

Areografia dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica

Paulo Henrique Chaves Cordeiro

Ornis, Meio Ambiente e Desenvolvimento Ltda, Rua Marquês de Abrantes 177/704, Flamengo, 22230-060, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: p.cordeiro@ornis.com.br

Recebido em 04 de março de 2001; aceito em 06 de novembro de 2001.

ABSTRACT. Areography of Atlantic Forest endemic passerine birds. Areographical patterns of endemic species can reveal general trends in distribution and help to identify priority areas and strategies for conservation. The goals of this study were identify the areographical patterns of Atlantic Forest endemic passerines, test the significance of these patterns and discuss their implications for conservation. The points of occurrence of the species were obtained from museum specimens, literature or directly in the field. The extension of occurrence, width, length, shape, orientation and the position of geographical centers of distribution were estimated by the ellipse method. The species also had their area of occurrence estimated by the number of squares occupied. A statistically significant positive relationship was found between the two distribution size estimates, extension of occurrence and area of occurrence ($r_s = 0.793$; $p < 0.01$) indicating that the ellipse method can be used to determine areographical patterns of Atlantic Forest endemic passerines. A non-significant approximately lognormal curve ($c^2 = 33.960$; $df = 7$; $p > 0.05$) was obtained for the frequency distribution of number of species by class of range size. On logarithmic axes, that pattern appears to be similar to the curve of normal distribution, but non-significant (KS; $d = 0.158$; $p > 0.05$), with a significant asymmetry to the right ($g_1 = -1.008$; $p < 0.01$; $n = 122$). The range medium size is 82,146 km², with minimum of 3,025 Km² and maximum of 393,250 Km². The geographical centers of distribution are located mainly along the Brazilian coast with concentration in the southeastern regions. The distributions accompany the elongated shape of the Atlantic Forest confirming the importance of habitats found parallel to the coast, like mountains, slopes and lowlands for the conservation of the biome. The majority of species present orientation angles between 50° and 70° indicating preferences for the Atlantic Forest's main geographical features (mountaintops, slopes and lowlands). The Rapoport effect was not found ($r_s = 0.286$; $p > 0.05$). That result indicates that species with northern distribution should receive more attention in conservation strategies. The Stevens effect was demonstrated by a significant positive correlation ($r_s = 0.699$; $p < 0.01$). This result suggests that conservation priority should be given to species with smaller altitudinal ranges in the Atlantic Forest. Species restricted to lowlands, mainly in northeastern Brazil, are the most threatened. These areas should receive urgent conservation efforts because of their precarious conservation status. **KEY WORDS:** areography, biogeography, endemic passerine birds, Atlantic Forest, conservation biology.

RESUMO. Os padrões areográficos de espécies endêmicas podem revelar tendências gerais de distribuição e auxiliar na identificação de prioridades e estratégias para conservação. Os objetivos desse trabalho foram estimar e testar a significância dos padrões areográficos dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica, discutindo suas implicações para conservação. As espécies tiveram seus pontos de ocorrência coletados em espécimes de museu e literatura ou foram diretamente registradas em campo. Os parâmetros areográficos de extensão de ocorrência, posição geográfica do centróide, largura, comprimento, forma e orientação foram estimados pelo método da elipse. As espécies também tiveram sua área de ocorrência estimada pelo número de quadrículas que ocupavam. Uma relação positiva estatisticamente significativa foi encontrada entre as duas estimativas de tamanho de distribuição, extensão de ocorrência e área de ocorrência ($r_s = 0,793$; $p < 0,01$) indicando que o método da elipse pode determinar os padrões areográficos dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica. Um padrão não significate aproximadamente lognormal ($c^2 = 33,960$; $df = 7$; $p > 0,05$) foi obtido para a distribuição de frequências do número de espécies por classe de tamanho de distribuição. Quando os dados são logaritmizados, surge um padrão não significativo semelhante ao da curva de distribuição normal (KS; $d = 0,158$; $p > 0,05$), com significativa assimetria para a direita ($g_1 = -1,008$; $p < 0,01$; $n = 122$). A estimativa de tamanho médio das distribuições é 82.146 km², com valor mínimo de 3025 km² e máximo de 393.250 km². Os centros geográficos das distribuições estão posicionados preferencialmente ao longo do litoral atlântico brasileiro com grande concentração de centróides na região sudeste. As distribuições acompanham o formato alongado da Mata Atlântica confirmando a importância dos ambientes que ocorrem paralelamente ao litoral, como as montanhas e encostas do sudeste e planícies do leste para a conservação do Bioma. A maior parte das espécies apresenta ângulos de orientação entre 50° e 70° demonstrando sua preferência pelas principais feições geográficas da Mata Atlântica (cumeeira das serras, vertentes montanhosas e baixadas litorâneas). O efeito Rapoport é demonstrado por uma fraca correlação positiva significativa ($r_s = 0,286$; $p > 0,05$). Esse resultado indica que as espécies de distribuição mais ao norte devem receber maior atenção em estratégias de conservação. O efeito Stevens é demonstrado por uma correlação positiva significativa ($r_s = 0,699$; $p < 0,01$). Esse resultado por sua vez, sugere que as espécies de menores intervalos de altitude devem ser priorizadas em ações de conservação na Mata Atlântica. As espécies de baixada, principalmente no litoral nordestino são as que apresentam padrões de distribuição em situação mais desfavorável, sofrendo maiores ameaças. Essas áreas devem receber medidas urgentes de conservação pelo seu precário status de conservação.

PALAVRAS-CHAVE: areografia, biogeografia, Passeriformes endêmicos, Mata Atlântica, biologia da conservação.

Os objetivos desse trabalho foram estimar a posição, forma, orientação e tamanho das distribuições geográficas dos Passeriformes endêmicos, ou daqueles que ocorrem exclusivamente na Mata Atlântica, identificar as tendências estatísticas emergentes de seus padrões areográficos e testar suas significâncias. Por fim, discutir as implicações desses padrões na avaliação de prioridades e na escolha

de estratégias para a conservação dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica.

As aves, juntamente com outros grupos de vertebrados oferecem informações seguras e rápidas em diagnósticos ambientais e no monitoramento de áreas de relevância biológica (Lawton 1996). As aves também aparecem como importantes fontes de dados em análises biogeográficas,

areográficas e macroecológicas (Maurer 1994, Brown 1995). O conjunto dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica possui características evolutivas resultantes de processos biogeográficos e compartilha requisitos ecológicos comuns (Willis 1992, Sick 1997, veja também: Haffer 1974, Cracraft 1985) o que possibilita a aplicação de estudos que identifiquem e testem a significância de seus padrões areográficos (veja Rapoport 1982).

A areografia é o ramo da biogeografia dedicada à análise da estrutura e anatomia das distribuições geográficas dos organismos (Rapoport 1982). Por sua vez, as distribuições são determinadas por processos evolutivos e fatores ecológicos dinâmicos (Myers e Giller 1988). Além desses componentes, as distribuições das espécies endêmicas são caracterizadas ainda por histórias biogeográficas e requisitos de habitat próprios da área onde ocorrem (Anderson 1994). Assim, os padrões areográficos de espécies endêmicas, além de revelar tendências gerais das distribuições, podem auxiliar na identificação de prioridades e estratégias para conservação (Maurer 1994).

A posição, forma, orientação e tamanho das distribuições constituem os principais parâmetros analisados pela areografia (Rapoport 1982, Maurer 1994, Brown 1995). A forma das distribuições geográficas pode estar relacionada aos requisitos de habitat das espécies ou ainda à história evolutiva da região (Brown e Maurer 1989, Hengeveld 1990). Em muitos casos, as orientações correspondem às feições geográficas da paisagem e geralmente seguem as linhas das principais cadeias de montanhas, formações florestais ou grandes rios (Rapoport 1982, Maurer 1994).

A areografia busca também relacionar os padrões de distribuição às variáveis físicas e ambientais (veja Hengeveld 1990 para uma revisão). A posição e o tamanho das distribuições são importantes nesse contexto. Por exemplo, de acordo com o que é conhecido por efeito Rapoport, organismos que ocorrem mais próximo ao equador geralmente apresentam distribuições geográficas menores quando comparados aos que ocorrem em latitudes mais altas (Rapoport 1982, Stevens 1989).

