mapa com as áreas de endemividade Hemiptera.....	48
Figura 10: Mapa com as áreas de endemividade Crustáceos.....	48
Figura 11: Mapa com as áreas de endemividade Bivalves.....	49
Figura 12: Mapa com as áreas de endemividade Gastrópodes.....	49
Figura 13: Mapa com a delimitação das áreas de endemividade PAE-PCE todos os grupos juntos.....	50
Figura 14: Mapa com a delimitação das áreas de endemividade PAE-PCE Peixes.....	51
Figura 15: Ecorregiões que apresentaram padrões de hierarquização.....	75
Figura 16: Árvores resultantes das análises PAE para as ecorregiões da Amazônica e adjacentes e do Prata.....	76
Figura 17: Árvores resultantes da análise PAE-PCE para as ecorregiões.....	77
Figura 18: Mapa com o índice de endemividade das Ecorregiões.....	78
Figura 19: Mapa com índice de endemividade relativo das Ecorregiões.....	79
Figura 20: Mapa da riqueza de espécies das Ecorregiões.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propostas de regionalização para a América do Sul.....	19
Tabela 2: Grupos selecionados para o presente estudo.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

AE – Áreas de Endemicidade

BPA - Análise Parcimoniosa de Brooks

IC – Índice de Consistência

Ma – Milhões de anos

PA's - Áreas Primarias

PAE – Análise de Parcimônia de Endemicidade

PCE - Eliminação Progressiva de Caracteres

TNT - Tree analysis using New Technology

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
1.2 América do Sul: pequeno histórico evolutivo.....	14
1.3 Regionalização biótica da América do Sul: principais propostas.....	17
1.4 América do Sul: ambientes fluviolacustres.....	22
REFERÊNCIAS	25
Capítulo 1: BIOGEOGRAFIA DA AMÉRICA DO SUL: DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE ENDEMICIDADE PARA ORGANISMOS FLUVIOLACUSTRES	31
RESUMO	31
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	34
Delimitação de bacias.....	35
Grupos selecionados para o estudo.....	36
Construção da matriz de dados.....	37
Análise de Máxima Parcimônia.....	37
Cálculo de endemidade.....	37
Cálculo de similaridade.....	38
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	52
REFERÊNCIAS	57
Capítulo 2: ECORREGIÕES DE ÁGUA DOCE: UMA PROPOSTA DE REGIONALIZAÇÃO PARA A AMÉRICA DO SUL	66
RESUMO	66
ABSTRACT	66
INTRODUÇÃO	67
MATERIAL E MÉTODOS	69
Delimitação de Ecorregiões.....	69
Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) e Eliminação Progressiva de Caracteres (PAE-PCE)	70
Levantamento dos dados e grupos selecionados.....	70

Construção da matriz de dados.....	71
Cálculo de endemicidade.....	71
Cálculo de similaridade.....	72
RESULTADOS.....	73
DISCUSSÃO.....	81
REFERÊNCIAS.....	86
CONSIDERAÇÕES DO ESTUDO.....	93

1 INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo de vários séculos diversos pesquisadores e pensadores (CROIZAT, 1964; DANA, 1852; DE CANDOLLE, 1820; SCLATER, 1858; WALLACE, 1876) procuraram entender e explicar a distribuição geográfica das espécies, tendo como principais indagações demonstrar o porquê, quais processos e padrões ocorreram e qual a contribuição de elementos físicos e históricos que resultaram na atual distribuição da fauna e flora de uma determinada localidade.

A biogeografia é uma ciência multidisciplinar que concentra seus estudos nos padrões distribucionais dos seres vivos, tanto no perfil ecológico quanto histórico (MYERS e GILLER, 1988); (BROWN e LOMOLINO, 2006). No perfil ecológico, a biogeografia está relacionada à ocorrência de processos ecológicos e variáveis físicas limitantes em um período de tempo recente, em uma escala espacial menor. Já no perfil histórico, a biogeografia compromete-se com os aspectos históricos (isto é, processos geológicos) de uma região ou conjunto de regiões, associado a processos evolutivos da biota local (isto é, a filogenia) em uma ampla escala espacial (MYERS e GILLER, 1988). Mas cabe lembrar que nem sempre essa distinção é fácil, sendo que ambas as áreas podem dialogar-se, dependendo da escala espaço-temporal utilizada. Dessa forma, entende-se a Biogeografia como uma área de estudos em que a evolução das espécies é indissociável da evolução ambiental, geográfica (ou geológica) da região estudada. Em uma visão mais abrangente, toda a biodiversidade existente refletirá esses três componentes – forma (as espécies), tempo e espaço (aspectos geológicos regionais) indicado inicialmente por Croizat, (1964).

No campo da biogeografia histórica, os processos de dispersão e vicariância são importantes para explicar a distribuição dos organismos. Na dispersão, uma população ancestral de organismos que ocorria em apenas uma área, começa a aumentar sua distribuição e passa a se dispersar para outras áreas, bem como ultrapassando barreiras preexistentes. Com o passar do tempo, as populações isoladas pelas barreiras transpostas – ou mesmo a distância – se diferenciam e modificam-se em espécies diferentes. Já nos eventos de vicariância, a população ancestral ocupava a totalização das áreas atualmente habitadas por seus descendentes, com subsequente subdivisão em duas populações pelo surgimento de uma barreira reprodutiva (NELSON e PLATNICK, 1981; CRISCI *et al.*, 2003). Logo a filogenia dos organismos tem o potencial de representar eventos vicariantes pretéritos.

Um outro ponto sobre a Biogeografia Histórica, é seu potencial em identificar hipóteses primárias de distribuição de organismos, validando posteriormente como hipóteses secundárias as ocorrências simpátricas. As hipóteses primárias de distribuição são padrões

comuns de coocorrência (simpatrias) que apresentam histórias conjuntas (que abarca o conceito de endemismo e endemicidade). A formulação de hipóteses primárias de distribuição segundo Crisp *et al.*, (2010), é uma analogia com o conceito de homologia primária desenvolvida por Pinna (1991) para caracteres em filogenia. Em outras palavras, ocorrências simpátricas seriam potencialmente “homólogas”, pois representariam oriundas do mesmo evento, no caso, cladogenético. Em uma próxima etapa testa-se a posteriori as hipóteses de simpatria pela história filogenética das espécies componentes, com metodologias tradicionais como filogenias de áreas, Parcimônia de Brooks, entre outros. Para determinar hipóteses primárias de distribuição utilizam-se diversos métodos para encontrar regiões que representam coocorrências, baseadas no maior grau de simpatria possível entre os componentes bióticos. Um dos métodos mais amplamente utilizados é a análise de parcimônia de endemicidade (PAE), que foi inicialmente desenvolvido por Rosen (1988) em um contexto estratigráfico. Tal método procura definir áreas de endemismo a partir de um critério mínimo de simpatrias (no mínimo 2 espécies coocorrentes), buscando assinalar 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 (GOLDANI, 2010). Outra forma de delimitação de áreas de endemismo é através do método NDM (endemismo), proposto a princípio por Szumik *et al.*, (2002), e com algumas alterações e atualizações feitas (SZUMIK e GOLOBOFF, 2004) e o Nested Clade Area (DEO e DESALLE, 2006), desse modo o método utiliza quadrículas como unidades básicas. Em todos estes métodos, o conceito de maximização de simpatria se faz presente.

Além da importância epistêmica em determinar hipóteses primárias, determinar as áreas de endemismo também se tornaram importantes dentro das ditas ciências de conservação, pois são referências para planos de manejo e elaboração de estratégias para unidades de conservação em diferentes escalas (MARGULES e PRESSEY, 2000; MYERS *et al.*, 2000; PRESSEY *et al.*, 1993; WHITTAKER *et al.*, 2005). Esse é um ponto importante, que tem sido subestimado nessa área (WHITTAKER *et al.*, 2005). Por sua vez, a validação de hipóteses secundárias de ocorrências simpátricas é a corroboração das hipóteses de endemicidade, via utilização de filogenias conjuntas de organismos como representante da evolução de áreas de simpatria, onde a Biogeografia Cladística, Parcimônia de Brooks e Métodos de Consenso de árvores encontraram seu maior desenvolvimento.

1.2 América do Sul: um breve histórico evolutivo

Nos últimos 250 milhões de anos a região da atual América do Sul passou por inúmeras modificações, além de experimentar diversas alterações em sua geomorfologia, desde quando era parte da grande Rodínia, depois como parte da Gondwana, seguido por ser um continente isolado, até sua união com a América Central pelo Istmo do Panamá (LAVINA e FAUTH, 2016). O continente sul-americano durante o início da era Mesozoica não possuía nenhuma individualização, sendo representado pelo que hoje são blocos onde estão localizados os continentes da Austrália (e parte da Oceania), Antártica, América do Sul, África e o sub continente da Índia (LAVINA e FAUTH, 2011). O período da junção deste blocos remonta a cerca de 1000 Ma (DE WIT *et al.*, 2008). Durante a separação da América da África, iniciando por volta de 130 Ma o Oceano Atlântico surgia com rifteamento ao sul, seguido pelo rifteamento ao norte por volta de 120 Ma, enquanto paulatinamente a América do Sul torna-se um continente isolado. Nesse processo, a placa continental Sul Americana colide com a placa oceânica de Nazca, surgindo um intenso e contínuo vulcanismo ao longo da margem oeste do continente, ocorrendo o soerguimento do que seria várias fases da construção do atual sistema orográfico do Patagonides e Andes, uma ampla faixa montanhosa no sentido norte-sul que está em contínuo soerguimento (POSADAS e ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2016). Da mesma forma que na borda norte desta placa apresenta um histórico como limite transformante com as placas vizinhas e, em última instância, influenciada pela ação da migração da placa Caribenha (AUDEMARD e AUDEMARD, 2002; TRENKAMP *et al.*, 2002).

Neste processo de elevação dos Andes foi importante para as delimitações climáticas e bióticas da América do Sul. Esse processo é mais evidente a partir do Mioceno, quando as principais drenagens da América do Sul invertem sua orientação – mais precisamente a Bacia do Amazonas - que começam a surgir como uma unidade fechada, com gradual mudança de orientação de Oeste-Leste para Leste-Oeste, assumindo sua atual configuração (HOORN *et al.*, 1995). Antes da inversão de drenagens, seguindo Wasselingh e Salo (2007), temos uma etapa de formação de um golfo proto-Maracaibo (chamado de estágio Chambira), provavelmente pré miocênico (Figura 1a), seguido pela abertura do mar de Pebas, que recebia grande parte das drenagens do paleo-Amazons, durante o Mioceno médio (Figuras 1b e 1c), e conseqüente fechamento e reorientação do fluxo do Rio Amazonas no final do Mioceno (Figura 1 d). A contínua subducção da Placa de Nazca influenciou na formação de altos estruturais na parte ocidental da Amazônia, regulando as bacias dos rios Huallaga, Madre de Dios, Ucayali e Marañón (ESPURT *et al.*, 2007). Por sua vez, ao sul, a Bacia do Rio do Prata foi se formando, onde a parte mais alta (rio Paraná), que apresentaram durante a evolução seu

curso modificado devido a falhas geológicas ortogonais NE-SE (ORNE, 2007). A Bacia do Paraguai, bem como o Pantanal se formaram em diversos estágios de reativação da bacia do Pantanal. A atual conformação está associado a eventos tectônicos da subida dos Andes a pelo menos 2,5 Ma (ASSINE *et al.*, 2016). A região de planície dos rios Paraná e Paraguai até a foz do Rio da Prata apresentou episódios de ingressões marinhas, presentes pela última vez durante o mioceno médio (chamado de “Mar Paraná”), quando então passa lentamente a um processo de recuou generalizado do mar até o final do mioceno (LUNDBERG *et al.*, 1998), tendo como consequência as atuais planícies inundáveis dos banhados (esteros) do Mar Chiquita e Iberá. As drenagens atlânticas do Brasil, em sua maioria, foram condicionadas aos diversos eventos de reativação de falhas da Serra da Mantiqueira no Cenozóico, mudando assim a direção fluvial de alguns rios e alterando a sedimentação da bacia do rio Paraná (LAVINA e FAUTH, 2016).

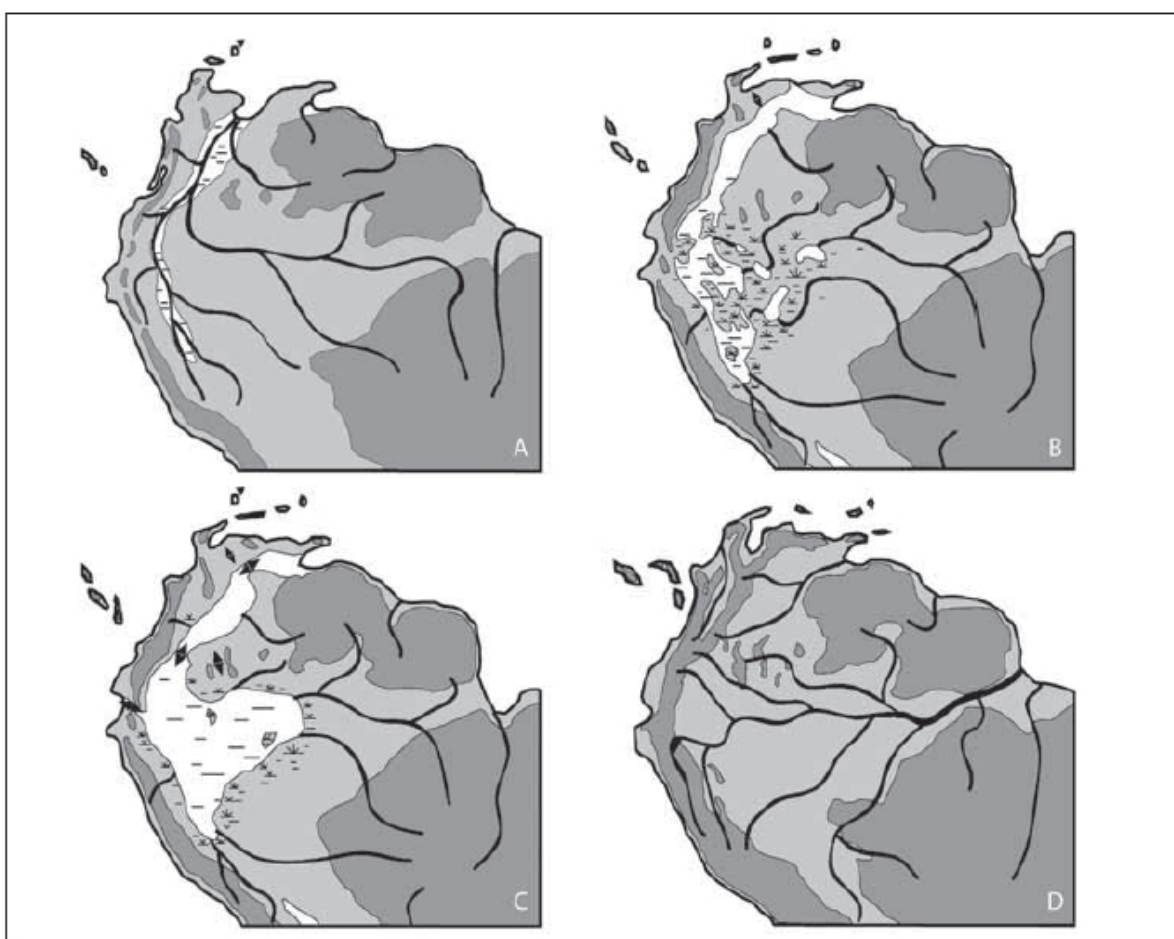


Figura 1: Estágios da evolução da bacia amazônica: A – Formação do estágio Chambira, pré miocênico; B – Início do Mar de Pebas (cerca de 25 Ma); C – Ampliação do Mar de Pebas (cerca de 15 Ma); D – Início da reversão da drenagem do Amazonas (cerca de 8 Ma).

Ora, se a América do Sul teve uma evolução tão complexa, também seria esperada uma mesma complexidade na evolução de sua biota. Durante o período Neogeno grande parte da geografia e composições bióticas da atual América do Sul foram formadas (POTTER e SZATMARI, 2009), assim como novos dados deixaram claro que a elevação dos Andes

provocou efeitos no clima regional (INSEL e POULSEN, 2009; POULSEN *et al.*, 2010) fazendo com que ocorresse imenso impacto na evolução da paisagem em todo o norte da América do Sul, incluindo a Amazônia (HOORN *et al.*, 2010). A medida que a elevação dos Andes se intensificava uma área de lagos e regiões alagadas na Amazônia se formava, sendo colonizados por espécies endêmicas de invertebrados (moluscos e ostracodes) (WESSELINGH, e SALO, 2006), também foi um momento em que houve uma diversificação da fauna incluindo gaviões, jacarés, tartarugas e répteis.

1.3 Regionalização biótica da América do Sul: principais propostas

A regionalização biótica do continente sul-americano foi e continua sendo alvo de inúmeras pesquisas biogeográficas. Durante os últimos 150 anos foram feitas diversas análises biogeográficas para regionalização da biota levando em consideração os padrões ecológicos e evolutivos. Todas estas divisões são influenciadas pelas percepções dos autores sobre elementos físico-climáticos locais, metodologias próprias (muitas vezes não explícitas) bem como quais são só objetos biológicos utilizados para regionalização baseado em ocorrências, seja de regiões entre bacias hidrográficas, seja utilizando os biomas ou zonas fitogeográficas como delimitações iniciais (ex. CABRERA e WILLINK, 1973; CRISCI *et al.*, 1991; CROIZAT, 1960; FITTKAU, 1969; JEANNEL, 1942, 1967; KUSCHEL, 1964b; MONROS, 1958; MORRONE, 2013; MULLER, 1979; RAPOPORT, 1968; SANMARTIN e RONQUIST, 2004; SKOTTSBERG, 1960; TAKHTAJAN, 1969).

A tabela abaixo apresenta de forma objetiva os diversos estudos e propostas de regionalização feitas ao longo dos últimos anos no continente.

Tabela 1. Propostas de regionalização para a América do Sul.

Proposta de regionalização (Morrone, 2006)	Sclater (1858)	Cabrera e Yepes (1940)	Fittkau (1969)	Sick (1969)	Cabrera e Willink (1973)	Ringuelet (1975)	Ab' Sáber (1977)	Rivas-Martínez e Tovar (1983)	Dinerstein et al., (1995)
Chocó	Sub-região Brasileira	Incásico	Incásico	Andes Setentrionais	Pacífica	Norte-Pacífica	Andes Equatoriais	Caribenho-Amazônico	Norte dos Andes
Maracaibo	Sub-região Brasileira	Savânico	Caquetío	Orinoco	Venezuelana	Maracaibo	?	Caribenho-Amazônico	Orinoco
Costa Venezuelana	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Orinoco	Venezuelana	Orinoco	Caribe-Guajira	Caribenho-Amazônico	Orinoco
Madalena	Sub-região Brasileira	Incásico	Incásico	Andes Setentrionais	Alto andina	Madalena	?	Caribenho-Amazônico	Norte dos Andes
Llanos Venezuelanos	Sub-região Brasileira	Incásico	Caquetío	Andes Setentrionais;	Venezuelana	Orinoco	Caribe-Guajira	Caribenho-Amazônico	Orinoco
Oeste do Equador	Sub-região Brasileira	Incásico	Andes	Andes Centrais	Pacífica	Guayas	Andes Equatoriais	Páramo	Norte dos Andes
Equador Árido	Sub-região Brasileira	Incásico	Andes	Andes Centrais	Pacífica	Guayas	Andes Equatoriais	Páramo	Norte dos Andes
Tumbes-Piura	Sub-região Brasileira	Incásico	Andes	Andes Centrais	Pacífica	Guayas	Desertos Costeiros Pacíficos	Deserto Pacífico	Andes Centrais
Napo	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia:	Amazonas	Equatorial Amazônico:	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Imerí	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia:	Amazonas	Equatorial Amazônico:	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Guiana	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Terras altas da Guiana	Guiana	Guiana	Roraima-Guianense	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Guiana Úmida	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Terras altas da Guiana	Guiana	Guiana	Roraima-Guianense	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Roraima	Sub-região Brasileira	Tupi	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Roraima-Guianense	Caribenho-Amazônico	Amazônia

(Cont.)

Tabela 1. Propostas de regionalização para a América do Sul.

Amapá	Sub-região Brasileira	Tupi	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Equatorial Amazônico	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Ucayali	Sub-região Brasileira	Andino	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Equatorial Amazônico	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Madeira	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Equatorial Amazônico	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Tapajós-Xingu	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Equatorial Amazônico	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Pará	Sub-região Brasileira	Amazônico	Hileia	Amazonas	Amazônica ou Hileia	Amazonas	Equatorial Amazônico	Caribenho-Amazônico	Amazônia
Pantanal	Sub-região Patagônica	Tropical	Bororo	Planícies do Mamoré	Amazônica ou Hileia	Alto Paraguai	Pantanaís	chaquenhas	América do Sul Oriental
Yungas	Sub-região Brasileira	Incásico e Andino	Andes	Andes Centrais	Yungas	Norte-Andina	Cordilheiras andinas	Caribenho-Amazônico	Andes Centrais
Caatinga	Sub-região Brasileira	Tropical	Cariri	Terras altas do Brasil	Caatinga	Nordeste do Brasil;	Caatingas	Caatinga	América do Sul Oriental
Cerrado	Sub-região Brasileira	Tropical	Bororo	Terras altas do Brasil	Cerrado	São Francisco	Cerrados	chaquenhas	América do Sul Oriental
Chaco	Sub-região Brasileira	Subandino	Subandina	Grande Chaco	Chaquenha	Párano-Platense	Chaco Central:	chaquenhas	América do Sul Oriental
Pampa	Sub-região Brasileira	Pampásico	Pampa	Pampas	Pampeana	Párano-Platense	Pampa Odidental	chaquenhas	Sul da América do Sul
Floresta Atlântica Brasileira	Sub-região Brasileira	Tupi	Tupi	Terras altas do Brasil	Atlântica	Rios Costeiros do Sudeste do Brasil	Tropical atlântico	Páramo	América do Sul Oriental

(Cont.)

Tabela 1. Propostas de regionalização para a América do Sul.

Floresta Paranaense		Sub-região Brasileira	Subtropical	Guarani	Terras altas do Brasil	Paranaense:	Alto Paraná;	Tropical atlântico	Caribenho-Amazônico	América do Sul Oriental
Floresta Araucaria angustifolia	de	Sub-região Brasileira	Subtropical	Guarani	Terras altas do Brasil	Paranaense:	Alto Paraná;	Planaltos Sub-brasileiros	Caribenho-Amazônico	América do Sul Oriental
Páramo Norandino		Sub-região Patagônica	Savânico	Andes	Andes Centrais;	Páramo	Páramo-Platense	Páramos	Páramo	Norte dos Andes
Deserto Costeiro	Peruano	Sub-região Patagônica	Savânico	Andes	Andes Centrais;	Deserto	Norte-Andina	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Andes Centrais
Puna		Sub-região Patagônica	Subandino	Andes	Andes Centrais;	Punenha	Norte-Andina	Punas e Desertos de Cordilheira dos Andes Centrais	Chilena Central	Andes Centrais
Atacama		Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Deserto	Chilena	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Andes Centrais
Coquimbo		Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Chilena Central	Chilena	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Andes Centrais
Santiago		Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Chilena Central	Chilena	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Andes Centrais
Ilhas Fernández	Juan	Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Subantártica:	Chilena	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Sul da América do Sul
Maule		Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Chilena Central	Chilena	Desertos Costeiros	Chilena Central	Andes Centrais

(Cont.)

Tabela 1. Propostas de regionalização para a América do Sul.

							Pacíficos			
Floresta Valdiviana	Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Chilena Central	Chilena	Desertos Costeiros Pacíficos	Chilena Central	Andes Centrais	
Floresta Magellanica	Sub-região Patagônica	Patagônico	Patagônia	Patagônia Oriental	Patagônica	Patagônica.	Patagônico	Patagônica	Sul da América do Sul	
Páramo Magalhânico	Sub-região Patagônica	Chileno	Chile	Andes Austrais.	Subantártica:	Chilena	Tundras Subantárticas	Chilena Central	Andes Centrais	
Patagônia Central	Sub-região Patagônica	Patagônico	Patagônia	Patagônia Oriental	Patagônica	Patagônica	Patagônico	Patagônica	Sul da América do Sul	
Patagônia Subandina	Sub-região Brasileira	Patagônico	Patagônia	Patagônia Oriental	Patagônica	Patagônica	Patagônico	Patagônica	Sul da América do Sul	

1.4 América do Sul: ambientes fluviolacustres

A América do Sul concentra em seu território uma das maiores bacias fluviais, estima-se que a região hidrográfica Amazônica abriga a maior diversidade de peixes de água doce do planeta (LÈVÊQUE *et al.*, 2008), estima-se que o território possua até 10% das espécies do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2002), além da reconhecida biodiversidade de outras regiões como a Mata Atlântica, considerada um dos 25 *hotspots* mundiais da biodiversidade abrigando aproximadamente mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (MYERS *et al.*, 2000), onde se faz presente grandes bacias hidrográficas (Rio Doce, Paraíba do Sul, Jequitinhonha, Paraná, Uruguai, São Francisco, entre outras). A região do Cerrado, abriga mais de 10.000 espécies de plantas, sendo 4.400 endêmicas, 837 espécies de aves (29 endêmicas), 161 de mamíferos (19 endêmicas), 150 de anfíbios (45 endêmicas) e 120 de répteis (24 endêmicas) (ALHO, 2005). Além do Pantanal, que cobre grande parte da bacia do alto rio Paraguai, sendo considerado a maior área úmida do mundo, porém sua fauna e flora são extremamente dependentes da Amazônia, Mata Atlântica, Chaco e principalmente Cerrado (HARRIS *et al.*, 2005a).

