

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**ANÁLISE PARCIMONIOSA DE ENDEMISMO (PAE) DOS  
MAMÍFEROS TERRESTRES DO NOVO MUNDO**

TACIANA ROCHA DOS SANTOS

RECIFE/2012

TACIANA ROCHA DOS SANTOS

**ANÁLISE PARCIMONIOSA DE ENDEMISMO (PAE) DOS  
MAMÍFEROS TERRESTRES DO NOVO MUNDO**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, pela Universidade Federal de Pernambuco.

Área de concentração: Zoologia aplicada

Orientador: Prof. Dr. Diego Astúa de Moraes.

RECIFE/2012

**Santos, Taciana Rocha dos**

**Análise parcimoniosa de endemismo (PAE) dos mamíferos terrestres do Novo Mundo/ Taciana Rocha dos Santos. – Recife: O Autor, 2012.**

**54 folhas : il., fig., tab.**

**Orientador: Diego Astúa de Moraes**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas. Biologia Animal, 2012.**

**Inclui bibliografia, apêndices e anexos**

**1. Mamífero 2. Biogeografia 3. América I. Moraes, Diego Astúa II. Título.**

**599**

**CDD (22.ed.)**

**UFPE/CCB-2012-162**

TACIANA ROCHA DOS SANTOS

UMA ANÁLISE PARCIMONIOSA DE ENDEMISMO (PAE) DOS MAMÍFEROS  
TERRESTRES DO NOVO MUNDO

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Orientador:

---

Dr. Diego Astúa de Moraes (orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

Titulares:

---

Dra. Lena Geise  
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

---

Dr. Rodrigo Augusto Torres  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. Ulisses dos Santos Pinheiro  
Universidade Federal de Pernambuco

Suplentes:

---

Dr. Enrico Bernard  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. André Maurício Melo Santos  
Universidade Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) por providenciar a base de dados usada nas analyses, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Pós-Graduação (processo número 130981/2010-9) que financiou esse estudo.

Ao professor Diego Astúa, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, pelo suporte técnico e teórico, pela motivação e principalmente por ter acreditado e confiar no meu potencial ao ponto de eu sentir que ele é uma verdade.

Ao Professores Claudia Szumik, Santiago Catalano e David Flores por se disponibilizarem no esclarecimento do uso dos algoritmos de busca no TNT e também aos Drs. Lena Geise, Ulisses Pinheiro e Rodrigo Torres por sugestões em versões anteriores deste manuscrito. Assim também, agradeço ao amigo João Libório (CIn-UFPE) e aos meus irmãos Tarcisio (Licenciado em Matemática) e Tiago (Químico Industrial) pelas discussões e indicações sobre os algoritmos dos softwares das análises de parcimônia.

Agradeço aos demais mestres que ao longo do curso me ensinaram mais sobre ciência e sobre a vida acadêmica (em especial a Simão Vasconcelos, Paulo Santos, Juan Morrone, Geraldo Jorge, Carolina Peixoto e Manuela Freitas).

Aos membros do Laboratório de Mastozoologia – UFPE (Raul, Elis, Juliana, Rafael, Arthur, Patrícia, Carol, Isabella, Thais, Helen, Paulo e Leo) por ajudarem nas análises, discussões científicas, sugestões, conselhos, motivação, abrigo e descontração. Em especial, a Raul por indicar o curso do prof<sup>o</sup> Juan Morrone, essencial para o desenvolvimento do meu trabalho, e à sua esposa Elaine, pela acolhida. Agradeço também aos companheiros de anatomia do CAV-UFPE, que junto aos supracitados, me mostraram como é prazeroso fazer ciência quando estamos entre amigos.

Ao meu noivo, João Paulo e aos demais amigos pelo apoio emocional e por entender meus estresses e ausências. À minha família pela compreensão e incentivo, e em especial aos meus pais, que acompanhara intensamente os momentos de aflição e, mesmo sem compreender a realidade Acadêmica, me apoiaram dando todo suporte material, emocional e espiritual que eu precisei.

Agradeço a Deus, que me acompanha, aconselha, protege e ilumina meus pensamentos e decisões, me ajudando a viver as oportunidades que me são oferecidas com confiança, fidelidade e amor.

Enfim, agradeço a todos vocês que de alguma maneira fizeram parte desta história, e me ajudaram a entender que fazer pesquisa com amor é um dom, e que o mais precioso disso tudo é poder partilhar dele com vocês.

Deus abençoe a todos!

## RESUMO

O reconhecimento de áreas de endemismo é essencial para entender a evolução espaço-temporal. Neste trabalho objetivei identificar as áreas de endemismo para mamíferos terrestres do Novo Mundo, e investigar os fatores biogeográficos e metodológicos envolvidos neste endemismo. Com dados de distribuição geográfica da IUCN, eu realizei uma PAE com todos os mamíferos excluindo as ordens Sirenia e Cetacea. Testei quadrículas de 1° ou 2°, com todos os mamíferos não aquáticos e com apenas terrestres (sem morcegos), com todas as quadrículas e removendo as ilhas, e dobrando o peso para surgimento do táxon (caractere) ou mantendo peso igual para todos os estados de caracteres. Apliquei algoritmos de parcimônia com o TNT (*New Technology Search*) usando em cada matriz o melhor nível de busca reconhecido em testes preliminares (encontrou a melhor resolução de árvore), e identifiquei a melhor árvore: a mais curta, e com Índice de Consistência (IC) e de Retenção (IR) mais altos. Liste os clados com valores de *bootstrap*  $\geq 75$  e com no mínimo duas sinapomorfias autênticas, e reconheci no mapa as áreas de endemismo. Buscando a árvore mais parcimoniosa com todas as matrizes do Novo Mundo, com quadrículas de 1° e 2°, removendo os táxons de ampla vagilidade ou não, excluindo as ilhas ou não, em todos os níveis de buscas testados a melhor árvore foi encontrada com quadrículas de 2° removendo os morcegos, incluindo as ilhas e não alterando o peso dos estados dos caracteres (matriz NM2°Terrestres) tendo IC = 0,13 e IR = 0,87. Identifiquei oito áreas de endemismo representando as três Américas, predominantemente na latitude tropical, em florestas de altas altitudes, com 32 espécies endêmicas representando as ordens Rodentia, Soricomorpha, Lagomorpha, Carnivora, Artiodactyla e Primates. Três espécies estão classificadas como “dados deficientes” pela IUCN e não assumi serem espécies endêmicas. Das outras 27, duas de médio porte e as outras são pequenos mamíferos. Mamíferos podem explorar vários nichos ecológicos, porém, nas áreas de endemismo no Novo Mundo percebi que fatores ecológicos, geográficos ou evolutivos devem interferir na distribuição de alguns táxons, formando as áreas de endemismo, pois existe uma forte relação dos mamíferos endêmicos do Novo Mundo com o habitat e o relevo das áreas. Reconheci que a quantidade e qualidade dos dados (tamanho e número das quadrículas, e excesso de quadrículas com mesma composição) influenciam os IC e IR da árvore, e possivelmente o excesso de táxons que ocorrem em muitas células interfira no arranjo da árvore mais parcimoniosa desvalorizando o *bootstrap* dos ramos e conseqüentemente prejudicando a identificação das áreas de endemismo.

**Palavras-chave:** TNT, IUCN, áreas de endemismo, *New Technology Search*, quadrículas, repesagem.

## ABSTRACT

The recognition of areas of endemism is essential to understand the space-time. In this paper my goal is to identify areas of endemism for terrestrial mammals of the New World, and investigate the methodological and biogeographic factors involved in this endemism. With geographical data of the IUCN, I realized a PAE with all mammals except of the Sirenia and Cetacea orders. I tested quadrates of 1° and 2°, with all non-aquatic mammals and terrestrial only (without bats), with all the quadrates and removing the islands, and doubling the weight for appearance of the taxon (character) or by keeping equal weight to all states of characters. I used parsimony algorithms with TNT (New Technology Search) using in each matrix the highest level of search recognized in preliminary tests (found the best resolution of the tree), and have identified the best tree, the shorter and of Consistency Index (IC) and Retention (IR) higher. Listed the clades with bootstrap values  $\geq 75$  and at least two synapomorphies authentic and recognized them on the map the areas of endemism. Seeking the most parsimonious tree with all the matrices of the New World, with quadrates of 1° or 2°, removing taxa flying or not, excluding the islands or not, at all tested levels of search, the best tree was found with quadrates of 2° by removing the bats, including the islands and not changing the weight of the states of the characters (NM2° *Terrestres* matrix) with CI = 0.13 and RI = 0.87. Identified eight areas of endemism representing the three Americas, predominantly in the tropical latitude, high altitude forests, with 32 endemic species representing the orders Rodentia, Soricomorpha, Lagomorpha, Carnivora, Artiodactyla and Primates. Three species are classified as "data deficient" by IUCN and I not took to be endemic. Of the other 27, two are medium sized and others are small mammals. Mammals can explore various ecological niches, however, to areas of endemism in the New World I realized that ecological factors, geographic or evolutionary seem to interfere in the distribution of some taxa, forming areas of endemism, because there is a strong relationship of mammals endemic of the New world with the habitat and topography of the areas. I recognized that the quantity and quality of data (size and number of quadrates, and excess of quadrates with the same composition) influence the IC and IR tree, and possibly the excess of taxa that occur in many cells interfere in the arrangement of the most parsimonious tree devaluing the bootstrap of the branches and consequently damaging the identification of areas of endemism.

**Key-words:** TNT, IUCN, areas of endemism, New Technology Search, quadrates, reweight.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	3
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	4
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	5
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	6
1.1. CONCEITOS E TERMOS GERAIS EM BIOGEOGRAFIA.....	6
1.1.1. <b>Biogeografia</b> .....	6
1.1.2. <b>Área de Endemismo</b> .....	7
1.1.3. <b>Homologia Biogeográfica</b> .....	7
1.2. MÉTODOS EM BIOGEOGRAFIA HISTÓRICA .....	8
1.2.1. <b>Principais métodos</b> .....	8
1.2.2. <i>Parsimony Analysis of Edemism (PAE)</i> .....	9
1.2.3. <b>Dados de registros biológicos</b> .....	9
1.3. MAMÍFEROS .....	10
1.3.1. <b>Quem são?</b> .....	10
1.3.2. <b>Onde vivem?</b> .....	11
1.3.3. <b>Alimentação</b> .....	11
1.3.4. <b>Estado de conservação</b> .....	11
1.4. ÁREAS DE ENDEMISMO X NÍVES HIERÁRQUICOS .....	12
1.4.1. <b>Organização biológica</b> .....	12
1.4.2. <i>International Code of Areas Nomenclature (ICAN)</i> .....	12
1.5. CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS DO NOVO MUNDO .....	13
1.5.1. <b>Biogeografia</b> .....	13
<b>1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	15
Capítulo .....	19
<b>RESUMO</b> .....	20
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	22
(1) <b>Dados de distribuição das espécies</b> .....	23
(2) <b>Construção das matrizes</b> .....	23
(3) <b>Execução das Análises</b> .....	24
(4) <b>Identificação das áreas de endemismo</b> .....	25
<b>RESULTADOS</b> .....	25

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30
Apêndices .....	33
Anexos.....	47
Considerações finais.....	53

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Etapas da execução da Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE) segundo Morrone, 1994. (a) Dividir o mapa em quadrículas e inserir a distribuição dos táxons, (b) Montar uma matriz binária inserindo uma quadrícula hipotética para enraizar o cladograma e rodar a análise, e (c) Identificar na árvore os clados com duas ou mais espécies endêmicas e reconhecer as áreas de endemismo no mapa ..... 34
- Figura 2.** Número de espécies na análise NM2°Terrestres agrupadas taxonomicamente por ordem (Wilson & Reeder, 2005) ..... 35
- Figura 3.** Cladograma da PAE com mamíferos terrestres do Novo Mundo, usando quadrículas de 2° latitude-longitude: (a) Árvore completa; (b), (c) e (d) Segmentos onde foram identificadas áreas de endemismo ..... 36
- Figura 4.** Representação das áreas de endemismo reconhecidas no cladograma da PAE com os mamíferos terrestres do Novo Mundo usando quadrículas de 2° latitude-longitude. As áreas A, B, C, D, F, G e H são as unidades hierárquicas menores, portanto classificadas como províncias biogeográficas, e a área E, que é hierarquicamente superior à área D, é classificada como superprovíncia biogeográfica (Escalante, 2009)..... 37

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Descrição do tamanho das matrizes analisadas, do nível de busca que gerou a melhor árvore para cada matriz e os valores dos índices de consistência (IC) e de retenção (IR), *scores* (que refletem o tamanho da árvore), número de nós e duração da busca executada com o *New Technology Search*. A repesagem dos estados de caracteres foi testada com a matriz NM2°Completo usando o comando *Traditional Search* (TS) que encontra resultados mais rápido..... 38

**Tabela 2.** Lista das sinapomorfias dos nós com valores de *bootstrap*  $\geq 75$  e mais de uma espécie endêmica: as áreas de endemismo reconhecidas na PAE-NM2°Terrestres. Classificamos três estados de sinapomorfia: I. Espécies que apareceram no nó como sinapomorfias que variam do estado 1→0 (perca do caractere = ausência da espécie); II. Espécies que apareceram como sinapomorfias deste e de outros nós ao longo da árvore (homoplasias), variando do estado 0→1 (ganho do caractere = presença da espécie); III. Espécies que apareceram apenas neste nó, variando do estado 0→1 (ganho do caractere = presença da espécie) ..... 39

**Tabela 3.** Lista das áreas de endemismo e da caracterização do habitat acompanhada das espécies endêmicas de cada área e da respectiva classificação taxonômica (Wilson & Reeder, 2005). Foi seguida a classificação de tamanho dos mamíferos de Rocha & Dalponte (2006), indicando Pequeno: < 1kg, Médio e Grande: > 1 kg. Quanto ao status de conservação (IUCN), essas espécies apresentaram as categorias: DD - dados deficientes, MP - menor preocupação, QA - quase ameaçada, VU - vulnerável, PE - em perigo, e CP - criticamente em perigo ..... 40

**Tabela 4.** Relação das áreas de endemismo reconhecidas na PAE-NM2°Terrestres com as descritas em outros trabalhos e com aspectos geomorfológicos da área. ....46

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PAE	Análise Parcimoniosa de Endemismo
NM	Novo Mundo
PAE-NM	Análise Parc. de Endem. do Novo Mundo
NM1°Completo	Novo Mundo usando quadrículas de 1° e todas as espécies
NM2°Completo	Novo Mundo usando quadrículas de 2° e todas as espécies
NM1°Terrestres	Novo Mundo usando quadrículas de 1° removendo os morcegos
NM2°Terrestres	Novo Mundo usando quadrículas de 2° removendo os morcegos
NM1°TerrestresS/Ilhas	Novo Mundo usando quadrículas de 1° removendo os morcegos e as ilhas
NM2°TerrestresS/Ilhas	Novo Mundo usando quadrículas de 2° removendo os morcegos e as ilhas
IC	Índice de consistência
IR	Índice de retenção
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
TNT	<i>Tree analysis using New Technology</i>

# 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 1.1. CONCEITOS E TERMOS GERAIS EM BIOGEOGRAFIA

### 1.1.1. Biogeografia

A biogeografia é a ciência que estuda a distribuição dos organismos do passado e do presente, os padrões de variação ocorridos no planeta em relação à quantidade e tipo desses organismos, e gera modelos espaciais da biodiversidade (Myers & Giller, 1988; Brown & Lomolino, 2006). Os padrões de variação da biodiversidade global são uma expressão, no cenário atual, de antigos processos geográficos (tectônicos, estáticos, climáticos, oceanográficos), evolutivos (adaptação, especiação, extinção) e ecológicos (dispersão e interações bióticas) (Myers & Giller, 1988; Brown & Lomolino, 2006) que continuarão influenciando os padrões geográficos da biodiversidade futura. Nesse contexto, percebe-se o aspecto interdisciplinar da biogeografia, que promove pesquisas e discussões científicas entre ecólogos, geógrafos, zoólogos, botânicos, taxonomistas, paleontólogos, sistematistas, geneticistas, entre outros.