Uma hipótese que explica essa tendência, conhecida como Efeito Stevens, é baseada na relação positiva entre a latitude e as variações climáticas (Stevens 1989). Assim, as espécies que ocorrem em maiores latitudes estão adaptadas a uma maior variação de condições climáticas e conseqüentemente podem ocorrer em um maior número de localidades. Por outro lado, muitas espécies que ocorrem em baixas latitudes estão restritas a estreitos intervalos de condições eco-climáticas, não suportando grandes mudanças climáticas, tendendo a apresentar distribuições geográficas restritas aos locais onde seus requisitos sejam satisfeitos (Janzen 1967, Stevens 1989, Pagel *et al.* 1991). O efeito Stevens é semelhante ao efeito Rapoport, descrevendo como o tamanho das distribuições geográficas se correlaciona positivamente com o intervalo de altitude.

Contudo, enquanto existem exemplos de estudos em que ambos os efeitos Rapoport e Stevens se mostraram significativos (Stevens 1989, Stevens 1992, Frances 1992, Letcher e Harvey 1994, Kaufman 1995, Fleishman *et al.* 1998), em outros trabalhos os efeitos não foram encontrados (Rohde *et al.* 1993, Ruggiero 1994, Colwell e Hurtt 1994, Hughes *et al.* 1996, Rahbek 1997, Price *et al.* 1997, Ruggiero e Lawton 1998).

MÉTODOS

A identificação dos padrões estatísticos emergentes em estudos areográficos envolve diversas metodologias (Rapoport 1982). Nesse trabalho foram empregadas as técnicas mais simples nas análises das tendências areográficas dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica (detalhes em Maurer 1994, Brown 1995).

Conjunto de dados. As espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica tiveram seus pontos de ocorrência coletados nas etiquetas dos espécimes de museu, da literatura ou foram diretamente registradas no campo. Os pontos de ocorrência tiveram sua posição geográfica (latitude e longitude) e altitude determinadas segundo os Índices Geonímicos Ornitológicos (Paynter 1985, Paynter 1989, Paynter e Traylor 1991 e Vanzolini 1992). Os dados complementares, ou não encontrados nos Índices Geonímicos foram retirados diretamente das etiquetas dos exemplares examinados, das publicações consultadas ou das anotações de campo.

As instituições de pesquisa visitadas foram o Museu Nacional (MN), Rio de Janeiro/RJ; Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo/SP; Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI), Curitiba/PR; Museu de Biologia Mello Leitão (MBML), Santa Teresa/ES; coleção ornitológica do Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte/MG; coleção ornitológica do Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro/RJ; American Museum of Natural History (AMNH), New York/USA; National Museum of Natural History & Smithsonian Institution (NMNH), Washington/USA; Academy of Natural Sciences of Philadelphia (ANSP), Philadelphia/USA; Museum of Zoology of Louisiana State University (MZLSU), Baton Rouge/USA; Natural History Museum of University of Kansas (NHMUK), Lawrence/USA; e Field Museum of Natural History (FMNH), Chicago/USA. Os pontos de ocorrência levantados na literatura foram compilados das principais autoridades.

Os registros de campo (dados não publicados) foram feitos entre 1992 e 2000, pelo autor ou por outros pesquisadores em diversas localidades da Mata Atlântica. As localidades inventariadas se localizam em Santa Catarina (Blumenau e Ilha de Santa Catarina); Paraná (RPPN Salto

Morato, PE Marumbi e Serra da Graciosa); São Paulo (Juréia, Bananal, Ubatuba, Picinguaba, PE Serra do Mar-Núcleo Caraguatatuba e Ilha de São Sebastião); Rio de Janeiro (PN Tijuca, PN Bocaina, PN Itatiaia, PN Serra dos Órgãos, PE Desengano, PE Serra da Tiririca, PE Pedra Branca, Petrópolis, Nova Friburgo, Parati, Mambucaba e Cabo Frio), Espírito Santo (Santa Teresa, Guarapari, Pedro Canário, Sooretama e Linhares); Minas Gerais (PN Serra do Cipó, PN Caparaó, PE Ibitipoca, PE Rio Doce, PE Serra do Brigadeiro, RPPN Caraça, Belo Horizonte, Barbacena e Jequitinhonha); e Bahia (RB Una, PN Descobrimto, PN Monte Pascoal, PN Pau Brasil, RPPN Serra do Teimoso, RPPN Veracruz, EEE Nova Aliança, PE Conduru, Itacaré, Ilhéus, Camamá, Marau, Serra de Gandu, Boa Nova, Serra das Lontras, Nilo Peçanha e Itapebi).

Estimativa dos parâmetros areográficos. Os parâmetros areográficos estimados pelo método da elipse (Maurer 1994) foram o tamanho, a posição do centróide, ou ponto central da distribuição geográfica, a largura, o comprimento, a forma e a orientação das distribuições. As espécies que só ocorriam em uma única localidade não puderam ter os parâmetros areográficos da largura, comprimento, forma e orientação estimados segundo o método da elipse.

A área geográfica coberta pelo domínio da Mata Atlântica (segundo IBGE 1988) foi subdividida em quadrículas de 0,5° de lado e os pontos de ocorrência dos Passeriformes endêmicos foram reorganizados nas respectivas quadrículas georeferenciadas, nas quais seus pontos de presença estavam assinalados (Anderson e Marcus 1993, Böhning-Gaese 1997).

As espécies tiveram sua área de ocorrência (A_o) calculada pela soma das áreas das quadrículas que ocupavam (veja Gaston 1994). Para evitar que as espécies com pontos em quadrículas localizadas mais ao sul tivessem sua área de ocorrência subestimada pela distorção da superfície da Terra, as áreas das quadrículas foram transformadas em km² com base na medida em km de um grau à 0° de latitude e 0° longitude (110 km). Assim, cada quadrícula representa uma área de 3.025 km².

Método da elipse. O método da elipse foi utilizado para estimar os parâmetros areográficos e a extensão de ocorrência (E_o) ou área da elipse que circunscreve a nuvem de pontos de ocorrência da espécie (Maurer 1994).

Uma estimativa da posição do centroíde de distribuição (ponto de intercessão dos dois eixos da elipse) é dado pelo cálculo da latitude média (L_x) e longitude média (L_y) da nuvem de pontos de ocorrência. Estes valores são obtidos pelas fórmulas:

$$L_x = \frac{\sum_{i=1}^N n_i x_i}{\sum_{i=1}^N n_i} \text{ e } L_y = \frac{\sum_{i=1}^N n_i y_i}{\sum_{i=1}^N n_i}$$

onde N é o número de pontos de ocorrência da espécie; x_i e y_i são respectivamente a latitude e longitude do ponto transformadas em km; n_i é igual a 1 pois os dados são binários (1) para presença e (0) para ausência podendo ser substituído em outro caso pelos valores estimados de densidade das espécies em cada ponto. A variância da latitude (S_x^2), a variância da longitude (S_y^2) e a covariância (S_{xy}) podem ser obtidos por:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (x_i - L_x)^2}{\sum_{i=1}^N n_i - 1}, S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (y_i - L_y)^2}{\sum_{i=1}^N n_i - 1} \text{ e}$$

$$S_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (x_i - L_x)(y_i - L_y)}{\sum_{i=1}^N n_i - 1}$$

A partir desses valores uma matriz de variância-covariâncias pode ser organizada:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} S_x^2 & S_{xy} \\ S_{xy} & S_y^2 \end{bmatrix}$$

Os valores para cada vetor foram obtidos de forma semelhante aos calculados em análises de componentes principais (veja Ludwig e Reynolds 1988 para uma revisão).

$$\lambda_1 = \frac{S_x^2 + S_y^2 + D}{2} \text{ e } \lambda_2 = \frac{S_x^2 + S_y^2 - D}{2}$$

onde: $D = \sqrt{(S_x^2 - S_y^2)^2 + 4S_{xy}^2}$.

O eixo maior da elipse, ou comprimento da distribuição (comp) e eixo menor, ou largura (larg) são estimados por:

$$\text{comp} = 2\sqrt{\lambda_1} \text{ e } \text{larg} = 2\sqrt{\lambda_2}$$

O índice que traduz a forma da elipse (F) pode ser

$$\text{calculado por: } F = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Caso a distribuição seja perfeitamente circular $F = 0$, caso os eixos se tornarem muito diferentes $F \rightarrow 1$.

A orientação da distribuição (O) é estimada pelo ângulo formado entre o eixo maior e o paralelo da latitude. Os valores de O variam entre -90° e +90° e podem ser obtidos segundo a fórmula:

$$O = \arctan \left(\frac{\lambda_1 - S_x^2}{S_{xy}} \right)$$

A área da elipse, ou a extensão de ocorrência (E_o) pode ser calculada pela equação: $E_o = \pi \sqrt{\lambda_1 \lambda_2}$.