As bacias hidrográficas são um importante referencial no estudo dos padrões de distribuição dos seres vivos por apresentar uma alta biodiversidade, assim como características climáticas e fisiográficas diversificadas (GOLDANI e CARVALHO, 2003), com uma enorme diversidade de vários grupos de organismos. Diante da alta diversidade presente nas bacias hidrográficas deste continente, vários autores estiveram e estão empenhados em reconhecer as divisões biogeográficas fluviolacustres para os mais diversos organismos presentes na região sul-americana.

Buscando entender o padrão de distribuição das espécies fluviolacustre dessa região e levando em conta áreas de endemismo (número de espécies exclusivas de uma determinada região) algumas propostas foram feitas. A primeira delas foi sugerida por Wallace (1852), onde a Amazônia aparece dividida em 4 províncias: Guiana, Equador, Peru e Brasil, tais áreas foram apoiadas nas bordas dos rios Amazonas-Solimões, Negro e Madeira (SILVA e GARDA, 2016). Haffer (1969), embora estudou distribuição de aves, utilizou as drenagens da Bacia Amazônica como barreiras biogeográficas, propôs

6 áreas de endemismo: Guiana, Imeri, Napo, Inambari Rondônia e Belém. Cracraft (1985), utilizando uma metodologia mais explícita com aves chegou a mesma conclusão que Haffet (1969), no entanto reconhecendo uma área de endemismo a mais, entre os rios Tocantins e Tapajós. Abell *et al.*, (2008) propôs mais de 400 regiões globais, baseado em dados ictiológicos prévios na literatura, apontando 52 ecorregiões para América do Sul. No entanto, esse estudo não aponta as razões de escolha para delimitação das “ecorregiões”. Recentemente, Dagosta e DePinna (2017) ao estudarem a biogeografia dos peixes amazônicos reconheceram 29 áreas de endemidade, são elas: Upper Tocantins, Araguaia, Lower Tocantins, Upper Xingu, Iriri, Lower Xingu, Teles Pires, Juruena, Tapajós, Jamanxim, Mamoré, Guaporé, Beni-Madre de Dios, Middle-Lower Madeira, Madeira Shield Tributaries, Purus, Juruá, Ucayali, Marañon-Nanay, Napo-Ambyiacu, Putumayo, Japurá, Negro, Branco, Urubu-Uatumã, Trombetas, Jari, Amazonas main channel e Amazonas Estuary. Além da região amazônica, as bacias do sul do continente foram analisadas por Morrone e Lopretto (2001) utilizando crustáceos decapodas de água doce. Os autores encontraram 8 áreas: Central Chile, Southern Chile, Endorheic Subandean region, Extra-andean Patagonia, North western Argentina, Paraguay-Parana Rivers, Uruguay River e o Southern Brazil. Dessa forma, percebe-se que os estudos, embora importantes, são muito menores que as propostas de regionalização puramente baseada em organismos continentais.

Por que a regionalização fluviolacustre é importante? Drenagens estão sujeitos aos mesmos eventos históricos e ecológicos que os ambientes continentais, embora apresentam resultados diferentes. E o próprio padrão de riqueza é um efeito de eventos históricos decorrente de processos ecológicos e históricos complexos, contínuos através do tempo geológico nessa região (RIBEIRO *et al.*, 2011). Mas, ao observar as propostas anteriores não há uma hipótese holística de endemismo para a América do Sul – isto é, levando em conta o maior número de táxons possíveis. Isso vale igualmente para padrões de rios e outros corpos de águas continentais.

Pelo exposto, vemos que há alguns vieses nos estudos em biogeografia fluviolacustre: a) escolhe-se apenas um grupo de organismos, que em grande parte está relacionado a peixes; b) a falta de uma visão mais abrangente, onde diversos organismos

de diferentes grupos, mas que dividem o hábito aquático não foram utilizados de forma na organização de áreas de endemicidade; c) a ausência de uma metodologia única que abarque todas as regiões fluviolacustres. Dessa forma, abre-se aqui uma área não explorada ainda: a determinação de áreas de endemicidade em ambientes fluviolacustres da América do Sul. Nossa proposta aqui é baseada em formular hipóteses *a priori* de distribuição de diversos organismos que habitam estritamente rios e lagos na América do Sul. Além de servir como hipóteses primárias biogeográficas, identificar áreas de endemicidade são importantes nas estratégias de políticas e tomadas de decisões que envolvam projetos de conservação – implícito no “valor da conservação”, referido por Wallert *et al.*, (2011) para áreas em que o maior número de elementos bióticos conjuntos possam avaliar os impactos em determinados habitats e determinar as políticas de conservação de fato (veja também CARVALHO *et al.*, 2017). Dessa forma, iremos propor aqui uma tentativa de regionalização, bem como uma hierarquização das áreas de endemicidade baseado em fauna fluviolacustre na América do Sul. Conjuntamente avaliaremos uma hipótese de delimitação de rio em ecorregiões com fins ambientais e sócio-políticos pela *World Wide Fund for Nature* (WWF; ABELL *et al.*, 2008) na América do Sul, também com base no conceito de hierarquização. Para tal, dividimos a presente dissertação em dois capítulos, sendo que em ambos utilizamos o método da PAE (Análise de Parcimônia de Endemicidade) e métodos de agrupamento (índices de similaridade), tentando reconhecer áreas e suas regionalizações, tanto em propostas de Áreas de Endemicidade de rios e lagos para América do Sul (capítulo 1) e utilizando a proposta de ecorregiões (capítulo 2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. Geomorfologia, v. 52, p. 1 -22. 1977.
- ALHO, C. J. R. **Desafios para a conservação do Cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação**. In SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p: 369-381.
- ASSINE, M. L. ZACHARIAS, A. Á. PERINOTTO, J. A. J. **Paleocorrentes, paleogeografia e seqüências deposicionais da Formação Tatuí, centro-leste do Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências. v. 33, n. 1, p. 33-40, 2016.
- AUDEMARD, F. E. AUDEMARD, F. A. **Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South America–Caribbean geodynamic interaction**. Tectonophysics, v. 345, n. 1-4, p. 1-26, 2002.
- BROWN, J. H. LOMOLINO, M. V. (2006) **Biogeografia**. 2th ed. FUMPEC, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- CABRERA, A. YEPES, J. **Mamíferos Sud-americanos** (Vida, Costumbres y Descripción). Buenos Aires: Historia Natural Ediar, Compañía Argentina de Editores, 1940. 370p.
- CABRERA, A. L. WILLINK, A. **Biogeografía de América Latina**. Monografía nro. 13. Washington: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, 1973. 120p.
- CARVALHO, D. L. SOUSA-NEVES, T. CERQUEIRA, P. V. GONSIOROSKI, G. SILVA, S. M. SILVA, D. P. SANTOS, M. P. D. (2017). **Delimiting priority areas for the conservation of endemic and threatened Neotropical birds using a niche-based gap analysis**. PloS one, 12(2), e0171838.
- CRACRAFT, J. **Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemismo**. *Ornithol. Monogr.*, v36, p. 49-84, 1985.
- CRISCI, J. V. CIGLIANO, M. M. MORRONE, J. J. ROIG-JUNENT, S. 1991. **Historical biogeography of southern South America**. *Systematic Biology*, 40(2), 152-171.
- CRISCI, J. V. KATINAS, L. POSADAS, P. (2003). **Historical Biogeography: an introduction**. Cambridge, Harvard University Press.

CRISP, M. D. TREWICK, S. A. COOK, L. G. **Hypothesis testing in biogeography**. Trends in Ecology and Evolution. 2010.

CROIZAT, L. 1960. *Principia botânica*. Caracas published by the author.

CROIZAT, L. (1964) **Space, time, form**: The biological synthesis. Publicado pelo autor, Caracas.

DAGOSTA, F. C. P. DE PINNA, M. C. C. **Biogeography of Amazonian fishes: deconstructing river basins as biogeographic units**. Neotrop. ichthyol. [online].vol.15, n.3, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170034>.

DANA, J. D.1852. **Conspectus crustaceorum quae**. In: Orbis Terrarum circumnavigatione, Carolo Wilkes e Classe Reipublicae Faederatae Duce, lexit et descripsit Jacobus D. Dana. Pars III. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, 2, 201- 220.

DE CANDOLLE, A. P. **Géographie botanique**. Vol. 18, Pp. 359-422, in: CUVIER, Frédéric (ed.). Dictionnaire des Sciences Naturelles. Paris: Levrault, 1820.

DEO, A. J. DESALLE, R. 2006. **Nested areas of endemism analysis**. Journal of Biogeography 33: 1511-1526.

DE PINNA, M. C. C. 1991. **Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm**. Cladistics 7(4): 367-394.

DE WIT, M. J. BRITO NEVES, B. B. TROUW R. A. J. *et al.* **Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region: "the ties that bind"**. In: PANKHURST, R. J.; TROUW, R. A. J.; BRITO NEVES, B. B. *et al.* West Gondwana: Pre-cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. Geological Society, London: Special Publications, 2008. capo 1, p. 1-8.

DINERSTEIN, E. OLSON, D. M. GRAHAM, D. L. *et al.* **Uma Evaluación dei Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe**. Washington: Banco Mundial, 1995. 1 35p.

ESPURT, N. BABY, P. BRUSSET, S. RODDAZ, M. HERMOZA, W. REGARD, V. BOLANOS, R. (2007). **How does the Nazca Ridge subduction influence the modern Amazonian foreland basin?** Geology, 35(6), 515-518.

FITTKAU, E. J. **The fauna of South America**. In: FITTKAU, E. J.; ILLIES, J.; KLINGE, H. *et al.* Biogeography and Ecology in South America. La Haya: Dr. W. Junk B. V. Publishers, 1969. p. 624-658.

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

GOLDANI, Â. **Aplicabilidades e estudo comparativo da biogeografia histórica na região neotropical como ferramentas para conservação: os métodos "análise de parcimônia de endemismo" e "Panbiogeografia"**. 2010. Tese - Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul 2010.

HAFFER, J. **Speciation in Amazonian forest birds**. *Science*, v 165, p. 131-137, 1969.

HARRIS, M. B. TOMAS, W. M. MOURÃO, G. da SILVA, C. J. GUIMARÃES, E. SONODA, F. FACHIM, E. **Desafios para proteger o Pantanal brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação**. Megadiversidade 1 (1): 156-164. 2005a.

HOORN, C. GUERRERO, J. SARMIENTO, G. A. LORENTE, M. A. (1995). **Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America**. *Geology*, 23(3), 237-240.

HOORN C, *et al.* (2010) **Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity**. *Science* 330:927–931.

INSEL, N. C. J. POULSEN, T. A. **Influence of the Andes Mountains on South American moisture transport, convection, and precipitation**. Ehlers, Clim. Dyn. (2009). DOI 10.1007/s00382-009-0637-1.

JEANNEL, R. (1942) **La Genèse des faunes terrestres**. *Eléments de Biogéographie*. Press Universitaires, Paris, Francia. 513 pp.

JEANNEL, R. (1967) **Biogéographie de l'Amérique Austral**. In: Delamare Deboutteville C & E Rapoport (eds) *Biologie de l'Amérique Australe*, 2: 401-460. CNRS et CNICT, Paris, Francia.

KUSCHEL, G. (1964b) **Problems concerning an Austral region**. In: Gressitt, J.L., Lindroth, C.H., Fosberg, F.R., Fleming, C.A. & Turbott, E.G. (Eds.), *Pacific basin biogeography: A symposium, 1963 [1964]*. Bishop Museum Press, Honolulu, pp. 443–449

LAVINA, E. L. FAUTH, G. **Evolução Geológica da América do Sul nos Últimos 250 Milhões de Anos**. In *Biogeografia da América do Sul: Padrões e Processos*. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). São Paulo: Roca, 2011. v. p. 3–13.

LAVINA, E. L. FAUTH, G. **Evolução Geológica da América do Sul nos Últimos 250 Milhões de Anos**. In *Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Espaço e*

Forma. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.p. 181–190.

LÈVÊQUE, C. OBERDORFF, T. PAUGY, D. STIASSNY, M. L. J. TEDESCO, P. A. 2008. **Global diversity of fish (Pisces) in freshwater**. *Hydrobiologia* 595: 545–567.

LUNDBERG, J. G. MARSHALL, L. G. GUERRERO, J. HORTON, B. MALABARBA, M. C. S. L. WESSELINGH, F. **The stage for Neotropical fish diversification: A history of tropical South American rivers**. In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: Edipucrs; 1998. p.13-48.

MARGULES, C. R. PRESSEY, R. L. 2000. **Systematic conservation planning**. *Nature* 405:243-253.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* **Wilderness: Earth's last wild places**. México City: CEMEX, 2002.

MONRÓS, F. 1958. **Consideraciones sobre la fauna del sur de Chile y revisio´n de la tribu Stenomelini (Coleoptera, Chrysomelidae)**. *Acta Zoolo´gica Lilloana* 15, 143–153.

MORRONE, J.J. & E.C. LOPRETTO. 2001. **Trichodactylid biogeographic patterns (Crustacea: Decapoda) and the Neotropical region**. *Neotrópica, La Plata*, 47: 49-55.

MORRONE, J. J. **Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna**. *Annual Review of Entomology*, v. 51, p. 467-494, 2006.

MORRONE, J. J. 2013. **Cladistic biogeography of the Neotropical region: identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota**. *Cladistics* 30: 201-214.

MYERS, A. GILLER, P. (1988) **Analytical Biogeography: na integrated approach to the study of animal and plants distribution**. 1th ed. CHAPMAN & HALL, 2-6 Boundary Row, London.

MYERS, N. MITTERMEIER, R. A. MITTERMEIER, C. G. DA FONSECA, G. A. B. KENT, J. (2000). **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403, 853-858.

MULLER, P. 1979. **The evolution of the liolaemus-wiegmanni complex and the dispersal centers**. In Brazil. *Amazoniana* 6: 537-555.

NELSON, G. PLATNICK, N. (1981). **Systematics and Biogeography, cladistics and vicariance**. Columbia University Press. New York.

ORNE, A. R. **The tectonic framework of South America.** In: VEBLEN, T. T.; YOUNG, K. R.; ORNE, A. R. *The physical geography of South America.* Oxford: Oxford Press, 2007. Capítulo 2, p. 3-22.

PRESSEY, R. L. HUMPHRIES, C. J. MARGULES, C. R. VANE-WRIGHT, R. I. WILLIAMS, P. H. **Beyond opportunism- key principles for systematic reserve selection.** *Trends in Ecology & Evolution* 8:124-128, 1993.

POULSEN, C. J. EHLERS, T. A. INSEL, N. **Onset of convective rainfall during gradual late Miocene rise of the central Andes.** *Science* 328, 490 (2010); 10.1126/science.1185078.

POSADAS, P. ORTIZ-JAUREGUIZAR, E. **Evolução da Região Andina da América do Sul.** In *Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Espaço e Forma.* Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.p. 181–190.

POTTER, P. E. SZATMARI, P. (2009). **Global Miocene tectonics and the modern world.** *Earth Sci Rev.* 96: 279-295. doi:10.1016/j.earscirev.2009.07.003.

RAPOPORT, E. H. **Algunos problemas biogeográficos del nuevo mundo com especial referencia a la región Neotropical.** In: DELAMARE DEBOUTEVILLE, C.; RAPOPORT, E. H. *Biologie de l' Amerique Australe,* París: CNRS, 1968. v. p. 55-110.

RIBEIRO, A. C. LIMA, F. C. T. MENEZES, N. A. **Biogeográfica dos Peixes de Água Doce da América do Sul.** In *Biogeografia da América do Sul: Padrões e Processos.* Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). São Paulo: Roca, 2011. v. p. 123–136.

RINGUELET, R. A. **Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur.** *Ecosur,* v. 2, p. 1 -122, 1975.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. TOVAR, O. **Síntesis biogeográfica de los Andes.** *Collectanea Botanica* (Barcelona), v. 14, p. 5 15-521. 1983.

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

SANMARTIN, I. RONQUIST, F. **Southern Hemisphere biogeography inferred by event-based models: plant versus animal patterns.** *Systematic Biology,* 53 (2), 216-243, 2004.

SCLATER, P. L. **On the general geographic distribution of the members of the class Aves.** fournal of the Linnean Societ)': Zoology, v. 2, p. 1 30- 145, 1858.

SICK, W. D. **Geographical substance.** Monographiae Biologicae, v. 1 9, p. 449-474, 1969.

SILVA, J. M. C. GARDA, A. A. **Padrões de Processos Biogeográficos na Amazônia.** In Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Espaço e Forma. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2^a ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.p. 181–190.

SKOSTTBERG C. **Remarks on the plant geography of the southern temperate zone.** Proceedings of the Royal Society of London 152: 447-457, 1960.

SZUMIK, C. A. CUEZZO, F. GOLOBOFF, P. A. CHALUP, A. E. 2002. **An Optimality Criterion to Determine Areas of Endemism.** Systematic Biology 51: 806-816.

SZUMIK, C. A. GOLOBOFF, P. A. 2004. **Areas of Endemism: An Improved Optimality Criterion.** Systematic Biology 53: 968-977.

TAKHTAJAN, A. 1969. **Flowering plants. Origin and dispersal.** Oliver and Boyd, Edinburgh.

TRENKAMP, R. KELLOGG, J. N. FREYMUELLER, J. T. MORA, H. P. (2002). **Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations.** Journal of South American Earth Sciences, 15(2), 157-171.

WALLACE, A. R. On the monkeys of the Amazon. *Proc. Zool. Soc. Lond.* v. 20, p107-110, 1852.

WALLACE, A. R. **The Geographical Distribution of Animals.** Londres: McMillan, 1876.

WALTERT, M. BOBO, K. S. KAUPA, S. MONTOYA, M. L. NSANYI, M. S. FERMON, H. (2011). **Assessing conservation values: biodiversity and endemism in tropical land use systems.** PLoS One, 6(1), e16238.

WESSELINGH, F.P. SALO, J. 2006. **A Miocene perspective on the evolution of Amazonian biota.** Scripta Geologica, 133: 439-458.

WHITTAKER, R. J. *et al.*, **Conservation Biogeography: assessment and prospect.** Diversity and Distributions 11:3-23, 2005.

Capítulo I - BIOGEOGRAFIA DA AMÉRICA DO SUL: DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE ENDEMICIDADE PARA ORGANISMOS FLUVIOLACUSTRES

Sinara S. Romeiro^{1*}

Rodrigo C. Marques^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. e-mail: [*s.romeiro@hotmail.com](mailto:s.romeiro@hotmail.com) ²Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

Resumo

A América do Sul é reconhecida pela sua grande biodiversidade, concentra em seu território uma das maiores bacias hidrográficas do mundo. Ao longo de milhares de anos, o continente passou por diversos acontecimentos biogeográficos que transformaram suas características climatológicas e geomorfológicas. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é formular hipóteses primárias de endemidade com diversos organismos dulciaquícolos da América do Sul, tendo como base as principais bacias e sub-bacias hidrográficas ao longo do continente e utilizando métodos de simpatria estrita (PAE e sua variação PAE-PCE) e não estrita (análise de agrupamentos) que não exigem dados georeferenciados. Para tanto, busca-se reconhecer as áreas de endemismo, bem como a hierarquia dessas áreas. Dessa forma, o levantamento bibliográfico dos dados resultou em 7.163 espécies fluviolacustres. As Análises de Parcimônia de Endemidade (PAE) e Eliminação Progressiva de Caracteres (PCE) indicaram cerca de 144 áreas de endemidade para organismos fluviolacustres da América do Sul. Notou-se um grau de similaridade entre as bacias da região Nordeste, e entre as bacias da região Sul e Sudestes do Brasil, além de regiões da Guiana e do Chile. Outro fator observado foi o alto índice de endemismo da região Amazônica. Assim, é razoável presumir que a utilização do método PAE e PAE-PCE permitiu visualizar a hierarquização das áreas otimizando assim a comparação da similaridade dessas mesmas áreas.

Palavras-Chave: Endemismo; Bacias Hidrográficas; Diversidade; PAE; Similaridade.

Abstract

South America is recognized for its great biodiversity, concentrates in its territory one of the largest river basins in the world. Over thousands of years, the continent has undergone several biogeographic events that have transformed its climate and geomorphological characteristics. In this sense, the objective of this study is to formulate primary hypotheses of endemity with several South American sweetness organisms, based on the main basins and sub-basins throughout the continent and using strict sympathy methods (PAE and its PAE- PCE) and not strict (cluster analysis) that do not require georeferenced data. To do so, it seeks to recognize the areas of endemism, as well as the hierarchy of these areas. In this way, the bibliographic data survey resulted in 7,163 fluviolacustres.

lacustres species. The Analyzes of Parsimony of Endemicity (PAE) and Progressive Characterization Elimination (PCE) indicated about 144 areas of endemicity for fluvio-lacustres organisms in South America. A degree of similarity was observed between the basins of the Northeast region and between the basins of the South and Southeastern regions of Brazil, as well as regions of Guyana and Chile. Another factor observed was the high index of endemism of the Amazon region. Thus, it is reasonable to assume that the use of the PAE and PAE-PCE method allowed visualizing the hierarchization of the areas thus optimizing the comparison of the similarity of these same areas.

Keywords: Endemism; Watersheds; Diversity; PAE; Similarity.

INTRODUÇÃO

A América do Sul concentra em seu território uma das maiores bacias fluviais do planeta, sendo as três principais: Amazônica, Orinoco e Prata. A Bacia Amazônica estima-se abrigar uma das maiores diversidades de organismos de água doce do mundo (GÉRY, 1969; LOWE-MCCONNELL, 1999; LÈVÊQUE *et al.*, 2008), sendo que os peixes na Bacia Amazônica representam até 10% das espécies do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2002). Além do mais, temos a região Hidrográfica do rio São Francisco que ocupa 7,5% do território brasileiro (ANA, 2018), ambas bacias caracterizadas por uma fauna e flora diversas, além de bacias secundárias e sistemas lacustres apresentando níveis expressivos de espécies endêmicas (MIRANDE *et al.*, 2011; ARROYAVE *et al.*, 2013).

Neste contexto, as regionalizações podem contribuir para um melhor entendimento acerca das características gerais de uma região, no entanto, elas possuem algumas falhas quanto a sua formulação, o que torna difícil possíveis testes (RIBICHICH, 2002). O estudo das áreas de endemicidade se torna uma opção viável, pois são consideradas unidades básicas em biogeografia (HAROLD e MOOI, 1994; HAUSDORF, 2002; CASAGRANDA e GROSSO, 2013), onde o endemismo (ou endemicidade) é definido como o número de espécies exclusivas de uma determinada região, ou em uma leitura mais atual, número mínimo de simpatrias (SANTANA e VARI 2010; NETO-LOWENBERG, 2010; CARVALHO, 2016). O reconhecimento de áreas de endemismo pode apresentar de forma mais detalhada as relações de hierarquia (CRACRAFT, 1985) de uma determinada região, pois, em última análise, o sistema hierárquico reflete padrões naturais (ESCALANTE; 2009; veja também CARVALHO, 2016),

Nesse âmbito, há várias propostas de regionalização biótica para América do Sul (SCLATER, 1858; KUSCHEL, 1969; AB' SÁBER, 1977; RIVAS-MARTÍNEZ e TOVAR, 1983; RIVAS-MARTÍNEZ e NAVARRO, 1994; MORRONE, 2011; MORRONE, 2015; HE *et al.*, 2017) com diversas propostas, abarcando desde regionalizações fisiográficas (MELLO-LEITÃO, 1937; CABRERA e YEPES, 1940; AB' SÁBER, 1977; RIBICHICH, 2002) até propostas que levam a presença de diversos elementos bióticos em diversos habitats (SICK, 1969; CABRERA e WILLINK, 1973; MÜLLER, 1973; MORRONE, 2001, 2004, 2006). Dado que as bacias hidrográficas são um importante referencial no estudo dos padrões de distribuição dos seres vivos devido a sua alta diversidade e complexidade (GOLDANI e CARVALHO, 2003), as regionalizações fluviolacustre são tão importantes quanto as que levam em conta dados puramente continentais. As propostas até então, estão relacionadas à ictiofauna (RINGUELET, 1975; ABELL *et al.*, 2008; BUCKUP, 2011; LIMA e RIBEIRO, 2011; DAGOSTA e DEPINNA, 2017), porém cabe ressaltar o estudo de ecorregiões global de Abell *et al.*, (2008), que baseado em ocorrências prévias da literatura (DINERSTEIN *et al.*, 1995), vem sendo utilizado como base para diversos outros estudos em biodiversidade fluvial.

Embora o conceito de ecorregiões presente nos estudos de Abel *et al.*, (2008) seja importante, há problemas na sua utilização. Sua delimitação apriorística das regiões baseados em elementos principalmente físicos do que somente bióticos pode ser um potencial viés na identificação de endemidade. Nesse sentido, análises que utilizem regiões menores ou quadrantes em uma grade como Parsimony Analysis of Endemism (PAE), Endemism Analysis (EA) ou Análises de agrupamento se apresentam como ferramentas melhores. Os métodos PAE e EA são bem específicos com seus parâmetros, baseados na maior quantidade possível de simpatrias estritas (MORRONE, 1994; SZUMIK, 2004; NIHEI, 2006). A PAE, mais especificamente, apresenta como vantagens a sua testabilidade de coocorrências e formação de hipóteses primárias de homologia apresentando uma ampla gama de estudos na Biogeografia Histórica nos anos 90 e 2000 (MORRONE, 2004; SIGRIST e CARVALHO, 2008). Por outro lado, a utilização de métodos estatísticos de agrupamentos com ordenamento hierárquico, apesar das críticas de sua utilização (ROSEN, 1992; MORRONE, 2004), apresentam uma visão de simpatri-

tria mais “relaxada”, obtendo áreas possíveis e testáveis, ainda que com menor acuidade do que os métodos de simpatria estrita (CASAGRANDA *et al.*, 2012; VAVREK, 2016).

Nosso objetivo aqui é formular hipóteses primárias de endemicidade com diversos organismos dulciaquícolas da América do Sul, tendo como base as principais bacias e sub-bacias hidrográficas ao longo do continente e utilizando métodos de simpatria estrita (PAE e sua variação PAE-PCE) e não estrita (análise de agrupamentos) que não exigem dados georeferenciados. Para tanto, busca-se reconhecer as áreas de endemismo, bem como a hierarquia dessa áreas. Além disso, espera-se que as informações aqui encontradas possam ser usadas em decisões de políticas de conservação, ainda mais em locais que têm sido amplamente utilizados em grandes projetos de usinas elétricas, usando assim os potenciais de hidroeletricidade ao longo dos rios sul-americanos.