Didaticamente a biogeografia é estudada em três compartimentos, separados por um gradiente espaço-temporal: (1) A **biogeografia ecológica**, relacionada à ocorrência de processos ecológicos em um período recente em pequena escala espacial; (2) a **biogeografia histórica**, relacionada a processos evolutivos de milhões de anos em uma ampla escala espacial, frequentemente global; e (3) entre esses dois estão os **efeitos das glaciações pleistocênicas**, que afetam a distribuição dos organismos recentes (Myers & Giller, 1988). As espécies, entidades biológicas, são unidade fundamental nos estudos biogeográficos, pois elas surgem ao acaso em um momento e ponto geográfico específico. Logo, toda a biodiversidade existente refletirá esses três componentes – forma, tempo e espaço (Croizat, 1964).

### 1.1.2. Área de Endemismo

Chamamos de **espécie endêmica** aquela cuja distribuição é restrita exclusivamente a uma pequena área geográfica. Quando duas ou mais espécies apresentam uma área de distribuição restrita, congruente, e de maneira não aleatória, esta área é identificada como **área de endemismo** (Platnick, *apud* Morrone, 1994). Quando táxons diferentes apresentam um padrão biogeográfico semelhante, é possível que eles compartilhem a mesma história biogeográfica (Wiley, 1981).

São reconhecidos na literatura termos diferentes designados ao conceito de unidades biogeográficas: “componentes bióticos” (Morrone, 2004; Real, *et al.*, 1992), “traços generalizados” (Croizat, 1958, 1964), “horofaunas” (Reig, 1962, 1981), “áreas de endemismo” (Nelson & Platnick, 1981; Morrone, 2009), “ecorregiões” (Dinerstein *et al.*, 1995) entre outros. Neste trabalho irei referir-me como **áreas de endemismo**.

### 1.1.3. Homologia Biogeográfica

Na sistemática, o termo homologia significa “equivalência das partes” e é usado como parâmetro na comparação de táxons (Pinna, 1991). A biogeografia utiliza esse conceito fazendo analogia entre a “existência de caracteres nos táxons (taxonomia)” e a “existência de táxons nas áreas (biogeografia)”, assumindo que a distribuição de dois ou mais táxons diferentes encontrados na mesma área são homólogas (Morrone, 2004). Muitos sistematas tratam as homologias como possuindo dois estágios: (1) homologia primária na geração de hipóteses sobre a correspondência das partes de um organismo, e (2) homologia secundária, na confirmação da hipótese, através da correspondência com resultados descritos em um cladograma (Pinna, 1991).

Identificamos as **homologias biogeográficas** quando comparamos a distribuição de táxons individuais, demonstrando-as graficamente (Morrone, 2001a). As homologias biogeográficas também são categorizadas em **primária** e **secundária** segundo a presença ou não de hipóteses para definir a área como entidade histórica. A homologia biogeográfica primária supõe uma história biogeográfica comum, postulando que diferentes táxons são integrados espaço-temporalmente em uma mesma biota. A

homologia biogeográfica secundária refere-se a testes cladísticos de homologia hipotetizada previamente (Morrone, 2001b).

Uma maneira de postular a hipótese de homologia biogeográfica primária seria a partir de uma análise pambiogeográfica ou a partir de uma Análise Parcimoniosa de Endemismo, e para postular a hipótese de homologia biogeográfica secundária partiríamos de uma análise biogeográfica cladística (Morrone, 2001b) descritos a seguir:

## 1.2. MÉTODOS EM BIOGEOGRAFIA HISTÓRICA

### 1.2.1. Principais métodos

Atualmente são usados alguns métodos básicos de análise em biogeografia histórica. Os principais são: **Dispersalismo** (deriva dos conceitos fundamentais de centros de origem e dispersão), **Biogeografia filogenética** (aplica as regras de progressão e desvio para elucidar a história da distribuição geográfica de um grupo), **Pan-biogeografia** (consiste em marcar as distribuições dos organismos em mapas conectando as localidades com linhas chamadas traços individuais, e da coincidência entre traços individuais de diferentes táxons determinar traços generalizados, que indicam a preexistência de biotas ancestrais, posteriormente fragmentada por mudanças geológicas ou climáticas), **Biogeografia cladística** (consiste em construir cladogramas de áreas com base nos cladogramas dos táxons e deles derivar o cladograma geral de áreas, assumindo que a correspondência entre “relações taxonômicas” e “relações de áreas” são biogeograficamente informativas. Usa como procedimentos: Análise de componentes, Análise Parcimoniosa de Brooks, Decodificação de três áreas, e Árvores reconciliadas) e **Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE – de Parsimony Analysis of Endemism)** (classifica as áreas por seus táxons compartilhados, análogos a caracteres, de acordo com a solução mais parcimoniosa. Seu cladograma representa conjuntos alinhados de áreas onde dicotomias terminais representam duas áreas entre as quais ocorreu o intercâmbio biótico mais recente) (Morrone & Crisci, 1995).

Estes métodos podem ser integrados para resolver diversos problemas de uma única abordagem biogeográfica, como por exemplo: reconhecer homologia espacial

(panbiogeografia), identificar áreas de endemismo (PAE), e a formular hipóteses sobre as relações entre as áreas (biogeografia cladística) (Morrone & Crisci, 1995).

### **1.2.2. Parsimony Analysis of Edemism (PAE)**

A PAE foi desenvolvida por Rosen (1988) com a finalidade de identificar a relação histórica entre sítios arqueológicos e permite construir cladogramas a partir de matrizes presença-ausência de táxons (Rosen, 1988; Craw, 1989; Morrone, 1994; Escalante & Morrone, 2003). É também conhecida como “Análise Parcimoniosa de Endemicidade” (Löwenberg-Neto & Carvalho, 2004), “Análise de Simplicidade de Endemismo” (Crisci *et al.*, 2000), e “Análise Parcimoniosa de Distribuições de Espécies” (Trejo-Torres & Ackerman, 2001).

Sua execução segue os passos (Fig.1): (a) desenhar quadrículas no mapa da região a ser analisada, considerando apenas aquelas onde há ao menos uma espécie; (b) construir uma matriz de dados onde as colunas representam as espécies e as linhas representam as quadrículas, atribuir o valor “1” (apomorfia) se a espécie estiver presente e “0” (plesiomorfia) se ausente, e inserir uma quadrícula hipotética codificando “0” em todas as colunas para enraizar o cladograma. Realizar a análise parcimoniosa da matriz de dados; (c) marcar na árvore mais parcimoniosa os clados sustentados por no mínimo duas sinapomorfias (espécies exclusivas), sobrepor no mapa as quadrículas dos clados identificados, e listar as espécies endêmicas. Com o tempo, o método sofreu adaptações para melhor adequação aos dados e objetivos proposto, e Crisci *et al.* (2000) distinguiram três variedades da PAE: com base em localidades (Rosen, 1988), em áreas de endemismo (Craw, 1989) e em quadrículas (Morrone, 1994).

### **1.2.3. Dados de registros biológicos**

A biogeografia tem sofrido grandes avanços no desenvolvimento de teorias e métodos e no crescente uso de novas tecnologias nas análises espaciais dos padrões de biodiversidade como os SIGs, a cartografia digital, as imagens de satélite e, de forma

particular, algumas organizações têm disponibilizado dados de distribuição dos organismos online, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), uma organização governamental que incentiva o acesso gratuito e aberto a dados de biodiversidade, através da Internet envolvendo uma rede global de países e organizações (<http://www.gbif.org/>), uma iniciativa apreciável, que facilitou as pesquisas em biogeografia por melhorar a acessibilidade aos registros biológicos, que são a unidade fundamental na identificação de áreas de endemismo (Escalante, 2009). Igualmente, faz-se referência a algumas organizações envolvidas com conservação da biodiversidade (<http://www.natureserve.org/infonatura/>; [http://www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/description/download\\_gis\\_data](http://www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/description/download_gis_data)) bem como à *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad* (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/mamiferos/doctos/presentacion.html>).

### 1.3. MAMÍFEROS

#### 1.3.1. Quem são?

Os mamíferos formam um grupo de vertebrados composto por 5500 espécies reunidas em 1062 gêneros, 153 famílias e 29 ordens (Wilson & Reeder, 2005). Dentre as características que os identificam, a presença de pelos no corpo e a produção de leite para a prole são as mais marcantes. Possuem uma complexa diversidade de histórias de forma de vida e tamanho: os menores mamíferos pesam menos de 3g (musaranhos e morcegos), e o maior, a baleia azul, pode pesar 160.000 kg (Myers *et al.*, 2012); um lobo pode percorrer mais de 1000 km, enquanto que o rato-toupeira pelado (*Heterocephalus gaber*) nunca afasta-se de sua toca; o gambá (*Didelphis virginiana*) gera ninhadas de até 27 filhotes, enquanto o orangutango, apenas um. Nenhum aspecto dessas vidas variadas é aleatório – são diversos, mas não desordenados. Cada indivíduo maximiza o seu potencial às oportunidades, na competição com outros de seu tipo, para deixar descendência variável (Macdonald, 1984). Uma característica especialmente frequente em mamíferos é que, até mesmo indivíduos da mesma espécie se comportam de forma diferente, dependendo das circunstâncias a que são submetidos (tamanho da prole, socialidade, entre outros.) (Macdonald, 1984).

### **1.3.2. Onde vivem?**

Na sua história de vida, os mamíferos desenvolveram características que os permitiu explorar uma grande variedade de nichos ecológicos, evoluindo para morfologias que lhes permitiu locomover-se de forma eficiente (voar, ratejar, nadar, cavar, saltar) e tirar proveito de estilos de vida diferentes (Vaughan *et al.*, 2000). Mamíferos podem ser encontrados em todos os continentes, em todos os oceanos, e em muitas ilhas oceânicas do mundo (Vaughan *et al.*, 2000). Os mamíferos habitam cada bioma terrestre, de desertos a florestas tropicais até calotas polares. Muitas espécies são arborícolas, vivendo principalmente no dossel da floresta. Muitos são parcialmente aquático, vivendo perto de lagos, córregos, ou praias (ex.: lontras). Baleias e golfinhos (cetáceos) e peixes-boi (sirenios) são totalmente aquáticos, e podem ser encontrados em todos os oceanos do mundo, e em alguns rios (Vaughan *et al.*, 2000).

### **1.3.3. Alimentação**

Os mamíferos comem vários tipos de organismos: podem ser carnívoros (ex.: a maioria das espécies da ordem Carnivora), herbívoros (ex.: Perissodactyla, Artiodactyla) ou onívoros (ex.: muitos Primates). Mamíferos comem invertebrados e vertebrados, hortaliças, frutas, néctar, folhas, madeira, raízes, sementes ou fungos (Myers *et al.*, 2012).

### **1.3.4. Estado de conservação**

A exploração excessiva, a destruição e a fragmentação do habitat, a introdução de espécies exóticas, e outras pressões humano-relacionadas são ameaças aos mamíferos no mundo. A União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) listou cerca de 1000 espécies (aproximadamente 25% de todos os mamíferos conhecidos), com algum risco de extinção (Myers *et al.*, 2012). Vários fatores podem contribuir para a vulnerabilidade de uma espécie: espécies naturalmente raras ou as que exigem uso de grandes territórios podem estar em risco devido à perda e fragmentação de habitat; espécies vistas pelos humanos como “ameaça”, animais domésticos, ou culturas podem estar sendo conduzidas à extirpação; espécies selvagens exploradas como um recurso (ex.: pela sua carne ou pele) estão

frequentemente sendo empobrecidas para níveis criticamente baixos (Vaughan *et al.*, 2000).

#### 1.4. ÁREAS DE ENDEMISMO X NÍVEIS HIERÁRQUICOS

##### 1.4.1. Organização biológica

No intuito de compreender a organização e relação histórica dos organismos no planeta, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos em Biogeografia histórica. Com base em trabalhos que identificaram e discutiram padrões biogeográficos para classificar a superfície terrestres (Buffon & Candolle apud Escalante, 2009; Morrone, 1994; entre outros), Escalante (2009) discute sobre a organização da natureza na formação de sistemas hierárquicos. Em seu trabalho, argumenta sobre a necessidade de se estabelecer categorias hierárquicas para a classificação das áreas de endemismo, partindo da idéia de as regionalizações biogeográficas – sistemas hierárquicos – equivalem à hierarquia taxonômica, e que as áreas são categorizadas pela sua biota. Sendo assim, cada nível irá agrupar os níveis hierárquicos seguintes com quem compartilhar características, onde um reino agrupa uma ou mais regiões, uma região agrupa um ou mais domínios, e um domínio, uma ou mais províncias (fenômeno de envolvimento das áreas de endemismo – Espinosa *et al.*, 2001). Esta proposta envolve não só a identificação de unidades biogeográficas homólogas como também a nomeação delas assumindo que existem quatro categorias hierárquicas, sendo a menor delas a província e que, dependendo da necessidade, podem ser criadas novas categorias a partir destas (subregião, subprovíncia, etc.) (Escalante, 2009).

##### 1.4.2. *International Code of Areas Nomenclature (ICAN)*

Devido à diversidade de nomes que surgiu para descrever as áreas de endemismo e a falta de padronização dos termos Ebach *et al.*, (2008) fundamentados em outros códigos de nomenclatura taxonômica e de áreas paleontológicas, publicaram a

obra “*On the International Code of Area Nomenclature (ICAN)*” ressaltando que o mais importante na nomeação de uma área biogeográfica é relacionar “nome” e “localidade-tipo” a um **diagnóstico**, que pode ser um mapa biogeográfico detalhado (descrição detalhada da área com uma lista dos táxons endêmicos e um pouco de fatores climáticos), ou então uma série de coordenadas geográficas, e que tudo seja publicado em um periódico com revisão por pares em um (Ebach *et al.*, 2008). O código está composto por três seções com seus respectivos artigos, onde a seção “A” refere-se aos objetivos, intenções e exceções do código, a seção “B” sobre sua manutenção, e a “C” sobre as regras de nomenclatura (Ebach *et al.*, 2008). Esse artigo foi alvo de críticas (Zaragüeta-Bagils *et al.*, 2009) e defesas (Parenti *et al.*, 2009) e atualmente é a fonte mais completa que trata desta questão.

## 1.5. CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS DO NOVO MUNDO

### 1.5.1. Biogeografia

O Novo Mundo corresponde às três Américas e biogeograficamente compreende as Regiões Neártica, Neotropical e Andina. A Região Neártica está no Reino Holártico (paleocontinente da Laurásia que inclui também a Região Paleártica – Europa, Ásia ao norte da cordilheira do Himalaia, África ao norte do Saara, e Groenlândia) (Morrone, 1999, 2001b, 2006) e compreende as áreas frias temperadas da América do Norte (Alaska, Arquipélago ártico, Canadá, EUA e norte do México) (Morrone, 2001a, 2002).