Análises estatísticas. Uma distinção entre área de ocorrência (A_o) e extensão de ocorrência (E_o) foi inicialmente proposta por Gaston (1995). A_o é uma estimativa da área onde as espécies realmente podem ser encontradas. E_o estima a área da figura que envolve todos os pontos de ocorrência da espécie. Uma correlação positiva entre as estimativas de área de ocorrência e extensão de ocorrência é esperada para que os parâmetros areográficos calculados pelo método da elipse também sejam significativos (veja Maurer 1994, Quinn *et al.* 1996). Assim, o coeficiente de correlação de Spearman foi calculado para testar a relação entre as duas estimativas de tamanho das distribuições (Zar 1982).

Para testar a significância das curvas resultantes das distribuições de freqüências do tamanho das distribuições foram utilizados os testes de Chi-quadrado e de Kolmogorov-Smirnov (Zar 1982). A simetria da curva foi estimada pelo teste de significância encontrado em Sokal e Rohlf (1981). Um coeficiente de correlação de Spearman (Zar 1982) foi calculado de acordo com Fleishman *et al.* (1998) para testar a significância dos efeitos de Rapoport e Stevens.

Os Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica tiveram sua altitude média (AM) de ocorrência estimada pela média das altitudes em metros das localidades onde as espécies foram assinaladas como presentes. Os intervalos de altitude (IA) de ocorrência dessas espécies foram estimados pela diferença entre os pontos de maior e menor altitude onde suas presenças foram comprovadas.

RESULTADOS

Parâmetros areográficos. Os parâmetros areográficos de latitude (L_x) e longitude (L_y) dos centróides de distribuição, altitude média dos pontos de ocorrência (AM), intervalo de altitude dos pontos de ocorrência (IA), área de ocorrência (A_o), extensão de ocorrência (E_o), forma da distribuição (F), orientação da distribuição (O), comprimento (comp) e largura (larg) das distribuições geográficas dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica estão listados por espécie na tabela 1.

A figura 1 apresenta o gráfico do logaritmo da área de ocorrência e do logaritmo da extensão de ocorrência. Uma relação positiva e significativa foi encontrada como resultado do teste de coeficiente de correlação de Spearman entre $\log A_o$ e $\log E_o$ ($r_s = 0,793$; $p < 0,01$) indicando ser possível a utilização das estimativas calculadas pelo método da elipse na determinação das tendências gerais dos padrões areográficos das aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica (veja Maurer 1994).

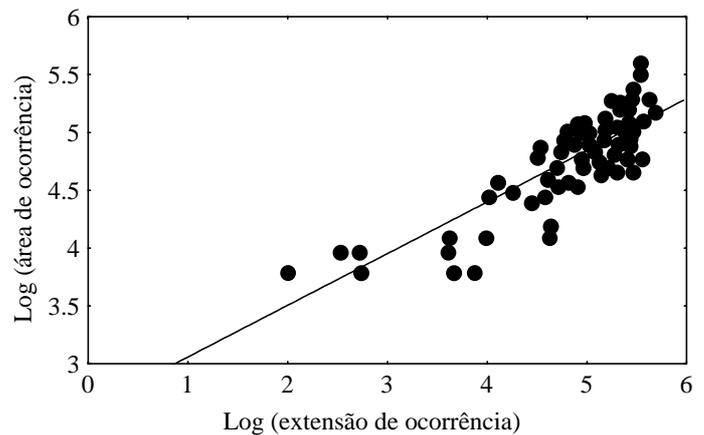


Figura 1. Relação entre o logaritmo da área de ocorrência (A_o) e o logaritmo da extensão de ocorrência (E_o) das aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. Uma correlação positiva significativa foi encontrada ($r_s = 0,793$; $p < 0,01$) demonstrando a alta similaridade entre as duas estimativas.

Tamanho das distribuições geográficas. O histograma de distribuição de freqüências do número de espécies por classe de tamanho de áreas de ocorrência é apresentado na figura 2. Embora a curva obtida seja fortemente assimétrica para a esquerda, o padrão aproximadamente lognormal demonstrado pela figura não é estatisticamente significativo ($\chi^2 = 33,960$; $df = 7$; $p < 0,05$), discordando do padrão esperado (veja Gaston *et al.* 1998).

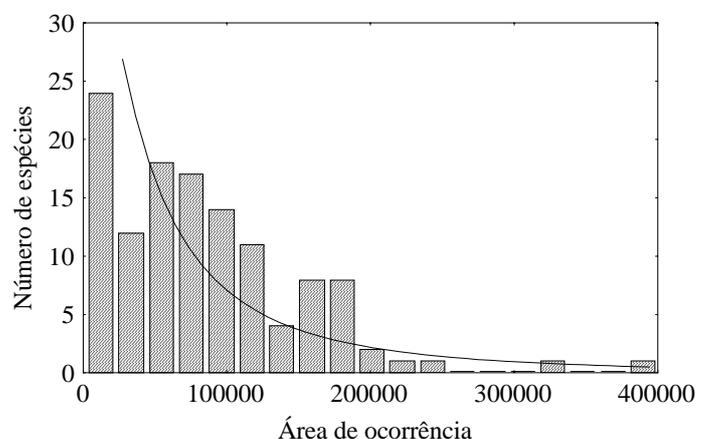


Figura 2. Distribuição de freqüências do número de espécies de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica em função da área de ocorrência (A_o) em Km^2 . A curva aproximadamente lognormal obtida, embora não significativa ($\chi^2 = 33,960$; $df = 7$; $p > 0,05$) demonstra similaridades com o padrão esperado.

Quando os valores de área de ocorrência são logaritimizados um padrão semelhante ao da curva de distribuição normal é esperado (veja Brown 1995, Blackburn e Gaston 1996). Contudo, o teste de normalidade também não foi significativo (KS; $d = 0,158$; $p > 0,05$) e a curva apresenta forte assimetria para a direita ($g_1 = -1,008$; $p < 0,01$; $n = 122$). O padrão encontrado é

apenas aproximadamente normal, embora similar ao esperado (veja Blackburn e Gaston 1996 para uma revisão). A figura 3 apresenta o histograma de freqüências do número de espécies pelo logaritmo das áreas de ocorrência dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica.

O tamanho médio das distribuições estimado pela área de ocorrência (A_o) é de 82.146 km². Porém, 29 espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica (23,77% do total) possuem pequenas distribuições, ou áreas de ocorrência menores que 30.250 km² (correspondente a 10 quadrículas). Por outro lado, quatro espécies (3,28% do total) apresentaram distribuições relativamente grandes com áreas de ocorrência maiores que 211.750 km² (ou 70 quadrículas).

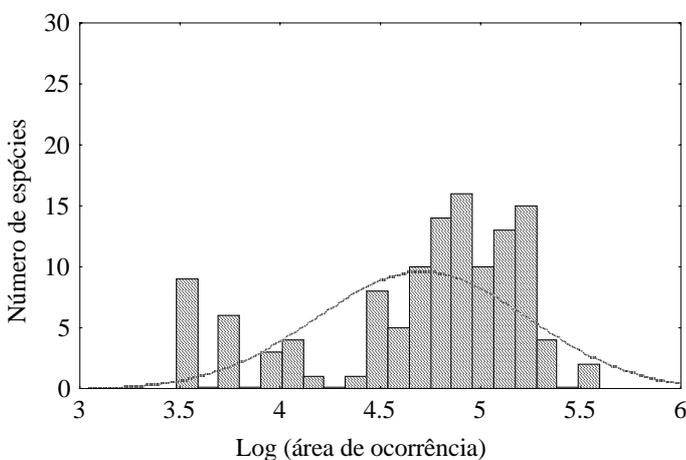


Figura 3. Distribuição de freqüências do número de espécies de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica em função do logaritmo da área de ocorrência (A_o) em Km². O padrão obtido não é estatisticamente similar à curva de distribuição normal (KS; $d = 0,158$; $p > 0,05$). A curva também apresenta uma forte assimetria para a direita ($g_1 = -1,008$; $p < 0,01$; $n = 122$) e embora o tamanho médio das distribuições esteja entre (4,6 e 5,2) um número relativamente grande de espécies apresenta distribuições muito pequenas ($< 4,2$).

Posição das distribuições geográficas A posição geográfica dos centróides de distribuição dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica é apresentada na figura 4. Os centros geográficos das distribuições estão posicionados principalmente ao longo do litoral brasileiro. Existe também uma grande concentração de centróides de distribuição na Região Sudeste do Brasil, principalmente nas montanhas e encostas orientais. O padrão encontrado indica a grande importância dessa região para a conservação de Passeriformes endêmicos, pois a literatura sugere que a localização das condições ecológicas ótimas para as espécies se concentra no centro de suas distribuições (segundo Maurer 1994, Brown 1995, Maurer 1999).