MATERIAL E MÉTODOS

A utilização do método PAE (Análise de Parcimônia de Endemicidade), proposto inicialmente por Rosen (1988) é justificado pela simplicidade em sua execução, outro ponto importante é a forma de exibição da hierarquia dos táxons, ideal para quando não possuímos todos os dados georeferenciados e por ser mais conservador na determinação de áreas de endemicidade (ESCALANTE, 2015), pesando absolutamente as regiões de simpatria estrita, o que Papavero *et al.*, (1994) denominou de homopatria. A PAE é uma metodologia explícita por considerar tacitamente a presença de no mínimo dois táxons, condição mínima para simpatria, além disso, é o um dos métodos mais utilizados para hierarquização de áreas (GARZÓN-ORDUÑA, 2008). Apesar das restrições ao método que alguns críticos apontaram (HUMPHRIES, 1989; BISCONTI *et al.*, 2001; BROOKS e VAN VELLER, 2003; SANTOS, 2005), a PAE ainda pode ser utilizado como áreas de hipóteses primárias de relações históricas (NIHEI, 2006), funcionando como base de teste de hipóteses de relação entre as áreas (CRACRAFT e PRUM 1988; BATES *et al.*, 1998).

Após a análise com a PAE, o conjunto de dados é rearranjado pelo método da Eliminação Progressiva de Caracteres (PAE-PCE), (LUNA-VEGA *et al.*, 2000; GARCÍA-BARROS *et al.*, 2002; GARCÍA-BARROS, 2003) que consiste na aplicação de

análises sucessivas de parcimônia, buscando eliminar todas as sinapomorfias que definem os clados da área. Este procedimento resulta em grupos alternativos de áreas para o arranjo mais parcimonioso, o que torna útil para determinar áreas de endemidade que podem ser ignoradas nas primeiras análises com a PAE.

Delimitação de bacias

As bacias utilizadas (drenagens) foram escolhidas pela área média de 600.000 km², bem como pela hierarquia da drenagem, até três ordens (*sensu* STRAHLER, 1952) acima da drenagem principal em sub-bacias que comportem o tamanho médio 600.000 km². Caso as drenagens de segunda ordem apresentem as mesmas dimensões que a drenagem de primeira ordem, ambas serão entendidas como bacias separadas (ex: Rio das Velhas e São Francisco-MG, que apresentam dimensões semelhantes). Uma vez estabelecida as bacias de análise, estas serão chamadas de áreas primárias (PA's). Caso uma, duas ou mais PA's apresentem sinônimas (com a mesma distribuição de táxons na matriz) e obrigatoriamente adjacentes (PA's compartilhando a mesma bacia) então elas serão consideradas apenas uma única PA. Neste caso temos as seguintes redes de drenagens: a) Paraíba do Sul-RJ, Pomba e Paraibuna; b) Iriri e Xingu; c) Alto e Baixo Araguaia; d) Alto e Baixo Tocantins. As drenagens pacíficas do Peru e da Colômbia foram consideradas como unidades distintas para efeitos práticos. As drenagens costeiras atlânticas menores, com dados insuficientes ou conflitantes, não foram consideradas para o estudo. Desta forma, as menores drenagens do Atlântico Leste brasileiro, dos rios menores da Patagônia, os rios menores do Amapá e da maioria da costa seca do Peru e do Chile foram excluídas. As bacias endorreicas aqui consideradas são: Andes bolivianos (ao longo do lago Titicaca e alguns rios menores nas terras altas do Peru) e o Lago Valência (Venezuela).

Grupos selecionados para o estudo

Selecionamos animais que apresentam obrigatoriamente pelo menos uma parte da vida exclusivamente em ambientes fluviolacustres, sendo excluídos grupos com mais da metade do período de vida fora do ambiente aquático, ou que se apresentem eventualmente durante todo período de vida em ambiente terrestre, tais como anfíbios e quelô-

nios. Grupos como coepépodos e oligoquetas driliídeos foram excluídos devido ao seu conhecimento taxonômico ainda conflitante. Entre os grupos escolhidos (Tabela 2), foram excluídas espécies que se apresentarem como: a) amplilocadas, espécies que possuem e/ou apresentam ampla distribuição para a América do Sul; b) localização duvidosa, ou má localização, sem referência em *gazeteers* atuais; c) única localização, sem serem citadas nos últimos 30 anos, com descrições sem figuração ou figuração deficiente e/ou localização duvidosa ou má localização.

Tabela 2: Grupos selecionados para o presente estudo. Nomes entre parênteses significa táxons abaixo de Ordem trabalhados aqui. *O termo “Classe” aqui é relacionado a forma clássica taxonômica, não obedecendo a classificação cladística. Essa divisão foi escolhida apenas para efeito didático.

Filo	Classe*	Ordem
Vertebrata	Peixes	Acipenseriformes; Anguilliformes; Atheriniformes; Batrachoidiformes; Beloniformes; Carcharhiniformes; Characiformes; Clupeiformes; Cypriniformes; Cyprinodontiformes; Gobiesociformes; Gymnotiformes; Lepidosireniformes; Mugiliformes; Myliobatiformes; Osmeriformes; Osteoglossiformes; Perciformes; Pleuronectiformes; Petromyzontiformes; Pristiformes; Salmoniformes; Siluriformes; Synbranchiformes; Syngnathiformes; Tetraodontiformes
Arthropoda	Hexapoda	Trichoptera; Megaloptera; Coleoptera (Gyrinidae; Noteridae; Hydroscaphidae; Lutrochidae; Psephenidae) e Hemiptera (Nepidae; Belastomatidae Notonectidae
	Crustacea	Decapoda (Trichodactylidae; Pseudothelphusidae; Aeglidae; Atyidae
Mollusca	Gastropoda	Heterobranchia (Planorbidae)
	Bivalvia	Paleoheterodonta; Heterodonta

O levantamento dos dados dos referidos grupos foi feito inicialmente por procura bibliográfica, catálogos online (CAS – California Academy of Sciences (<https://www.calacademy.org/>), Fishbase (<http://www.fishbase.org/search.php>), IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) GBIF (<https://www.gbif.org/>)) preferencialmente na publicação dos últimos check-list, bem como em coleções tradicionais (American Museum of Natural History (<https://www.amnh.org/>), Field museum (<https://www.fieldmuseum.org/>), MZUSP - Museu de Zoologia da USP (<http://www.mz.usp.br/>)) quanto em

base de dados mantidas por sociedades científicas, ITIS (<https://www.itis.gov/>), Mussel Project (<http://mussel-project.uwsp.edu/>) foram consultados paralelamente.

Construção da matriz de dados

O levantamento dos dados resultou no total de 7.163 espécies dulciaquícolas distribuídas em oito grupos estudados: 5.374 Peixes, 690 Trichoptera, 470 Hemiptera, 229 Coleópteros, 121 Gastrópodes, 115 Crustáceos, 105 Bivalves e 59 Megaloptera, que estão distribuídas em 248 ambientes fluviolacustres (PA's) analisados neste estudo.

Após a listagem dos dados das espécies, foi realizada a construção da matriz de dados a partir da utilização do programa Mesquite© (MADDISON e MADDISON, 2009).

Análise de Máxima Parcimônia

Posteriormente foi realizado uma análise para cada grupo ("Peixes", "Hexapoda", "Crustacea", "Gastropoda" e "Bivalvia") e uma análise para todos os grupos em conjunto, utilizado os algoritmos de parcimônia no programa Tree Analysis Using New Technology - TNT, versão 1.1 (GOLOBOFF, 1999), com estratégia de busca TBR, com alto número de replicações. Logo em seguida, o cladograma de consenso foi visualizado utilizando o programa WinClada (NIXON, 2002).

Cálculo de endemidade

A partir da visualização das matrizes no programa Winclada (NIXON, 2002), foi possível constatar as sinapomorfias (ocorrências únicas para o mesmo grupo hierarquizado) e homoplasias (ocorrências para grupos distantes ou não hierarquizados) que cada PA's apresentou. Além do mais, tomando como base a metodologia de Huang *et al.*, (2016) para calcular a diversidade de plantas da China, na qual basearam-se somente na riqueza de espécies (sinapomorfias) por unidade florística, não levando em consideração as espécies homoplásticas. Aqui representamos o índice pela soma de cada sinapomorfia (valor 1) e homoplasias (que repesadas pelo valor do índice de consistência; ic), normalizado pelo maior valor encontrado. Dessa forma, é possível contabilizar as

espécies de cada PA's. Como há diferenças de magnitudes entre os valores, recomendamos representar o valor final como logaritmos. A ideia de utilizar as homoplasias repesadas pelos seus respectivos ic's aqui (i.e., espécies com ocorrência em mais de uma área não pertence a mesma hierarquização) justifica-se pois são táxons que carregam informação de distribuição, mas são desprezados em uma visão de simpatria estrita. Por outro lado, sua utilização com mesmo peso dos táxons verdadeiramente endêmicos viola o próprio princípio de endemidade. Logo o próprio ic é interessante, pois revela o quanto ele não está participando das propostas de hierarquizações (ex, táxons com ocorrências em diversas hierarquizações deverá ter um peso mínimo; táxons com participação mais restrita deverá ter ic's maiores). De uma certa forma, há similaridades com o uso de homoplasias aqui com o índice de endemidade de Szumik *et al.*, (2004) dentro do contexto de "Endemity Analysis" (NDM) (Szumik *et al.*, 2002; 2004), onde ocorrência extra a área inferida com peso geralmente menor a ocorrência dentro da área. No entanto, no NDM a procura do conjunto de áreas é dinâmica ao cálculo dos índices, enquanto na nossa análise o cálculo é a posteriori, uma vez que as áreas são prédefinidas. Também utilizamos os valores deste índice de endemidade dividido pela área total de cada PA's.

Análise de agrupamento

Para se medir a diversidade e verificar o grau de similaridade entre bacias hidrográficas, foram utilizados os índices de similaridade de Sorensen (SORENSEN, 1948; WOLDA, 1981) e Kulczynski (KULCZYNSKI, 1927; VÁZQUEZ e SIMBERLOFF, 2003). Diferente de outros índices de similaridade (e.g. Índice de Jaccard), as fórmulas de ambos índices privilegiam ocorrências e coocorrências, não levando em conta ausências, o que torna propenso a análise biogeográfica (VÁZQUEZ e SIMBERLOFF, 2003). Desta forma, foi construída uma matriz de presença e ausência, utilizando os índices (coeficientes de similaridade) de Sorensen e Kulczynski através do software Past 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001). Por meio das análises feitas pelo programa Past 2.17, foi possível visualizar o grau de similaridade entre as bacias (PA's).

RESULTADOS

Após as análises de parcimônia, as topologias resultantes em diversas análises (tanto “todos os grupos” quanto cada grupo individualmente) tiveram baixa resolução, com índices de consistência relativamente semelhantes, variando entre 0,4 e 0,5 (Todos os grupos, Consenso de 21 topologias, número de passos: 12.846, IC: 50; Peixes Consenso de 41 topologias, número de passos: 10.205, IC: 48; Trichoptera Consenso de 41 topologias, número de passos: 12.54, IC: 43; Hemiptera Consenso de 9 topologias, número de passos: 819, IC: 51; Coleópteros Consenso de 101 topologias, número de passos: 352, IC: 56; Megaloptera Consenso de 101 topologias, número de passos: 70, IC: 77; Crustáceos Consenso de 5 topologias, número de passos: 139, IC: 70; Gastrópodes Consenso de 21 topologias, número de passos: 242, IC: 50 e Bivalves Consenso de 41 topologias, número de passos: 305, IC: 34).

Todas as redes de drenagens foram consideradas áreas de endemicidade válida (exceto rio Forquilha e rio Pinturas). A partir das análises realizadas com a PAE, obteve-se a hierarquização de 14 áreas de endemicidade (AE), envolvendo principalmente as bacias do Norte e Sul da América do Sul (figura 3), além das análises PAE e PAE-PCE que indicaram um total de 144 áreas de endemicidade (hierarquizadas ou não) para organismos fluviolacustres do continente (Figuras 4-14).

Entre os padrões de hierarquia, temos as regiões: 1. Araranguá, Mampituba e Tramandaí; 2. Pacífico Colombiano, Guayas, Tumbes, Zamora/Santiago e Esmeraldas; 3. Das Velhas e São Francisco-MG; 4. Paraíba do Sul (SP e RJ); 5. Guaíba e Jacuí; 6. Alto e Baixo Uruguai, Paraguai leste e Alto e Baixo Paraná; 7. Essequibo e Orinoco; 8. Copenname, Mana, Cayena e Maroni; 9. Caquetá/Japurá, Médio Amazonas e Rio Negro; 10. Xingu e Tapajós; 11. Baixo Amazonas e Trombetas; 12. Tocantins e Araguaia; 13. Magdalena e Cauca; 14. Madre de Dios, Beni, Mamoré e Madeira (Figura 2).

Os resultados PAE-PCE apresentaram padrões de hierarquização parecidos com as análises PAE, porém com algumas mudanças. Houve a inclusão das bacias do Tietê e Iguaçu as áreas do Paraná, Paraguai e Uruguai, O Médio Amazonas deixa de pertencer ao Rio Negro-Caquetá-Japurá e passa ser próximo do Orinoco (figura 3).

Cabe ressaltar que as análises PAE-PCE resultaram em 8 AE, sendo 3 AE para peixes e 5 AE para todos os grupos juntos (figuras 13-14).

Examinando os índices de endemidade, foi possível notar que os maiores níveis de endemismo estão presentes nas áreas hierarquizadas, exemplo: Médio Amazonas, Orinoco, Alto Paraná, Baixo Amazonas, Tocantins, Magdalena e São Francisco-MG (S1).

Ao investigar a similaridade entre todas as bacias hidrográficas (PA's), utilizando os índices de Sorensen e Kulczynski, ambos apontam as bacias do nordeste brasileiro (Catu e João de Tiba) bem similares entre si, alcançando índices de até 0,66 (Sorensen) e 0,75 (Kulczynski). Já as bacias da região Sul (Tramandaí, Mampituba e Aranguá) do Brasil possuem índices de 0,52 (Sorensen) e 0,52 (Kulczynski). Semelhantes também são as bacias do Suriname e Guiana Francesa (Maroni e Mana), com índices de 0,52 (Sorensen) e 0,60 (Kulczynski), por fim as bacias do Chile apresentam similaridade razoável (Atacama e Maullín) com índices 0,4 (Sorensen) e 0,62 (Kulczynski)(S2-3).

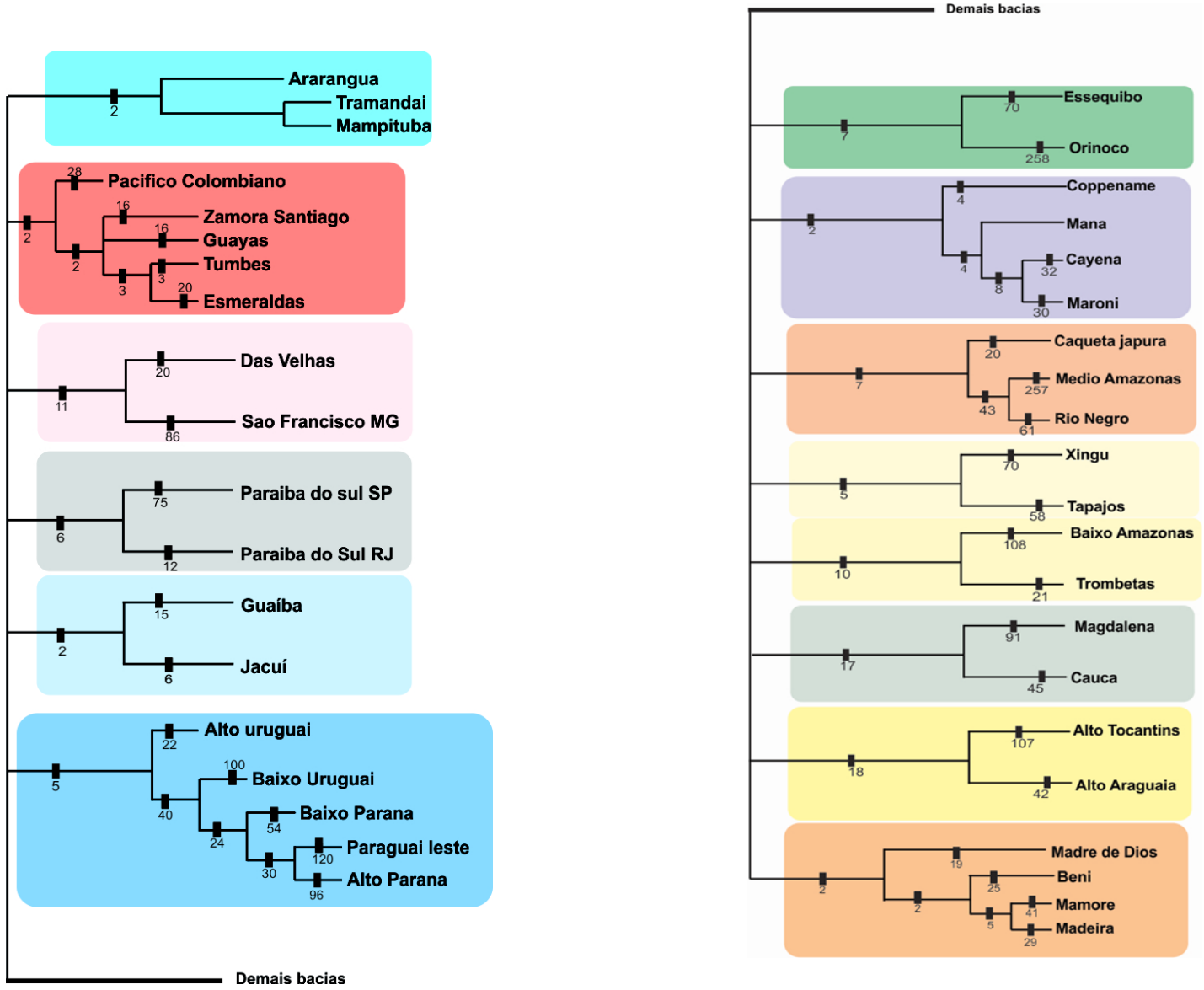


Figura 2. Cladograma PAE com o padrão de hierarquização encontrado para as Áreas Primárias (PA) com todos os grupos juntos para a América do Sul. Retângulos pretos representam o número de sinapomorfias de cada PA.

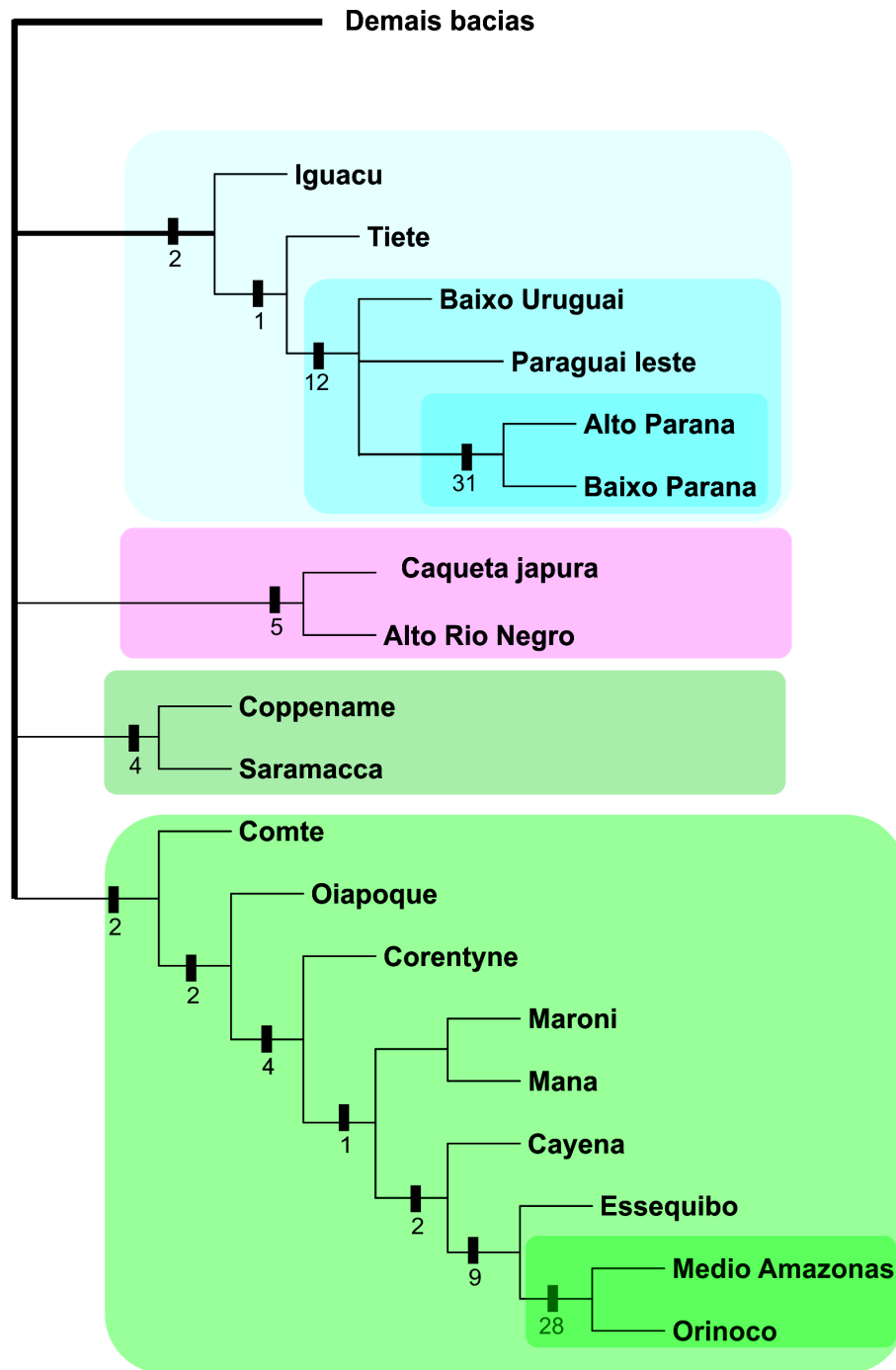


Figura 3. Cladograma PAE-PCE com o padrão de hierarquização encontrado para Áreas Primárias (PA) com todos os grupos juntos para a América do Sul. Retângulos pretos representam o número de sinapomorfias de cada PA.