A Região Neotropical compreende os trópicos das Américas estendendo-se do centro do México até o centro da Argentina, incluindo a Flórida e Índias ocidentais e excetuando a área andina (Morrone, 1999, 2001b, 2002). Pertence ao Reino Holotropical que inclui também parte da África, o sudeste asiático e noroeste da Austrália (respectivamente as regiões Afrotropical, Oriental e Tropical Australiana) (Crisci *et al.*, 1993; Morrone, 1996, 2002).

A Região Andina está no sul da América do sul abaixo dos 30° de latitude sul. Estende-se pela Cordilheira dos Andes no norte desta latitude na Puna e no Páramo do extremo norte andino (Morrone, 2001a). Essa região pertence ao reino Austral, o qual

compreende as áreas temperadas da América do Sul, Australásia, sul da África e Antártida (Morrone, 1999). Com um clima predominantemente temperado, são reconhecidos habitats de terras abertas, com grande extensão de campos, estepes e desertos; matas e charnecas são encontradas apenas no sul do Chile e da Argentina (Morrone, 2001a).

Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos no Novo Mundo a fim de melhorar a compreensão dos seus padrões biogeográficos, principalmente por ser uma área que sofreu mudanças geológicas, ecológicas e evolutivas determinantes nos processos de dispersão e adaptação de seus organismos (Lavina & Fauth, 2010). Estudos no México têm mostrado para o Novo Mundo características de uma zona de transição, e a precisão do limite atual entre as biotas do norte (Região Neártica) e do sul (Região Neotropical) vem sendo bastante discutida (Morrone & Márquez, 2001; Escalante *et al.*, 2003, 2004; Morrone, 2005. Escalante *et al.*, 2007; Coentras-Medina *et al.*, 2007; Morrone, 2010).

## 1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, J. H. & Lomolino, M. V. (2006) Biogeografía. 2th ed. FUMPEC, Ribeirão Preto, SP, Brazil.
- Buffon & Candolle apud Escalante, T. (2009) Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **80**, 551- 560.
- Contreras-Medina, R.; Luna-Vega, I. & Morrone, J. J. (2007) Gymnosperms and cladistic biogeography of the Mexican Transition Zone. *Taxon*, **56(3)**, 905-915.
- Craw, R.C. (1989) Quantitative panbiogeography: Introduction to methods. *New Zealand Journal of Zoology* **16**, 485-494.
- Crisci, J. V., Katinas, L. & Posadas, P. (2000) *Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.
- Crisci, J. V.; de la Fuente, M. S.; Lanteri, A. A.; Morrone, J. J.; Ortiz-Jaureguizar, E. *et al.* (1993). Patagonia, Gondwana Occidental (GW) e Oriental (GE), un modelo de biogeografía histórica. *Ameghiniana*, **30**, 104.
- Croizat, L. (1958) Panbiogeography. Vols. 1 e 2. Publicado pelo autor, Caracas.
- Croizat, L. (1964) Space, time, form: The biological synthesis. Publicado pelo autor, Caracas.
- Dinerstein, E. , Olson, D.M., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P. and Ledec, G. (1995). A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington, DC, USA. 129 pp.
- Ebach, M. C.; Morrone, J. J.; Parenti, L. R. & Vilorio, A. L. (2008) International Code of Area Nomenclature. *Journal of Biogeography*, **35**, 1153-1157.
- Escalante, T. (2009) Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **80**, 551- 560.
- Escalante, T.; Espinosa, D. & Morrone, J. J. (2003) Using parsimony analysis of endemism to analyze the distribution of mexican land mammals. *The Southwestern Naturalists*, **48(4)**, 563-578.
- Escalante, T. & Morrone, J. J. (2003) ¿Para qué sirve el análisis de parsimonia de endemismos?, pp. 167-172 em: Morrone, J. J. & Llorente-Bousquets, J. (eds.) , *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

- Escalante, T.; Rodríguez, G. & Morrone, J. J. (2004) The diversification of Nearctic mammals in the Mexican transition zone. *Biological Journal of the Linnean Society*, **83**, 327-339.
- Escalante, T.; Sánchez-Cordero, V.; Morrone, J. J. & Linaje, M. (2007) Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: a case study using species' ecological niche modeling, Parsimony Analysis of Endemicity and Goloboff fit. *Interciencia*, **32(3)**, 151-159.
- Espinosa, D.; Aguilar, C. & Escalante, T. (2001) Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. Em: J. Llorente & J. J. Morrone (eds.), Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. p. 31-37.
- Halfpeter, apud Morrone, J. J. (2004) *Homología Biogeográfica: las coordenadas espaciales de la vida*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
- Lavina, E. L. & Fauth, G. (2010) Evolução Geológica da América do Sul nos últimos 250 Milhões de Anos. Em: Carvalho, C. J. B. & Almeida, E. A. B., *Biogeografia da América do Sul: padrões e processos*. Roca, São Paulo, p 3-13.
- Löwenberg-Neto, P. & Carvalho, C. J. B. (2004) Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismo: inferências para conservação da biodiversidade na Região Sul do Brasil. *Natureza e conservação*, **2(2)**, 58-65.
- Löwenberg-Neto, P. & Carvalho, C. J. B. (2009) Areas of endemism and spatial diversification of the Muscidae (Insecta: Diptera) in the Andean and Neotropical regions. *Journal of Biogeography*, **36**, 1750-1759.
- Myers, P.; Espinosa, R; Parr, C. S.; Jones, T.; Hammond, G. S. & Dewey, T. A. (2012). *The Animal Diversity Web (online)*. Acessado por <http://animaldiversity.org> em: 05 de maio de 2012.
- Morrone, J. J. (1994) On identification of Areas of Endemism. *Systematic Biology*, **43(3)**, 438-441.
- Morrone, J. J. (1996) The biogeographical Andean subregion: a proposal exemplified by Arthropod taxa (Arachnida, Crustacea, and Hexapoda). *Neotropica*, **42**, 103-114
- Morrone, J. J. (1999) Presentación preliminar de un nuevo esquema biogeográfico de América Del Sur. *Biogeographica*. **75**, 1-16.
- Morrone, J. J. (2001a) *Biogeografía de América Latina y el Caribe*, Vol. 3. Zaragoza, Spain: Manuales & Tesis SEA.

- Morrone, J. J. (2001b) Homology , biogeography and areas of endemism. *Diversity and Distributions*, **7**, 297-300.
- Morrone, J. J. (2002) Biogeographic regions under track and cladistic scrutiny. *Journal of Biogeography*, **29**, 149–52.
- Morrone, J. J. (2004) *Homología Biogeográfica: las cordenadads espaciales de la vida*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
- Morrone, J. J. (2005) Toward a synthesis of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **76(2)**, 207-252.
- Morrone, J. J. (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Reviews of Entomology*, **51**, 467-494.
- Morrone, J. J. (2010) Fundamental biogeographic patterns across the Mexican Transition Zone: an evolutionary approach. *Ecography*, **33**, 355-361.
- Morrone, J. J. & Crisci, J. (1995) Historical Biogeography: Introduction to Methods. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **26**, 373-401.
- Morrone, J. J. & Márquez, J. (2001) Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalized tracks, and geographical homology. *Journal of Biogeography*, **28**, 635-650.
- 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.
- Nelson, G. & Platnick, N. I. (1981) Systematics and biogeography: Cladistics and vicariance. Columbia University Press, New York.
- Parenti, L. R.; Viloría, A. L.; Ebach, M. C. & Morrone, J. J. (2009) On the International Code of Area Nomenclature (ICAN): a reply to Zaragüeta-Bagils *et al.*. *Journal of Biogeography*, **36**, 1619-1621.
- Pinna, M. C. C. (1991) Concepts And Tests Of Homology In The Cladistic Paradigm. *Cladistics*, **7(4)**, 367-394.
- Platnick, apud Morrone, J. J. (1994) On identification of Areas of Endemism. *Systematic Biology*, **43(3)**, 438-441.
- Real, R., Vargas, J. M., & Guerrero, J. C. (1992) Análisis biogeográfico de clasificación de áreas y de especies. Monogr. Herpetol., **2**, 73-84.
- Reig, O. A. (1962) Las interacciones cenogénicas en el desarrollo de la fauna de vertebrados tetrápodos de América del Sur. *Ameghiniana*, **1**, 131-140.

- Reig, O. A. (1981) Teoría del origen y desarrollo de la fauna de mamíferos de América del Sur. Museo Municipal de Ciencias Naturales Lorenzo Scaglia, Mar del Plata.
- Rosen, B. R. (1988) From fossils to earth history: Applied historical biogeography pp437-481 em: A. Myers & P. Giller (eds), *Analytical Biogeography: Na integrate approach to the study of animal and plants distribution* . Chapman & Hall, London.
- Trejo-Torres, J. C. & Ackerman, J. D. (2001) Biogeography of the Antilles based on a parsimony analysis of orchid distributions. *Journal of Biogeography*, **28**, 775-794.
- Urtubey, E.; Stuessy, T. F.; Tremetsberger, K. & Morrone, J. J. (2010) The South American Biogeographic Transition Zone: An analysis from Asteraceae. *Taxon*, **59**, 505-509.
- Vaughan, T.; Ryan, J. & Czaplewski, N. (2000). *Mammalogy*, 4<sup>a</sup> ed.. Toronto: Brooks Cole.
- Wiley, E.O. (1981) *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. New York: Wiley-Interscience.
- Wilson, D. E. & Reeder, DA. M. (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3<sup>a</sup> ed.), Johns Hopkins University Press, 2142 pp. Acessado por <http://www.press.jhu.edu> em 05 de Maio de 2012.
- Zaragueta-Bagils, R.; Bourdon, E.; Ung, V.; Vignes-Lebbe, R. & Malécot, V. (2009) On the International Code of Area Nomenclature ( ICAN ). *Journal of Biogeography*, **36**, 1617-1619.

# Capítulo

A seguir, é apresentado o artigo a ser submetido para publicação no *Journal of Biogeography*. As normas de formatação exigidas pela revista estão nos Anexos.

# Uma Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE) dos Mamíferos Terrestres do Novo Mundo: Original Article

Taciana R. Santos<sup>1</sup> e Diego Astúa<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Laboratório de Mastozoologia  
Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco  
Av. Professor Moraes Rego, s/n. Cidade Universitária  
50670-420 Recife, PE, Brasil.  
Te./Fax: (81) 2126-8353  
email: [d.a.moraes@gmail.com](mailto:d.a.moraes@gmail.com)

## RESUMO

**Objetivo** Identificar as áreas de endemismo para mamíferos terrestres do Novo Mundo, e investigar os fatores biogeográficos e metodológicos envolvidos neste endemismo.

**Localização** Novo Mundo.

**Métodos** Com dados de distribuição geográfica da IUCN, realizamos uma PAE com todos os mamíferos excluindo as ordens Sirenia e Cetacea. Testamos quadrículas de 1° e 2°, com todos os mamíferos não aquáticos e com apenas terrestres (sem morcegos), com todas as quadrículas e removendo as ilhas, e dobrando o peso para surgimento do táxon (caractere) ou mantendo peso igual para todos os estados de caracteres. Aplicamos algoritmos de parcimônia com o TNT (*New Technology Search*) usando em cada matriz o melhor nível de busca reconhecido em testes preliminares (encontrou a melhor resolução de árvore), e identificamos a melhor árvore: a mais curta, e com Índice de Consistência (IC) e de Retenção (IR) mais altos. Listamos os clados com valores de *bootstrap*  $\geq 75$  e com no mínimo duas sinapomorfias autênticas, e reconhecemos no mapa as áreas de endemismo.

**Resultados** Buscando a árvore mais parcimoniosa com todas as matrizes do Novo Mundo, com quadrículas de 1° e 2°, removendo os táxons de ampla vagilidade ou não, excluindo as ilhas ou não, em todos os níveis de buscas testados a melhor árvore foi encontrada com quadrículas de 2° removendo os morcegos, incluindo as ilhas e não alterando o peso dos estados dos caracteres (NM2°Terrestres) tendo IC = 0,13 e IR = 0,87. Identificamos oito áreas de endemismo representando as três Américas, predominantemente na latitude tropical, em florestas de altas altitudes, com 32 espécies endêmicas representando as ordens Rodentia, Soricomorpha, Lagomorpha, Carnivora,

Artiodactyla e Primates. Três espécies estão classificadas como “dados deficientes” pela IUCN e decidimos não assumir serem espécies endêmicas. As outras, 27 são pequenos e duas de médio porte.

**Principais conclusões** Mamíferos podem explorar vários nichos ecológicos, porém, nas áreas de endemismo no Novo Mundo percebemos que fatores ecológicos, geográficos ou evolutivos devem interferir na distribuição de alguns táxons, formando as áreas de endemismo, pois existe uma forte relação dos mamíferos endêmicos do Novo Mundo com o habitat e o relevo das áreas. Reconhecemos que a quantidade e qualidade dos dados (tamanho e número das quadrículas, e excesso de quadrículas com mesma composição) influenciam os IC e IR da árvore, e possivelmente o excesso de táxons que ocorrem em muitas células interfira no arranjo da árvore mais parcimoniosa desvalorizando o *bootstrap* dos ramos e conseqüentemente prejudicando a identificação das áreas de endemismo.

**Palavras-chave** TNT, IUCN, áreas de endemismo, *New Technology Search*, quadrículas, repesagem.

## INTRODUÇÃO

As espécies, entidades biológicas, são unidade fundamental nos estudos biogeográficos, pois elas surgem ao acaso em um momento e em um ponto geográfico (Croizat, 1964). Quando identificamos que ela tem sua distribuição restrita a uma pequena área geográfica a chamamos “espécie endêmica” e se reconhecermos uma distribuição congruente e não aleatória de mais de uma espécie chamamos a área em questão de área de endemismo. O reconhecimento de áreas de endemismo é essencial para entender a evolução espaço-temporal (Platnick, apud Morrone, 1994).

Existem diversos métodos para investigar padrões biogeográficos. A Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE) é um método de biogeografia histórica usado para classificar as áreas por seus táxons compartilhados, análogos a caracteres, de acordo com a solução mais parcimoniosa. Seu cladograma representa conjuntos alinhados de áreas onde dicotomias terminais representam duas áreas entre as quais ocorreu o intercâmbio biótico mais recente (Morrone & Crisci, 1995). A PAE consegue identificar áreas de endemismo usando grande volume de dados executando algoritmos específicos para isso. Dentre os programas que executam a PAE, o TNT é o mais indicado para

fazer busca de áreas de endemismo com grandes matrizes de dados chegando a resultados em um reduzido tempo computacional (Goloboff, 1999).

Quanto mais atualizada e completa for a amostragem, melhor será a identificação das homologias biogeográficas. Algumas organizações têm disponibilizado dados de distribuição dos organismos online (<http://www.gbif.org/>, <http://www.natureserve.org/infonatura/>, [http://www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/description/download\\_gis\\_data](http://www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/description/download_gis_data), <http://www.conabio.gob.mx/informacion/mamiferos/doctos/presentacion.html>), uma iniciativa apreciável, que facilitou as pesquisas em biogeografia por melhorar a acessibilidade aos registros biológicos, que são a unidade fundamental na identificação de áreas de endemismo (Escalante, 2009).