Forma e orientação das distribuições geográficas. O histograma de freqüências da forma das distribuições dos Passeriformes endêmicas é apresentado na figura 5. A

figura demonstra como as distribuições acompanham o formato alongado da Mata Atlântica confirmando a importância dos ambientes paralelos ao litoral, como as montanhas e encostas do sudeste e planícies do leste na conservação da Mata Atlântica (Cordeiro 1999).

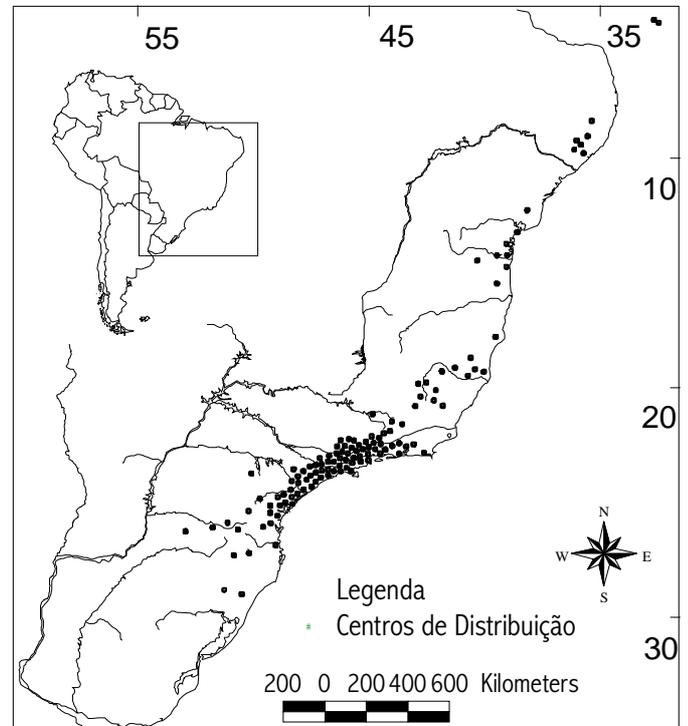


Figura 4. Posição dos centróides de distribuição das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. Os pontos estão localizados principalmente ao longo da costa atlântica e concentrados nas regiões serranas do sudeste do Brasil.

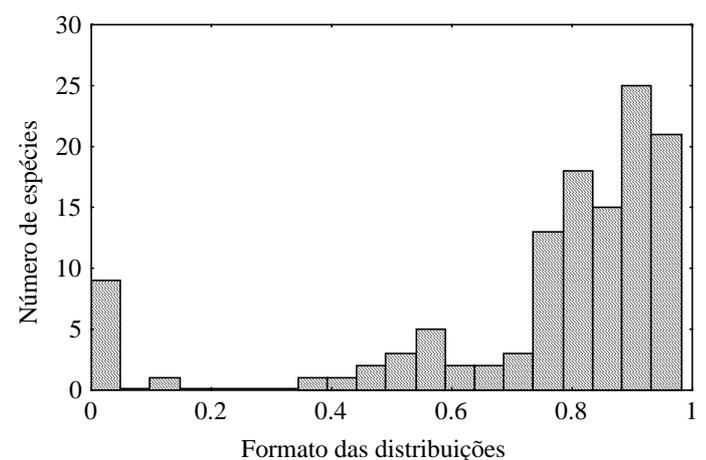


Figura 5. Distribuição de freqüências do número de espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica em função do formato de sua distribuição geográfica. A maior parte das espécies possui uma distribuição alongada (valores próximos de 1). As distribuições circulares (valores próximos de 0) se devem às espécies restritas que são conhecidas de poucas localidades.

As espécies com maiores áreas de ocorrência tendem a acompanhar o formato natural da Mata Atlântica e apresentam distribuições alongadas (figura 6). Por outro lado, as distribuições geográficas das espécies restritas apresentam formas que variam entre 0 e 1 (do circular ao alongado) indicando uma grande plasticidade na configuração de suas distribuições (veja tabela 1).

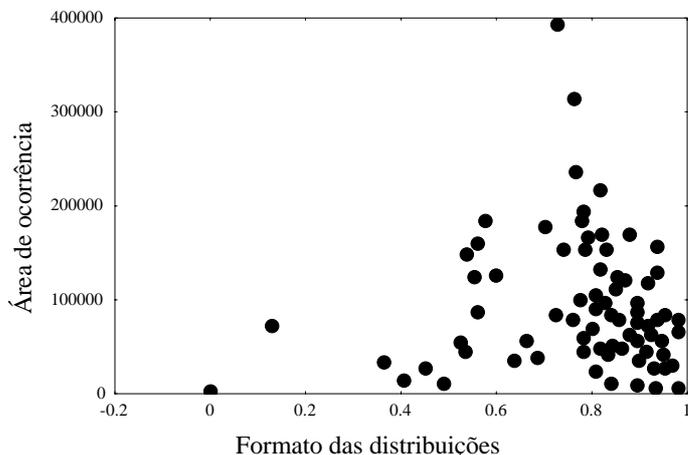


Figura 6. Relação entre o formato das distribuições geográficas e a área de ocorrência (A_o) em Km^2 , das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. A forma das distribuições varia de 0 (circulares) a 1 (alongadas). Note que as espécies de maiores distribuições geográficas possuem a formas bem alongadas variando entre 0,5 e 0,9.

O comprimento médio (760,36 km) e a largura média (222,80 km) das distribuições possuem variâncias de 345,30 km e 118,01 km respectivamente. Sendo assim, o comprimento e a largura das distribuições geográficas acompanham os padrões geográficos da Mata Atlântica. A relação entre o comprimento e a largura das distribuições das aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica pode ser observada na figura 7.

A figura 8 apresenta um padrão unimodal na orientação das distribuições. A maior parte das espécies possui o ângulo de orientação entre 50° e 70° demonstrando que as espécies se distribuem preferencialmente ao longo das principais feições geográficas da Mata Atlântica, as cristas das serras, vertentes montanhosas e baixadas litorâneas. O padrão de orientação encontrado corresponde ao sentido sudoeste-nordeste e não é diferente das feições naturais observadas na Mata Atlântica (veja IBGE 1988).

As espécies com maiores distribuições geralmente acompanham a orientação geral da Mata Atlântica e apresentam ângulos entre 40° e 80° (figura 9). Por outro lado, as espécies de pequenas distribuições podem apresentar orientações que variam entre 0° e 180° indicando uma grande plasticidade nas distribuições dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica.

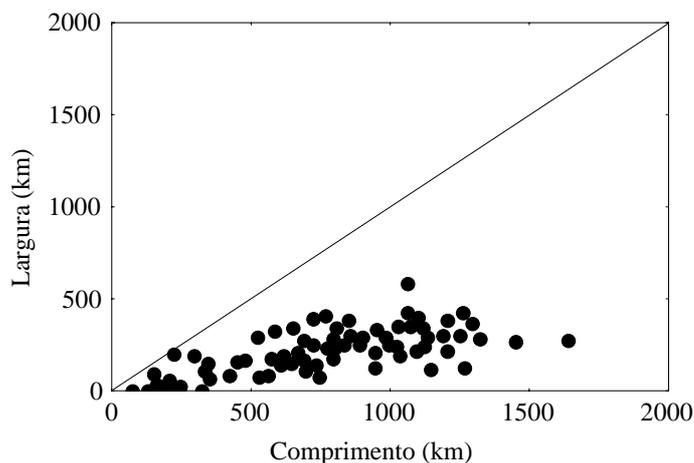


Figura 7. Relação entre o comprimento e a largura das distribuições geográficas das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. A linha diagonal indica a igualdade entre as duas estimativas.

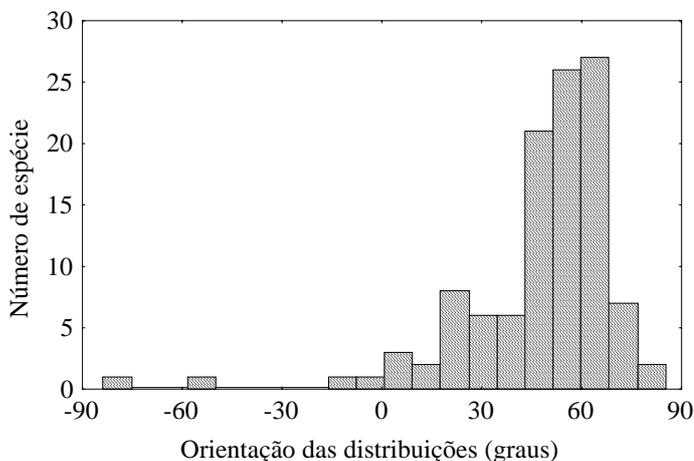


Figura 8. Distribuição de frequências do número de espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica em função da orientação da distribuição geográfica. A maior parte das espécies apresenta ângulos de orientação entre 40° e 70° graus.