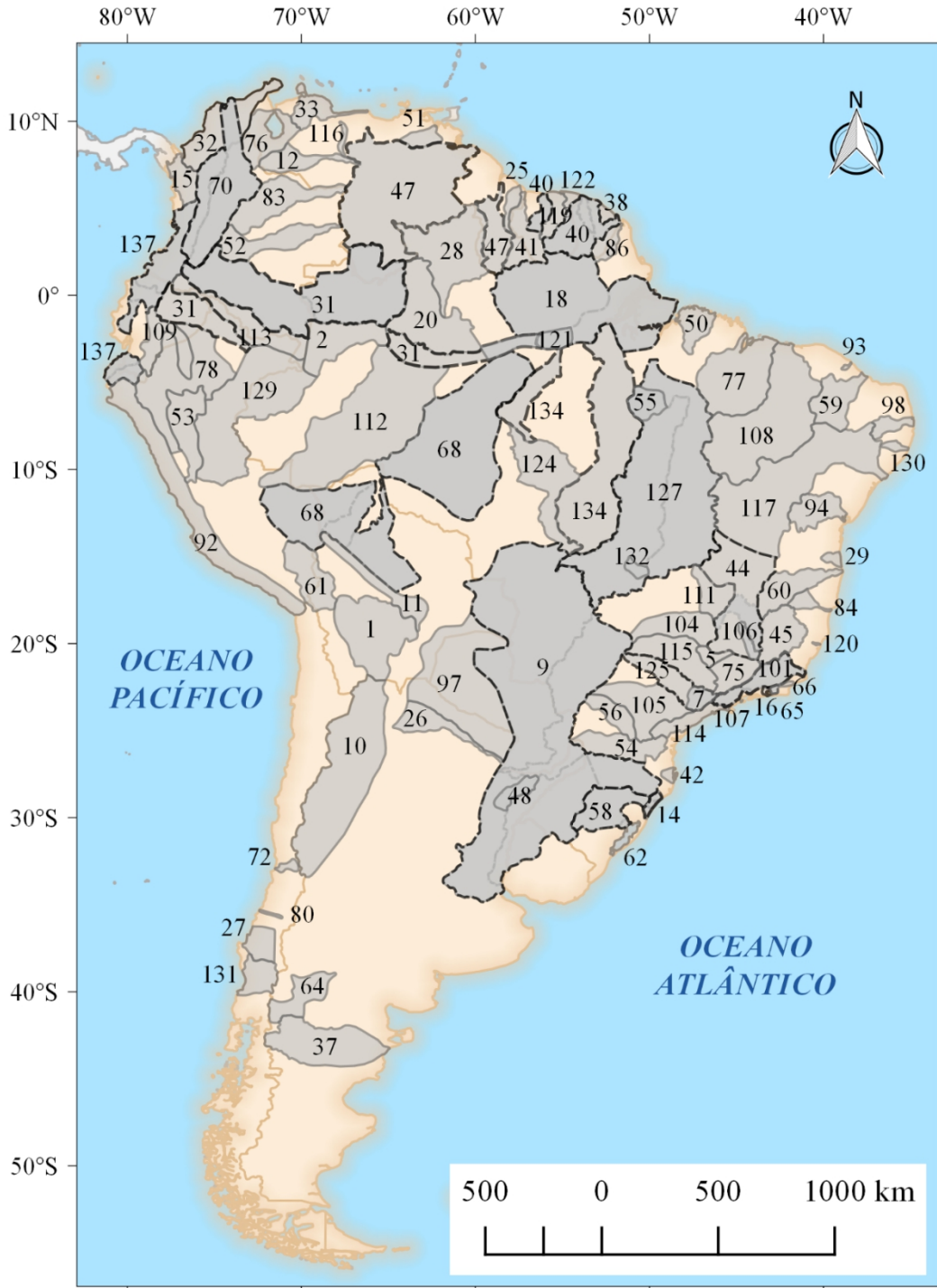


Figura 4. Mapa com as 88 áreas de endemicidade todos os grupos juntos. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados, mostrados na Figura 2. 1. Altiplano boliviano; 2. Alto Amazonas; 3. Alto e Baixo Paraná; 4. Alto e Baixo Paraná e Paraguai leste; 5. Alto Rio Grande/MG; 6. Alto Rio Negro; 7. Alto Tietê; 8. Alto Uruguai; 9. Alto e Baixo Uruguai, Alto e Baixo Paraná, Paraguai leste; 10. Andes Argentino; 11. Andes Boliviano; 12. Apure; 13. Araguaia; 14. Araranguá, Tramandaí, Mampituba; 15. Atrato; 16. Baía de Guanabara; 17. Baixo Amazonas; 18. Baixo Amazonas e Trombetas; 19. Baixo Paraná e Baixo Uruguai; 20. Baixo Rio Negro; 21. Baixo Uruguai; 22. Baixo Uruguai, Paraguai leste, Baixo e Alto Paraná; 23. Baixo, Médio e Alto Amazonas; 24. Beni; 25. Berbice; 26. Bermejo; 27. Biobío; 28. Branco/RR; 29. Cachoeira; 30. Caquetá/Japurá; 31. Caquetá/Japurá, Médio Amazonas, Alto Rio Negro e Napo; 32. Caribe Colombiano; 33. Caribe Venezuelano; 34. Cauca; 35. Cayena; 36. Cayena, Mana e Maroni; 37. Chubut; 38. Comté; 39. Coppename; 40. Coppename, Cayena, Mana e Maroni; 41. Corentyne; 42. Cuba-tão; 43. Das Velhas; 44. Das Velhas e São Francisco/MG; 45. Doce/MG; 46. Essequibo; 47. Essequibo e Orinoco; 48. Esteros; 49. Guaíba, Jacuí e Alto Uruguai; 50. Guamá; 51. Guanipa; 52. Guaviare; 53. Huallaga; 54. Iguaçu; 55. Itacaiúnas; 56. Ivaí; 57. Jacuí; 58. Jacuí e Guaíba; 59. Jaguaribe; 60. Jequitinhonha; 61. Lago Titicaca; 62. Lagoa dos Patos; 63. Lagoa dos Patos, Baixo Uruguai, Alto e Baixo Paraná e Paraguai Leste; 64. Limay; 65. Macacu; 66. Macaé; 67. Madeira; 68. Madeira, Mamoré, Madre de Dios e Beni; 69. Madre de Dios; 70. Magdalena e Cauca; 71. Magdalena; 72. Maipo; 73. Mamoré e Beni; 74. Mamoré e Madeira; 75. Mantiqueira; 76. Lago Maracaibo; 77. Maranhão; 78. Marañón; 79. Maroni; 80. Maule; 81. Maule e Biobío; 82. Médio Amazonas; 83. Meta; 84. Mucuri; 85. Napo; 86. Oiapoque; 87. Orinoco; 88. Orinoco e Alto Rio Negro; 89. Orinoco e Apure; 90. Pacifico Colombiano; 91. Pacifico Colombiano e Atrato; 92. Pacifico Peruano; 93. Pacoti; 94. Paraguaçu; 95. Paraguai leste; 96. Paraguai Leste e Baixo Paraná; 97. Paraguai Oeste; 98. Paraíba; 99. Paraíba do Sul/RJ; 100. Paraíba do Sul/RJ e Doce/MG; 101. Paraíba do Sul/RJ e Paraíba do Sul/SP; 102. Paraíba do Sul/SP; 103. Paranaguá; 104. Paraíba; 105. Paranapanema; 106. Paraopeba; 107. Parati; 108. Parnaíba; 109. Pastaza; 110. Pastaza e Napo; 111. Preto; 112. Purus; 113. Putumayo; 114. Ribeira de Iguape; 115. Rio Grande/SP; 116. San Juan; 117. São Francisco/BA; 118. São Francisco/MG; 119. Saramacca; 120. Sauanha; 121. Solimões; 122. Suriname; 123. Tapajós; 124. Teles Pires; 125. Tietê; 126. Tocantins; 127. Tocantins e Araguaia; 128. Trombetas; 129. Ucayali; 130. Una (Nordeste); 131. Valdívia; 132. Vermelho; 133. Xingu; 134. Xingu e Tapajós; 135. Zamora/Santiago; 136. Zamora/Santiago, Guayas, Tumbes e Esmeraldas; 137. Zamora/Santiago, Guayas, Tumbes, Esmeraldas e Pacifico Colombiano; 138. Caquetá/Japurá e Alto Rio Negro; 139. Magdalena e Lago Maracaibo; 140. Maroni, Mana, Cayena, Essequibo, Médio Amazonas e Orinoco; 141. Coppename e Saramacca; 142. Comté, Oiapoque, Corretyne, Maroni, Mana, Cayena, Essequibo, Médio Amazonas e Orinoco; 143. Paraíba do Sul/SP e Ribeira de Iguape; 144. Iguaçu, Tietê, Baixo Uruguai, Paraguai leste, Alto e Baixo Paraná.

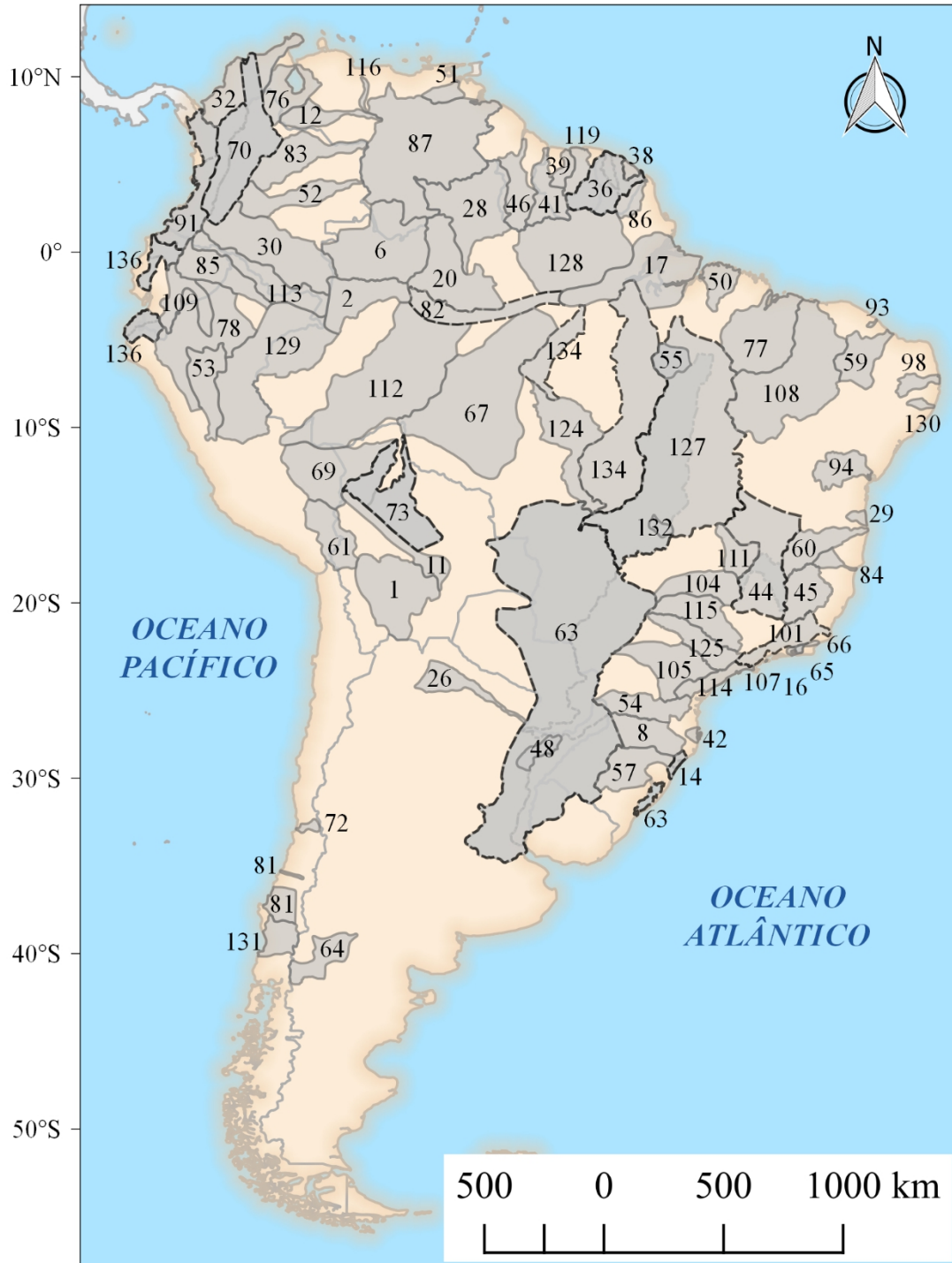


Figura 5. Mapa com as 81 áreas de endemicidade para Peixes. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados. (Legenda igual figura 4)

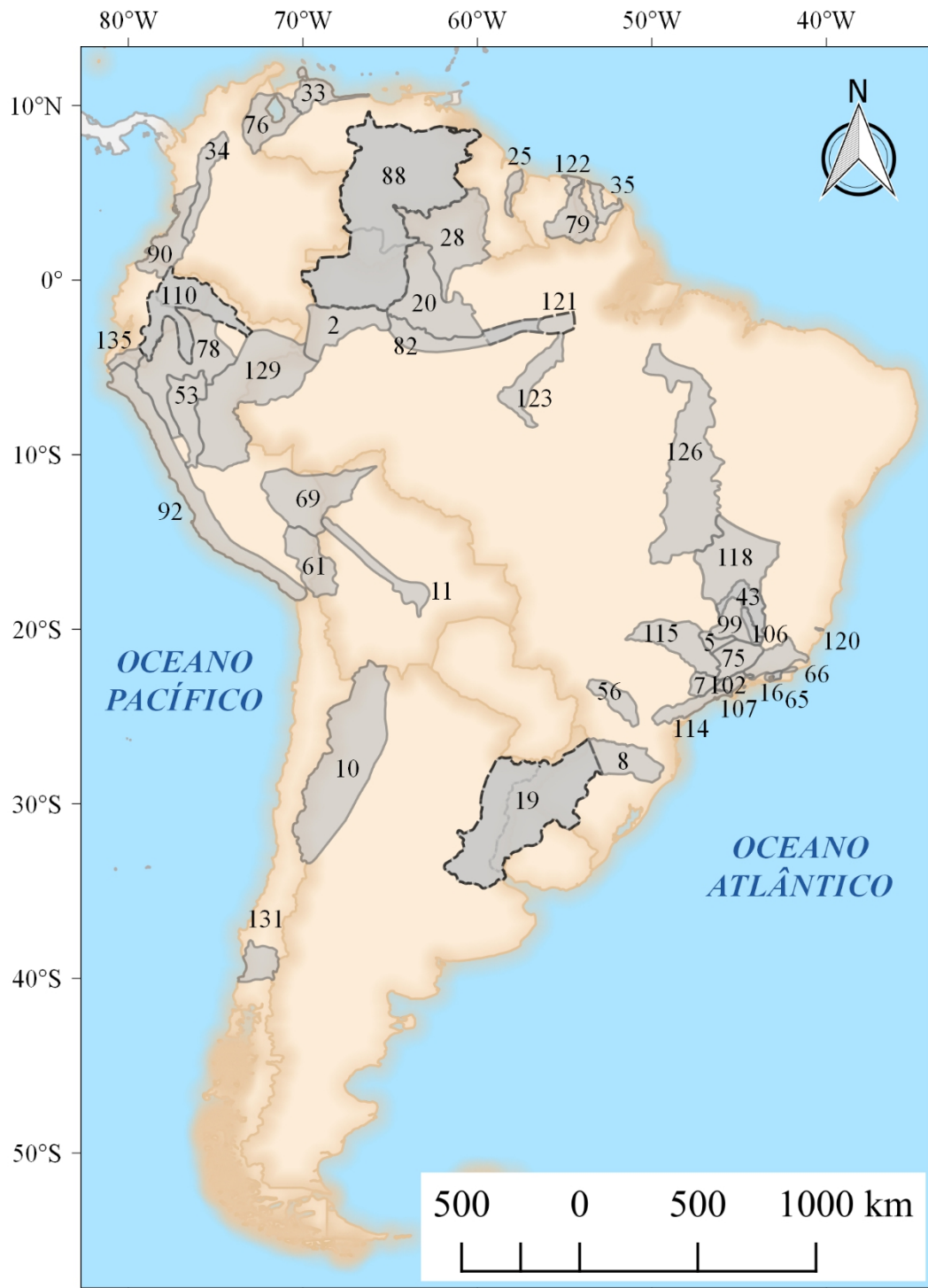


Figura 6. Mapa com as 45 áreas de endemicidade Trichoptera. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados. (Legenda igual figura 4)

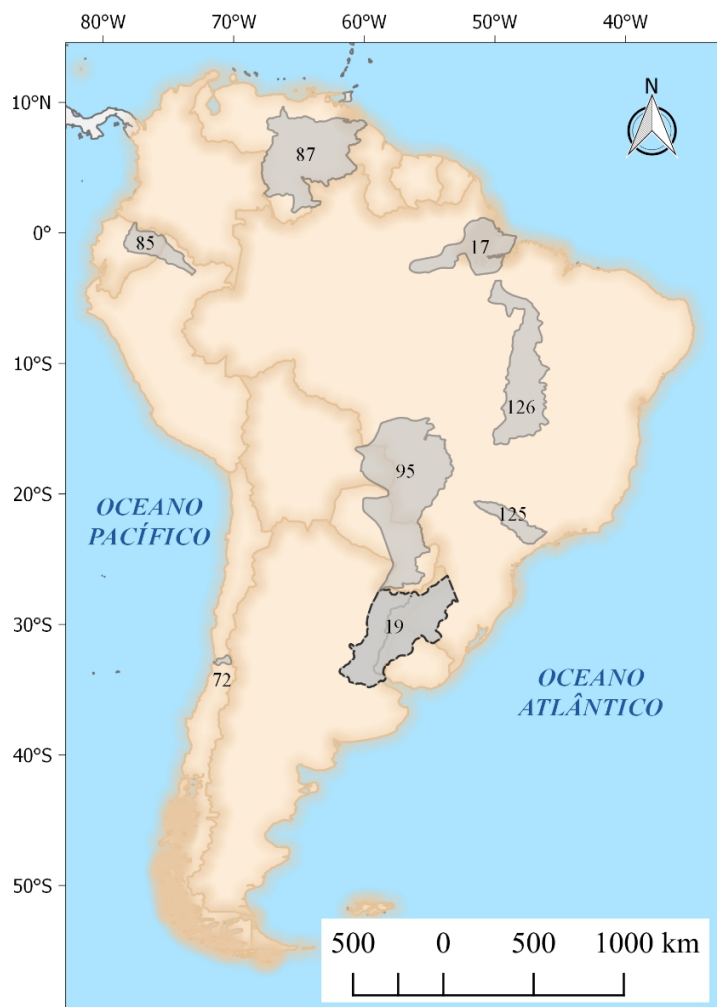


Figura 7. Mapa com as 8 áreas de endemidade Megaloptera. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados (Legenda igual figura 4)

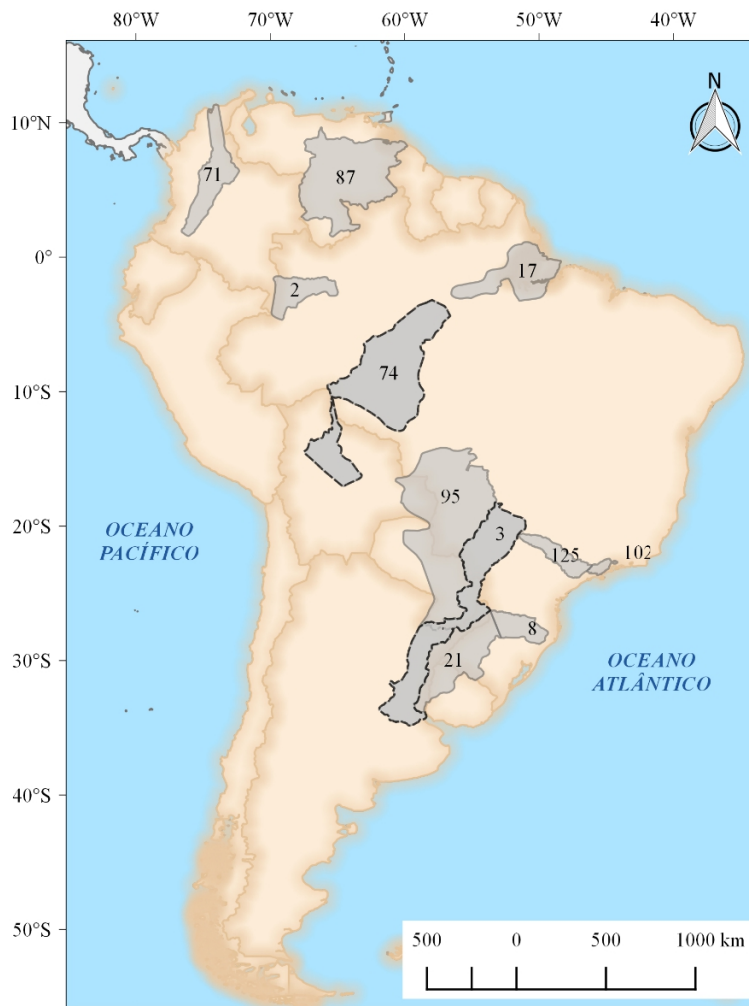


Figura 8. Mapa com as 11 áreas de endemidade Coleoptera. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados (Legenda igual figura 4)

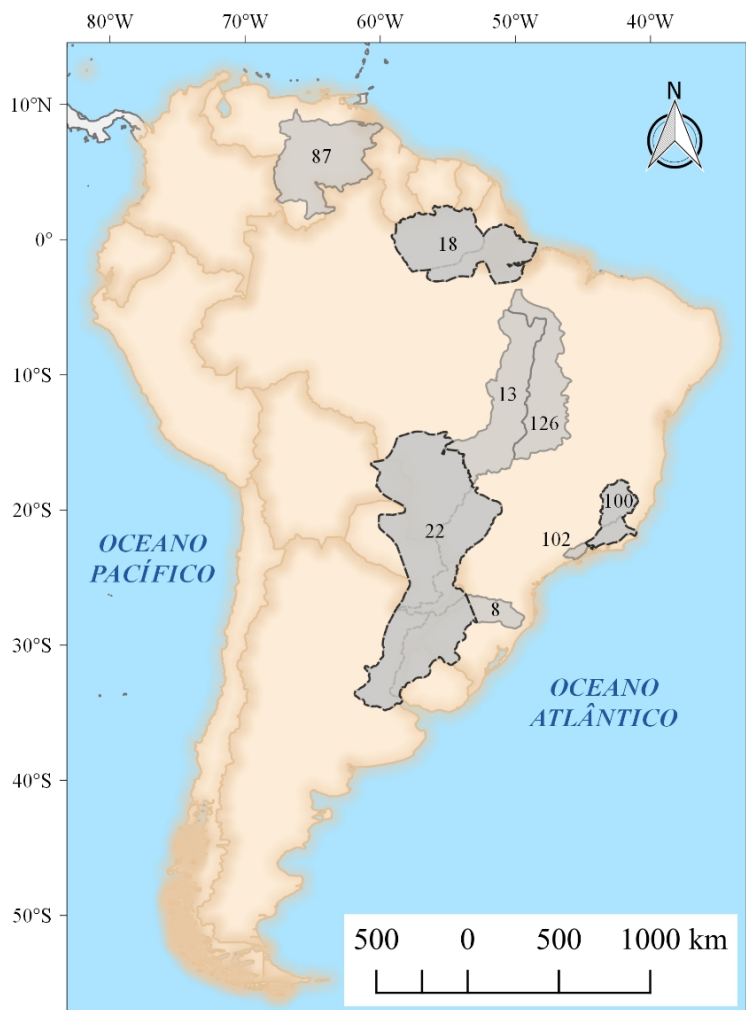


Figura 9. Mapa com as 8 áreas de endemicidade Hemiptera. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados (Legenda igual figura 4)

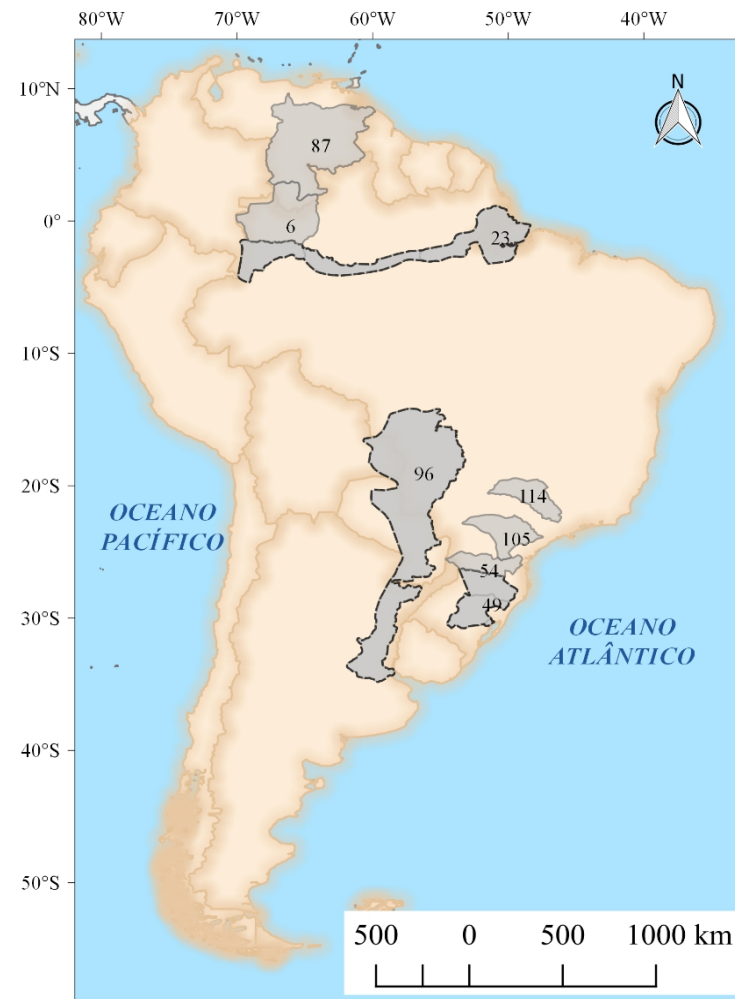


Figura 10. Mapa com as 8 áreas de endemicidade Crustáceos. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados (Legenda igual figura 4)

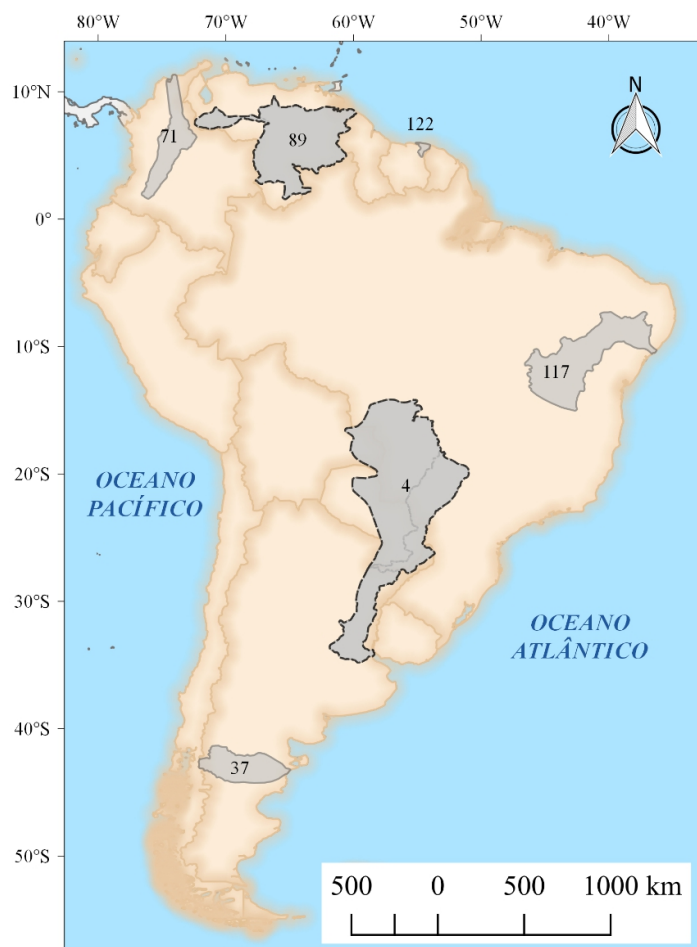


Figura 11. Mapa com as 6 áreas de endemicidade Bivalves. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados. (Legenda igual figura 4)



Figura 12. Mapa com as 12 áreas de endemicidade Gastrópodes. Linhas tracejadas representam grupos hierarquizados. (Legenda igual figura 4)



Figura 13. Mapa com a delimitação das 5 áreas de endemicidade PAE-PCE para todos os grupos (Legenda igual figura 4)



Figura 14. Mapa com a delimitação das 4 áreas de endemicidade PAE-PCE para Peixes (Legenda igual figura 4)

DISCUSSÃO

Diante da ampla biodiversidade presente no continente, a PAE aplicada aqui atendeu seu propósito, pois tal método permitiu visualizar a hierarquização das áreas otimizando assim a comparação da similaridade dessas mesmas áreas, tornando possível visualizar os graus de endemicidade para as regiões. Assim, a hierarquia das áreas pode ser mais uma informação favorável na tomada de decisões relativas à conservação da biodiversidade (LÖWENBERG-NETO e DE CARVALHO, 2004).