A identificação de áreas de endemismo é importante para se traçar estratégias de conservação da biodiversidade, pois espécies de distribuição restrita são mais suscetíveis à extinção quando há perda de habitat (Wund & Myers, 2005). A União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) listou aproximadamente 25% de todos os mamíferos conhecidos com algum risco de extinção (Wund & Myers, 2005). Esse grupo consegue explorar uma grande variedade de nichos ecológicos, graças às características que seus táxons desenvolveram durante a sua história de vida (Macdonald, 1984). Os mamíferos habitam cada bioma terrestre, de desertos a florestas tropicais até calotas polares. Muitas espécies são arborícolas, vivendo principalmente no dossel da floresta. Muitos são parcialmente aquáticos, vivendo perto de lagos, córregos, ou praias.

Para identificar as áreas de endemismo dos mamíferos terrestres no Novo Mundo, e investigar os fatores biogeográficos e metodológicos envolvidos neste endemismo, realizamos uma PAE usando todas as espécies de mamíferos terrestres e quadrículas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Usamos PAE para detectar áreas de endemismo dos mamíferos do Novo Mundo usando quadrículas como unidades geográficas e espécies como homologias, seguindo algumas etapas (Morrone & Escalante, 2002; Löwenberg-Neto & Carvalho, 2004):

## **(1) Dados de distribuição das espécies**

Os mapas de distribuição dos mamíferos do Novo Mundo foram obtidos do site da IUCN (IUCN, 2008) em *shapefiles*, na forma de polígonos, e foram visualizados com o GIS Arcview@3.1 (ESRI, 1999). Estes mapas de distribuição foram feitos durante uma série de workshops promovidos pela IUCN com especialistas de cada região e grupo taxonômico. Durante estes workshops, cada mapa de distribuição foi revisto individualmente e eventualmente modificado por cada especialista que tivesse dados adicionais. Assim, podemos considerar que reflita, de maneira fidedigna, o conhecimento existente acerca da distribuição de cada espécie no momento da sua criação. Como estamos trabalhando em uma escala continental, acreditamos que pequenas diferenças nos limites das distribuições não afetarão sobremaneira os resultados. Excluímos do banco de dados as espécies das ordens Sirenia e Cetacea restringindo o estudo aos mamíferos que usam os continentes como principal habitat (Fig.2). Visualizando as áreas de distribuição das espécies, dividimos o mapa do Novo Mundo em quadrículas de 1° latitude-longitude e listamos as espécies presentes cada uma (Fig.1.a).

## **(2) Construção das matrizes**

A lista de espécies por quadrícula foi convertida em uma matriz binária de quadrículas (linhas) por espécies (colunas), codificando “1” para a presença e “0” para a ausência da espécie na quadrícula. Considerado a presença um caráter derivado (Müller, apud Morrone, 1994), acrescentou-se uma linha codificando “0” para todas as colunas, para enraizar o cladograma (Fig.1.b). Esta matriz, “NM1°Completo”, reuniu 1745 espécies e 5514 quadrículas e dela derivamos outras cinco matrizes: NM2°Completo (correspondendo a quadrículas de 2x2°), NM1°Terrestres (removendo os morcegos), NM2°Terrestres, NM1°TerrestresS/Ilhas (exclusivamente quadrículas continentais) e NM1°CompletoS/Ilhas. O número de espécies e quadrículas de cada matrizes está apresentado na tab.1.

### (3) Execução das Análises

As matrizes foram analisadas com algoritmos de parcimônia no TNT, versão beta (Goloboff, 1999) procurando-se a menor árvore para cada matriz. O TNT estima parâmetros de busca adequados a cada conjunto de dados. Na busca *New Technology Search* (NTS) foram usados os algoritmos *Sectorial searches* (SS), *Tree-drifting* (TD) e *Tree fusing* (TF). O SS seleciona de diferentes setores da árvore para reanalisá-los com sequências de RAS (*random addition sequence*) e TBR (*tree bisection reconnection*), selecionando-os de duas formas: aleatoriamente (RSS) e com base em um consenso (CSS) salvando a solução de árvore mais curta. O TD perturba os caracteres por aceitar soluções de árvores sub-ótimas a partir de um cálculo de probabilidade de aceitação. Com essas árvores sub-ótimas evita que a busca fique retida em picos e vales (ótimos locais) (Goloboff, 1999), difundindo a amostragem dentro do campo de possibilidades de árvores. O TF faz troca de ramos com mesma composição entre árvores diferentes usando as árvores mais curtas encontradas no SS e TD. Aleatoriamente é feita a seleção do clado e o seu posicionamento na outra árvore, retendo sempre a árvore mais curta. Ao final, busca chega a um menor tamanho de árvore.

Testamos com o comando NTS alterando o nível da intensidade da busca, que varia entre 1 e 100 sendo o 1 a busca mais leve e 100 a mais exaustiva, usando intervalos de cinco para chegar ao nível mais adequado a cada matriz: o que encontrasse a árvore menor e com mais alto índices de consistência (IC) e de retenção (IR). Quando a busca chegava a mais de uma árvore igualmente mais parcimoniosa, eram geradas árvores de consenso estrito e de consenso da maioria (75%). Comparando as árvores salvas nos teste e identificamos o nível que gerou a melhor árvore para cada matriz (Tab.1).

Comparamos a melhor árvore das matrizes NM1°Completo e NM2°Completo, a fim de perceber a influência do tamanho da quadrícula nos resultados da análise.

Tentando detectar a influência da vagilidade dos táxons nos resultados da análise, comparamos a melhor árvore das matrizes NM2°Completo e NM2°Terrestres.

Como a biogeografia de ilhas tem aspectos peculiares, diferindo da biogeografia continental, comparamos a melhor árvore das matrizes NM2°Terrestres (sendo amostradas todas as quadrículas onde há mamíferos terrestres) com a NM2°TerrestresS/Ilhas (sendo excluídas as quadrículas situadas em ilhas, considerando apenas aquelas exclusivamente continentais).

Em uma PAE, a presença da espécie significa evolutivamente um “caráter derivado” (conceito associado a processos evolutivos como dispersão e vicariância). Logo, o surgimento de um caractere torna-se mais informativo do que o seu desaparecimento (que neste caso representa uma ausência da espécie na quadrícula e pode ser simplesmente devido a amostragem incompleta). Determinando o “surgimento” como o melhor estado de variação do caractere, testamos a matriz NM2°Terrestres dobrando o peso dos caracteres que variam de 0→1 (presença/surgimento).

#### **(4) Identificação das áreas de endemismo**

Dentre todas as matrizes testadas, escolhemos apenas uma para a descrição das áreas de endemismo dos mamíferos do Novo Mundo: aquela cuja árvore apresentou melhor comprimento, IC e IR. Em uma análise filogenética, os IC e IR refletem respectivamente o grau de homoplasias e sinapomorfias de uma árvore. Logo, é recomendável priorizar as árvores com altos valores destes índices.

Nela identificamos os ramos com valores de *bootstrap*  $\geq 75$  e com pelo menos duas espécies endêmicas (Tab.2 e fig.3). Listamos as sinapomorfias destes nós e em seguida, marcamos os clados no mapa do Novo Mundo como áreas de endemismo (Tab.2 e fig.4). Obtivemos as informações de habitat, hábito e categoria de conservação de cada espécie endêmica na página da IUCN (Tab.3), e revisamos na literatura a geomorfologia das áreas e a equivalência destas com áreas de endemismo descritas em outros trabalhos (Tab.4).

## **RESULTADOS**

Na análise com todos os mamíferos usando quadrículas de 1° (NM1°Completo) a melhor árvore apresentou IC = 0,067 e IR = 0,933. Analisando com quadrículas maiores (NM2°Completo), reconhecemos um aumento no IC para 0,118, apesar de ainda ser baixo, e leve diminuição do IR para 0,883, ainda assim continuando muito bom. Analisando as matrizes de 1° e 2° sem morcegos, e percebemos resultados semelhantes aos obtidos usando todos os mamíferos: com 2° os IC são melhores e IR mesmo abaixando, continuam bons (Tab.1).

Quando comparamos as árvores NM2°Completo e NM2°Terrestres identificamos que os valores dos IC e IR não foram tão diferentes entre as análises, mas o IC foi um pouco mais alto (IC = 0,133) na análise sem morcegos (Tab.1).

Com relação às ilhas, não houve diferença significativa entre as PAEs com e sem ilhas, tanto usando todos os mamíferos como sem morcegos (Tab.1).

Testando a matriz NM2°Terrestres com peso do surgimento do caractere = 2 e outra matriz com peso = 1 para todos os estados dos caracteres, percebemos que além dos resultados não serem melhores do que aqueles encontrados com peso igual, a análise aumentou o tempo computacional em aproximadamente 500x (Tab.1).

A árvore que apresentou melhores IC e IR e bom comprimento foi aquela gerada usando a matriz NM2°Terrestres, incluindo todas as ilhas e sem alterar o peso dos estados de caracteres. A busca reteve apenas uma árvore mais parcimoniosa (Tab.1). Dela foram identificados os ramos com valores de *bootstrap*  $\geq 75$  e com pelo menos duas espécies endêmicas (sinapomorfias autênticas) (Tab.2).

Ao todo, reconhecemos oito clados designados como clados A, B, C, D, E, F, G e H, sendo o clado D uma área de endemismo inserida dentro da área E. As menores unidades foram designadas como províncias biogeográficas e a área E, que é hierarquicamente maior que a área D, foi designada como superprovíncia biogeográfica de acordo com Escalante, (2009) (Figs. 3 e 4). Listamos 32 espécies endêmicas com representantes das ordens Rodentia (n = 22), Soricomorpha (n = 6), Lagomorpha (n = 1), Primates (n = 1), Carnivora (n = 1) e Artiodactyla (n = 1) (Tab. 3).

Reconhecemos os clados no mapa do Novo Mundo como áreas de endemismo (Figs. 3 e 4).

## DISCUSSÃO

Serão discutidos os principais resultados sobre o índice de consistência e quantidade de homoplasias encontradas nas árvores reconhecidas como mais parcimoniosas, e a relação dos táxons endêmicos com a geografia e vegetação do habitat de cada área.

Na busca da árvore mais parcimoniosa, percebemos que em todas as análises no Novo Mundo, com quadrículas de 1° e 2°, removendo os táxons de ampla vagilidade ou não, excluindo as ilhas ou não, em todos os níveis de buscas testados não encontramos

IC maiores que 0,13. É comum em trabalhos que usam um grande volume de dados não ser identificado os IC e IR, possivelmente por causa do valor muito baixo (Luna-Vega & Morrone, 2001; Morrone & Escalante, 2002; Escalante & Morrone, 2003; Sánchez-González *et al.*, 2008). É possível que o alto número de homoplasias seja consequência da grande quantidade de dados analisados, pois quando testadas matrizes com maiores quadrículas e menos táxons o IC aumentava. Casos de reversões de estados de caracteres (indicativos de homoplasias) podem ser tratados biogeograficamente como indícios de extinção local do táxon, ou falta de amostragem local, ou não-dispersão da espécie, ou até mesmo resíduos da análise.

No nosso caso, que trabalhamos com muitos dados e há uma infinidade de possibilidades de arranjos árvores e onde apenas uma se adequaria à realidade biogeográfica do Novo Mundo, é pouco provável encontrar “a melhor árvore”, mesmo fazendo uso de algoritmos que otimizam essa busca. Qualquer variação pontual da distribuição dos táxons pode alterar o arranjo da árvore na busca de uma solução mais parcimoniosa. Quanto maior o número de táxons, maior a probabilidade de erro deste tipo e é mais fácil que haja reformulações da árvore não naturalmente verossímeis. Nessa perspectiva, seria recomendável remover da matriz aquelas espécies com “dados deficientes” (quando comentado na avaliação dessa espécie que dados deficientes se refira à distribuição), que não refletem com veracidade a biogeografia do Novo Mundo.

Por que poucas áreas de endemismo foram identificadas? Por que os nós que agrupam biomas, domínios e regiões biogeográficas não tiveram um *bootstrap* significativo para ser considerada uma área de endemismo? Acredito que uma discussão metodológica pode responder essas perguntas: Análises de parcimônia com muitos táxons (quadrículas) permitem gerar muitas possibilidades de topologias e comprimentos de árvore porque essa busca usa o TBR como ferramenta básica para troca de ramos, onde o número de rearranjos é o cubo do número de quadrículas (neste caso,  $1534^3 = 3,61 \cdot 10^9$ ) (Goloboff, 2002). Se o número de topologias possíveis é muito elevado, o número de árvores retidas também precisa ser elevado para que a análise reconheça padrões biogeograficamente coerentes. É possível que em nossas análises a amostragem não represente seguramente a totalidade das árvores possíveis, e por isso, não se identifiquem muitos ramos com alta frequência na árvore final (os valores de *bootstraps* foram muito baixos na maioria dos ramos da árvore de consenso). Conseguimos identificar uma identidade biogeográfica nos clados maiores (regiões, biomas, províncias...), mas essas regionalizações biogeográficas não são aceitas como

áreas de endemismo porque na árvore de consenso gerada a partir das árvores retidas não se reconhece uma frequência boa o suficiente (valores de *bootstrap*  $\geq 75$ ) para defini-las como áreas de endemismo autênticas. Com o aumento do número de árvores retidas ou a diminuição do número de dados analisados é possível que a busca encontre padrões mais consistentes.

Nas áreas de endemismo reconhecidas com a PAE, houve uma predominância de espécies endêmicas de tamanho corporal pequeno: Na Província “A”, no norte da Venezuela, as espécies endêmicas (*Ichthyomys pittieri* e *Oryzomys caracolus*) são pequenos roedores da família Cricetidae (Rodentia), terrestres, noturnos e que preferem viver em florestas; na Província “C”, no extremo norte dos Andes (Colômbia), quatro espécies foram reconhecidas: *Cryptotis colombiana* e *Cryptotis medellinia* (Soricomorpha, Soricidae), *Handleyomys intectus* (Rodentia, Cricetidae) e *Olallamys albicauda* (Rodentia, Echimididae), e à exceção de *Olallamys albicauda*, classificada como “dados deficientes” (IUCN, 2008), todas são de pequeno porte e estão associadas a áreas agrícolas; na Província “D”, na Cordilheira do Istmo em Costa Rica (Bridges, 1990), quatro espécies foram identificadas: *Saimiri oerstedii* (Primates, Cebidae), *Orthogeomys underwoodi* (Rodentia, Geomyidae) e *Heteromys oresterus* (Rodentia, Heteromyidae) e *Sylvilagus dicei* (Lagomorpha, Leporidae), todas associadas a florestas úmidas, ou próximas às margens de rios e regiões costeiras, e à exceção de *Sylvilagus dicei*, com “dados deficientes” (IUCN, 2008), todas são de pequeno porte; na Província “E”, na Depressão e Cordilheira do Istmo também na Costa Rica (Bridges, 1990) encontramos dez espécies: *Oryzomys devius*, *Oligoryzomys vegetus*, *Reithrodontomys creper*, *Reithrodontomys rodriguezi* e *Rheomys underwoodi* (Rodentia, Cricetidae), *Orthogeomys cherriei* e *Orthogeomys heterodus* (Rodentia, Geomyidae), *Syntheosciurus brochus* (Rodentia, Sciuridae), *Cryptotis gracilis* (Soricomorpha, Soricidae) e *Bassaricyon lasius* (Carnivora, Procyonidae), todas são associadas a florestas úmidas e montanhosas e, exceto *Bassaricyon lasius*, que está classificada como “dados deficientes” (IUCN, 2008), todas são de pequeno porte; na Província “H”, na Bacia da Columbia em Woshington, EUA (Bally *et al.*, apud Riddle, 1996), identificamos que as espécies *Spermophilus townsendii* e *Spermophilus washingtoni* (Rodentia, Sciuridae) são pequenos, vivem em vegetação arbustiva e comem vegetação herbácea e plantações. Então, desconsiderando as espécies classificadas pela IUCN

como “dados deficientes”, essas áreas são sustentadas predominantemente por pequenos mamíferos.