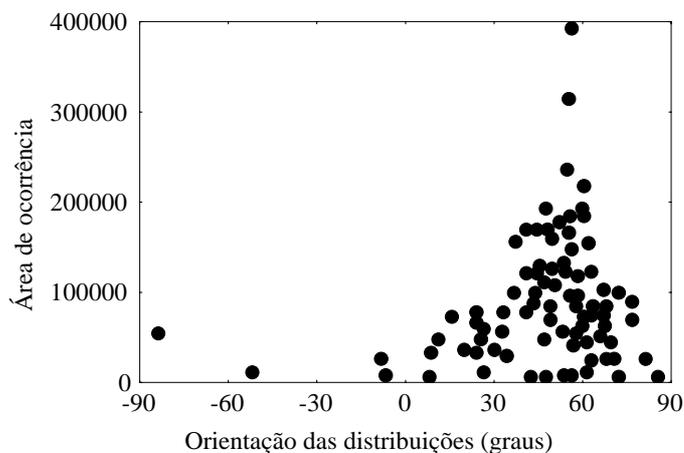


Figura 9. Relação entre a orientação da distribuição geográfica e a área de ocorrência (A_o) em Km^2 , das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. Note que as espécies de maiores distribuições geográficas possuem a orientação variando entre 40° e 70° graus sendo orientadas de sudoeste para nordeste.

Tabela 1. Parâmetros areográficos dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica. Lx e Ly indicam a posição do centróide da distribuição (valores decimais), AM é a altitude média (em metros) dos pontos de ocorrência da espécie, IA é o intervalo de altitude (em metros) em que a espécie ocorre, Ao é uma estimativa da área de ocorrência em km², Eo é uma estimativa da extensão de ocorrência em km², F é uma estimativa da forma da distribuição geográfica variando entre 0 (distribuição circular) e 1 (distribuição alongada), O é o ângulo formado entre o eixo maior e o paralelo que intercepta o centróide da distribuição determinando a orientação da distribuição em graus, comp é o eixo maior da distribuição em km, larg é o eixo menor da distribuição em km. A lista sistemática das espécies segue Sick (1997).

Espécie	Lx	Ly	AM	IA	Ao	Eo	F	O	Comp	Larg
Rhynocryptidae										
<i>Psilorhamphus guttatus</i>	24,05	47,53	376	995	48400	163815	0,84	58,94	835	250
<i>Merulaxis ater</i>	23,70	46,13	399	1495	60500	31939	0,96	60,01	531	77
<i>Merulaxis stresemanni</i>	13,79	38,89	5	0	6050	100	1,00	7,70	325	2
<i>Scytalopus speluncae</i>	23,98	46,58	777	1945	99825	296298	0,89	43,69	1252	301
<i>Scytalopus indigoticus</i>	23,87	47,05	451	1496	102850	153212	0,77	45,32	739	264
<i>Scytalopus psychopompus</i>	14,82	39,03	50	0	3025					
<i>Scytalopus iraiensis</i>	25,53	49,20	936	0	3025					
Thamnophilidae										
<i>Mackenziaena leachii</i>	24,34	48,49	595	1490	154275	268845	0,83	61,67	1057	324
<i>Mackenziaena severa</i>	23,42	47,44	477	1495	193600	286923	0,78	60,00	1023	357
<i>Biatas nigropectus</i>	23,19	46,75	625	1495	63525	187239	0,92	67,41	1094	218
<i>Dysithamnus stictotorax</i>	22,58	45,21	362	1496	108900	204042	0,81	50,74	901	289
<i>Dysithamnus xanthopterus</i>	23,05	45,83	860	1575	51425	146393	0,84	65,71	797	234
<i>Dysithamnus plumbeus</i>	19,44	40,99	246	895	39325	40498	0,68	22,60	345	149
<i>Myrmotherula gularis</i>	23,88	46,47	430	1495	96800	107140	0,83	58,36	665	205
<i>Myrmotherula minor</i>	22,65	44,40	322	1495	57475	88498	0,89	57,37	688	164
<i>Myrmotherula fluminensis</i>	22,65	43,03	50	0	3025					
<i>Myrmotherula unicolor</i>	24,66	47,01	143	1496	57475	77609	0,83	53,20	573	173
<i>Myrmotherula snowi</i>	9,25	35,83	550	0	3025					
<i>Myrmotherula urosticta</i>	17,82	40,12	53	295	36300	67264	0,90	19,87	606	141
<i>Stimphalornis acutirostris</i>	25,52	48,44	7	5	12100	4292	0,90	45,30	155	35
<i>Formicivora serrana</i>	20,60	42,49	521	1473	72600	34955	0,13	15,54	225	198
<i>Formicivora littoralis</i>	22,90	42,40	5	0	6050	93	1,00	85,26	74	2
<i>Formicivora erythronotos</i>	23,06	44,48	7	5	9075	533	0,89	56,10	53	13
<i>Drymophila ferruginea</i>	22,51	45,91	468	1495	178475	215072	0,70	52,14	808	339
<i>Drymophila rubricollis</i>	23,69	47,91	558	1495	102850	230939	0,90	67,10	1144	257
<i>Drymophila genei</i>	22,20	43,59	1166	1025	24200	28524	0,81	63,03	333	109
<i>Drymophila ochropyga</i>	21,85	44,77	590	1495	111925	154501	0,85	46,89	831	237
<i>Drymophila malura</i>	24,44	48,61	601	1580	154275	217827	0,79	61,14	895	310
<i>Drymophila squamata</i>	21,29	43,64	230	1496	121000	213805	0,91	44,40	1123	242
<i>Terenura maculata</i>	23,01	46,79	292	1496	105875	294748	0,81	64,84	1070	351
<i>Terenura sicki</i>	8,78	35,83	341	448	12100	9897	0,84	26,39	207	61
<i>Cercomacra brasiliana</i>	20,16	42,36	398	885	42350	64259	0,95	21,92	711	115

Continua

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Lx	Ly	AM	IA	Ao	Eo	F	O	Comp	Larg
<i>Pyriglena atra</i>	12,24	38,36	15	20	6050	4761	0,98	47,38	245	25
<i>Pyriglena leucoptera</i>	22,25	46,19	421	1495	314600	347557	0,76	54,98	1100	403
<i>Rhopornis ardesiaca</i>	13,69	40,41	416	315	12100	10550	0,49	-52,05	151	89
<i>Myrmeciza loricata</i>	19,92	42,33	617	1495	78650	106150	0,86	23,92	697	194
<i>Myrmeciza squamosa</i>	24,82	47,78	257	996	99825	63674	0,78	36,55	477	170
<i>Myrmeciza ruficauda</i>	14,32	38,25	136	975	66550	123054	0,98	23,83	1265	124
Formicariidae										
<i>Chamaeza meruloides</i>	21,61	44,51	658	1495	69575	202065	0,80	48,82	878	293
<i>Chamaeza ruficauda</i>	24,27	47,07	740	1580	54450	137306	0,86	57,57	797	220
<i>Hylopezus nattereri</i>	25,41	49,54	624	1495	57475	255888	0,66	65,18	851	383
Conopophagidae										
<i>Conopophaga melanops</i>	21,35	43,78	263	1496	121000	268782	0,91	40,83	1242	276
Fumariidae										
<i>Cinclodes pabsti</i>	28,59	50,55	977	528	27225	10733	0,45	-8,60	149	92
<i>Leptasthenura setaria</i>	25,98	49,82	844	1465	84700	148669	0,72	48,80	688	275
<i>Leptasthenura striolata</i>	26,94	50,80	927	808	33275	52073	0,36	8,30	312	213
<i>Schizoeaca moreirae</i>	21,68	43,11	1714	1500	15125	44375	0,40	61,51	295	192
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	24,11	48,01	473	1581	235950	293218	0,76	54,88	1010	370
<i>Synallaxis infuscata</i>	8,66	35,51	230	975	6050	7504	0,63	37,81	141	68
<i>Synallaxis whitney</i>	14,37	40,17	900	0	3025					
<i>Cranioleuca pallida</i>	22,50	45,37	735	1580	117975	80449	0,92	58,21	701	146
<i>Cranioleuca obsoleta</i>	26,24	51,20	551	1580	124025	247891	0,55	63,01	766	412
<i>Thripophaga macroura</i>	18,35	40,51	286	995	48400	50308	0,93	10,95	570	112
<i>Phacellodomus erythrophthalmus</i>	24,66	47,19	487	1495	78650	207868	0,94	40,60	1206	220
<i>Clibanornis dendrocolaptoides</i>	25,96	51,87	625	950	54450	119747	0,53	-83,79	523	292
<i>Acrobatornis fonsecai</i>	14,94	39,45	236	495	9075	4076	0,92	-6,70	160	33
<i>Anabazenops fuscus</i>	22,57	44,89	531	1495	96800	86775	0,90	55,91	685	161
<i>Anabacerthia amaurotis</i>	23,84	47,39	685	1581	84700	222961	0,84	67,81	981	290
<i>Philydor atricapillus</i>	22,87	46,23	279	1496	184525	285490	0,78	60,38	1014	359
<i>Philydor novaesi</i>	9,25	35,83	550	0	3025					
<i>Cichlocolaptes leucophrus</i>	23,00	45,34	446	1581	117975	154986	0,91	48,99	946	209
<i>Heliobletus contaminatus</i>	25,39	49,37	657	1580	154275	219281	0,74	58,32	851	328
Dendrocolaptidae										
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i>	26,13	50,40	565	1580	160325	187348	0,56	49,41	670	356
<i>Campylorhamphus falcularius</i>	22,51	46,26	521	1495	124025	373429	0,85	53,96	1297	367