O emprego da PAE para delimitar ou propor áreas de endemismo é utilizado há algum tempo por diversos autores (ÁVILA-PIRES, 1995; FERNANDES *et al.*, 1995; SILVA e OREN, 1996; BATES *et al.*, 1998; COSTA *et al.*, 2000; RON, 2000), e isso se dá em grande parte ao aperfeiçoamento de sua metodologia, na qual é empregada o uso de quadriculas (MORRONE, 1994). Goldani e Carvalho, (2003) e Goldani *et al.*, (2006) ao realizarem uma PAE para investigar os padrões biogeográficos dos cercopídeos neotropicais, determinaram 7 áreas de endemismo para a América do Sul, e ao estudar os padrões distribucionais de primatas Neotropicais, identificaram mais 5 áreas. Assim como Echternacht *et al.*, (2011), ao realizarem revisões taxonômicas com espécies endêmicas de plantas vasculares na cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia), delimitaram 10 áreas endêmicas para a região.

A PAE-PCE recuperou novas hierarquias entre algumas drenagens (Figuras 3). Tais relações como a hierarquização em que o Rio Negro aparece como grupo irmão do rio Caquetá/Japurá, podem ser explicadas pela falta de georeferenciamento dos dados. Ou por implicações históricas, pois algumas espécies de peixes que são comuns em toda a Amazônia estão ausentes no Rio Negro, sendo tal rio mais relacionado ao Orinoco e Essequibo (DAGOSTA e DEPINNA, 2017). Contudo, a utilização da PAE-PCE ainda é algo pouco explorado, entretanto García-Barros *et al.*, (2002; 2003) concluíram que o procedimento se mostrou útil ao estudar as distribuições geográficas de animais e plantas na região Mediterrâneo Ocidental, porém utilizando quadriculas, com áreas muito menores do que o presente estudo.

O histórico em relação ao agrupamento de táxons para descrever os padrões de distribuição no continente sul-americano, geralmente, é feito na maioria das vezes com

a utilização de grupos específicos, como: Abelhas (GARRAFFONI *et al.*, 2017) Beija-flores (OUVERNAY *et al.*, 2018), Peixes (DAGOSTA e DEPINNA, 2017; LEMOPOULOSA e COVAIN, 2018), porém ao incluir táxons não proximamente relacionados entre si ou a utilização de mais de um táxon torna a análise mais eficiente (SIGRIST e CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2016).

Diante disso, as áreas aqui propostas utilizando o grupo dos peixes não difere muito do que já foi proposto na literatura (LÓPEZ *et al.*, 2008; LIMA e RIBEIRO, 2011; DAGOSTA e DEPINNA, 2017), uma vez que a utilização de peixes é algo bem recorrente nas pesquisas biogeográficas, principalmente na região Amazônica. Neste estudo, 60% das áreas de endemidade (Figuras 4-14) propostas estão nas regiões hierárquicas Amazônica-Orinoco-Guianas. Outras regiões como Paraná, Uruguai e Paraguai, por exemplo, apresentam uma ictiofauna diversa, somente a bacia do Paraná registra aproximadamente 360 espécies de peixes, algumas ainda não descritas em nível específico (CARVALHO e LANGEANI, 2013).

Apesar da maioria das espécies aqui serem da ictiofauna, ao analisar os demais grupos, como a classe dos Hexapoda (Coleópteros, Hemípteros Megalopteros e Trichopteras), é possível notar que os demais organismos corroboram em importância para as bacias Amazônica e do Prata. Mesmo com as limitações na literatura que contemplem a biogeografia dos artrópodes de modo pontual para as bacias hidrográficas da América do Sul, há alguns estudos focados na região Amazônica (CAMARGO e BECKER, 1999; HALL e HARVEY, 2002; MORRONE, 2002; GOLDANI e CARVALHO, 2003; NIHEI e CARVALHO, 2007). Os Crustáceos (Figura 10) apresentam AE somente no Norte, Sul e Sudeste do Brasil, o que é comparado aos estudos de Morrone e Lopretto (2001), no qual os autores apresentam padrões similares de distribuição, como os que são encontrados aqui, porém com exceção para algumas áreas da Colômbia e Bolívia, áreas estas que no presente estudo não foram indicadas. Já o filo Mollusca, dos quais examinamos as classes dos bivalves e gastrópodes (Figuras 11-12) apresentaram poucas áreas. Como ressalta Wesselingh e Salo (2006), os taxos de moluscos marinhos não obtiveram êxito quanto a sua transição para os biótopos de água doce da Amazônia moderna, o que pode ter influenciado na distribuição destes organismos. Também

deve ser notado que os moluscos na América do Sul, principalmente bivalves, apresentam diversas espécies sinonimizadas, o que torna difícil sua identificação e reconhecimento em determinadas regiões.

Os estudos com diferentes grupos apontam que há uma certa congruência de distribuição entre eles. Sabe-se que grande parte dos padrões biogeográficos dominantes nos peixes de água doce, podem refletir os mesmos padrões em outros grupos taxonômicos (ALBERT e CARVALHO, 2011). Isso reforça que, para estudos desta magnitude, deve ser utilizado o maior número possível de táxons que dividam, minimamente o mesmo habitat.

Neste sentido, observa-se aqui padrões de hierarquias, como as áreas da Guiana, o que se assemelha ao estudo de Lemopoulos e Covain, (2018), que ao realizarem uma PAE para avaliar diferentes hipóteses de unidades biogeográficas para peixes das Guianas, encontraram dois padrões (unidades) biogeográficos: um a oeste, variando do rio Essequibo incluindo as regiões de Berbice e Suriname, e outro para o leste que vai do rio Maroni até a Guiana Francesa, padrões estes que são parecidos com os encontrados aqui, com exceção do rio Essequibo indicado como grupo irmão do rio Orinoco.

É observado também divisões dentro da região Amazônica, onde o Médio rio Amazonas está mais relacionado as bacias do Caquetá/Japurá e Rio Negro do que o Baixo rio Amazonas, que aqui aparece como grupo irmão do rio Trombetas. A captura de bacias pode ser um evento que explique tais padrões, uma vez que, a modificação do curso de água pode ser tão antiga quanto os grupos que foram isolados do curso original (DAGOSTA e DIPINNA, 2017).

As bacias do Xingu e Tapajós, Tocantins e Araguaia apresentaram padrões mais particulares, visto que em todas análises (grupos individuais e juntos) elas não apresentaram hierarquização com outras áreas. Este padrão é visto em algumas propostas de regionalização para a América do Sul (RIVAS-MARTÍNEZ e NAVARRO, 1994; MORRONE, 2006), exceto pelo estudo de Silva *et al.*, (2002) ao analisarem a distribuição de aves apontam as áreas Xingu e Tapajós como distintas. Estas bacias são os principais afluentes da margem sul do rio Amazonas, e estão ligados ao Escudo Brasileiro, porém dados geológicos apontam que as cabeceiras dos atuais tributários norte e sul da

Amazônia poderiam compor cabeceiras de drenagens tipicamente planálticas, o que é atualmente caracterizada pela influência da foz do rio Amazonas (POTTER 1997; LIMA e RIBEIRO, 2011).

Segundo Amorim (2001) a região Amazônica não forma uma unidade biogeográfica, o que é corroborado aqui, visto que a região exibe divisões. Bacias como Madre de Dios, Beni, Mamoré e Madeira são recuperadas como uma única área de endemidade neste estudo. Por outro lado bacias do médio, baixo e alto Amazonas estão separadas. O Pacífico Colombiano, Guayas, Tumbes e Esmeraldas, com drenagens direcionadas ao Oceano Pacífico estão agrupadas com Zamora-Santiago, na região andina adjacente, mas com drenagens de orientações sul e leste. Hoorn *et al.*, (2010) propõe uma explicação para esta singularidade. Eventos tectônicos (miocênicos e pós miocênicos) resultaram em uma série de capturas a oeste de bacias nas áreas mais altas das regiões andinas, resultando em uma mistura de faunas de ambas as drenagens.

As bacias pertencentes a região do Prata apresentam padrões de hierarquias bem consistentes, tanto para as análises com todos os grupos juntos, bem como individualmente, além de uma divisão entre suas regiões, que pode ser vista com a hierarquia das áreas do Alto e Baixo Uruguai, Paraguai Leste e Alto e Baixo Paraná exibem. Essa consistência pode ser devido a uma certa “estabilidade” do Escudo Sul do Brasil, onde a drenagem com orientação sul é bem mais antiga que as mudanças de drenagens no resto do continente (LUNDBERG *et al.*, 1998). Mas os eventos de captura de drenagens está presente a leste, onde a Serra do mar, através de rifteamentos, capturou drenagens originalmente de orientação a oeste para leste (RIBEIRO *et al.*, 2006). Esse efeito é possível perceber pela posição dúbia da PA Iguazu, que aparece agrupadas com drenagens a leste (principalmente Ribeira do Iguape) no PAE, mas com a Bacia do Prata no PAE-PCE.

Os altos níveis de endemismo dos peixes das cabeceiras dos rios amazônicos que drenam o escudo brasileiro já foram por vezes registrados em estudos nos rios Tapajós (CARVALHO e BERTACO, 2006; BRITSKI e LIMA, 2008), Xingu (LIMA e BIRINDELLI, 2006), Guiana (CABALZAR *et al.*, 2005; ZANATA e LIMA, 2005; FERREIRA e LIMA, 2006) e Orinoco (LUJAN *et al.*, 2009). As análises de agrupamentos apontam as bacias do Suriname (Rio Maroni) e Guina Francesa (rio Maroni e rio

Mana) bem similares entre si, o que pode ser explicada através de eventos geológicos pelos quais essas bacias sofreram, como oscilações vinculados captura de rios entre si ou às sucessivas glaciações do Quaternário. (LEMOPOULOSA e COVAIN, 2018; LE BAIL *et al.*, 2012). Por fim, as regiões chilenas como Valdivia e Chiloé, Atacama e Maullín, Lago Chugará e rio Loa demonstram razoável similaridade, uma vez que, as bacias chilenas são localizadas na região andina-pacífica, cuja evolução é marcada por inúmeros eventos geológicos que influenciaram mudanças climáticas e ambientais nessa região, caracterizado por rios de curta distância e alta declividade (POSADAS e ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2016).

Os resultados aqui apresentados reforçam a importância da delimitação de áreas de endemismo como ponto central na delimitação de regionalizações, visto que tais áreas representam as menores unidades de análises biogeográficas sendo a base para se associar uma relação histórica entre regiões (CRACRAFT, 1985; MORRONE, 1994). Como áreas de hipótese primária de homologia biogeográfica, abrem unidades fundamentais para posteriores análises históricas destas mesmas áreas, com metodologia exclusivas para tal (MORRONE, 2004). O ponto é, esses padrões de simpatria não devem ser aleatórios. São resultados que indicam que compartilham ou padrões ecológicos comuns e/ou padrões históricos. A presença de diversas topologias igualmente parcimoniosas e diferenças nos padrões obtidos pela PAE-PCE indicam eventos comuns de restrição, que podem ser reflexos de processos tais como expansões, retrações, extinções e especiação que vão alterando estas áreas ao longo dos anos (DASILVA e PINTO-DARROCHA, 2011). De outra forma, podemos dizer que o conjunto de eventos vicariantes e dispersivos aponta para áreas palimpsésticas. O PAE-PCE parece ser uma ferramenta interessante no resgate destas regiões, ainda que com limitações.

Pelo exposto, fica evidente o quanto os fatores biogeográficos são importantes para se entender não só a história do passado como tentar prever e antecipar possíveis eventos no presente e futuro, assim como a necessidade de mais estudos específicos que possam investigar os fatores biogeográficos da América do Sul. Dessa forma, abre-se aqui inúmeras possibilidade de estudos mais pontuais e que relatem a biogeografias de outros grupos, podendo dessa forma investigar a história biogeográfica dos rios e bacias

no continente. Esperamos que estas áreas sirvam para determinação e planejamento de áreas de preservação, que devem levar em consideração a perspectiva fluviolacustre de endemidade, levando em conta as hierarquizações, bem como delimitação da diversidade em diferentes contextos e metodologias.

Bibliografia

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. Geomorfologia, v. 52, p. 1-22. 1977.

ABELL, R. THIEME, M. L. REVENGA, C. BRYER, M. KOTTELAT, M. BOGUTSKAYA, N. *et al.* **Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation**. BioScience 2008; 58 (5): 403-414.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio São Francisco**. 2018. <http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/a-bacia/> acesso em: 18 de ago. de 2018.

ALBERT, J. S. CARVALHO, T. P. **Neogene assembly of modern faunas**. In: Albert JS, Reis RE, editors. Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. Los Angeles: University of California Press; 2011. p. 119-136.

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

ARROYAVE, J. DENTON, J. S. S. STIASSNY, M. L. J. **Are characiform fishes Gondwanan in origin?** Insights from a time-scaled molecular phylogeny of the Citharinoidei (Ostariophysi, Characiformes). PLoS ONE. 2013; 8:e77269.

ÁVILA-PIRES, T. C. S. 1995. **Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata)**. Zoologische Verhandlungen Nationaal Natuurhistorisch Museum, 709p.

BATES, J. M. HACKETT, S. CRACRAFT, J. 1998. **Area-relationships in the Neotropical lowlands: an hypothesis based on raw distributions of Passerine birds**. Journal of Biogeography 25: 783-793.

BISCONTI, M. LANDINI, W. BIANUCCI, G. CANTALAMESSA, G. CARNEVALE, G. RAGAINI, L. VALLERI, G. 2001. **Biogeographic relationship of the Galapagos terrestrial biota: parsimony analyses of endemity based on reptiles, land birds and Scalesia land plants**. Journal of Biogeography, 28: 495-510.

BRITSKI, H. A. LIMA, F. C. T. 2008. **A new species of Hemigrammus from the upper Rio Tapajos basin in Brazil (Teleostei: Characiformes: Characidae)**. Copeia 2008:565-569.

- BROOKS, D. R. & M. G. P. VAN VELLER. 2003. **Critique of parsimony analysis of endemism as a method of historical biogeography**. *Journal of Biogeography*, 30: 819- 825.
- BUCKUP, P. A. **The Eastern Brazilian Shield**. In: Albert JS, Reis RE, editors. *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. Los Angeles: University of California Press; 2011. p. 203-10.
- CABALZAR, A. LIMA, F. C. T. LOPES, M. 2005. **Peixe e Gente no Alto Rio Tiquie**. São Paulo: Instituto Socioambiental.
- CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografía de América Latina**. Monografía nro. 13. Washington: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, 1973. 120p.
- CABRERA, A. YEPES, J. **Mamíferos Sud-americanos (Vida, Costumbres y Descripción)**. Buenos Aires: Historia Natural Ediar, Compañía Argentina de Editores, 1940. 370p.
- CAMARGO, A. J. A. BECKER, V. O. **Saturniidae (Lepidoptera) from the Brazilian Cerrado: composition and biogeographic relationships**. *Biotropica*.1999; 31(4):696-705.
- CARVALHO, F. R. LANGEANI, F. **Hyphessobrycon uaiso: new characidish from the rio Grande, upper rio Paraná basin, Minas Gerais State (Ostariophysi: Characidae), with a brief comment about some types of Hyphessobrycon**. *Neotropical Ichthyology, Maringá*, v. 11, n. 3, p. 525-536, 2013.
- CARVALHO, J. B. de. **Áreas de Endemismo**. In: *Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Espaço e Forma*. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.p. 25–33.
- CARVALHO, T. P. BERTACO, V. A. 2006. **Two new species of Hyphessobrycon (Teleostei: Characidae) from upper rio Tapajós basin on Chapada dos Parecis, Central Brazil**. *Neotropical Ichthyology*, 4: 301-308.
- CASAGRANDA, M. D. TAHER, L. SZMUMIK, C. A. (2012). **Endemism analysis, parsimony and biotic elements: a formal comparison using hypothetical distributions**. *Cladistics*, 28 (6) 645-654.
- CASAGRANDA, M. D. GROSSO, M. de (2013) **Areas of Endemism: Methodological and Applied Biogeographic Contributions from South America**. *Current Progress in Biological Research* (ed. by M. Silva-Opps), pp. 3–18.
- COSTA, L. P. LEITE, Y. L. R.FONSECA, G. FONSECA, M. T. 2000. **Biogeography of South America forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest**. *Biotropica* 32: 872-881.

CRACRAFT, J. 1985. **Historical Biogeography and patterns of differentiation within the South of American avifauna: áreas of endemismo.** *Ornithological Monography*. 36: 49-84.

CRACRAFT, J. PRUM, R. 1988. **Patterns and processes of diversification: speciation and historical congruence in some neotropical birds.** *Evolution* 42: 603-620.

DAGOSTA, F. C. P. DE PINNA, M. C. C. **Biogeography of Amazonian fishes: deconstructing river basins as biogeographic units.** *Neotrop. ichthyol.* [online].vol.15, n.3, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170034>

DASILVA, M. B. PINTO-DA-ROCHA, R. 2011. **História Biogeográfica da Mata Atlântica: opiliões (Arachnida) como modelo para sua inferência.** In: Carvalho, C. J. B. Almeida E. *Biogeografia da América do Sul: Padrões e Processos*. Editora Roca, São Paulo, p 221-238.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D. M.; GRAHAM, D. I. *et al.* **Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe.** Washington: Banco Mundial, 1995. 135p.

ECHTERNACHT, L. TROVÓA, M. OLIVEIRA, C. T. PIRANIA, J. R. **Areas of endemismo in the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil.** *Flora* (2011), doi:10.1016/j.flora.2011.04.003.

ESCALANTE, T. (2009) **Un ensayo sobre regionalización biogeográfica.** *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 551- 560.

ESCALANTE, T. 2015. **Parsimony analysis of endemism and analysis of endemism: a fair comparison.** *Systematics and Biodiversity*, 13(5), 413-418.

FERNANDES, M. E. B. DA SILVA, J. M. C. SILVA Jr., J. S. 1995. **The monkeys of the islands of the Amazon estuary, Brazil: a biogeographic analysis.** *Mammalia* 59: 213-221.

FERREIRA, K. M. LIMA, F. C. T. 2006. **A new species of Knodus (Characiformes: Characidae) from the Rio Tiquie, upper Rio Negro System, Brazil.** *Copeia* 2006:630-639.

GARCÍA-BARROS E. 2003. **Mariposas diurnas endémicas de la región Paleártica occidental: Patrones de distribución y su análisis mediante parsimonia (Lepidoptera, Papilionoidea).** *Graellsia* 59: 233-258.

GARCÍA-BARROS, E. GURREA, P. LUCIÁÑEZ, M. J. CANO, J. M. MUNGUIRA, M. L. MORENO, J. C. SAINZ, H. SANZ, M. J. SIMÓN, J. C. 2002. **Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean).** *J. Biogeogr.* 29: 109-124.

GARRAFFONI, A. R. S. MOURA, F. R. LOURENÇO, A. P. **Areas of endemism in the Atlantic Forest: quantitative biogeography insights from orchid bees (Apidae: Euglossini).** *Apidologie* (2017) 48: 513. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0494-6>.

- GARZÓN-ORDUÑA, I. J. MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. DONATO, M. (2008). **Parsimony analyses describes but not explain: na illustrated critique.** *Journal de Biogeography*, 35, 903-913.
- GÉRY, J., 1969. **The fresh-water fishes of South America.** In Fittkau, E. J. *et al.* (Eds.). *Biogeography and ecology in South America*, vol. 2. Junk, The Hague, p. 828-848.
- GOLDANI, A. CARVALHO, G. S. BICCA-MARQUES, J. C. 2006. **Distribution patterns of Neotropical primates (Platyrrhini) based on Parsimony Analysis of Endemism.** *Braz. J. Biol.*, 66(1A): 61-74.
- GOLDANI, Â. CARVALHO, G.S. 2003. **Análise de parcimônia de endemismo de cercopídeos neotropicais (Hemiptera, Cercopidae).** *Rev Bras Entomol* 47 (3): 437-442.
- GOLOBOFF, P. 1999. *NONA* (no name) ver. 2 Published by the author, Tucumán, Argentina.
- HALL, J. P. W. HARVEY, D. J. **The phylogeography of Amazonia revisited: new evidence from riodinid butterflies.** *Evolution*. 2002; 56(7):1489-97.
- HAMMER, Ø. HARPER, D. A. T. RYAN, P. D. 2001. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.** *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.
- HAROLD, A. S, MOOI, R. D. **Areas of endemism: definition and recognition criteria.** *Syst Biol*. 1994; 43(2):261-66.
- HAUSDORF, B. (2002). **Units in biogeography.** *Systematic Biology*, 51, 648-652. doi:10.1080/10635150290102320.
- HE, J. KREFT, H. GAO, E. WANG, Z. JIANG, H. **Patterns and drivers of zoogeographical regions of terrestrial vertebrates in China.** *Journal of Biogeography*, 44(5), 1172-1184. 2017.
- HOORN C, *et al.* (2010) **Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity.** *Science* 330:927-931.
- HUANG, J. HUANG, J. LU, X. MA, K. **Diversity distribution patterns of Chinese endemic seed plant species and their implications for conservation planning.** *Nature Publishing Group*, n. September, p. 1-12, 2016.
- HUMPHRIES, C.J. 1989. **Any advance on assumption 2?** *Journal of Biogeography*, 16:101-102.
- KULCZYNSKI, S. **“Die pflanzenassoziationen der pienenen.”** *Bulletin International de LA-cademie Polonaise des Sciences et des Letters, Classe des Sciences Mathematiques et Naturelles*, vol. 2(B), pp. 57-203, 1927.

- KUSCHEL, G. **Biogeography and ecology of South American Coleoptera**. In: FITTKAU, E. J.; ILLIES, J.; KLINGE, H. et al. *Biogeography and Ecology in South America*. La Haya: Df. W. Junk B. V. Publishers, 1969. p. 709-722.
- LE BAIL, P. Y. COVAIN, R. JÉGU, M. FISCH-MULLER, S. VIGOUROUX, R. KEITH, P. 2012. **Updated checklist of the freshwater and estuarine fishes of French Guiana**. *Cybium* 36, 293–319.
- LEMOPOULOSA, A. COVAIN, R. **Biogeography of the freshwater fishes of the Guianas using a partitioned parsimony analysis of endemism with reappraisal of ecoregional boundaries**. *Cladistics*. v. 34. 2018. P. 1-19.
- LÈVÊQUE, C. OBERDORFF, T. PAUGY, D. STIASSNY, M. L. J. TEDESCO, P. A. 2008. **Global diversity of fish (Pisces) in freshwater**. *Hydrobiologia* 595: 545–567.
- LIMA, F. C. T. BIRINDELLI, J. L. O. 2006. **Moenkhausia petymbuaba, a new species of characid from the Serra do Cachimbo, Rio Xingu basin, Brazil (Characiformes: Characidae)**. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 17:53–58.
- LIMA, F. C. T. RIBEIRO, A. C. **Continental-scale tectonic controls of biogeography and ecology**. In: Albert JS, Reis RE, editors. *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. Los Angeles: University of California Press; 2011. p. 145-64.
- LÓPEZ, H. L. MENNI, R. C. DONATO, M. C. MIQUELARENA, A. M. **Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes**. *Biogeogr.* 2008; 35(9):1564-79.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 534 p.
- LOWENBERG-NETO, P. **Conservação da Biodiversidade e Biogeografia Histórica**. In *Biogeografia da América do Sul: Padrões e Processos*. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). São Paulo: Roca, 2010. p. 162-172.
- LÖWENBERG-NETO, P. DE CARVALHO, C.J.B. 2004. **Análise Parcimoniosa de Endemismos (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação da biodiversidade**. *Nat. Cons.* 2(2):58-6527.
- LUJAN, N. K. ARCE, M. ARMBRUSTER, J. W. 2009. **A new black Baryancistrus with blue sheen from the upper Orinoco (Siluriformes: Loricariidae)**. *Copeia* 2009:50–56.
- LUNA, I. ALCÁNTARA, O. MORRONE, J. J. ESPINOSA, D. 2000. **Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico**. *Divers. Distrib.* 6: 137-143.
- LUNDBERG, J. G. MARSHALL, L. G. GUERRERO, J. HORTON, B. MALABARBA, M. C. S. L. WESSELINGH, F. **The stage for Neotropical fish diversification: A history of tropical South American rivers**. In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP,

Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: Edipucrs; 1998. p.13-48.

MADDISON, W. P. MADDISON, D. R. 2009. **Mesquite**: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.10. <http://mesquiteproject.org>.

MELLO-LEITÃO, C. **Zoogeografia do Brasil**. Série 5", Brasiliana, v. 77, 1937. 4 1 6p.

MIRANDE, M. J. AGUILERA, G. AZPELICUETA, M. L. M (2011). **A threatened new species of *Oligosarcus* and its phylogenetic relationships, with comments on *Astyanacinus* (teleostei: Characidae)**. *Zootaxa*, 2994: 1-20.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* **Wilderness**: Earth's last wild places. México City: CEMEX, 2002.

MORRONE, J. J. (2011) **Island evolutionary biogeography**: Analysis of the weevils (Coleoptera: Curculionidae) of the Falkland Islands (Islas Malvinas). *Journal of Biogeography*, 38, 2078–2090. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02553.x>

MORRONE, J. J. 1994a. **On the identification of areas of endemism**. *Systematic Biology*, 43: 448-441.

MORRONE, J. J. **Biogeografía de América Latina y el Caribe**. Zaragoza: M&T-Manuales & Tesis SEA, 2001. v. 3, 148p.

MORRONE, J. J. **Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna**. *Annual Review of Entomology*, v. 5 1 , p. 467-494, 2006.

MORRONE, J. J. **Biogeographical regionalisation of the world: a reappraisal**. *Australian Systematic Botany*, 28, 81-90. 2015.

MORRONE, J. J. LOPRETTO, E. C. 2001. **Trichodactylid biogeographic patterns (Crustacea: Decapoda) and the Neotropical region**. *Neotrópica*, La Plata, 47: 49-55.