Em algumas províncias o habitat era a um fator comum às espécies endêmicas, podendo indicar que exerça forte influência no grau de dispersão destes táxons: na Província “F”, no Planalto Yucatán situado na Península de Yucatán (Bridges, 1990), encontramos seis espécies endêmicas: *Otonyctomys hattii* e *Peromyscus yucatanicus* (Rodentia, Cricetidae), *Heteromys gaumeri* (Rodentia, Heteromyidae), *Sciurus yucatanensis* (Rodentia, Sciuridae) e *Cryptotis mayensis* (Soricomorpha, Soricidae) de tamanho pequeno, e *Mazama pandora* (Artiodactyla, Cervidae) de médio porte e, o padrão que as condiciona é a altitude; a Província “G”, nas Florestas montanhosas no sudeste do México (Valero, 2012), é conhecida biogeograficamente como Província de Chiapas (Arita *et al.*, 1997; Morrone, 2001; Escalante *et al.*, 2003; Morrone, 2005; Cué-bär *et al.*, 2006; Escalante *et al.*, 2007), e as espécies endêmicas identificadas, o roedor *Peromyscus zarhynchus* (Rodentia, Cricetidae) e o *Sorex sclateri* (Soricomorpha, Soricidae), costumam habitar florestas úmidas montanhosas.

Mamíferos podem explorar vários nichos ecológicos, porém, nas áreas de endemismo no Novo Mundo percebemos que fatores ecológicos, geográficos ou evolutivos devem interferir na distribuição de alguns táxons, formando as áreas de endemismo, pois existe uma forte relação dos mamíferos endêmicos do Novo Mundo com o habitat e o relevo das áreas. Reconhecemos que a quantidade e qualidade dos dados (tamanho e número das quadrículas, e excesso de quadrículas com mesma composição) influenciam os IC e IR da árvore, e possivelmente o excesso de táxons que ocorrem em muitas células interfira no arranjo da árvore mais parcimoniosa desvalorizando o *bootstrap* dos ramos e conseqüentemente prejudicando a identificação das áreas de endemismo. Acreditamos ser necessário incentivar o desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas tecnológicas atualmente implementadas para esse fim, e afirmar que são louváveis todas as iniciativas para de documentação de registros biológicos e divulgação desses dados de distribuição, que são a principal ferramenta para inferirmos sobre os padrões que refletem a história biogeográfica de nosso planeta.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) por providenciar a base de dados usada nas análises. Agradeço às sugestões de Claudia Szumik, David Flores e Santiago Catalano no uso dos algoritmos de busca no TNT, e aos Drs. Lena Geise, Ulisses Pinheiro e Rodrigo Torres por sugestões em versões anteriores deste manuscrito. Agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Pós-Graduação (processo número 130981/2010-9).

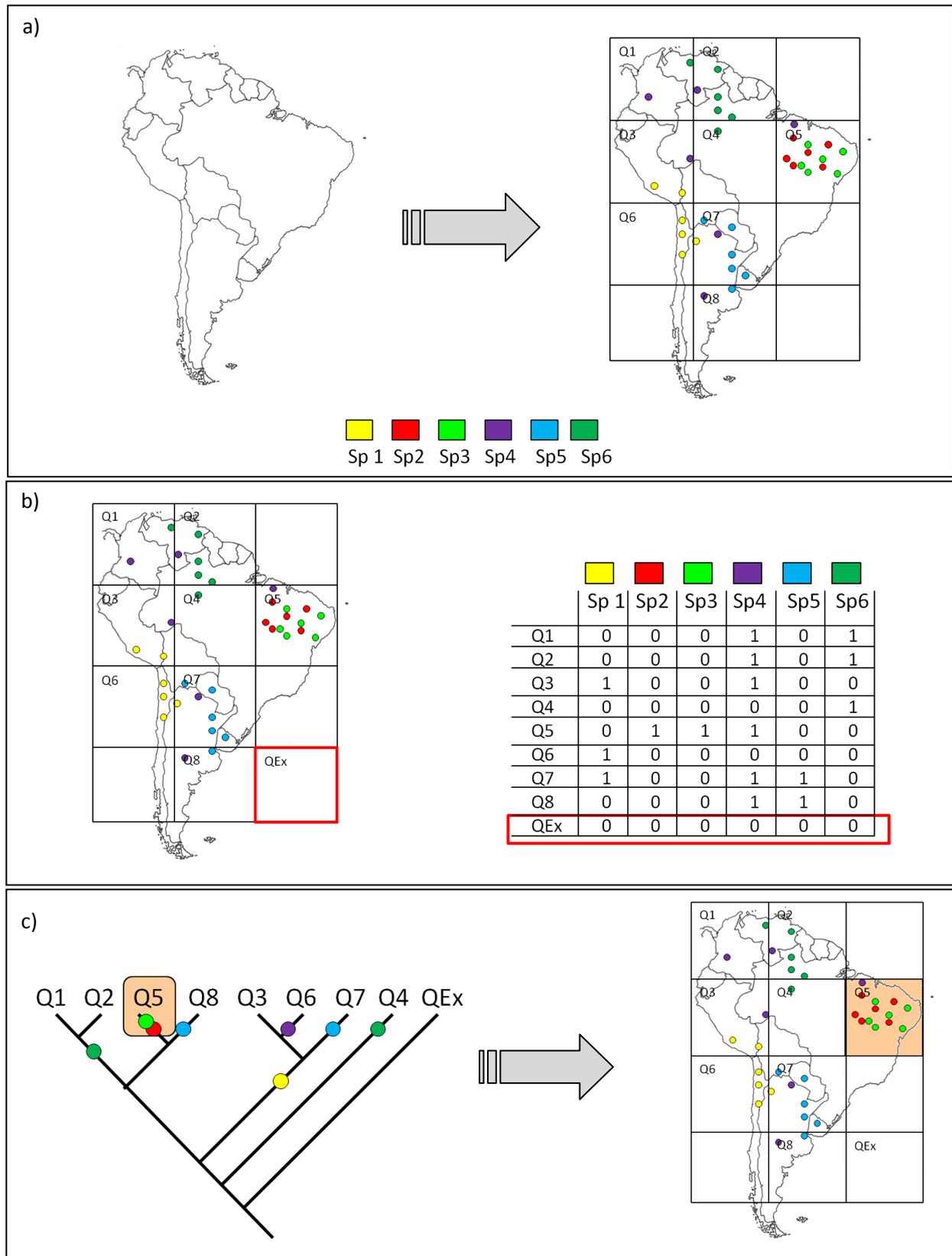
## REFERÊNCIAS

- Arita, H. T., Figueroa, F., Frisch, A., Rodríguez, P., & Santos-del-Prado, K. (1997) Geographical Range Size and the Conservation of Mexican Mammals. *Conservation Biology*, **11(1)**, 92-100.
- Bally et al., apud Riddle, B. R. (1996). The historical assembly of continental biotas: Late Quaternary range-shifting, areas of endemism, and biogeographic structure in the North American mammal fauna. *Ecography*, **21(4)**, 437-446.
- Bridges, E. M. (1990) *World Geomorphology*. Cambridge University Press, p. 103.
- Croizat, L. (1964) *Space, time, form: The biological synthesis*. Publicado pelo autor, Caracas.
- Cué-bär, E. M., Villaseñor, J. L., Morrone, J. J., & Ibarra-Manríquez, G. (2006) Identifying priority areas for conservation in mexican tropical deciduous forest based on tree species. *Interciencia*, **31(10)**, 712-719.
- Eisenberg, J. F. (1999) *Mammals of the Neotropics – The Northern Neotropics* (Vol.1). The University of Chicago Press, EUA.
- Emmons, L. H. & Feer, F. (1997) *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. 2. ed. por University of Chicago, USA. 307 pp.
- Escalante, T. (2009) Um ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **80**, 551-560.

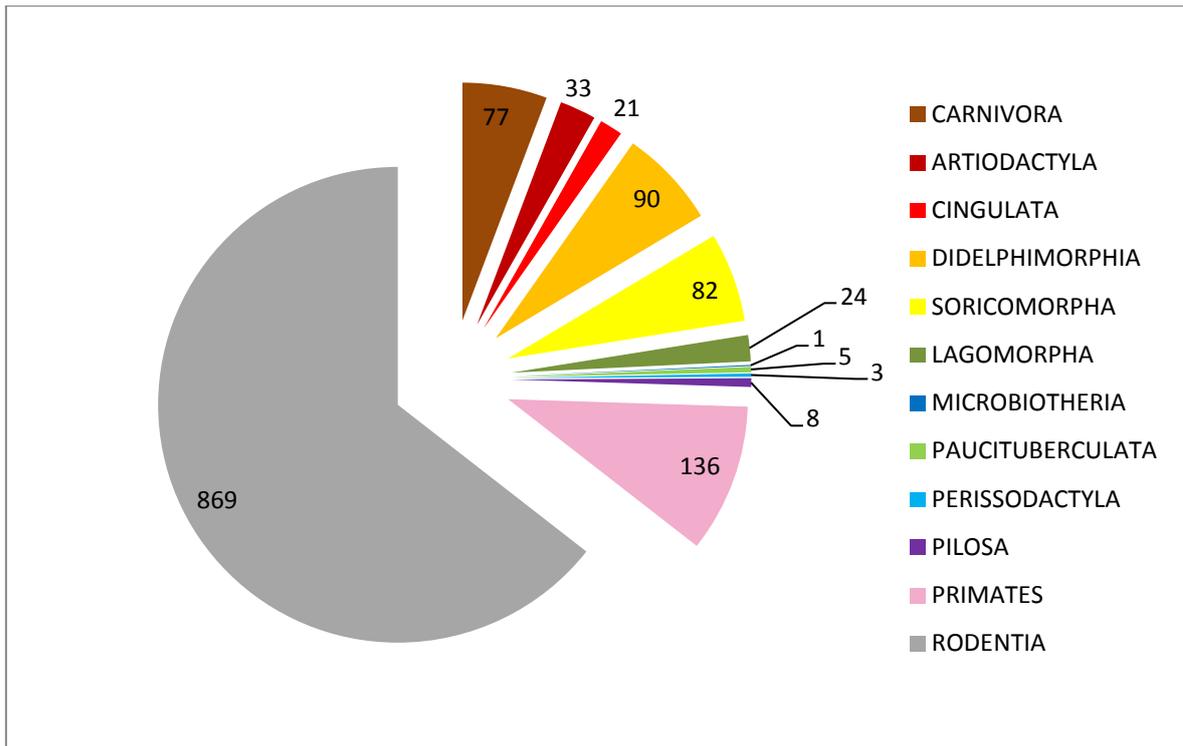
- Escalante, T.; Espinosa, D. & Morrone, J. J. (2003) Using parsimony analysis of endemism to analyze the distribution of Mexican land mammals. *The Southwestern Naturalists*, **48(4)**, 563-578.
- Escalante, T.; & Morrone, J. J. (2003) ¿Para qué sirve el Análisis de Parsimonia de Endemismos? In J. J. Morrone & J. Llorente-Bousquets (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (pp. 167-172). México, D.F.
- Escalante, T.; Sánchez-Cordero, V.; Morrone, J. J. & Linaje, M. (2007) Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: a case study using species' ecological niche modeling, Parsimony Analysis of Endemism and Goloboff fit. *Interciencia*, **32(3)**, 151-159.
- ESRI (1999) *Arcview(C)® 3.1 GIS*. Environmental Systems Research Institute, Inc., New York.
- Goloboff, P. A. (1999) Analyzing Large Data Sets in Reasonable Times: Solutions for Composite Optima. *Cladistics*, **15**, 415-428.
- Goloboff, P. A. (2002) 4 Techniques for Analyzing Large Data Sets. In R. DeSalle Et Al. (Ed.), *Methods and Tools in Biosciences and Medicine* (pp. 70-79). Switzerland.
- Hilty, S. L. (2003) *Birds of Venezuela*, 2. ed. Princeton University Press, p.18.
- IUCN, (2008) *International Union for Conservation of Nature*, Arizona State University, Texas A&M University, University of Rome, University of Virginia, Zoological Society London. An Analysis of Mammals on the 2008 IUCN Red List <[www.iucnredlist.org/mammals](http://www.iucnredlist.org/mammals)>. Acessado em 09 de outubro de 2008.
- Löwenberg, P. & Carvalho, C. J. B. (2004) Análise Parcimoniosa de Endemidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismo: inferências para conservação da biodiversidade na Região Sul do Brasil. *Natureza & Conservação*, **2(2)**, 58-65.
- Luna-Vega, I., Morrone, J. J., Ayala, O. A., & Organista, D. E. (2001) Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution*, **228**, 229-239.
- Macdonald, D. (1984) *The Encyclopedia of Mammals*. New York, pp. 632.
- Morrone, J. J. (1994) Distributional Patterns of Species of Rhytirrhini (Coleoptera: Curculionidae) and the Historical Relationships of the Andean Provinces. *Global Ecology and Biogeography Letters*, **4**, 188-194.
- Morrone, J. J. (2001) Toward a cladistic model for the Caribbean Subregion: delimitation of areas of endemism. *Caldasia*, **23(1)**, 43-76.

- Morrone, J. J. (2005) Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **76**, 207–252.
- Morrone, J. J. & Crisci, J. (1995) Historical Biogeography: Introduction to Methods. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **26**, 373-401.
- Morrone, J. J., & Escalante, T. (2002) Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography*, **29**, 1095-1104.
- Müller, apud Morrone, J. J. (1994) On identification of Areas of Endemism. *Systematic Biology*, **43(3)**, 438-441.
- Nowak, R. M. (1999) *Walker's Mammals of the World, Vol. 1*, 6. ed. Johns Hopkins University Press (ed. por Batmore e London)
- Platnick, apud Morrone, J. J. (1994) On identification of Areas of Endemism. *Systematic Biology*, **43(3)**, 438-441.
- Rocha, E. C., & Dalponte, J. C. (2006) Composição e caracterização da fauna de mamíferos de médio e grande porte em uma pequena reserva de cerrado em Mato Grosso, Brasil. *R. Árvore*, Viçosa-MG, **30(4)**, 669-678.
- Sánchez-González, L. A.; Morrone, J. J. & Navarro-Sigüenza, A. G. (2008) Distributional patterns of the Neotropical humid montane forest avifaunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, **94**, 175-194.
- Udvard, M. D. F. (1975) *A Classification of the Biogeographical Provinces of the World*. International Union for Conservation of Natural (IUCN) Resources. Morges, Switzeland. Artigo n° 18, 49pp.
- Valero, A. (2012) Southern North America: Southern Mexico - Neotropic (NT0113). <http://www.worldwildlife.org/science/wildfinder/profiles/nt0113.html>, Acesso em 11 de maio de 2012.
- Wilson, D. E. & Reeder, DA. M. (2005) *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*, 3. ed. Johns Hopkins University Press, 2142 pp.
- Wund, M. and P. Myers (2005) "Mammalia" (On-line), *Animal Diversity Web*. Acesso em 19 de maio de 2012 por <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Mammalia.html>.