Continua

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Lx	Ly	AM	IA	Ao	Eo	F	O	Comp	Larg
Família Tyrannidae										
<i>Phyllomyias virescens</i>	24,87	49,97	537	1581	148225	482367	0,54	56,33	1058	581
<i>Phyllomyias griseocapilla</i>	22,95	45,48	497	1580	69575	123064	0,89	50,33	806	194
<i>Elaenia ridleyana</i>	3,83	32,42	50	0	3025					
<i>Phylloscartes eximius</i>	23,79	50,45	532	1409	99825	242279	0,83	72,15	1006	307
<i>Phylloscartes sylviolus</i>	24,39	49,84	104	381	45375	291507	0,91	69,26	1320	281
<i>Phylloscartes beckeri</i>	14,37	40,17	900	0	3025					
<i>Phylloscartes ceciliae</i>	10,67	38,71	740	589	12100	42143	0,98	61,31	742	72
<i>Phylloscartes kronei</i>	25,00	47,93	130	956	30250	18017	0,93	34,06	352	65
<i>Phylloscartes oustaleti</i>	23,82	46,46	485	1496	72600	103841	0,92	60,50	799	166
<i>Phylloscartes difficilis</i>	23,59	46,02	983	1581	42350	140508	0,83	56,69	771	232
<i>Phylloscartes paulistus</i>	23,71	48,34	369	1496	69575	196216	0,89	76,60	1020	245
<i>Hemitriccus diops</i>	22,42	46,40	661	1580	154275	299594	0,83	60,77	1114	343
<i>Hemitriccus obsoletus</i>	26,21	49,27	763	1486	48400	131343	0,86	47,03	785	213
<i>Hemitriccus furcatus</i>	22,74	44,24	662	1495	27225	26687	0,93	70,60	420	81
<i>Hemitriccus nidipendulus</i>	20,92	45,06	543	1495	169400	318040	0,82	40,99	1135	357
<i>Hemitriccus orbitatus</i>	23,38	46,91	350	1495	127050	202099	0,60	63,15	716	360
<i>Hemitriccus kaempferi</i>	26,70	48,88	13	17	6050	100	1,00	7,13	125	2
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	22,54	45,65	423	1495	184525	175039	0,78	52,64	792	281
<i>Platyrrhinus leucoryphus</i>	24,17	48,03	307	996	90750	238098	0,81	76,46	964	314
<i>Muscipipra vetula</i>	23,40	47,17	679	1580	166375	284566	0,79	55,29	1028	353
<i>Attila rufus</i>	22,25	44,69	322	1496	169400	183191	0,88	47,95	956	244
Pipridae										
<i>Chiroxiphia caudata</i>	23,67	47,97	499	1596	393250	353011	0,73	56,19	1062	424
<i>Ilicura militaris</i>	22,37	45,70	494	1581	184525	250912	0,58	55,50	785	407
<i>Machaeropterus regulus</i>	19,62	40,95	242	1495	33275	81346	0,93	24,06	731	142
<i>Neopelma aurifrons</i>	18,69	41,36	425	1495	60500	143394	0,78	26,26	723	253
<i>Neopelma chrysolophum</i>	22,76	45,44	769	1495	66550	56320	0,77	69,20	448	160
Cotingidae										
<i>Laniisoma elegans</i>	21,99	44,59	638	1495	87725	175688	0,56	58,47	649	345
<i>Tijuca atra</i>	22,58	43,96	1082	1595	27225	9132	0,94	81,32	256	45
<i>Tijuca condita</i>	22,49	43,10	1500	0	6050	100	1,00	71,81	115	2
<i>Carpornis cucullatus</i>	25,47	47,43	421	1496	130075	154374	0,93	45,43	1033	190
<i>Carpornis melanocephalus</i>	20,52	42,95	138	995	87725	271028	0,89	43,39	1204	287
<i>Cotinga maculata</i>	18,99	40,67	124	841	48400	94342	0,82	25,19	615	195
<i>Xipholena atropurpurea</i>	13,56	38,01	160	995	78650	103757	0,98	23,81	1144	116
<i>Iodopleura pipra</i>	19,14	42,18	475	1495	57475	357447	0,94	32,47	1636	278

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Lx	Ly	AM	IA	Ao	Eo	F	O	Comp	Larg
<i>Lipaugus lanioides</i>	21,76	44,34	424	1496	127050	168300	0,87	49,64	903	237
<i>Procnias nudicollis</i>	22,75	46,18	422	1496	193600	421922	0,80	47,20	1261	426
<i>Piprites pileatus</i>	24,94	48,35	1083	2000	45375	201083	0,78	55,09	856	299
Corvidae										
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	27,13	50,62	326	1096	124025	221947	0,55	46,32	724	391
Muscicapidae										
<i>Poliophtila Láctea</i>	26,26	54,03	217	1036	45375	147281	0,53	61,21	583	322
Vireonidae										
<i>Vireo gracilirostris</i>	3,83	32,42	50	0	3025					
Família Emberizidae										
<i>Orchesticus abeillei</i>	23,22	45,94	795	1495	75625	111056	0,89	62,80	773	183
<i>Nemosia rourei</i>	20,51	41,52	736	891	9075	342	1,00	53,79	203	2
<i>Orthogonis chloricterus</i>	23,81	46,12	348	1496	84700	59323	0,95	57,84	692	109
<i>Ramphocelus bresilius</i>	20,31	42,84	194	1496	157300	304962	0,93	37,10	1451	268
<i>Thraupis cyanoptera</i>	24,58	47,12	404	1496	133100	178638	0,82	53,50	848	268
<i>Thraupis ornata</i>	22,26	44,88	464	1581	169400	191711	0,88	44,57	992	246
<i>Tangara fastuosa</i>	8,75	35,77	308	975	36300	13063	0,64	30,03	188	88
<i>Tangara seledon</i>	23,26	46,70	288	1496	217800	363324	0,82	60,16	1207	384
<i>Tangara desmaresti</i>	23,21	45,91	723	1581	121000	94650	0,87	57,71	674	179
<i>Tangara cyanoventris</i>	19,80	42,78	662	1484	78650	158001	0,76	32,83	738	273
<i>Tangara peruviana</i>	23,98	46,09	204	996	78650	75722	0,90	64,87	644	150
<i>Dacnis nigripes</i>	23,27	45,30	470	1496	63525	111063	0,90	59,71	792	179
<i>Poospiza thoracica</i>	23,59	46,26	1047	1025	30250	89786	0,97	61,67	946	121
<i>Sporophila frontalis</i>	23,26	45,66	538	1795	84700	177397	0,85	63,44	890	254
<i>Sporophila falcirostris</i>	22,68	45,96	346	1495	75625	279482	0,88	66,81	1186	300
<i>Arremon semitorquatus</i>	23,22	45,35	548	945	27225	38543	0,95	67,87	562	87
<i>Pitylus fuliginosus</i>	23,10	46,85	415	1496	184525	248040	0,78	50,87	951	332
<i>Saltator maxillosus</i>	25,01	48,88	806	1580	63525	258324	0,88	60,38	1136	290

Teste do efeito Rapoport. O coeficiente de correlação de Spearman entre o logaritmo da área de ocorrência e a latitude dos centróides das distribuições não sugere a existência do efeito Rapoport para o conjunto de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica (figura 10). Embora uma correlação positiva significativa tenha sido obtida ($r_s = 0,286$; $p < 0,01$), os dados explicam muito pouco da variação encontrada.