MORRONE, J. J. **On the identification of areas of endemism**. *Syst Biol.* 1994; 43(3):438-41.

MORRONE, J. J. **Panbiogeografía, componentes bióticos: zonas de transición**. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 48. p. 149-1 62, 2004.

MORRONE, J. J. **The Neotropical weevil genus *Entimus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae)**: Cladistics biogeography, and modes of speciation. *Coleopt Bull.* 2002; 56(4):501-13.

MÜLLER, P. **The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm**: a study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. *Biogeographica*. La Haya: Df. W. Junk B. V. Publishers, 1973. v. 2, 244p.

- NIHEI, S. S. CARVALHO, C. J. B. **Systematics and biogeography of Polietina Schnabl & Dzedzicki (Diptera, Muscidae):** Neotropical area relationships and Amazonia as a composite area. *Syst Entomol.* 2007; 32(3):477-501.
- NIHEI, S.S. 2006. **Misconceptions about parsimony analysis of endemism.** *Journal of Biogeography* 33: 2099-2106.
- NIXON, K. C. 2002. **WinClada** ver. 1.0008. Published by the author, Ithaca, NY, USA.
- OUVERNAY, D. FERREIRA I, MORRONE, J. J. **Areas of endemism of humming-birds (Aves: Apodiformes: Trochilidae) in the Andean and Neotropical regions.** *Zoologia* 35: 1-13. 2018. <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e13673>.
- PAPAVERO, N. LLORENTE, J. ABE, J. M. 1994. **Formal Definitions of Some New Biological and Geological Terms for use in Biogeography.** *Biogeographica*, 70, 193-203.
- POSADAS, P. ORTIZ-JAUREGUIZAR, E. **Evolução da Região Andina da América do Sul.** In *Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Espaço e Forma*. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.p. 181–190.
- POTTER, P. E. **The Mesozoic and Cenozoic paleodrainage of South America: a natural history.** *J. S. Am. Earth Sci.*, v. 10, p. 331-344, 1997.
- RIBEIRO, A. C. LIMA, F. C. T. RICCOMINI, C. *et al.* **Fishes of the Atlantic Rain-forest of Boraceia: Testimonies of the Quaternary fault reactivation within a Neoproterozoic tectonic province in Southeastern Brazil.** *Ichthyol. Explor. Fres.*, v. 17, p. 157-164, 2006.
- RIBICHICH, A. M. **El modelo clásico de la fitogeografía de Argentina: un análisis crítico.** *Interciencia*, v. 27, p. 669-675, 2002.
- RINGUELET, R. A. **Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur.** *Ecosur*, v. 2, p. 1-122, 1975.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. NAVARRO, G. **Mapa Biogeográfico de Suramérica.** Madrid: publicado por los autores, 1994.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. TOVAR, O. **Síntesis biogeográfica de los Andes.** *Collectanea Botanica (Barcelona)*, v. 14, p. 515-521. 1983.
- RON, S. R. 2000. **Biogeographical area relationships of lowland Neotropical rain-forest based on raw distributions of vertebrates groups.** *Biological Journal of the Linnean Society* 71: 379-402.
- ROSEN, B. R. (1992). **Dynamic magnetic resonance imaging of human brain activity during primary sensory stimulation.** *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.S.*, 89, 567.5.

- ROSEN, B. R. **From fossils to earth history**: applied historical biogeography. In: A. A. MYERS & P. S. GILLERS (eds.). *Analytical Biogeography*. Chapman & Hall, London, pp. 437-481, 1988.
- SANTANA, C. D. de. VARI, R. P. 2010. **Electric fishes of the genus *Sternarchorhynchus* (Teleostei, Ostariophysi, Gymnotiformes)**: Phylogenetic and revisionary studies. *Zoological Journal of the Linnean Society* 159:223–371.
- SANTOS, C. M. D. 2005. **Parsimony Analysis of Endemicity**: time for an epitaph? *Journal of Biogeography*, Inglaterra, v. 32, n. 7, p. 1284-1286.
- SCLATER, P. L. **On the general geographic distribution of the members of the class Aves**. *Journal of the Linnean Society*: Zoology, v. 2, p. 130-145, 1858.
- SICK, W. D. **Geographical substance**. *Monographiae Biologicae*, v. 19, p. 449-474, 1969.
- SIGRIST, M. S. DE CARVALHO, C. J. B. **Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE)**: the Neotropical region and the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*, v.8, p. 33-42, 2008.
- SILVA, J. M. C. OREN, D. C. 1996. **Application of parsimony analysis of endemism in Amazonian biogeography**: an example with primates. *Biological Journal of the Linnean Society* 59: 427-437.
- SILVA, J. M. c.; NOVAES, F. c.; OREN, D. C. **Differentiation of *Xiphocolaptes* (*Dendrocolaptidae*) across the river Xingu, Brazilian Amazonia**: recognition of a new phylogenetic species and biogeographic implications. *Bull. Brit. Ornith. Club*, v. 122, p. 185 - 194, 2002.
- SORENSEN, T. 1948. **A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species**. *K. Danske Videnske Selsk* 5: 1-34.
- STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography**. *Geological Society of America Bulletin*, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.
- SZUMIK, C. A. GOLOBOFF, P. A. 2004. **Areas of Endemism**: An Improved Optimality Criterion. *Systematic Biology* 53: 968-977.
- SZUMIK, C. A. CUEZZO, F. GOLOBOFF, P. A. CHALUP, A. E. 2002. **An Optimality Criterion to Determine Areas of Endemism**. *Systematic Biology* 51: 806-816.
- VAVREK, M. J. (2016) **A comparison of clustering methods for biogeography with fossil datasets**. *PeerJ* 4:e1720. doi: 10.7717/peerj.1720.
- VÁZQUEZ, D. P. SIMBERLOFF, D. **“Changes in interaction biodiversity induced by an introduced ungulate”**. *Ecology Letters*, vol. 6, no. 12, pp. 1077–1083, 2003.

WESSELINGH, F.P. SALO, J. A. **Miocene perspective on the evolution of the Amazonian biota.** Scripta Geologica, 133: 439-458, 5 figs., 1 table, Leiden, November 2006.

WOLDA, H. (1981). **Similarity indices, sample size and diversity.** Oecologia, v.50, p. 296-302.

ZANATA, A. M. LIMA, F. C. T. 2005. **New species of Jupiaba (Characiformes:Characidae) from Rio Tiquie, upper Rio Negro basin, Brazil.** Copeia 2005:272–278.

Capítulo II ECORREGIÕES DE ÁGUA DOCE: UMA PROPOSTA DE REGIONALIZAÇÃO PARA A AMÉRICA DO SUL

Sinara S. Romeiro¹

Rodrigo C. Marques^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. E-mail: s.romeiro@hotmail.com

^{1,2} Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha Mucuri, Campus JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

Resumo

A América do Sul, ao longo de milhões de anos, passou por vários eventos biogeográficos que alteraram suas características climatológicas e geomorfológicas. Por ser uma região que concentra uma extraordinária biodiversidade, o continente é alvo de vários questionamentos sobre os processos e/ou eventos que definiram os padrões encontrados atualmente. A proposta aqui apresentada é investigar os processos biogeográficos que possam estar envolvidos no endemismo das ecorregiões, com base na delimitação de 50 ecorregiões já propostas na literatura, assim através da investigação da fauna fluviolacustre, baseada na endemicidade das bacias hidrográficas e com a utilização de diferentes organismos dulciaquícolas. Os métodos utilizados foram a Análise de Parcimônia de Endemicidade (PAE) e métodos de agrupamento (Índice de Similaridade Sorensen e Kulczynski), dessa forma as áreas encontradas são apresentadas com os valores de riqueza e índice de Endemicidade. Após as análises, verificou-se um alto índice de endemicidade presente na região Amazônica, bem como em ecorregiões menores como: Parnaíba, Lago Maracaibo e Lagoa dos Patos, contudo ao comparar os índices de endemismo por área, nota-se que ao agrupar as ecorregiões maiores o índice de endemismo diminui, obtendo-se níveis semelhantes ao de algumas pequenas ecorregiões (Baixo Uruguai). Constatou-se também a alta similaridade das bacias da região Amazônica e regiões adjacentes, além da hierarquização das ecorregiões analisadas. Os resultados aqui encontrados reforçam a importância da delimitação de ecorregiões de água doce, uma vez que tais regiões podem refletir mudanças históricas e consequentes processos evolutivos pelos quais a América do Sul passou, reforçando assim a tomada de decisões para planejamento (atuais e futuros) da conservação.

Palavras-chave: Biogeografia; Bacias Hidrográficas; Conservação; Endemicidade; Organismos Fluviolacustres.

Abstract

South America, over millions of years, has undergone several biogeographic events that have altered its climatological and geomorphological characteristics. Because it is a region that has an extraordinary biodiversity, the continent is the target of several questions about the processes and / or events that defined the patterns found today. The proposal presented here is to investigate the biogeographical processes that may be involved in the endemism of the ecoregions, based on the delimitation of 50 ecoregions already proposed in the literature, as well as the investigation of the fauna fluviolacustre, based

on the endemicity of the watersheds and with the use of different organisms. The methods used were the Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) and clustering methods (Sorensen and Kulczynski Similarity Index), in this way the areas found are presented with the values of wealth and Endemicity index. After analysis, there was a high index of endemicity present in the Amazon region, as well as in smaller ecoregions such as: Parnaíba, Lago Maracaibo and Lagoa dos Patos. However, when comparing endemism indices by area, greater ecoregions the index of endemism decreases, obtaining similar levels to some small ecoregions (Low Uruguay). It was also verified the high similarity of the basins of the Amazon region and adjacent regions, besides the hierarchy of the ecoregions analyzed. The results found here reinforce the importance of the delimitation of freshwater ecoregions, since these regions may reflect historical changes and consequent evolutionary processes through which South America has passed, thus reinforcing the decision making for (current and future) planning of the conservation.

Keywords: Biogeography; Watersheds; Conservation; Endemicity; Organisms Fluvio-lacustres.

INTRODUÇÃO

Ao longo de milhões de anos, a paisagem da América do Sul foi moldada por inúmeras transformações associadas a uma série de eventos geotectônicos e climáticos para chegar às paisagens que conhecemos atualmente, tendo como legado as atuais características fisiográficas do continente, bem como a distribuição da sua fauna e flora (MELLO-LEITÃO, 1937; CABRERA e YEPES, 1940; AB' SÁBER, 1977; RIBICHI-CH, 2002). O continente dispõe de uma alta biodiversidade, é detentor de uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, além da reconhecida riqueza e diversidade de seus biomas (KENT *et al.*, 2000; MYERS *et al.*, 2000; MACHADO *et al.*, 2004b; PERES, 2005; SOBRAL e STEHMANN, 2009).

Compreender tais processos é de suma importância para a conservação da sua biodiversidade, além de auxiliar na tomada de decisões em planejamentos para a conservação (WIKRAMANAYAKE *et al.*, 2002). Para tal, é necessário a definição de áreas de conservação, pois a obtenção de dados disponíveis beneficia o conhecimento acerca da descrição da ecologia de espécies e sistemas (BALMFORD *et al.*, 2000; PHALAN, 2011). Os padrões de regionalização encontrados atualmente na América do Sul são evidências dos diversos eventos biogeográficos ocorridos na região. Neste sentido, o conhecimento da Biogeografia como foi proposta inicialmente por De Candolle (1820), é

algo extremamente relevante para políticas de conservação, uma vez que, a ciência da Biogeografia estuda a distribuição dos organismos pelo planeta.

Dentro da Biogeografia, alguns métodos são propostos para as investigações de regionalizações, atualmente um dos principais e mais amplamente utilizado é a análise de parcimônia de endemidade (PAE), que foi inicialmente desenvolvido por Rosen (1988) em um contexto estratigráfico, mas que se mantém útil à hierarquização de áreas. Tal método busca assinalar áreas de endemidade, que maximizam a coocorrência de táxons (i. e., a total simpatria). Por outro lado, temos os métodos tradicionais, que se baseiam na sobreposição, mesmo que parcial, de táxons. Uma dessas formas leva em conta também aspectos fisiográficos e climáticos, conhecidos como “ecorregiões” (OMERNIK, 2004). Pela praticidade em delimitar as ecorregiões por barreiras geográficas, este método vem sendo utilizado em vários estudos e projetos de regionalização biótica em escala global (vide as diretrizes da WWF (*World Wide Fund for Nature*) nos últimos 20 anos). Neste contexto, Dinnerstein *et al.*, (1995) defendem que, ecorregiões refletem um agrupamento de comunidades naturais, que podem ser geograficamente distintas, mas que compartilham suas espécies, processos ecológicos e condições ambientais análogas, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade a longo prazo. Já Pereira *et al.*, (2015) apontam para a facilitação no planejamento de medidas para conservação, uma vez que, há simultaneamente diversas espécies e comunidades naturais inter-relacionadas nas ecorregiões.

Com o intuito de contribuir para a conservação dos ambientes fluviolacustres, Abell *et al.*, (2008), dentro do grande projeto da WWF propuseram um mapa com a primeira ecorregionalização para os ambientes aquáticos continentais do planeta. Nessa abordagem, a América do Sul apresenta 52 ecorregiões, das quais os autores destacam as regiões da Amazônia e os sistemas do Tocantins-Araguaia, bem como a região do São Francisco por seu alto índice de endemismo, Abell *et al.*, (2008) ainda ressaltam que, as ecorregiões podem estimar a extensão original das comunidades naturais, mesmo antes das alterações causadas por atividades humanas – ainda que não há uma metodologia explícita para a reconstrução dessas distribuições.

Embora concordamos com a importância da delimitação de ecorregiões, os estudos de Abell *et al.*, (2008) não apresentam uma metodologia explícita de delimitação (que é *a priori*), nem apresenta uma proposta de hierarquização entre as áreas. A hierarquia aqui é vista como importante para acessar uma visão mais acurada da distribuição taxonômica do que a mera indicação de endemividade (Rosen, 1995b; Nihei, 2006). Além do mais, ainda que de forma indireta, a hierarquia dos agrupamentos pode indicar uma hipótese de história conjunta das áreas (PORZECANSKI e CRACRAFT, 2005). Outro ponto no estudo de Abell *et al.*, (2008) é sua dependência exclusiva na ocorrência de dados ictiológicos.

Dessa forma, a proposta aqui apresentada é investigar os processos biogeográficos que possam estar envolvidos no endemismo das ecorregiões, com base na delimitação de 50 ecorregiões já propostas por Abell *et al.*, (2008), através da investigação da fauna fluviolacustres, baseando-se na endemividade das bacias hidrográficas do continente, tenta-se com essa proposta a utilização de diferentes organismos dulciaquícolas, e assim, investigar os processos biogeográficos que possam estarem envolvidos no endemismo das ecorregiões.

MATERIAL E MÉTODOS

Delimitação de Ecorregiões

As bacias utilizadas (drenagens) foram selecionadas de acordo com a proposta feita por Abell *et al.*, (2008), onde os autores dividem a região da América do Sul em Unidades Biogeográficas denominadas ecorregiões de água doce, no entanto, para este estudo foram acrescentadas duas novas ecorregiões, Atrato e Chubut, cabe ressaltar que algumas regiões descritas pelos autores, não foram utilizadas (rios patagônicos, regiões andinas e a serra de Perijá), pois as mesmas não apresentam e/ou não possuem amostragem suficientes.

As ecorregiões são áreas reconhecidas para se aplicar planos de conservação, ao serem delimitadas podem representar os padrões de variáveis ambientais e ecológi-

cas, podendo de tal modo ao serem conhecidas influenciar a distribuição em grande escala dos recursos da biodiversidade (GROVES *et al.*, 2002).

Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) e Eliminação Progressiva de Caracteres (PAE-PCE)

A Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE), é um método proposto por Rosen 1988, procurando definir áreas de endemismo e busca assinalar a relação histórica das áreas de ocorrência dos táxons monofiléticos (a priori). A utilização da PAE é alvo de algumas contestações, pois tal método não emprega informações filogenéticas de dispersão e vicariância em suas análises, fazendo com que resultados gerados pela PAE não indicassem relações biogeográficas. Porém, a PAE diferencia-se dos demais métodos por apresentar simplicidade em sua execução, sendo ideal para quando não possuímos todos os dados georeferenciados. Outra vantagem da PAE consiste em apresentar os padrões de hierarquização das áreas estudadas, assim as hierarquias que são encontradas (e/ou recuperadas) tornam-se informações importantes para tomadas de decisões referentes à conservação da biodiversidade (LÖWENBERG-NETO e DE CARVALHO, 2004).

Já a Análise de Parcimônia de Endemicidade com Eliminação Progressiva de Caracteres (PAE-PCE), é um método aplicado logo após as análises de parcimônia (LUNA-VEGA *et al.*, 2000; GARCÍA-BARROS *et al.*, 2002; GARCÍA-BARROS, 2003). Este procedimento determinar áreas de endemicidade que podem ser ignoradas nas primeiras análises com a PAE.

Levantamento dos dados e grupos selecionados

O levantamento dos dados dos referidos grupos foi feito inicialmente por procura bibliográfica, catálogos online (CAS – California Academy of Sciences (<https://www.calacademy.org/>), Fishbase (<http://www.fishbase.org/search.php>), IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) GBIF (<https://www.gbif.org/>)) preferencialmente na publicação dos últimos check-list, bem como em coleções tradicionais (American Museum of Natural History (<https://www.amnh.org/>), Field museum (

seum.org/), MZUSP - Museu de Zoologia da USP (<http://www.mz.usp.br/>) quanto em base de dados mantidas por sociedades científicas, ITIS (<https://www.itis.gov/>), Mussel Project (<http://mussel-project.uwsp.edu/>) foram consultados paralelamente. Esse conjunto de busca promoveu o encontro de informações e tornou possível validá-las. Informações dúbias ou genéricas (como “Bacia Amazônica”; 'Brazil' ou termos abrangentes que não citam o rio original encontrado como topo tipo) foram excluídos.

Os grupos que não apresentaram pelo menos uma parte da vida em ambientes fluviolacustre foram excluídos, outro critério de exclusão foram: a) grupos com conhecimento taxinômico conflitante; b) Localização duvidosa; c) espécies que são amplilocalizadas, ou seja, que possuem ampla distribuição para o continente.

Dessa forma, o levantamento dos dados resultou no total de 7.163 espécies dulciaquícolas distribuídas em os oito grupos estudados: 5.374 Peixes, 690 Trichoptera, 470 Hemiptera, 229 Coleópteros, 121 Gastrópodes, 115 Crustáceos, 105 Bivalves e 59 Megaloptera.

Construção da matriz de dados

A construção da matriz de dados foi a partir da utilização do programa Mesquite© (MADDISON e MADDISON, 2009). Após a construção da matriz, a mesma foi analisada com algoritmos de parcimônia no programa Tree Analysis Using New Technology - TNT, versão 1.1 (GOLOBOFF, 1999) procurou-se a menor árvore para matriz, utilizando o algoritmo TBR múltiplo na procura tradicional (com 20 replicações), bem como procura com perturbações (Ratchet + Tree Fusing). O cladograma de consenso foi visualizado no WinClada (NIXON, 2002).

Cálculo de endemidade

A partir da visualização das matrizes no programa Winclada (NIXON, 2002), foi possível constatar as sinapomorfias (ocorrências únicas para o mesmo grupo hierarquizado) e homoplasias (ocorrências para grupos distantes ou não hierarquizados) que cada ecorregião apresentou. Além do mais, tomando como base a metodologia de Huang *et al.*, (2016) para calcular a diversidade de plantas da China, na qual basearam-se

somente na riqueza de espécies (sinapomorfias) por unidade florística, não levando em consideração as espécies homoplásticas. Aqui representamos o índice pela soma de cada sinapomorfia (valor 1) e homoplasias (que repesadas pelo valor do índice de consistência; ic), normalizado pelo maior valor encontrado. Dessa forma, é possível contabilizar as espécies de cada ecorregião. Como há diferenças de magnitudes entre os valores, recomendamos representar o valor final como logaritmos. A ideia de utilizar as homoplasias repesadas pelos seus respectivos ic 's aqui (i.e., espécies com ocorrência em mais de uma área não pertence a mesma hierarquização) justifica-se pois são táxons que carregam informação de distribuição, mas são desprezados em uma visão de simpatria estrita. Por outro lado, sua utilização com mesmo peso dos táxons verdadeiramente endêmicos viola o próprio princípio de endemidade. Logo o próprio ic é interessante, pois revela o quanto ele não está participando das propostas de hierarquizações (ex, táxons com ocorrências em diversas hierarquizações deverá ter um peso mínimo; táxons com participação mais restrita deverá ter ic 's maiores). De uma certa forma, há similaridades com o uso de homoplasias aqui com o índice de endemidade de Szumik *et al.*, (2004) dentro do contexto de “*Endemicity Analysis*” (NDM; Szumik *et al.*, 2002; 2004), onde ocorrência extra a área inferida com peso geralmente menor a ocorrência dentro da área. No entanto, no NDM a procura do conjunto de áreas é dinâmica ao cálculo dos índices, enquanto na nossa análise o cálculo é *a posteriori*, uma vez que as áreas são prédefinidas. Também utilizamos os valores deste índice de endemidade dividido pela área total de cada ecorregião.

Cálculo de similaridade

Para se medir a diversidade e verificar o grau de similaridade entre as ecorregiões, foi utilizado os coeficientes de similaridade, o qual apresentou quais regiões são mais similares ou dissimilares entre si. Desta forma, foi feita uma análise de similaridade utilizando os índices (coeficientes de similaridade) de Sorensen (SORENSEN, 1948; WOLDA, 1981) e Kulczynski (KULCZYNSKI, 1927; VÁZQUEZ e SIMBERLOFF, 2003) através do software Past 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001). Por fim, recalculamos os

valores de riqueza de Abell *et al.*, (2008), utilizando a ocorrência dos organismos aqui listados.

RESULTADOS

Os resultados para hierarquizações, os valores absolutos e relativos de endemidade, bem como valores de riqueza estão expostos nas figuras 16-22, onde constatamos um Consenso de 37 topologias, com 11.545 passos e um índice de consistência (IC) de 54. Embora o consenso demonstre muitos nós colapsados, há relativamente um grande número de clados bem resolvidos, demonstrando 4 grandes grupos hierarquizados: 1. Baixo Amazonas, Essequibo e Guiana; 2. Ucayali, Mamoré-Madre de Dios-Madeira, Amazonas West, Rio Negro, Orinoco e Amazonas; 3. Lagoa dos Patos, Alto e Baixo Uruguai, Paraguai e Alto Paraná; 4. Litoral de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraíba do Sul e Doce (figura 16) e três grupos que denominamos de “transição” 1. Tocantins-Araguaia e Xingu; 2. Amazonas-Guiana e Tapajós; 3. Iguaçu e Ribeira de Iguape. Região de transição aqui é interpretada como ecorregiões que ora se apresentam como grupo irmão de uma área hierárquica adjacente, ora com área hierárquica diferente, mas também adjacente.

A partir das análises PAE com base nas 50 ecorregiões apresentadas por Abell *et al.*, (2008), alguns fatores são claros: a) alto índice de endemismo presente nas ecorregiões da América do Sul; b) diminuição dos índices de endemismo por área km² c) a similaridade das bacias da região Amazônica e adjacentes; d) hierarquização de várias ecorregiões; O estudo dessas ecorregiões são um ponto inicial para planos de conservação em qualquer lugar na terra, pois normalmente expõe os padrões de vegetação das áreas (OLSON *et al.*, 2001).

As ecorregiões aqui analisadas através do método PAE, apontam uma padrão de hierarquização notando-se uma divisão clara entre as ecorregiões dentro da bacia Amazônica (figura 16). Pode-se perceber com as ecorregiões Mamoré-Madre de Dios, Madeira, Amazonas Estuary, Essequibo, Guiana, Amazonas Western, Rio Negro e Orinoco que apresentam compartilhamento de inúmeras espécies de peixes, o que é sustentado por mais de duas espécies (sinapomorfias), formando assim uma grande área de en-

demismo. Também foi verificado a alta hierarquização dos rios da Bacia do Prata, principalmente entre as ecorregiões do Paraná e do Alto Paraná.

No entanto, as análises com a PAE-PCE indicam uma divisão entre regiões Amazônicas, a ecorregião Tapajós está mais relacionada a Tocantins-Araguaia do que com Xingu, as ecorregiões do rio Doce e Alto Uruguai como grupo irmão, assim como a lagoa dos Patos como grupo irmão das ecorregiões do Prata, fato este fora demonstrado pela primeira vez.

Ao verificar os níveis de endemismo das 50 ecorregiões nota-se que algumas se sobressaem com os maiores valores de endemidade: Amazonas, Orinoco, Alto Paraná, Paraguai, Tocantins-Araguaia e Guiana Oriental (S4).

Examinando os índices de Sorensen e Kulczynski, (S5-6) observa-se que tais índices não possuem diferenças significativas, porém o índice de Kulczynski se sobressai neste estudo em relação aos níveis de similaridade. Desta forma, os índices apontam as seguintes ecorregiões como mais similares: Alto Paraná e Baixo Paraná com 0,38 (Sorensen) e 0,45 (Kulczynski); Essequibo e Guiana 0,39 (Sorensen) e 0,39 (Kulczynski), Amazonas e Amazonas West 0,23 (Sorensen) e 0,39 (Kulczynski).