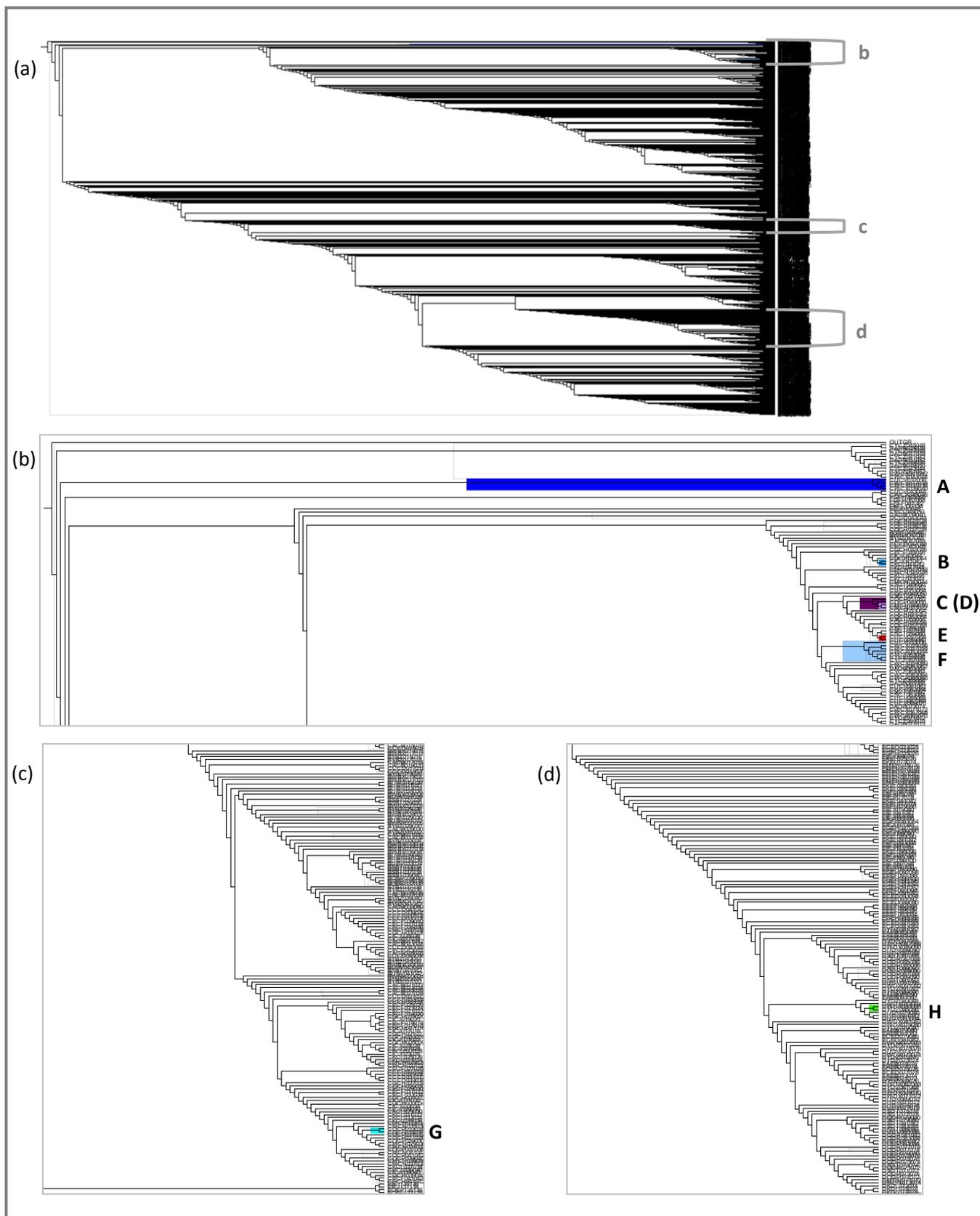
# Apêndices



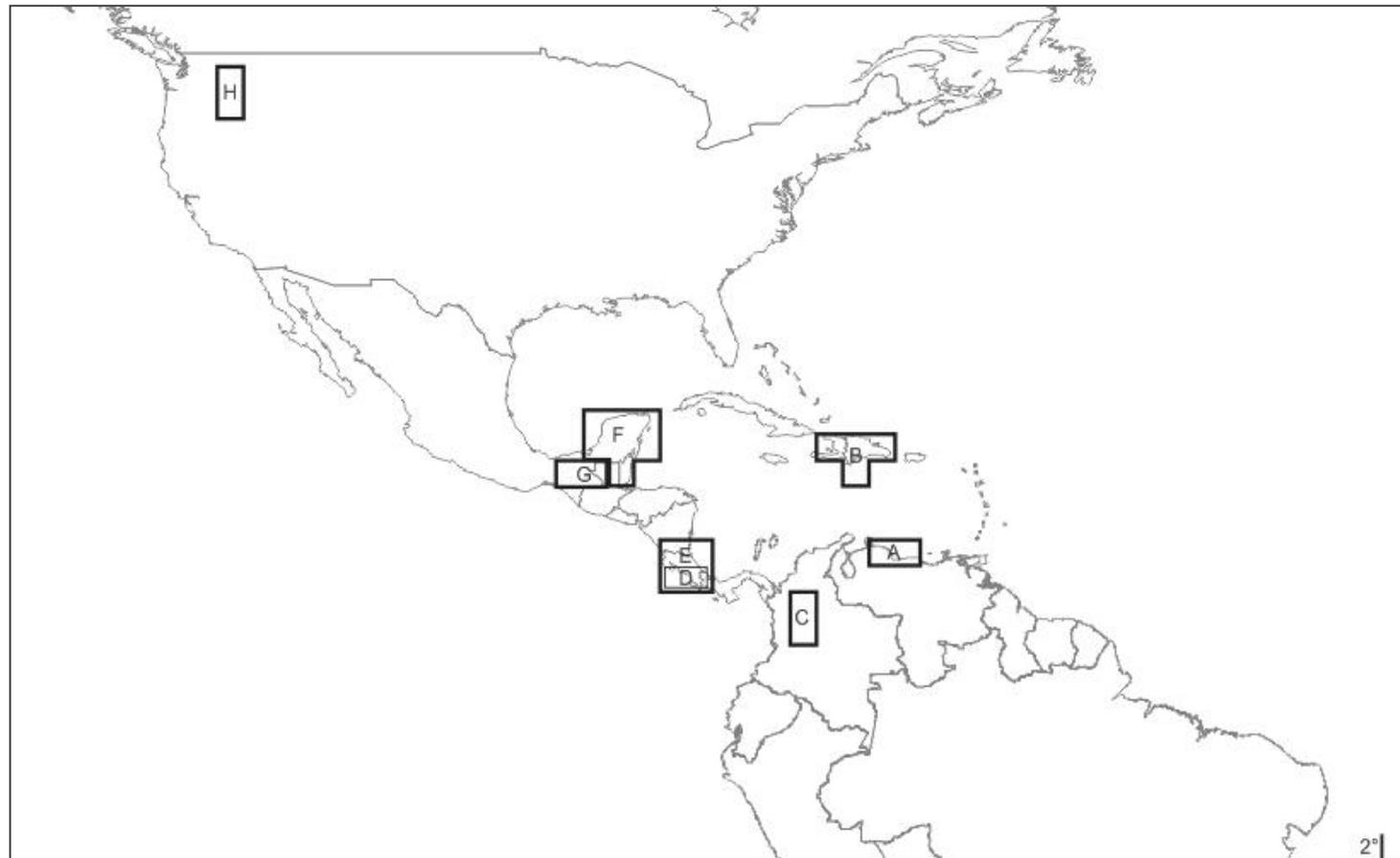
**Figura 1:** Etapas da execução da Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE) segundo Morrone, 1994. (a) Dividir o mapa em quadrículas e inserir a distribuição dos táxons, (b) Montar uma matriz binária inserindo uma quadrícula hipotética para enraizar o cladograma e rodar a análise, e (c) Identificar na árvore os clados com duas ou mais espécies endêmicas e reconhecer as áreas de endemismo no mapa.



**Figura 2:** Número de espécies usadas na PAE-NM2° Terrestres agrupadas taxonomicamente por ordem (Wilson & Reeder, 2005).



**Figura 3.** Cladograma da PAE com mamíferos terrestres do Novo Mundo, usando quadrículas de 2° latitude-longitude: (a) Árvore completa; (b), (c) e (d) Segmentos onde foram identificadas áreas de endemismo.



**Figura 4.** Representação das áreas de endemismo reconhecidas no cladograma da PAE com os mamíferos terrestres do Novo Mundo usando quadrículas de 2° latitude-longitude. As áreas A, B, C, D, F, G e H que são hierárquicamente menores, classificam-se como províncias biogeográficas, e a área E, que é hierarquicamente superior à área E, é classificada como superprovíncia biogeográfica (Escalante, 2009).

**Tabela 1.** Descrição do tamanho das matrizes analisadas, do nível de busca que gerou a melhor árvore para cada matriz e os valores dos índices de consistência (IC) e de retenção (IR), *scores* (que refletem o tamanho da árvore), número de nós e duração da busca executada com o *New Technology Search*. A repesagem dos estados de caracteres foi testada com a matriz NM2°Completo usando o comando *Traditional Search* (TS) que encontra resultados mais rápido.

<b>Matriz</b>	<b>Espécies x Quadrículas</b>	<b>Nível da busca (NTS)</b>	<b>IC</b>	<b>IR</b>	<b>Scores da árvore</b>	<b>N° de nós</b>	<b>Tempo de análise</b>
NM2°Terrestres	1349 x 1534	20	0,133	0,87	10163	1532	00:01:24
NM1°Terrestres	1399 x 5511	20	0,072	0,92	19387	3425	00:15:00
NM2°Completo	1688 x 1535	45	0,118	0,883	14315	1533	00:05:51
NM1°Completo	1745 x 5514	15	0,066	0,932	26531	3663	00:20:03
NM1°CompletoS/ilhas	1745 x 5024	15	0,064	0,93	26712	3441	00:19:42
NM1°TerrestresS/ilhas	1399 x 5022	15	0,073	0,925	18870	3311	00:14:01
NM1°Terrestres	1399 x 5511	15	0,075	0,924	18632	3498	00:14:42
NM2°Completo (TS)	1688 x 1535	15	0,117	0,882	14420	1166	00:01:02
NM2°Completo (TS) - repesagem	1688 x 1535	15	0,075	0,902	22485	1141	04:58:02

**Tabela 2.** Lista das sinapomorfias dos nós com *bootstrap*  $\geq 75$  e mais de uma espécie endêmica: as áreas de endemismo reconhecidas na PAE-NM2°Terretres. Classificamos três estados de sinapomorfia: I. Espécies que apareceram no nó como sinapomorfias que variam do estado 1→0 (perda do caractere = ausência da espécie); II. Espécies que apareceram como sinapomorfias deste e de outros nós ao longo da árvore (homoplasias), variando do estado 0→1 (ganho do caractere = presença da espécie); III. Espécies que apareceram apenas neste nó, variando do estado 0→1 (ganho do caractere = presença da espécie).

Área de endemismo	N° do nó	Valor de <i>bootstrap</i>	Sinapomorfias do nó			N° de espécies endêmicas
			I. Sinapomorfias de deleção	II. Sinapomorfia homoplásica	III. Sinapomorfias autênticas	
<b>A</b>	2158	97	209 (1→0), 1075 (1→0)	663 (0→1)	663 (0→1), 749 (0→1)	2
<b>B</b>	2209	75	-	-	221 (0→1), 491 (0→1)	2
<b>C</b>	2310	90	131 (1→0), 362 (1→0), 987 (1→0), 1063 (1→0), 1068 (1→0), 1112 (1→0)	48 (0→1), 160 (0→1), 318 (0→1), 372 (0→1), 414 (0→1), 423 (0→1), 723 (0→1), 725 (0→1), 937 (0→1), 1063 (1→0), 1094 (0→1), 1105 (0→1), 1215 (0→1), 1286 (0→1)	227 (0→1), 235 (0→1), 647 (0→1), 1082 (0→1)	4
<b>D</b>	2425	75	-	776 (0→1), 902 (0→1)	317 (0→1), 436 (0→1), 1167 (0→1), 1221 (0→1)	4
<b>E</b>	2427	96	-	24 (0→1), 908 (0→1), 992 (0→1), 1269 (0→1), 1283 (0→1)	65 (0→1), 231 (0→1), 750 (0→1), 794 (0→1), 890 (0→1), 901 (0→1), 910 (0→1), 1160 (0→1), 1163 (0→1), 1323 (0→1)	10
<b>F</b>	2479	96	362 (1→0)	220 (0→1), 893 (0→1)	97 (0→1), 234 (0→1), 805 (0→1), 863 (0→1), 1218 (0→1), 1297 (0→1)	6
<b>G</b>	2511	80	1294 (1→0)	220 (0→1)	285 (0→1), 864 (0→1)	2
<b>H</b>	2877	81	18 (1→0)	1284 (0→1), 1347 (0→1)	1319 (0→1), 1322 (0→1)	2

**Tabela 3.** Lista das áreas de endemismo e da caracterização do habitat acompanhada das espécies endêmicas de cada área e da respectiva classificação taxonômica (Wilson & Reeder, 2005). Foi seguida a classificação de tamanho dos mamíferos de Rocha & Dalponte (2006), indicando Pequeno: <1kg, Médio: > 1 kg. Quanto ao status de conservação (IUCN), essas espécies apresentaram as categorias: DD - dados deficientes, MP - menor preocupação, QA - quase ameaçada, VU - vulnerável, PE - em perigo, e CP - criticamente em perigo.

Área de endemismo	Espécie	Família	Ordem	Hábito e Habitat (IUCN)	Classificação quanto ao peso	Status (IUCN)
<b>A</b>	<i>Ichthyomys pittieri</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Noturna, terrestre e semi-aquática, ocorre em floresta alta e floresta montanhosa densa.	Pequeno (Emmons & Feer, 1997).	VU
	<i>Oryzomys caracolus</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Noturna, terrestre, onívora, e é encontrada em floresta tropical primária.	Pequeno (Wund & Myers, 2005).	MP
<b>B</b>	<i>Plagiodontia aedium</i>	CAPROMYIDAE	RODENTIA	Herbívora (folívora), terrestre e arbórea, habita florestas tropicais e subtropicais, bem como áreas rochosas. Sabe-se que vive em afloramentos rochosos e se esconde nas fendas entre as rochas.	Médio (Nowak, 1999).	PE
	<i>Solenodon paradoxus</i>	SOLENDONTIDAE	SORICOMORPHA	Come insetos e aranhas encontradas no solo e serapilheira. É principalmente noturna, escondendo-se durante o dia em fendas de rochas, árvores ocas ou tocas que escava. É encontrada em florestas e ao redor das plantações.	Pequeno (Macdonald, 1984).	PE

Tabela 3. (Cont.)