Por outro lado, os resultados das análises, embora pouco explicativos, sugerem que algumas espécies que ocorrem em maiores latitudes tendem a ocorrer em um maior número de localidades e consequentemente apresentarem maiores distribuições. (Rapoport 1982, Stevens 1989).

Teste do efeito Stevens. O resultado do teste do efeito Stevens para as espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica é apresentado na figura 11. Nesse teste,

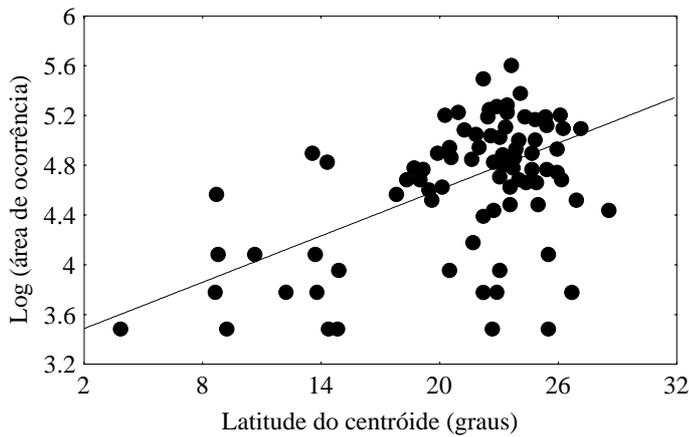


Figura 10. Relação entre o logaritmo da área de ocorrência (A_o) e latitude do centróide (L_x) das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. Embora muito fraca e não significativa ($r_s = 0,286$; $p > 0,05$), a correlação indica a tendência das espécies que ocorrem em maiores latitudes apresentarem maiores distribuições geográficas.

o coeficiente de correlação de Spearman entre a área de ocorrência e a intervalo de altitude indica uma forte e significativa correlação positiva ($r_s = 0,699$; $p < 0,01$) sugerindo a existência do efeito nos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica. O resultado da análise demonstra que as espécies que ocorrem em maiores intervalos de altitude apresentam maiores distribuições. Isso indica que espécies de maiores intervalos de altitude estão sujeitas a maiores variações de condições ecológicas e climáticas. A adaptação a essas características possibilita a ocorrências dessas aves em maior número de localidades por estarem adaptadas a persistir em um gradiente altitudinal mais amplo. Dessa forma, essas espécies tendem a apresentar distribuições maiores que outras espécies de distribuição altitudinal mais restrita (Stevens 1992).

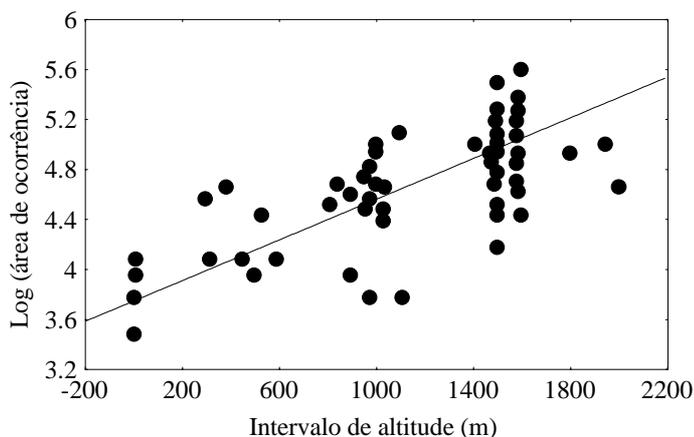


Figura 11. Relação entre o logaritmo da área de ocorrência (A_o) e o intervalo de altitude (IA) das espécies de aves Passeriformes endêmicas da Mata Atlântica. Uma correlação positiva significativa ($r_s = 0,699$; $p < 0,01$) indica a tendência das espécies que ocorrem em maiores intervalos de altitude em apresentar maiores distribuições geográficas (efeito Stevens).

DISCUSSÃO

Existem diversas metodologias que estudam os padrões de distribuição geográfica dos organismos (veja Maurer 1994, Pfrender *et al.* 1998). Contudo, invariavelmente os dados necessários para fundamentar os cálculos de parâmetros areográficos precisam ser consistentes com os métodos de análises dos dados (Rapoport 1982, Brown 1995).

O método da elipse permite que se calcule os parâmetros areográficos simplesmente através da variância-covariância dos pontos de presença (Maurer 1994). Contudo, no cálculo da extensão de ocorrência assume-se que as distribuições são contínuas em toda paisagem, fato que não é verdadeiro sobre tudo na Mata Atlântica (obs. pessoal), onde existem diversas lacunas nas distribuições de várias espécies. Espera-se então, que as estimativas de extensão de ocorrência sejam superestimadas.

Por sua vez, a área de ocorrência foi obtida pela soma das quadrículas de $0,5^\circ$ em que a espécie foi registrada (Gaston 1994). O método das quadrículas pelo qual as áreas de ocorrências foram estimadas permite o cálculo da área onde a espécie efetivamente pode ser encontrada. Contudo, diversas quadrículas não apresentaram localidades de coleta com dados consistentes e um número de outras nem foram inventariadas (veja Cordeiro 1999). Dessa forma, possivelmente algumas estimativas de área de ocorrência foram subestimadas.

Entretanto, uma correlação positiva significativa foi encontrada entre as duas estimativas de tamanho de distribuição, área de ocorrência e extensão de ocorrência (figura 1) e os parâmetros areográficos estimados pelo método da elipse podem ser considerados adequados para análise nesse trabalho (veja Maurer 1994).

O histograma da distribuição de frequências do número de espécies em função da área de ocorrência revelou uma curva aproximadamente lognormal (figura 2) o que parece ser um padrão encontrado para diversas comunidades (veja Brown 1995, Blackburn e Gaston 1996 para uma revisão). Com os dados logaritimizados, um padrão aproximadamente normal com forte assimetria para a direita foi encontrado (figura 3). Esse padrão demonstra que as espécies de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica geralmente apresentam distribuições geográficas de tamanho pequeno enquanto um pequeno número de espécies apresenta grandes distribuições.

As distribuições dos Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica estão posicionadas preferencialmente ao longo da costa (figura 4). Os centróides se concentram nas regiões montanhosas do sudeste, nas encostas orientais das serras e na planície costeira do leste do Brasil. A heterogeneidade de habitats em função do intervalo de altitude parece ter propiciado, aparecimento ou pelo menos a manutenção de diversas espécies que são restritas a essas formações (veja Cordeiro 1999). Como aplicação direta desses

resultados para a conservação da diversidade de aves da Mata Atlântica, as áreas montanhosas e de encosta aliadas a preservação de remanescentes das planícies costeiras do sul da Bahia merecem ações prioritárias de conservação na Mata Atlântica.

O conjunto de espécies estudadas apresenta estratégias bem características na ocupação do espaço. Geralmente as espécies adotaram em suas distribuições geográficas um formato muito similar ao da Mata Atlântica (figura 5). Pois, mesmo que o tamanho da distribuição mude permanece a tendência das distribuições alongadas (figura 6). Assim, as unidades de conservação deveriam adotar desenhos que fossem semelhantes aos padrões observados na natureza, o que poderia propiciar maior continuidade de habitats adequados às populações das espécies endêmicas.

O padrão de orientação das distribuições dos Passeriformes endêmicos também obedece a configuração geral da Mata Atlântica (figura 8). O padrão revelado pela figura 9 também confirma a preferência das espécies de qualquer tamanho em ocorrer no sentido sudoeste-nordeste. Da mesma forma, as estratégias de conservação para o Bioma seriam otimizadas caso os padrões de orientação das espécies fossem observados em ações de conservação e simulados em unidades de conservação.

Embora fraco e não significativo estatisticamente, o resultado do teste do efeito Rapoport indica a necessidade de priorizar as espécies de distribuição setentrional na Mata Atlântica (figura 10). Essas espécies tendem a apresentar pequenas distribuições ocorrendo em habitats muito restritos. Os índices de desflorestamento na porção norte da Mata Atlântica também indicam a grave situação em que essas espécies se encontram. Assim os ambientes que ainda propiciam sua persistência devem receber atenção urgente devido a sua situação alarmante de risco.