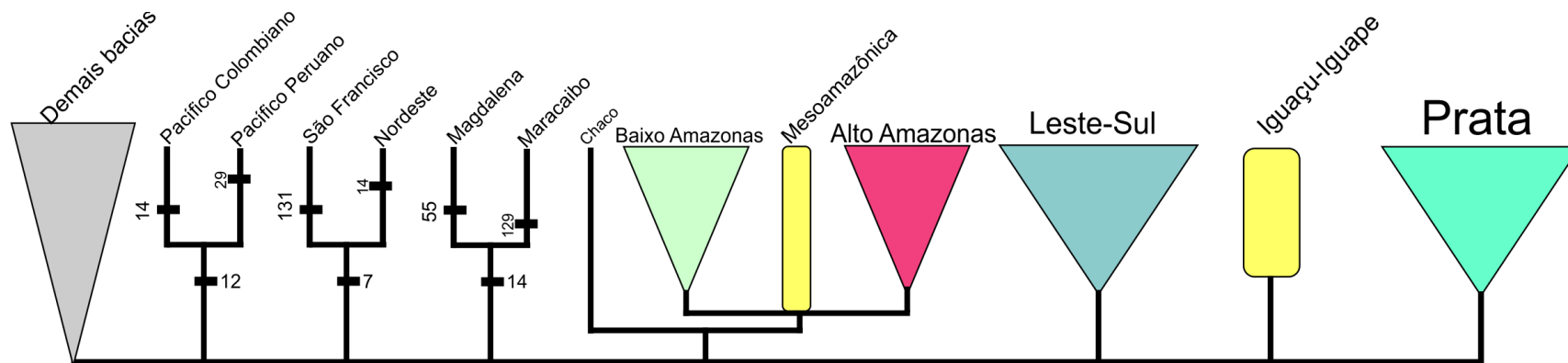


Figura 15. Ecorregiões que apresentaram padrões de hierarquização (Consenso de topologias: 37; Número de passos: 11.545; IC 54). Retângulos pretos representam o número de sinapomorfias de cada ecorregião.

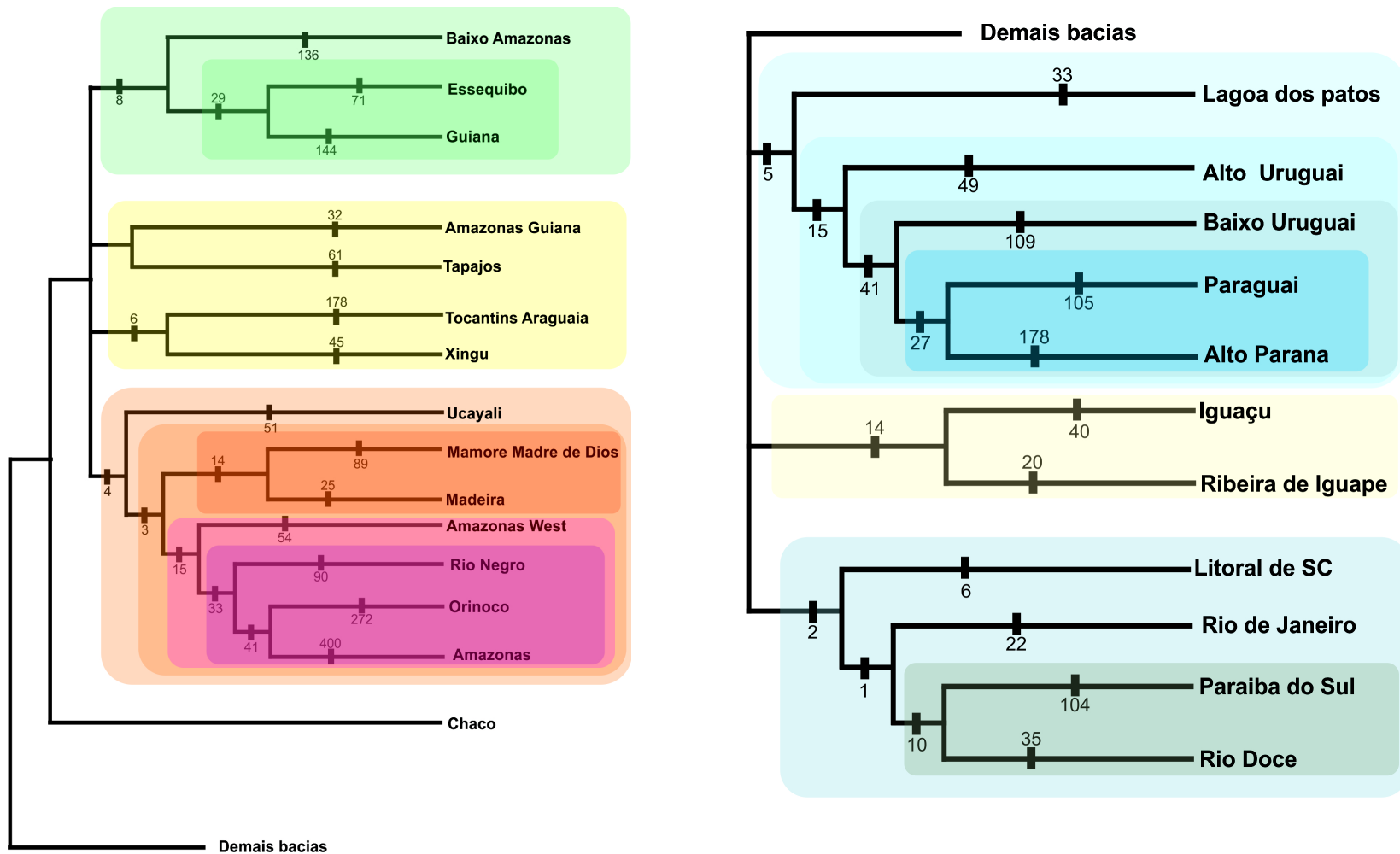


Figura 16. Árvores resultantes das análises PAE para as ecorregiões Amazônicas e adjacentes e ecorregiões do Prata (a partir da topologia da Fig. 15). Retângulos pretos representam o número de sinapomorfias de cada ecorregião.

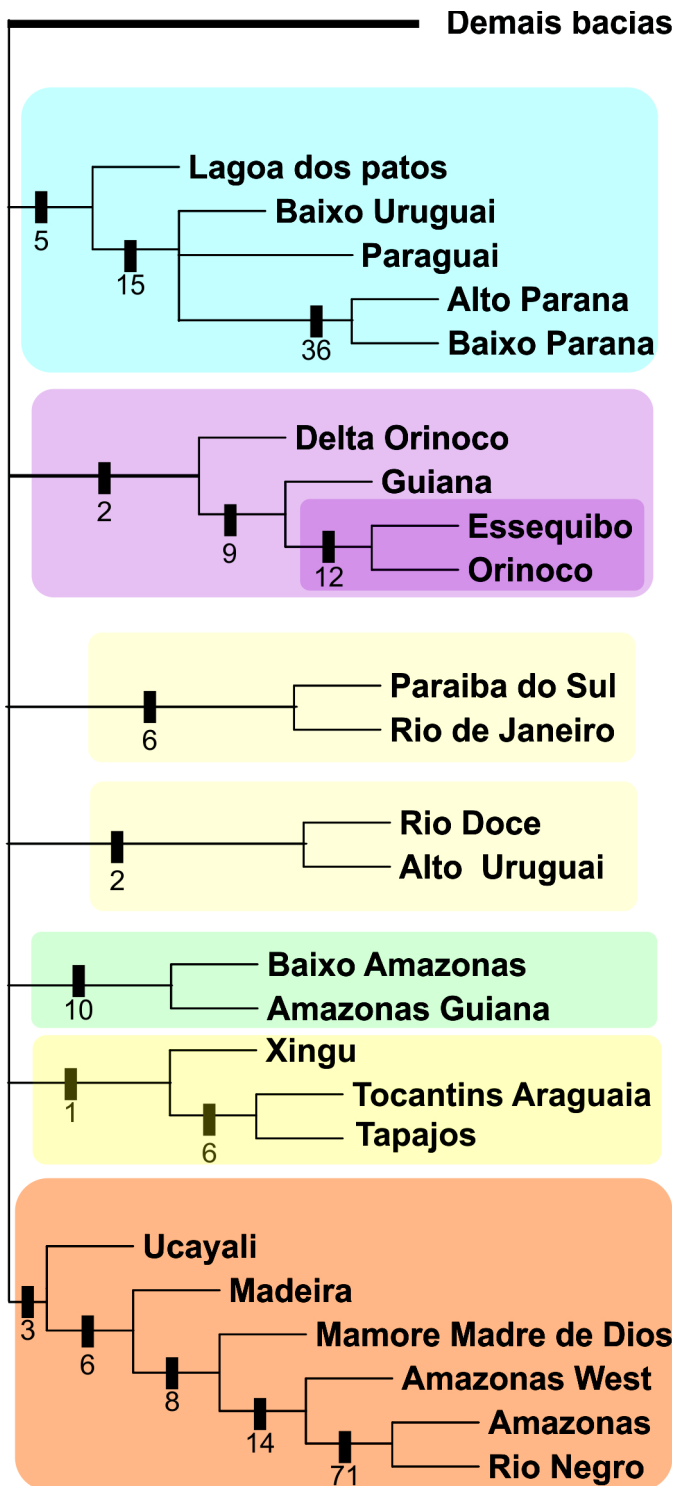
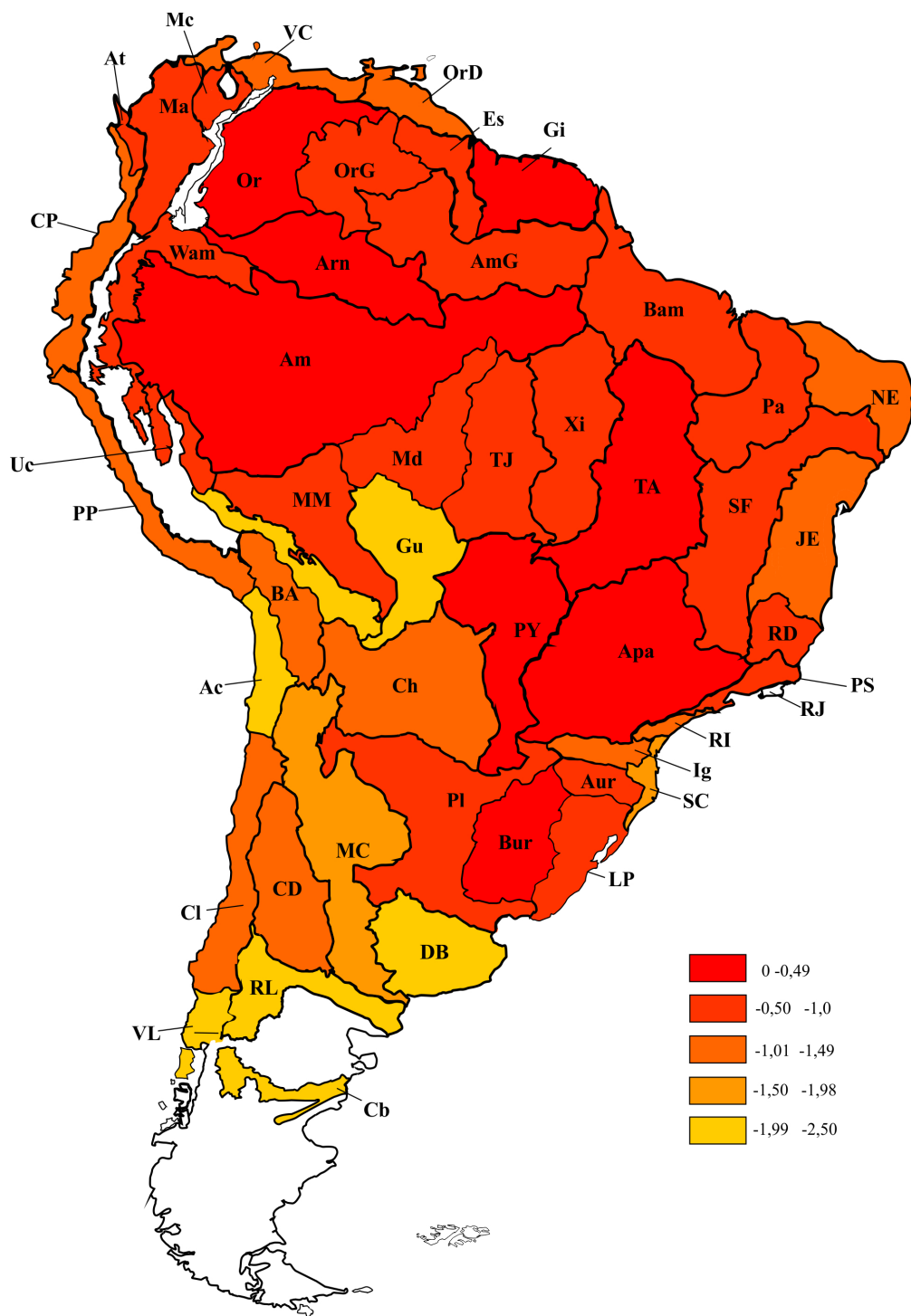


Figura 17. Árvores resultantes da análise PAE-PCE para as ecorregiões da América do Sul. Retângulos pretos representam o número de sinapomorfias de cada ecorregião.



idade das Ecorregiões. Ac. Central Andina; Am. Amazonas; AmG. Amazonas Escudo; APA. Alto Paraná; Arn. Alto Rio Negro; AT. Atrato; Aur. Alto Uruguai; BA. Altiplano Boliviano; Bam. Baixo Amazonas; Bur. Baixo Uruguai; Cb. Chubut; CD. Cuyan Desaguadero; Ch. Chaco; Cl. Chile; CP. Pacifico Colombiano; DB. Bonaerensean Drainagens; Es. Essequibo; Gi. Guiana; Gu. Guaporé; Ig. Iguazu; JE. Jequitinhonha; LP. Lagoa dos Patos; Ma. Magdalena; Mc. Lago Maracaibo; MC. Mar Chiquita; Md. Madeira; MM. Mamoré; NE. Nordeste; Or. Orinoco; OrD. Orinoco Delta (San Juan); OrG. Orinoco Guiana; Pa. Parnaiba; PI. Baixo Paraná; PP. Pacifico Peruano; PS. Paraiba do Sul; PY. Paraguai Leste; RD. Rio Doce; RI. Ribeira de Iguape; RJ. Rio de Janeiro RL. Rio Limay; SC. Litoral de Santa Catarina; SF. São Francisco; TA. Tocantins-Araguaia; TJ. Tapajó; Uc. Ucayali; VC. Caribe Venezuelano; VL. Valdívia; Wam. Amazonas West e Xi. Xingu.

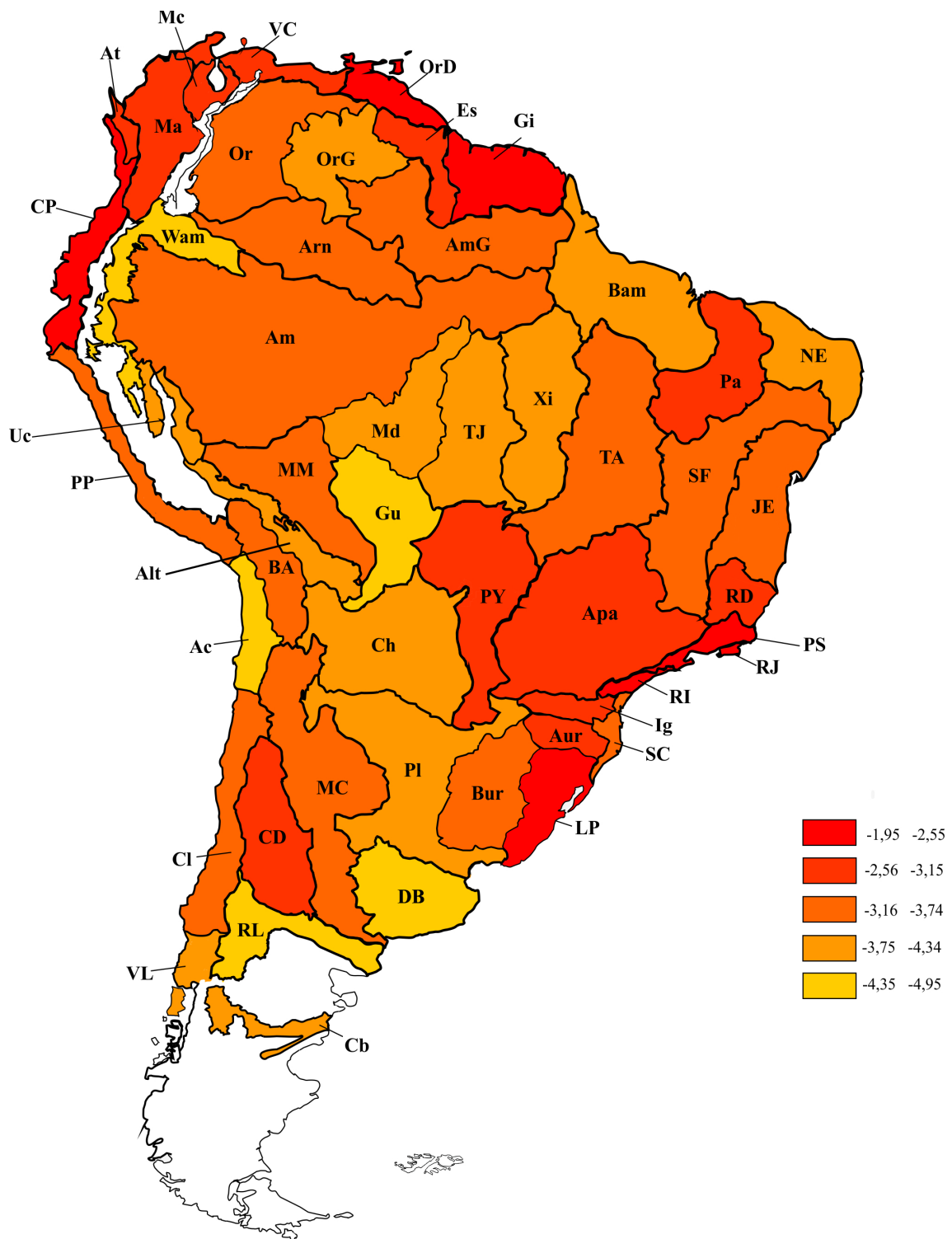


Figura 19. Mapa com índice de endemidade relativo das Ecorregiões (Legenda igual figura 18)

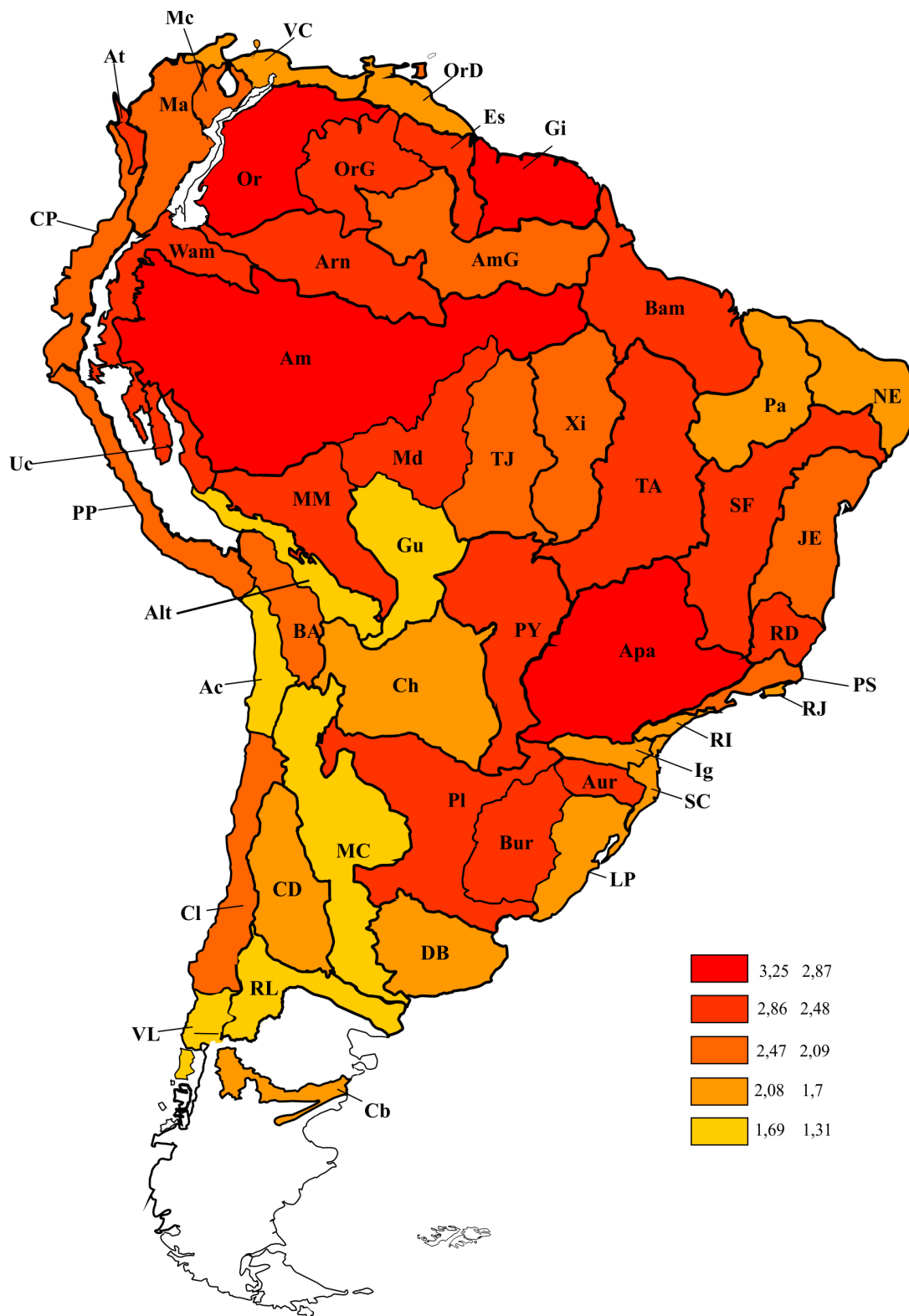


Figura 20. Mapa da riqueza de espécies das Ecorregiões
(Legenda igual figura 18)

DISCUSSÃO

A proposta aqui exposta é algo inédito, uma vez que, alguns dos trabalhos sugeridos (DINNERSTEIN *et al.*, 1995; HIGGINS *et al.*, 2005; ABELL *et al.*, 2008) para a delimitação de ecorregiões aborda o uso de uma única classe de organismo, geralmente terrestres ou marinhos, poucas vezes foram empregados organismo dulciaquícolas, e quando estes são utilizados, a preferência se dá ao grupo dos peixes, apesar da ictiofauna sul-americana ser bem conhecida na literatura, ainda há pouca qualidade quanto aos dados de algumas regiões, por exemplo, o norte da bacia do Paraná, que precisa de estudos mais pontais para a descrição de suas espécies. Neste sentido, a abordagem realizada aqui, utiliza diferentes organismos dulciaquícolas em nível de espécies e com base na presença/ausência em uma ou mais ecorregiões, o que tornar possível o reconhecimento de alguns padrões diferentes para determinadas ecorregiões (PAAVOLA *et al.*, 2006), possibilitando assim a delimitação de áreas mais refinadas.

Os padrões de hierarquia das áreas (ecorregiões) encontradas, justificam a utilização do método PAE, pois os resultados obtidos podem ser comparados com os demais métodos propostos, como a Análise Cladística de Distribuições e Endemismo (CADE), *eNDeMism* (NDM) e Brooks Parsimony Analysis (BPA) (MORRONE, 1994; GARZÓN-ORDUÑA *et al.*, 2008; CASAGRANDA *et al.*, 2012; DAGOSTA e DEPINNA, 2017). Tais padrões podem conter diferentes explicações, incluindo principalmente componentes históricos. Por exemplo, Hoorn *et al.*, (2010), utilizando dados geológicos e ecológicos, concluíram que a Amazônia que se conhece atualmente fez parte de uma região denominada pan-Amazônica (antes do final do Mioceno), uma região extremamente grande que incluía as atuais bacias do Amazonas, Orinoco e Magdalena.

As análises PAE indicaram aqui duas divisões entre regiões Amazônicas (figura 16) e uma possível zona de transição (Tocantins-Araguaia e Xingu) entre essas regiões. Em uma primeira divisão, observamos ecorregiões que possuem suas redes de drenagem mais a leste do continente, ou seja, escudo das Guianas, que é uma das regiões geológicas mais estáveis da América do Sul (BIGARELLA e FERREIRA, 1985), sendo considerada uma provável região de origem e diversificação de vários grupos de organismos. Entretanto, esta região exibe uma hidrografia bem complexa, pois é drenada

pelo rio Orinoco, tendo como tributários da margem esquerda do rio (MAGALHÃES e PEREIRA, 2007). A segunda divisão encontrada pela PAE, são ecorregiões mais a oeste do continente, regiões do alto Amazonas e mais próximas aos Andes.

Ambas as divisões possuem regiões chamadas aqui de “transição” nas quais apresentam distribuições que ultrapassam os limites de divisores entre bacias. Alguns organismos com distribuições mais planálticas podem ocorrer em diferentes drenagens, excedendo assim limites que as dividem, no entanto tais eventos estão sempre ligados às cabeceiras de bacias. (RIBEIRO *et al.*, 2016).

A ecorregião do lago Maracaibo, embora apresente-se com várias espécies em comum com a região do Magdalena, também apresenta vários táxons com as ecorregiões que envolvem o Orinoco. Tal resultado pode ser explicado pela complexa história biogeográfica dessas regiões e pelos inúmeros e importantes eventos geológicos que ocorreram no Mioceno, o rio Magdalena e o Pacífico Colombiano foram separados do paleo-Amazonas e Orinoco, por volta de 12-10 Ma com a formação da Cordilheira Oriental (LUNDBERG *et al.*, 1998; ALBERT *et al.*, 2006). Mais tarde, cerca de 8 Ma o Lago Maracaibo também foi separado do Orinoco com a elevação da Cordilheira de Mérida (HOORN *et al.*, 1995; LUNDBERG *et al.*, 1998; ALBERT *et al.*, 2006), tornando-se posteriormente parte do grupo trans-andino. Essa mesma explicação pode ser utilizada para as ecorregiões Pacífico colombiano e Pacífico Venezuelano.

Outra área hierarquizada são Amazonas West, Rio Negro, Orinoco e Amazonas, que são consideradas pela PAE como uma única área de endemismo. Esse padrão transbaciaal pode ser explicado pela presença do Canal Cassiquiare, que interconecta naturalmente as bacias do Orinoco e do Amazonas, o que deve ser ainda atuante como ligação de trocas faunísticas entre ambas as bacias (SIOLI, 1984; HUBER, 1995; WINEMILLER *et al.*, 2008).