Área de endemismo	Espécie	Família	Ordem	Hábito e Habitat (IUCN)	Classificação quanto ao peso	Status (IUCN)
C	<i>Handleyomys intectus</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Terrestre, é encontrada em floresta primária úmida de encosta, floresta secundária, lavouras e pastagens.	Pequeno (Wund & Myers, 2005).	MP
	<i>Olallamys albicauda</i>	ECHIMYIDAE	RODENTIA	Ocorre em floresta de bambu e às vezes em floresta alta de montanha.	Médio (Nowak, 1999).	DD
	<i>Cryptotis colombiana</i>	SORICIDAE	SORICOMORPHA	Ocorre em floresta de montanha, perto de plantações de pinheiros, floresta perturbada, e em campos agrícolas.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Cryptotis medellinia</i>	SORICIDAE	SORICOMORPHA	É encontrado em floresta primária e secundária, e em campos agrícolas. É caçada por <i>Cerdocyon thous</i> .	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
D	<i>Sylvilagus dicei</i>	LEPORIDAE	LAGOMORPHA	É mais abundante nos campos, e ocorre também em moitas e florestas úmidas e associada a ecossistemas de alta elevação.	Médio (Nowak, 1999).	DD
	<i>Saimiri oerstedii</i>	CEBIDAE	PRIMATES	É um pouco frugívora e insetívora. Prefere viver em florestas sazonalmente inundadas, floresta da margem de rios, várzea e florestas secundárias. Usam todos os níveis da floresta, explorando principalmente a parte inferior do dossel e sub-bosque.	Pequeno (Emmons & Feer, 1997).	VU
	<i>Orthogeomys underwoodi</i>	GEOMYIDAE	RODENTIA	Ocorre em florestas semidecíduas, clareiras, e áreas costeiras e agrícolas.	Pequeno (Emmons & Feer, 1997).	MP
	<i>Heteromys oresterus</i>	HETEROMYIDAE	RODENTIA	Ocorre em florestas montanhosas, com muitas árvores caídas, e áreas úmidas. Já foi vista em floresta secundária.	Pequeno (Eisenberg, 1999).	MP

Tabela 3. (Cont.)

Área de endemismo	Espécie	Família	Ordem	Hábito e Habitat (IUCN)	Classificação quanto ao peso	Status (IUCN)
E	<i>Bassaricyon lasius</i>	PROCYONIDAE	CARNIVORA	Não se conhece seu habitat e ecologia, mas presumi-se baseado no espécime-tipo, ocorrer em floresta montanhosa.	Médio (Nowak, 1999).	DD
	<i>Oryzomys devius</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Ocorre principalmente em planaltos e floresta úmida. Acredita-se que coma fungos micorrízicos arbusculares e seja dispersora de esporos.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Oligoryzomys vegetus</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Pode ser encontrada em Sub-montanhas e florestas úmidas montanhosas, principalmente em habitat de borda.	Pequeno (Emmons & Feer, 1997).	MP
	<i>Reithrodontomys creper</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	É principalmente terrestre, sendo também apanhada em troncos ou galhos baixos, entre os pedaços de bambu ou perto de riacho. Ocorre em floresta montanhosa, áreas montanhosas, floresta de borda e clareiras.	Pequeno (Eisenberg, 1999).	MP
	<i>Reithrodontomys rodriguezii</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	É nectarívora de Melastomes. Foi encontrada em floresta úmida serrana madura, e em pastagens na margem da mata. Já foi coletada em floresta úmida no chão, em vegetação rasteira, na grama, e na borda da mata.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Rheomys underwoodi</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Come invertebrados aquáticos, e em cativeiro comeu peixe. É encontrado ao longo de córregos desobstruídos, riachos frios em tempo chuvoso, e na floresta das montanhas.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP

Tabela 3. (Cont.)

Área de endemismo	Espécie	Família	Ordem	Hábito e Habitat (IUCN)	Classificação quanto ao peso	Status (IUCN)
E	<i>Orthogeomys cherriei</i>	GEOMYIDAE	RODENTIA	Ocorre na floresta de crescimento secundário, capoeira e áreas agrícolas, tanto na umidade como sazonalmente na época seca. Na floresta primária, pode danificar colheitas (ex.: palmeiras jovens, seringueira, banana, mandioca).	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Orthogeomys heterodus</i>	GEOMYIDAE	RODENTIA	Foi encontrada em áreas agrícolas, estradas e clareiras. Escava tocas formando um ninho central irradiando túneis para áreas adjacentes onde armazena alimentos, e conduz excrementos. Os túneis de alimentação marcam montes na superfície do solo. É mais ativa pela manhã. É solitária, e cada casa tem cerca de 240 m <sup>2</sup> não sobrepondo outras.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Syntheosciurus brochus</i>	SCIURIDAE	RODENTIA	É encontrada em florestas úmidas montanhosas, florestas sempre verdes, de segundo crescimento, e nas bordas de pasto.	Pequeno (Nowak, 1999).	QA
	<i>Cryptotis gracilis</i>	SORICIDAE	SORICOMORPHA	Pode ser encontrada em florestas montanhosas de carvalhos e no Páramo. Reproduz o ano todo.	Pequeno (Nowak, 1999).	VU

Tabela 3. (Cont.)

Área de endemismo	Espécie	Família	Ordem	Hábito e Habitat (IUCN)	Classificação quanto ao peso	Status (IUCN)
F	<i>Mazama pandora</i>	CERVIDAE	ARTIODACTYLA	Pouco se sabe sobre a ecologia da espécie. É uma generalista habitat altamente adaptável.	Médio	VU
	<i>Otonyctomys hatti</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Ocorre em floresta de crescimento secundário, semidecídua e decídua. É altamente arbórea. Em cativeiro é noturna, e prefere sementes de frutas.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Ocorre em floresta de crescimento secundário, semidecídua e decídua. É principalmente terrestre e foi capturada no chão ou sobre tronco e galhos baixos.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Heteromys gaumeri</i>	HETEROMYIDAE	RODENTIA	Ocorre em floresta semidecídua, de arbustos espinhosos, e de crescimento secundário. É noturna, terrestre, foi vista a transitar sob troncos caídos. É solitária, luta ferozmente em cativeiro, indicando provavelmente manter território exclusivo no estado selvagem.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Sciurus yucatanensis</i>	SCIURIDAE	RODENTIA	É diurna e, principalmente, arborícolas. Ocorre em floresta decídua e perene, bosques semi-áridos de carvalho de pinheiros, e em vegetação secundária. Constroi ninhos com ramos e folhas em galhos. Come frutas de bagas, nozes e sementes, e na escassêz destes alimentos, come flores, brotos, e ramos.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP
	<i>Cryptotis mayensis</i>	SORICIDAE	SORICOMORPHA	Ocorre em planície, arbusto seco rasteiro, floresta decídua, e sazonalmente em floresta verde seca.	Pequeno (Nowak, 1999).	MP

Tabela 3. (Cont.)

<b>G</b>	<i>Peromyscus zarhynchus</i>	CRICETIDAE	RODENTIA	Terrestre, geralmente é coletada no chão perto de árvores de grande porte. No período chuvoso ocorre em florestas úmidas altas e em florestas de pinheiros de carvalho; ocorre em floresta madura, em crescimento secundário, em matagal e em áreas de transição. Abaixo de 1200 m restringe-se à floresta alta.	Pequeno (Nowak, 1999).	VU
	<i>Sorex sclateri</i>	SORICIDAE	SORICOMORPHA	Ocorre nas montanhas úmidas da floresta tropical.	Pequeno (Nowak, 1999).	CP
<b>H</b>	<i>Spermophilus townsendii</i>	SCIURIDAE	RODENTIA	É encontrada principalmente em matagal deserto. Geralmente ocorre em solos bem drenados, especialmente aterros. Faz sistemas de tocas extensas. Come principalmente vegetação herbácea e sementes, mas também come partes arbustivas, plantações e matéria animal. Pode subir arbustos para forragear.	Pequeno (Nowak, 1999).	VU
	<i>Spermophilus washingtoni</i>	SCIURIDAE	RODENTIA	Ocupa estepe arbustivo no ecossistema Bacia de Columbia. É mais abundante em cobertura com grama alta, e em solos profundos com baixa argila e elevada silte. Os filhotes nascem em uma toca subterrânea. Tem uma distância de dispersão média de 880 m (alcance de até 3,5 km). Vivem sozinhos ou em colônias. São predados principalmente por Texugos. Comem vegetação herbácea (incluindo plantas cultivadas), raízes, bulbos, sementes e insetos.	Pequeno (Nowak, 1999).	QA

**Tabela. 4:** Relação das áreas de endemismo reconhecidas na PAE-NM2°Terrestres com as descritas em outros trabalhos e com aspectos geomorfológicos da área.

Área de endemismo (PAE-NM2°terrestres)	Área de endemismo semelhante (na literatura)	Geomorfologia da área
A	Venezuela costeira (Morrone, 2001).	Cordilheira da Costa (Hilty, 2003).
B	Hispaníoloa (Morrone, 2001).	Ilha no mar do Caribe, que reúne Haiti e República Dominicana.
C	-	Extremo norte dos Andes, está unido na porção sul se separando ao norte nas três cordilheiras: ocidental, central e oriental.
D	Istmo Panamaniano oeste (Morrone, 2001).	Cordilheira do Istmo (Bridges, 1990).
E	América central (Udvard, 1975).	Depressão e cordilheira do Istmo (Bridges, 1990).
F	Península Yucatan (Morrone, 2005).	Planalto Yucatán (Bridges, 1990).
G	Chiapas (Morrone, 2005).	Florestas montanhosas (Valero, 2012).
H	Grande bacia (Udvard, 1975).	Bacia da Columbia (Bally <i>et al.</i> , apud Riddle, 1996).

# **Anexos**


[HOME](#) / [LIFE SCIENCES](#) / [ECOLOGY & ORGANISMAL BIOLOGY](#) / [BIOGEOGRAPHY](#) /

## Journal of Biogeography

### Edited by:

Robert J. Whittaker

Print ISSN: 0305-0270

Online ISSN: 1365-2699

Frequency: Monthly

Current Volume: 38 / 2011

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2010: Ecology: 24 / 129; Geography, Physical: 3 / 42

Impact Factor: 4.273

### Author Guidelines

Did you know... *Journal of Biogeography* has no page charges?

### Quick Links...

- Manuscript submission web site: <http://mc.manuscriptcentral.com/jbi>
- Editorial Office e-mail: [sue.stokes@oxon.ac.uk](mailto:sue.stokes@oxon.ac.uk)
- Electronic graphics guidelines: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>
- Copyright Transfer Agreement Form: <http://www.wiley.com/go/ctaaglobal>
- Colourwork Agreement Form: [http://www.blackwellpublishing.com/pdf/SN\\_Sub2000\\_F\\_CoW.pdf](http://www.blackwellpublishing.com/pdf/SN_Sub2000_F_CoW.pdf)
- Open Access Form: [https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen\\_order.asp](https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp)
- Supporting Information: [guidelines](#)
- List of preferred abbreviations and naming conventions: [Here](#)

### Online production tracking is available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

### Instructions for Authors

Papers dealing with all aspects of spatial, ecological and historical biogeography are considered for publication in the *Journal of Biogeography*. The mission of the *Journal* is to contribute to the growth and societal relevance of the discipline of biogeography through its role in the dissemination of biogeographical research. To that end, the editorial policy is that the *Journal* seeks to be representative of the discipline of biogeography, to be global in scope, and to be inclusive of major traditions and viewpoints in the discipline. Authors are particularly encouraged to submit concise, clearly written papers focused on precisely framed questions or hypotheses of broad interest to the wide international readership of the journal.

The *Journal* was established in 1974 and is published in 12 issues a year.

### Article types and guidelines for layout

The *Journal* publishes articles under the following main headers: **Guest Editorials**, **Commentaries**, **Original Articles**, **Syntheses** and **Correspondence**. All submissions are subject to peer review. All submissions must be concisely and clearly written in grammatically correct English.

**Review policy.** To avoid unnecessary delay for authors, papers submitted to the *Journal* are first assessed editorially, and either are rejected outright at this stage or are entered into a full peer review process. We aim to reach an editorial decision on each manuscript in a timely fashion and to do so for first submissions in all cases within three months of receipt. As of May 2011, the mean time to first decision for the previous 12-month period was 33 days.

### Guest Editorials

The Guest Editorial section is intended for stimulating and reflective essays providing personal perspectives on key research fields and issues within biogeography. Contributions are by the invitation of the editors, and authors wishing to contribute to this section should therefore contact the editorial office in advance. When published, guest editorials should be of no more than eight printed pages (main text maximum 5000 words), and they should include a short, single-paragraph abstract, and a set of 6-10 keywords.

Manuscripts should be presented in the following order: title page, giving the article type: Guest Editorial, article title, author names, author research addresses, correspondence author's name, address and e-mail, and short running head (maximum of 8 words); a single-paragraph abstract; 6-10 keywords; main text; references (using the standard referencing system of the journal); tables with their legends above; list of figure legends; and embedded figures. A biosketch (see below) may be included after the references providing the overall paper length limit is not exceeded. For an example of a Guest Editorial, click [here](#).

### Commentaries

The aim of the Commentary section is to provide readily intelligible comment on the latest original research in biogeography. The prose style should be light, and the article should be written with the minimum of technical language and jargon, so as to be understandable to a general audience or an undergraduate taking an introductory course in biogeography. Authors who wish to contribute to this section are advised to contact the editorial office for further guidance and to discuss ideas for this section. Contributions will be subject to rapid peer review. Commentaries should occupy a maximum of two pages of the journal, and should have a maximum of 10 references. No biosketch is included for commentaries.



View

(i.e. text, title, author details, references), should not exceed 1600 words. Should you wish to include a small figure or other illustration, this can be accommodated by a reduction in the number of words on a pro rata basis. For an example of a Commentary, click [here](#).

#### Original Articles and Syntheses

Standard research papers appear under the strapline Original Article. Papers that have the character of a theoretical synthesis/review, even if incorporating an element of original analysis within them, should use the strapline Synthesis. For Original Articles, authors should limit the overall length of their manuscript so that, when published, the article will comprise not more than 10 to 12 published pages. One page of the journal can carry one of the following: (1) the article title, author list, abstract, and keywords; (2) about 1000 words of text (including subheadings); (3) about 30 references. For a typical Original Article, in which illustrative material (Tables and Figures) occupies about 3 pages of the journal when printed at final journal sizing, the text, inclusive of abstract and reference list, should not exceed 7000 words. Submissions to the Synthesis section may be of up to 10,000 words providing such length is fully justified. In all cases, the word count, inclusive of references and abstract, should be stated on p1 of the manuscript.

Manuscripts should be presented in the following order: title page, giving the article type: Original Article or Synthesis, article title, author names, author research addresses, correspondence author's name, address and e-mail, and short running head (maximum of 8 words); a structured abstract (as detailed below); 6-10 keywords; main text; references (using the standard referencing system of the journal); biosketch (see below); tables with their legends above; list of figure legends; and embedded figures. For an example of an Original Article, click [here](#).

**Structured abstracts.** Abstracts should be of no more than 300 words, presented as a series of factual statements under the following headings: Aim, Location, Methods, Results, and Main conclusions. The Aim should give a clear statement of the principal research question(s) or hypotheses, the Methods should give details of materials/sampling/methods of analysis, and the Main conclusions should give the main take-home message.

**Biosketch/Biosketches.** A short Biosketch/Biosketches entry (30-100 words for one author/150 words for the first three authors, respectively) describing the research interests of the author(s) should be provided. For papers with four or more authors, biosketch details should be supplied for the first author only and/or a general statement of the focus of the research team (which may include a link to a group web page) plus, in all cases, a statement of author contributions, e.g. Author contributions: A.S. and K.J. conceived the ideas; K.J. and R.L.M. collected the data; R.L.M. and P.A.K. analysed the data; and A.S. and K.J. led the writing.

#### Correspondence

The Journal welcomes short items of correspondence prompted by papers previously published in this or occasionally in other journals. The text should not normally exceed 2500 words, inclusive of a short one-paragraph abstract (up to 150 words), and a list of 6-10 keywords. No biosketch is necessary for Correspondence papers. For an example of a Correspondence paper, click [here](#).