O teste do efeito Stevens por sua vez (figura 11), apresentou uma forte e significativa correlação positiva entre o intervalo de altitude e a área de ocorrência. Dessa forma, os Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica que apresentam estreitos intervalos de altitude tendem a apresentar também distribuições geográficas menores (Stevens 1992). As implicações desses padrões na conservação da riqueza de espécies de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica são observadas no grande número de espécies ameaçadas que ocorrem nas planícies costeiras (Collar *et al.* 1992). Isso se deve em grande parte ao fato de que as áreas florestadas de baixada são as mais impactadas pelo desenvolvimento econômico e as espécies que são restritas a essas formações não são adaptadas à sobrevivência em outras faixas altitudinais.

Nesse contexto, as planícies litorâneas do sul da Bahia e do extremo nordeste do Brasil são as áreas de maior prioridade, devendo ser objeto de medidas urgentes para garantir a manutenção da diversidade de Passeriformes endêmicos da Mata Atlântica.

AGRADECIMENTOS

A orientação acadêmica de G. Fonseca/CABS foi muito oportuna em todas as fases do trabalho. A ajuda especializada de M. Anciães/KU, A. C. Mourão/UFGM, F. C. Straube/Mulleriana, A. Aleixo/LSU, J. M. C. da Silva/CI Brasil e R. Cavalcanti/UNB também foi de grande importância. O Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais proporcionou toda a infra-estrutura necessária ao desenvolvimento do trabalho. O Serviço Florestal Americano (U.S. Fish & Wildlife Service), a CAPES e a CI Brasil ofereceram suporte financeiro indispensável. Muito obrigado ainda aos curadores das coleções visitadas que gentilmente permitiram o exame do material sobre seus cuidados. Sou muito grato ainda, aos revisores C. E. Grelle/UERJ e F. Vuilleumier/AMNH pelas valiosas contribuições ao manuscrito. A motivação necessária para a finalização desse trabalho se deve a muitos amigos e principalmente a J. Cordeiro, Z. Moreira e P. Krebsburg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, S. (1994). Area and endemism. *Quarterly Rev. Biol.* 69:451-471.
- Anderson, S. e Marcus, L. F. (1993). Effect of quadrats size on measurements of species density. *J. Biogeogr.* 20:421-428.
- Blackburn, T. M. e Gaston, K. J. (1996). Spatial patterns in the geographic range sizes of bird species in the New World. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 351:897-912.
- Böhning-Gaese, K. (1997). Determinants of avian species richness at different spatial scales. *J. Biogeogr.* 24:49-60.
- Brown, J. H. (1995). *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- _____, J. H. e Maurer, B. A. (1989). Macroecology: the division of food and space among species on continents. *Science* 243:1145-1150.
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño Nieto, L. G., Naranjo, T. A. Parker III e D. C. Wege (1992) *Threatened birds of the America: The ICBP/IUCN Red Data Book*, part 2. Washington, D.C. e Cambridge: Smithsonian Institution Press e International Council for Bird Preservation.
- Colwell, R. K. e G. Hurtt (1994). Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *Amer. Nat.* 144:570-595.
- Cordeiro, P. H. C. (1999). *Padrões de Distribuição Geográfica dos Passeriformes Endêmicos da Mata Atlântica*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

- Cracraft, J. (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism. *Em*: P. A. Buckley; M. S. Foster; E. S. Morton; R. S. Ridgely e F. G. Buckley (ed.) *Neotropical Ornithology*. Orn. Monogr. 36. Washington, D. C.: The American Ornithologist's Union.
- Fleishman, E., G. T. Austin e A. D. Weiss (1998). An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. *Ecology* 79:2482-2493.
- France, R. (1992). The North American latitudinal gradient in species richness and geographical range of freshwater crayfish and amphipods. *Amer. Nat.* 139:342-354.
- Gaston, K. J. (1994). Measuring geographic range sizes. *Ecography* 17:198-205.
- _____ (1995). *Rarity*. London: Chapman & Hall.
- _____, T. M. Blackburn e J. L. Spicer (1998). Rapoport's rule: time for an epitaph? *TREE* 13:70-74.
- Haffer, J. (1974). *Avian speciation in tropical South America. With a systematic survey of the Toucans (Ramphastidae) and Jacamars (Galbulidae)*. Cambridge: Nuttall Ornith. Club (Publ. No. 14).
- Hengeveld, R. (1990). *Dynamic Biogeography*. London: Univ. Cambridge Press.
- Hughes, L., E. M. Cawsey e M. Westoby (1996). Geographic and climatic range sizes of Australian eucalypts and a test of Rapoport's rule. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5:128-142.
- IBGE (1988). *Mapa da vegetação brasileira. Escala 1:5.000.000*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Janzen, D. H. (1967). Why mountain passes are higher in the tropics. *Amer. Nat.* 101:233-249.
- Kaufman, D. M. (1995). Diversity of new world mammals: universality of the latitudinal gradients of species and bauplans. *J. Mammal.* 76:322-334.
- Lawton, J. H. (1996). Population abundance, geographic range and conservation: 1994 Witherby Lecture. *Bird Study* 43:3-19.
- Letcher, A. J. P. H. Harvey (1994). Variation in geographical range size among mammals of the Palearctic. *Amer. Nat.* 144:30-42.
- Ludwig, J. A. e J. F. Reynolds (1988). *Statistical Ecology, A Primer on Methods and Computing*. New York: John Wiley & Sons.
- Maurer, B. A. (1994). *Geographical Population Analysis: Tools for the Analysis of Biodiversity*. Oxford: Blackwell Scientific Pub.
- Maurer, B. A. (1999). *Untangling Ecological Complexity*. Chicago: Univ. Chicago Press.
- Myers, A. A. e P. S. Giller (1988). Process, patterns and scale in biogeography. *Em*: A. A. Myers e P. S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography, an integrated approach to the study of animal plants distributions*. London: Chapman and Hall.
- Pagel, M. D.; R. M. May e A. R. Collie (1991). Ecological aspects of the geographical distribution and diversity of mammalian species. *Amer. Nat.* 137:791-815.
- Paynter Jr., R. A. (1985). *Ornithological Gazetteer of Argentina*. Cambridge: Mus. Comp. Zool., Harvard Univ.
- _____ (1989). *Ornithological Gazetteer of Paraguay*. Cambridge: Mus. Comp. Zool., Harvard Univ.
- _____ e M. A. Traylor Jr. (1991). *Ornithological Gazetteer of Brazil*, v. 2. Cambridge: Mus. Comp. Zool., Harvard Univ.
- Pfender, M. E., W. E. Bradshaw e C. A. Kleckner (1998). Patterns in the geographic range sizes of ectotherms in North America. *Oecologia* 115:439-444.
- Price, T. D., A. J. Helbig e A. D. Richman (1997). Evolution of breeding distribution in the Old World Leaf Warblers (Genus *Phylloscopus*). *Evolution* 51:552-561.
- Quinn, R. M., K. J. Gaston e H. R. Arnold (1996). Relative measures of geographic range size: empirical comparisons. *Oecologia* 107:179-188.
- Rahbek, C. (1997). The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *Amer. Nat.* 149:875-902.
- Rapoport, E. H. (1982). *Areography, Geographical Strategies of Species*. Oxford: Pergamon Press.
- Rohde, K., M. Heap e D. Heap (1993). Rapoport's rule does not apply to marine teleosts and cannot explain latitudinal gradients in species richness. *Amer. Nat.* 142:1-16.
- Ruggiero, A. (1994). Latitudinal correlates of the size of mammalian geographical ranges in South America. *J. Biogeogr.* 21:545-559.
- Ruggiero, A. e J. H. Lawton (1998). Are there latitudinal and altitudinal Rapoport effects in the geographic ranges of Andean passerine birds? *Biol. J. Linnean Soc.* 63:283-304.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.
- Sokal, R. R. e F. J. Rohlf (1981). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. New York: Freeman
- Stevens, G. C. (1989). The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *Amer. Nat.* 133:240-256.
- Stevens, G. C. (1992). The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *Amer. Nat.* 140:893-911.
- Vanzolini, P. E. (1992). *A Supplement to the Ornithological Gazetteer of Brazil*. São Paulo: Mus. Zool., Univ. São Paulo.
- Willis, E. O. (1992). Zoogeographical origins of eastern Brazilian birds. *Orn. Neotrop.* 3:1-15.
- Zar, J. H. (1982). *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.