Neste contexto, paralelamente ao soerguimento e/ou a construção das montanhas na região andina, assim como os diversos eventos envolvidos nesse processo (tectonismo, climáticos) uma grande área úmida de lagos e pântanos foram se desenvolvendo na Amazônia Ocidental pós miocênica (HOORN *et al.*, 2010). Tais informações, deixam evidente que o relato da elevação cenozóica dos Andes e seus efeitos no clima regi-

onal (POULSEN *et al.*, 2010) tiveram um grande impacto na evolução da paisagem (terrestre e aquática) em todo o norte da América do Sul e até mesmo na região Amazônia (MORA *et al.*, 2010), deixando ainda mais evidentes os padrões hierárquicos da bacia Amazônica aqui.

É evidente do mesmo modo que as ecorregiões mais ao leste do continente também exibem um padrão de hierarquia entre suas bacias, principalmente no Sul e Sudeste brasileiro, pois as ecorregiões Litoral de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraíba do Sul e Doce foram aqui consideradas uma grande área de endemismo. No entanto, alguns desses padrões podem ser um viés de análise (Ribeira de Iguape e Iguazu) relacionadas a áreas de transição entre essas ecorregiões que podem acarretar em trocas ou interações faunísticas, ou simplesmente uma má amostragem dos dados. Outra explicação pode ser devido aos sistemas de drenagens do planalto cristalino brasileiro, onde os rios passam a drenar para as margens, pelo menos em sua porção mais ao leste, que é marcadamente influenciada pelos processos de ruptura continental. Tal padrão de drenagem é característico hoje em dia dos rios Paraná, São Francisco, Doce e Uruguai (RIBEIRO *et al.*, 2016). Esse padrão pode ser resultado de procedimentos que estão associados ao Escudo Brasileiro, projeções florestais e formações abertas no cerrado e Caatinga, podendo assim formar uma área que é compatível à porção brasileira da Sub-região Chaqueña (MORRONE, 2014).

Diante do exposto, podemos presumir que processos históricos e geológicos podem estar envolvidos no padrão de hierarquização indicados para a América do Sul, pois a utilização de grupos diversos, especialmente os clados menos inclusivos com menos espécies, podem apresentar padrões peculiares na localização e distribuição de espécies e endemias, refletindo suas circunstâncias históricas únicas (ALBERT e CARVALHO, 2011).

A Endemicidade das ecorregiões encontradas aqui, em alguns aspectos são bem semelhantes aos resultados de Abell *et al.*, (2008), onde observaram que as áreas das regiões da Amazonas e Orinoco são confirmadas pela riqueza de espécies, além de outras bacias como Paraná, porém cabe ressaltar que os autores usaram apenas um único grupo (peixes) em suas análises, o que segundo Paavola *et al.*, (2006) advertem que a

análise de outros grupos taxonômicos quase certamente revelaria padrões diferentes para algumas regiões, fato este corroborado aqui, uma vez que, a delimitação da ecorregião Atrato só foi possível pelo alto nível de endemidade expressado por essa região. Um ponto interessante e difícil de explicar é que a ecorregião do Guaporé apresentou níveis extremamente baixos de endemidade, que se repete no estudo de Abell *et al.*, (2008). Uma das possibilidades é que exista um artefato nesses dados, como por exemplo um viés histórico de baixa amostragem.

O dado mais notável é o quanto as maiores endemidades estão nas ecorregiões ao norte da América do Sul, bem como as ecorregiões dentro ou adjacentes da Bacia do Prata (Fig. 18). Dessa forma, além das bacias do Orinoco e Amazonas que compreendem áreas já reconhecidas pela riqueza global e elevado endemismo, as ecorregiões do alto Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco demonstraram também altos níveis de endemidade, no entanto, observamos que outras ecorregiões menores como a ecorregião do Iguaçu, na qual 60% das suas 75 espécies de peixes são endêmicas, exibiu níveis expressivos de endemismo, assim, nota-se que bacias hidrográficas isoladas podem apresentar elevado endemismo (AGOSTINHO *et al.*, 2005).

Já a relação da endemidade com a área das ecorregiões apresentam algumas distorções. Por exemplo, a Amazônia quando comparada com áreas menores como pacífico colombiano ou Parnaíba apresentar baixo endemismo, abaixo do esperado. A restrição de espécies, o endemismo de pequenas ecorregiões pode aumentar naturalmente a riqueza total de uma biota regional (DEPINNA 2006). Assim, pode haver uma relação entre a riqueza de espécies, endemismo e fatores geográficos (ROY e GOLDBERG, 2007; ALBERT e CARVALHO, 2011). Neste sentido, observamos que as espécies utilizadas aqui estão concentradas principalmente nas regiões Amazônicas, Orinoco e Paraná (figura 20), pois a riqueza de espécies pode estar presente principalmente em latitudes mais altas e tropicais da América do Sul e a maioria das regiões extratropicais possuem menos espécies (LÉVÊQUE *et al.*, 2005). Porém, outras ecorregiões podem conter um viés de amostragem, como o caso da ecorregião do Jequitinhonha, uma vez que, possui baixa amostragem de espécies para este estudo, haja visto poucos trabalhos relatando coletas nessa região.

Uma outra explicação é a presença de parâmetros climáticos e ambientais da região onde as drenagens se encontram. No caso da Amazônia Oriental, por exemplo, o enriquecimento da produtividade devido a sedimentos trazidos das regiões altas andinas, bem como a ação das chuvas e cheias em trazer os nutrientes dos solos de varzea, além de uma dinâmica florestal maior (STEEGE, 2010) pode ser uma explicação baseada na alta produtividade que sustentaria uma alta diversidade fluvial, enquanto os solos dos crátons da Amazônia Ocidental, que geralmente são mais pobres em nutrientes (QUESADA *et al.*, 2009a). Já as drenagens do Prata podem apresentar uma alta endemicidade devido a conexões históricas com diferentes cabeceiras – isto é, que faz divisa com diferentes bacia, como a possibilidade de troca biótica com afluentes do sul amazônico (ALBERT e CARVALHO, 2011). A alta endemicidade da ecorregião da Lagoa dos Patos pode estar relacionadas aos eventos que modificaram a direcionalidade de várias drenagens do continente (RIBEIRO *et al.*, 2016), podendo representar eventos locais (Subbacias do Rio Ijuí, Guaíba e diferentes rios ao longo da Lagoa dos Patos e Mirim), bem como captura de drenagens ao Oeste, com trocas de táxons que pertenciam a áreas tão ricas e endêmicas quanto as bacias adjacentes do Prata.

As ecorregiões aqui estudadas, exibiram valores pouco expressivos quanto à similaridade, visto que ocorreu sobreposição de áreas, que parcialmente sobrepostas pode significar problemas, mesmo com a utilização de métodos que impõem hierarquia nos resultados (Szumik *et al.*, 2004). Embora estes índices podem ser justificados como indicadores de “equilíbrio ecológico”, que atuam em escalas espaciais menores (SCOLFORO *et al.*, 2008) eles não se apresentaram efetivamente úteis para hierarquizações de ocorrências de grandes áreas.

Os resultados aqui demonstram que as ecorregiões são importantes para mapeamento de biodiversidade fluviolacustre na América do Sul. Mas no entanto ganha uma nova dimensão quando acrescentamos informações hierarquizadas que apresentam informações históricas e ecológicas na delimitação destes grupos. E que entre os padrões mais claros é a divisão de duas grandes hierarquizações nas ecorregiões Amazônicas, uma a Oeste e outra a Leste, que pode ser uma testemunha da época de diferentes orientações da drenagem Amazônica. Também observamos uma grande endemicidade para

regiões adjacentes, que podem também ser efeito de capturas de drenagens de bacias previamente ricas em espécies. As análises de agrupamento, embora recomendadas em trabalhos anteriores (ex. HAUSDORF e HENNIG, 2003), não foram úteis para a hierarquização, provavelmente pela dependência da escala espacial de análise (SCOLFORO *et al.*, 2008). A PAE, ainda que apresente críticas, se mostrou interessante para determinação de hierarquizações de áreas delimitadas a priori, bem como a PAE-PCE se mostrou útil para visualizar áreas de endemidade ocultas por diversos fatores. Dessa forma, acreditamos que a hierarquização encontrada para ecorregiões de drenagens na América do Sul possam ser ferramentas para propostas de regionalização, pois normalmente descrevem os padrões de composição das espécies que podem estar associados aos processos evolutivos e históricos (McDonald's *et al.*, 2005). E recomendamos que técnicas de agrupamentos por georeferenciamento e distância (ex. Dos Santos *et al.*, 2008; GUEDES *et al.*, 2017) devem ser utilizados em conjunto com métodos que explicitam as hierarquizações (como o PAE ou NDM).

Bibliografia

- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, v. 52, p. 1 -22. 1977.
- ABELL, R. THIEME, M. L. REVENGA, C. BRYER, M. KOTTELAT, M. BOGUTSKAYA, N. *et al.* **Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation**. *BioScience* 2008; 58 (5): 403-414.
- AGOSTINHO, A. A. THOMAZ, S. M. GOMES, L.C. 2005. **Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil**. *Megadiversidade* 1(1): 70-78.
- ALBERT, J. S. CARVALHO, T. P. **Neogene assembly of modern faunas**. In: Albert JS, Reis RE, editors. *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. Los Angeles: University of California Press; 2011. p. 119-136.
- ALBERT, J. S. LOVEJOY, N. R. CRAMPTON, W. G. R. **Miocene tectonism and the separation of cis- and trans-Andean river drainages**: Evidence from Neotropical fishes. *J South Am Earth Sci.* 2006; 21(1-2):14-27.
- BALMFORD, A. MOORE, J. L. BROOKS, T. BURGESS, N. HANSEN, L. A. WILLIAMS, P. RAHBEK, C. **Conservation conflicts across Africa**. *Science*, v. 291, n. 5513, p. 2616-2619, 2000.

- BIGARELLA, J. J. FERREIRA, A. M. M. 1985. **Amazonian geology and the Pleistocene and the Cenozoic environments and paleoclimates**. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (Eds.) *Amazônia* Pergamon. 49-71.
- CABRERA, A. YEPES, J. **Mamíferos Sud-americanos (Vida, Costumbres y Descripción)**. Buenos Aires: Historia Natural Ediar, Compañía Argentina de Editores, 1940. 370p.
- CASSAGRANDA, M. D. TAHER, L. SZUMIK, C. A. (2012) **Endemicity analyses, parsimony and biotic elements: a formal comparison using hypothetical distributions**. *Cladistics*, 1, 1-10.
- DAGOSTA, F. C. P. DE PINNA, M. C. C. **Biogeography of Amazonian fishes: deconstructing river basins as biogeographic units**. *Neotrop. ichthyol.* [online].vol.15, n.3, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170034>.
- DE CANDOLLE, A. P. **Géographie botanique**. Vol. 18, Pp. 359-422, in: CUVIER, Frédéric (ed.). *Dictionnaire des Sciences Naturelles*. Paris: Levrault, 1820.
- DEPINNA, M. C. C. de. 2006. **Diversity of tropical fishes**. In *The Physiology of Tropical Fishes*, edited by A. L. Val, V. M. F. Val, and D. J. Randall, 47–84. Amsterdam Elsevier.
- DINNERSTEIN, E. OLSON, D. M. GRAHAM, D. J. WEBSTER, A. L. PRIMM, S. A. BOOK BINDER, M. P. **Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. Washington: World Bank. 1995. 237p.
- DOS SANTOS, D. A. FERNÁNDEZ, H. R. CUEZZO, M. G. DOMÍNGUES, E. (2008). **Sympatry inference and network analysis in biogeography**. *Systematic Biology*, 57(3), 432-448.
- GARCÍA-BARROS E. 2003. **Mariposas diurnas endémicas de la región Paleártica occidental: Patrones de distribución y su análisis mediante parsimonia (Lepidoptera, Papilionoidea)**. *Graellsia* 59: 233-258.
- GARCÍA-BARROS, E. GURREA, P. LUCIÁÑEZ, M. J. CANO, J. M. MUNGUIRA, M. L. MORENO, J. C. SAINZ, H. SANZ, M. J. SIMÓN, J. C. 2002. **Parsimony analysis of endemicity and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean)**. *J. Biogeogr.* 29: 109-124.
- GARZÓN-ORDUÑA, I. J. MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. DONATO, M. (2008). **Parsimony analyses describes but not explain: an illustrated critique**. *Journal de Biogeography*, 35, 903-913.
- GOLOBOFF, P. 1999. **NONA** (no name) ver. 2 Published by the author, Tucumán, Argentina.

GROVES, C. R, JENSEN, D. B. VALUTIS, L. L. REDFORD, K. H. SHAFFER, M. L. SCOTT, J. M. BAUMGARTNER, J. V. HIGGINS, J. V. BECK, M. W. ANDERSON, M. G. 2002. **Planning for biodiversity conservation: Putting conservation science into practice.** *BioScience* 52: 499–512.

GUEDES, T. B, SAWAYA, R. J, ZIZKA, A. *et al.* **Patterns, biases and prospects in the distribution and diversity of Neotropical snakes.** *Global Ecol Biogeogr.* 2017;00:1–8.<https://doi.org/10.1111/geb.12679>.

HAMMER, Ø. HARPER, D. A. T. RYAN, P. D. 2001. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.** *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1–9.

HAUSDORF, B. HENNING, C. 2003. **Biotic element analysis in biogeography.** *Systematic Biology*, 52:717–723.

HIGGINS, J. V. BRYER, M. T. KHOURY, M. L. FITZHUGH, T. W. (2005). **A Freshwater Classification Approach for Biodiversity Conservation Planning.** *Conservation Biology*, 19(2), 432–445. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00504.x

HOORN, C. *et al.* 2010. **Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity.** *Science* 330:927–931.

HOORN, C. GUERRERO, J. SARMIENTO, G. A. LORENTE, M. A. **Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns.** In *Miocene northern South America*. *Geology*. 1995; 23(3):237–40.

HOORN, C. WESSELINGH, F. P. HOVIKOSKI, J. GUERRERO, J. In **Amazonia, Landscape and Species Evolution.** HOORN, C. WESSELINGH, F. P. Eds. (Wiley, Oxford, 2010), pp. 123–142.

HUANG, J. HUANG, J. LU, X. MA, K. **Diversity distribution patterns of Chinese endemic seed plant species and their implications for conservation planning.** *Nature Publishing Group*, n. September, p. 1–12, 2016.

HUBER, J. H. 1995. **Nouvelles collections de cyprinodontes paraguayens, avec description de 4 espèces rivulines inédites et redécouverte d’une espèce a la localité typique jusqu’alors indéterminée.** *Killi-Contact, Association Killiphile Francophone de Belgique* 23: 1–24.

KENT, J. MYERS, N. MITTERMEIER, R. A. MITTERMEIER, C. G. FONSECA, G. A. B. 2000. **Biodiversity and Hotspots for conservation priorities.** *Nature* 403: 853–858.

KULCZYNSKI, S. “**Die pflanzenassoziationen der pienenen**” .*Bulletin International de LA-cademie Polonaise des Sciences et des Letters, Classe des Sciences Mathematiques et Naturelles*, vol. 2(B), pp. 57–203, 1927.

LÉVÊQUE, C. BALIAN, E. V. MARTENS, K. 2005. **An assessment of animal species diversity in continental waters.** *Hydrobiologia*. 542: 39-67.

LÖWENBERG-NETO, P. DE CARVALHO, C. J. B. 2004. **Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos:** inferências para conservação da biodiversidade. *Nat. Cons.* 2(2):58-6527.

LUNA, I. ALCÁNTARA, O. MORRONE, J. J. ESPINOSA, D. 2000. **Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico.** *Divers. Distrib.* 6: 137-143.

LUNDBERG, J. G. MARSHALL, L. G. GUERRERO, J. HORTON, B. MAL-ABARBA, M. C. S. L. WESSELINGH, F. **The stage for Neotropical fish diversification:** A history of tropical South American rivers. In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes.* Porto Alegre: Edipucrs; 1998. p.13-48.

MACHADO, R. B. RAMOS NETO, M. B. PEREIRA, P. G. P. CALDAS, E. GONÇALVES, D. A. SANTOS, N. S. TABOR, K. STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Brasília:** Conservation International. 2004b. Relatório técnico não publicado.

MADDISON, W. P. MADDISON, D. R. 2009. **Mesquite:** a modular system for evolutionary analysis. Version 3.10. <http://mesquiteproject.org>.

MAGALHÃES, C. PEREIRA, G. **Assessment of the decapod crustacean diversity in the Guayana Shield region aiming at conservation decisions.** *Biota Neotropica*. 7(2): 111–124, 2007.

MCDONALD, R. MCKNIGHT, M. WEISS, D. SELIG, E. O'CONNOR, M. VIOLIN, C. MOODY, A. 2005. **Species compositional similarity and ecoregions:** Do eco-region boundaries represent zones of high species turnover? *Biological Conservation* 126: 24–40.

MELLO-LEITÃO, C. **Zoogeografia do Brasil.** Série 5", *Brasiliana*, v. 77, 1937. 4 1 6p.

MORA, A. *et al.*, in **Amazonia, Landscape and Species Evolution**, C. Hoorn, F. P. Wesselingh, Eds. (Wiley, Oxford, 2010), pp. 38–60.

MORRONE, J. J. (2014). **Biogeographical regionalisation of the Neotropical region.** *Zootaxa*, 3782(1), 1-110.

MORRONE, J. J. **On the identification of areas of endemism.** *Syst Biol.* 1994; 43(3):438-41.

MYERS, N. MITTERMEIER, R. A. MITTERMEIER, C. G. DA FONSECA, G. A. B. KENT, J. (2000). **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403, 853-858.

NIHEI, S.S. 2006. **Misconceptions about parsimony analysis of endemism**. *Journal of Biogeography* 33: 2099-2106.

NIXON, K. C. 2002. **WinClada** ver. 1.0008. Published by the author, Ithaca, NY, USA.

OLSON, D. M, *et al.* 2001. **Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth**. *BioScience* 51: 933-938.

OMERNIK, J. M. (2004). **Perspectives on the Nature and Definition of Ecological Regions**. *Environmental Management*. 34(S1) pp.27-38.

PAAVOLA, R. MUOTKA, T. VIRTANEN, R. HEINO, J. JACKSON, D. MAKI-PETAYS, A. 2006. **Spatial scale affects community concordance among fishes, benthic macroinvertebrates, and bryophytes in streams**. *Ecological Applications* 16: 368-379.

PEREIRA, E. O. GONTIJO, B. M. ABREU, L. G. A. C. **As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade**. *Caderno de Geografia*, v.25, n.43, 2015. DOI: 10.5752/P.2318-2962.2015v25n43p18.

PERES, C. A. 2005. **Why We Need Amazonian Mega-reserves**. *Conservation Biology* 19: 728-733.

PHALAN, B. ONIAL, M. BALMFORD, A. GREEN, R. E. **Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared**. *Science* v. 333, n.6047, p. 1289-1291, 2011.

PORZECANSKI, A. L. CRACRAFT, J. **Cladistic analysis of distributions and endemism (CADE): using raw distributions of birds to unravel the biogeography of the South American aridlands**. *J Biogeogr.*2005; 32(2):261-75.

POULSEN, C. J. EHLERS, T. A. INSEL, N. **Onset of convective rainfall during gradual late Miocene rise of the central Andes**. *Science* 328, 490 (2010); 10.1126/science.1185078.

QUESADA, C. A. *et al.*,(2009a). **Regional and large-scale patterns in Amazon forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties**. *Biogeosci. Discuss.* 6, 3993-4057.

RIBEIRO, A. C. LIMA, F. C. T. MENEZES, N. A. **Biogeografia dos Peixes de Água Doce da América do Sul**. In *Biogeografia da América do Sul: Análise de Tempo, Es-*

paço e Forma. Carvalho, J. B. de e Almeida, E. A. B. (Orgs). 2 ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. v. p. 245–258.

RIBICHICH, A. M. **El modelo clásico de la fitogeografía de Argentina: un análisis crítico.** Interciencia, v. 27, p. 669-675, 2002.

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

ROSEN, B.R. 1995b. **From fossils to earth history: applied historical biogeography,** p. 437-481. In: A. MYERS & P. GILLER (Eds). Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distribution. Londres, Chapman & Hall, 584p.

ROY, K. GOLDBERG, E. E. 2007. **Origination, extinction, and dispersal: Integrative models for understanding present-day diversity gradients.** American Naturalist 170:71–85.

SCOLFORO, J. DONIZETTE, O. A. FERRAZ FILHO, A. MELLO, J. (2008). **Diversidade, Equabilidade e Similaridade no Domínio da Caatinga.** 118-133.

SIOLI, H. **The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types.** In: The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. SIOLI, H. (ed.). Dordrecht. v. 56, p. 127-165, 1984.

SOBRAL, M. STEHMANN, J. R. 2009. **An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990–2006).** Taxon 58: 227-232.

SORENSEN, T. 1948. **A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species.** K. Danske Videnske Selsk 5: 1-34.

STEEGE, H. T. **Amazon Tree Diversity Network, RAINFOR (Amazon Forest Inventory Network).** In Amazonia: Landscape and Species Evolution, C. Hoorn, F. Wesselingh, Eds. (Wiley, Oxford, 2010), pp. 349–359.

SZUMIK, C. A. CUEZZO, F. GOLOBOFF, P. A. CHALUP, A. E. 2002. **An Optimality Criterion to Determine Areas of Endemism.** Systematic Biology 51: 806-816.

SZUMIK, C. A. GOLOBOFF, P. A. 2004. **Areas of Endemism: An Improved Optimality Criterion.** Systematic Biology 53: 968-977.

VÁZQUEZ, D. P. SIMBERLOFF, D. **“Changes in interaction biodiversity induced by an introduced ungulate”.** Ecology Letters, vol. 6, no. 12, pp. 1077–1083, 2003.

WIKRAMANAYAKE, E. DINERSTEIN, E. LOUCKS, C. OLSON, D. MORRISON, J. LAMOREUX, J. MCKNIGHT, M. HEDAO, P. 2002. **Ecoregions in ascendance: Reply to Jepson and Whittaker.** Conservation Biology 16: 238–243.

WINEMILLER, K. O. LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H. TAPHORN, D. C. NICO, L. G. DU-
QUE, A. B. (2008). **Fish assemblages of the Casiquiare River, a corridor and zoo-
geographical filter for dispersal between the Orinoco and Amazon basins.** Journal
of Biogeography, 35(9), 1551–1563. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.01917.x

WOLDA, H. (1981). **Similarity indices, sample size and diversity.** Oecologia, v.50, p.
296-302.

CONSIDERAÇÕES DO ESTUDO

Diante dos conteúdos abordados nos dois capítulos, é plausível concluir que a PAE, ainda que apresente críticas, se mostrou interessante para determinação de hierarquizações de áreas delimitadas a priori, visto a quantidade de áreas aqui apontadas. Outro fator de relevância foi o emprego de mais de uma classe de organismos fluviolacustre, algo inédito até então. O uso da metodologia PAE possibilitou alguns padrões de hierarquização, foi observado divisões entre as áreas da região Amazônica e em áreas da região do Prata.

O emprego da PAE-PCE se mostrou útil para visualizar áreas de endemidade ocultas por diversos fatores (“palimpsesticas). Esse método recuperou novas hierarquias entre algumas drenagens, como as relações de hierarquização em que o Rio Negro aparece como grupo irmão do rio Caquetá/Japurá, já para ecorregiões, indicou uma divisão entre regiões Amazônicas, a ecorregião Tapajós está mais relacionada a Tocantins-Araguaia do que com Xingu, as ecorregiões do rio Doce e Alto Uruguai como grupo irmão, assim como a lagoa dos Patos como grupo irmão das ecorregiões do Prata.

Em ambos capítulos, é possível perceber o quão grande é a biodiversidade presente nas bacias hidrográficas da América do Sul, principalmente as regiões Amazônica-Orinoco-Magdalena, que representaram 60% das áreas de endemidade aqui descritas, o que também é evidenciado nos índices de endemidade das ecorregiões. Ficou claro também que os índices de similaridade não apontaram resultados expressivos, e, que para a proposta de regionalização estes não são as mais adequadas.

Embora reconhecemos que existem diferenças nos resultados de ambos os capítulos, isto é, entre utilização de áreas *a priori* (ecorregiões) e áreas primárias (PA's) ressaltamos a necessidade de utilizar ambas as visões nas delimitações e hierarquizações de endemidade. Nas ecorregiões, vê-se uma nova dimensão quando acrescentamos informações hierarquizadas que apresentam informações históricas e ecológicas na delimitação destes grupos estudados. E que entre os padrões mais claros é a divisão de duas grandes hierarquizações nas ecorregiões Amazônicas, uma a Oeste e outra a Leste, que pode ser uma testemunha da época de diferentes orientações da drenagem Amazônica. Assim, acreditamos que a hierarquização encontrada para ecorregiões de drenagens na

América do Sul possam ser ferramentas para propostas de regionalização, pois normalmente descrevem os padrões de composição das espécies.

Por fim, fica evidente o quanto as áreas de endemidade são **importantes** para se entender não só a história do passado como tentar prever e antecipar possíveis eventos no presente e futuro no contexto conservacionista. Mas também somos conscientes da necessidade de mais estudos específicos, com cada grupo que possam investigar os fatores biogeográficos da América do Sul – isto é, refinamento taxonômico e refinamento de ocorrências. Abre-se aqui inúmeras possibilidades de estudos mais pontuais e que relatem a biogeografia de outros grupos, tanto de forma individual quanto conjunta. Em um possível próximo trabalho, estas áreas de endemidades podem ser utilizadas em um contexto de validação das hipóteses primárias, onde será possível investigar os eventos de separação de bacias - ou captura de drenagens transbaciais, uma das áreas com poucos estudos, mas que tem importância nas áreas de Neotectônica e Biogeografia. E estes dados podem ser aprimorados com dados georeferenciados, utilizando novas técnicas que levam em conta as distâncias das ocorrências.