#### Pre-submission English language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at [www.blackwellpublishing.com/author/english\\_language.asp](http://www.blackwellpublishing.com/author/english_language.asp). Japanese authors can also find a list of local English improvement services at <http://www.wiley.co.jp/journals/editcontribute.html>. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

#### Submission

Submission to the *Journal of Biogeography* is via an online submission process at <http://mc.manuscriptcentral.com/jbi>. It is strongly recommended that before submission authors download and then complete our Author Checklist, which is intended to assist authors in preparing a potentially successful submission. It is available from the ScholarOne Manuscripts site, where it can be found in the tab 'Instructions and Forms' at the top right hand corner of the main screen.

When submitting, authors should upload a single word file (.doc or .rtf) containing in sequence the text, tables with legends above, list of figure legends, and embedded figures. If the paper has Supporting Information (for online publication only), this material should be uploaded as separate editable files or, preferably, as one combined file, with embedded figures if applicable. Any explanatory notes, companion papers etc. for the attention of reviewers should be uploaded under 'Comments to reviewers'. Once the files have been uploaded, the system automatically creates a single PDF file for review purposes, combining the files designated as being for review. An optional cover letter for the editor may be uploaded separately.

Full instructions and support for authors can be found on the ScholarOne Manuscripts site. To use the site you will need a user ID and password. Go to the Journal's submission homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/jbi>) and click 'New user' if you have not registered as an author before. If you require technical assistance with ScholarOne Manuscripts, you will find details of how to contact ScholarOne Support directly by clicking the GET HELP NOW link that appears at the top of every ScholarOne Manuscripts page. Alternatively, please contact the Editorial Office by e-mail.

#### The text

Manuscripts should bear the title of the contribution, names of the authors and complete addresses of the place(s) where the work was carried out. The full postal and e-mail address of the author who will receive correspondence and check the proofs should also be included, as well as the present address of any author if different from the place where the work was carried out. The title page should state the word count for the abstract and also for the main body of the text (exclusive of the abstract and references).

**Manuscripts must be written in English (using UK spellings please); where this is not the author's first language they should be carefully checked by a scientifically competent English speaker before submission.**

Please note that Word 2007 is not yet compatible with journal production systems. Please use Word's 'Save As' option therefore to save your document as an older (.doc) file type. Manuscripts should be double line spaced. All pages should be numbered in the top right hand corner. A range of three different headings levels may be used and authors should indicate the level of each heading by formatting them as bold-capital, bold-lower case or italics-lower case for main, second and third level heading, respectively. The correct nomenclatural authorities for the main study species must be given on their first mention in the main body of text, or reference must be made to an appropriate nomenclatural source reference covering the taxa mentioned in the paper. Where specific equipment or software is mentioned, please give the manufacturer/company's name, town and country.

#### Conflict of Interest

*Journal of Biogeography* requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

submission process.

*Journal of Biogeography* is a member of and subscribes to the principles of the Committee on Publication Ethics.

#### Abbreviations and units

SI units (m, km<sup>2</sup>, kg, etc.) are preferred. Statistics and measurements should always be given in figures, i.e. 10 km, except where the number begins the paragraph. When the number does not refer to a unit of measurement, it is spelt out (e.g. three samples), except where the number is greater than or equal to 10 (e.g. 25 samples). Use: negative exponents (e.g. t year<sup>-1</sup>, not t/year); L for litres; 24 hour clock format (e.g. 10.00 h); and format dates as 31 March 1999. The word 'Figure' should be abbreviated in the text, e.g. Fig. 1, Figs 2 & 3. All acronyms/abbreviations should be given in full at first mention. A list of preferred abbreviations and naming conventions is available [here](#). The order of brackets should be  $\{(\ )\}$ .

#### Tables

Tables should be cited consecutively in the text and included in the file at the end of the paper with the legends above. They should be editable and constructed using 'tabs' (not spaces or software options). Legends should be explicit and informative and should 'stand alone' from the main text, giving the study organism and study location where applicable. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. All abbreviations should be defined.

#### Figures

Please ensure that figures are prepared such that, after reduction to print size, all lettering and symbols will be clear and easily read, and such that each figure makes effective use of space.

For review purposes, figures should be embedded at the end of the text file. All illustrations (including photographs and maps) are classified as figures and they should be numbered consecutively as first cited in the text. Panels should be labelled (a), (b), (c), etc. rather than (A), (B), (C) etc. and referred to in the text as, for example, Fig. 1a. Figure legends should be listed at the end of the paper before the embedded figures. Legends should be explicit and informative and should 'stand alone' from the main text, giving the study organism and study location where applicable. All abbreviations should be defined.

Bar scales for maps and photographs are preferred to numerical scales and must be given on all such items. Maps that display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an **equal-area map projection** (e.g. Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data. Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated, while **scale information should be provided**, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size and area; use 'km' or 'kilometres', not 'kilometers'. Maps should include adequate geo-referencing information.

If and when your paper is accepted for publication, the editorial office will request you to upload your figures as separate files in the format(s) specified below. When supplying these files, use the following naming convention: manuscript number, figure number and then the appropriate file extension e.g. 'JB1-08-0500\_Fig1.tif'.

Photographic figures should be saved in .tif format at 300 d.p.i. (or failing that in .jpg format with low compression). Line figures should be saved as vector graphics (i.e. composed of lines, curves, points and fonts) in .eps or .pdf format, as this enhances their display when published online. Combination figures (those composed of vector and pixel/raster elements) should also be saved in .eps or .pdf format where possible. If line figures and combination figures cannot be saved in vector graphics format, they should be saved in .tif format at high resolution (i.e. 600-800 d.p.i.) (do not save them in .jpg format). If you are unsure about the resolution of your .tif files, please zoom in and check that fonts, curves and diagonal lines are smooth-edged and do not appear blocky. Note that .tif files are downsampled for online publication and so authors should preferentially opt for vector graphic formats for line and combination figures (full resolution .tif files are used for print publication). Colour figures should be saved in CMYK rather than RGB. Full artwork guidelines are given [here](#).

#### Cover images

Authors are encouraged to submit potential cover illustrations. These should be scanned to be 300 d.p.i. when enlarged/reduced to reproduction size (typically 11 x 16 cm).

#### References

Authors must use the system illustrated below. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited in the text, giving the author's initials and surname, but should not be included in the reference list. It is the author's responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication. Please add the person's initials, surname and institute for personal communications.

In the text, references should be made by giving the author's name with the year of publication, as follows: (Bush & Rivera, 1998). When reference is made to a work by three or more authors the first name followed by *et al.* is used on all occasions. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc. should be put after the year of publication, as follows (Schoener & Schoener, 1983a,b). When citing a list of papers, place them in date order (alphabetically when within a year) and separate them with semi-colons as follows (Schoener & Schoener, 1983a,b; Bush & Rivera, 1998, 2003; Collins, 1998, 2002; Whittaker *et al.*, 2007).

In the list, references should be sorted alphabetically by first author, then by number of authors (one, two, three or more), then chronologically within the one-author group, alphabetically within the two-author group, and chronologically within the ≥ three-author group. For multi-authored works with more than 20 authors, list only the first three authors followed by *et al.* Page extents of single-volume works are not required. **Titles of journals should be given in full.** Check the Journal for reference style. Some examples are given below:

Prentice, I.C., Gulot, J., Huntley, B., Jolly, D. & Cheddadi, R. (1996) Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka, *Climate Dynamics*, **12**, 185-194.

Cox, C. B. & Moore, P. D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science Ltd, Oxford.

Guo, Q. (1994) *Dynamic desert Puccinellia maritima plant community ecology: changes in space and time*. PhD Thesis, University of New Mexico, Albuquerque.

May, R.M. (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers, *Large-scale ecology and conservation biology* (ed. by P.J. Edwards, R.M. May and N.R. Webb), pp. 1-17. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

StatSoft Inc. (2003) *STATISTICA (data analysis software system), version 6.1*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.

Click [here](#) to download the most up-to-date EndNote reference style for *Journal of Biogeography*.

Supporting Information' (where S denotes supplementary); subsequent mention should be in the form 'see Appendix S2'. Authors should then include a 'Supporting Information' section immediately after their References section, which should be in the following form:

#### Supporting Information

Additional Supporting Information may be found in the online version of this article:

**Appendix S1** Short title here.  
**Appendix S2** Short title here.

As a service to our authors and readers, this journal provides supporting information supplied by the authors. Such materials are peer-reviewed and may be re-organized for online delivery, but are not copy-edited or typeset. Technical support issues arising from supporting information (other than missing files) should be addressed to the authors.

For reasons of space, only short titles to Supporting Information should be given in this section; full titles (if different) can be given with the Supporting Information itself; full titles can include a fuller description of content, definition of abbreviations, etc.

Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references).** Sources cited only in the Supporting Information should be listed in a reference section within the supplementary files and not with the main paper. Supporting Information can be provided as separate editable files or, preferably, as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. Files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted.

At proof correction stage authors will be given access to their Supporting Information (via the web) and should check it for accuracy and updates. If changes are required, corrected versions of the files that were received with the proof must be emailed to the Production Editor, with a brief description of the changes made. Supporting Information **must be checked alongside the main proof** and corrections for both returned to the Production Editor at the same time.

#### Policy on the use of RAPD markers

The appropriateness of RAPD markers for population genetic inference is increasingly questioned by our reviewers and editors because of concerns about reproducibility, dominance, and homology. Given these worries, and the ready availability of other kinds of markers that do not suffer from all of these problems, studies based primarily on RAPDs only rarely pass the scrutiny of peer review in the *Journal of Biogeography*. Of course, there may be situations in which RAPDs are appropriate, such as in genetic mapping studies or in searches for diagnostic markers for a given species or trait. These latter kinds of studies will continue to be reviewed by the journal.

#### Policy on molecular sequences and vouchers

It is a condition of publication that papers using new molecular sequences must place the sequences in an appropriate database (e.g. GenBank). Relevant accession numbers should be provided in the final manuscript. Accession numbers are required for all sequences used in analyses, including existing sequences in databases. Museum voucher numbers should also be provided where this information could be of real value to future researchers.

#### Copyright, OnlineOpen and colour figure charges

*Journal of Biogeography* operates two publication models: (1) our standard model for which no page charges apply; and (2) a pay-to-publish OnlineOpen model. Publication is conditional on authors completing and returning a Copyright Transfer Agreement Form or the online Open Access form (see links above), respectively. In addition, all papers including colour artwork are subject to charges (see 'Colour figures' below). The relevant forms must be completed and returned to the Production Editor on acceptance: papers will not be sent for typesetting until then.

#### Copyright Transfer Agreement Form

Authors will be required to sign a Copyright Transfer Agreement Form (CTA) for all papers accepted for publication. Signature of the Copyright Transfer Agreement Form is a condition of publication and papers will not be put into production until a signed form has been received. Please note that signature of the Copyright Transfer Agreement Form does not affect ownership of copyright in the material. (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the right to publish their paper in various media/circumstances (please see the form for further details). A copy of the form may be downloaded [here](#).

#### OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via **Wiley Online Library**, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see [http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen/OnlineOpen\\_Terms](http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen/OnlineOpen_Terms). Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: [https://authorservices.wiley.com/author/onlineopen\\_order.asp](https://authorservices.wiley.com/author/onlineopen_order.asp). Prior to acceptance there is no requirement to inform the Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the Journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

#### Colour figures

If your paper contains colour figures, the Colour Work Agreement Form (available [here](#)) must be completed by the corresponding author and sent to Wiley-Blackwell at acceptance. It is the policy of the Journal for authors to pay the full cost for the reproduction of their colour artwork in print (see the Colour Work Agreement Form for a summary of costs). **Any article received by Wiley-Blackwell with colour work will not be published until the form has been received.** Please return forms to: Production Editor, Journal of Biogeography, Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, 101 George Street, Edinburgh EH2 3ES, UK.

**Providing the colour figure can be fully understood when printed in black and white.** *Journal of Biogeography* offers a free colour-on-the-web option, whereby a figure may be produced in black and white in the printed journal but in colour in the online version, free of charge; however, the same figure must be used for both the print and online versions (we do not accept differing colour and black-and-white versions of the same figure).

Under exceptional circumstances, authors may request the colour-in-print charges to be waived. This must be done at the time of acceptance of the manuscript, and authors must justify to the Editor-in-chief that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented. If authors wish to apply for funds to cover the costs of colour printing, the Editor-in-chief will provide relevant support letters to funding bodies, indicating acceptance of the paper.

17/02/12

## Journal of Biogeography - Journal Information

submissions that report well-conducted research and which reach the standard acceptable for publication. Accepted papers can be published rapidly, typically within 15 days of acceptance. *Ecology and Evolution* is a Wiley Open Access journal and article publication fees apply. For more information please go to [www.ecolevol.org/info](http://www.ecolevol.org/info).

**Archive policy**

Please note that unless specifically requested, the Publisher will dispose of all hardcopy or electronic material submitted 2 months after publication.

**Proofs**

PDF proofs will be sent to the corresponding author by e-mail and they should be **returned to the Production Editor within two weeks of receipt**. Where this is not possible authors should e-mail the Production Editor ([jbiproduction@wiley.com](mailto:jbiproduction@wiley.com)) to advise of the delay. We strongly encourage corresponding authors to circulate their proof for checking to all co-authors. Major alterations to the text and illustrations are only accepted when absolutely necessary; the additional costs may be charged to the author.

**Offprints**

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Author Services only. Please therefore sign up for Author Services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Top 

---

**ABOUT WILEY:**

[Careers](#) | [Locations](#) | [Investor Relations](#)

[Get RSS Feeds of I](#)

**RESOURCES FOR:**

[Authors](#) | [Instructors](#) | [Librarians](#) | [Societies](#) | [Booksellers](#)

[Privacy Policy](#) | [Site Map](#) |

Copyright © 2000-2012 by John Wiley & Sons, Inc., or related companies

# **Considerações finais**

## CONCLUSÕES

Apesar de exibir um padrão hierárquico coerente com regionalizações biogeográficas já descritas em outros trabalhos de identificação de áreas de endemismo, apresentando equivalência com biomas, acidentes geográficos, tipo de vegetação e ecorregiões, não foi verificada sustentabilidade das áreas como áreas de endemismo autênticas, devido ao alto grau de homoplasias da árvore mais parcimoniosa identificada e à baixa frequência dos ramos nas possibilidades de árvore analisadas (baixo valores de *bootstrap*). Acreditamos esse excesso de homoplasias foi influenciado pela quantidade de táxons que se repetem em muitas células.

É possível que haja mais áreas de endemismo e espécies endêmicas no Novo Mundo, que estão sendo obscurecidas tanto pela resolução não tão boa da árvore identificada como pela inclusão de alguns táxons menos informativos, que podem causar confusões na resolução da árvore durante a busca (de dados deficientes ou de ampla vagilidade).

Ainda assim, acredito que os níveis hierárquicos do cladograma reflitam verdadeiramente as regionalizações biogeográficas para o continente, mesmo com valores de *bootstrap* baixos nos ramos, por causa da semelhança dos clados entre as análises de diferentes matrizes, e que no mapa eram situados nas regiões biogeográficas já reconhecidas por outros autores.

## PERSPECTIVAS

Realizar análise com menos “caracteres” (táxons) (ex.: usando todos os mamíferos a nível de famílias ou ordens).

Revisar todos os táxons para testar uma matriz usando aqueles mais informativos, testando os de vagilidade semelhante e retirando aqueles classificados pela IUCN como “dados deficientes”.