

Conceito energético do valor adaptativo e tamanho ótimo do corpo para a avifauna brasileira

Carlos Eduardo Ramos de Sant'Ana^{1,2} e José Alexandre Felizola Diniz-Filho¹

¹ Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás, C. P. 131, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: kadu@etfgo.br / E-mail: diniz@icb1.ufg.br

² Escola Técnica Federal de Goiás - ETFGO, Coordenação de Química e Biologia, Rua 75, nº 46, Centro, 74055-110, Goiânia, GO, Brasil

Recebido em 31 de janeiro de 1997; aceito em 10 de junho de 1997

ABSTRACT. Energetic definition of fitness and optimal body size for Brazilian birds. Here, Brown's model is used to elucidate the effects of body size on fitness (defined as reproductive power, energy conversion rates for the reproductive process). The model was applied to explain the modal body size for Brazilian birds, and was calculated using data from several authors. Modal body size was between 12 - 20 g for 486 species from 65 families. In the sample, the number of species described per family was correlated significantly with the total number of species in the family ($r = 0.96$; $P < 0.001$). Therefore, the modal value is not biased by the irregular distribution of data from species in families with different mean weights. Considering this modal value and assuming $C_1 = 2.41$ Watts, estimated by the allometric relationship of individual productivity as a function of size, we obtained an approximate $C_0 = 0.02$ Watt. For mammals, C_0 and C_1 were estimated as 6.0 and 0.2 Watts, respectively, resulting in an optimal body size of 100 g. Thus, in comparing C_0 and C_1 values of birds and mammals, we conclude that the smaller modal body size of birds may be a function of selection for an equivalent conversion efficiency, which can only be met by a lower body size due to lower values of C_0 and C_1 in birds.

KEY WORDS: birds, Brazil, energetic fitness, optimal body size.

PALAVRAS-CHAVE: Aves, Brasil, tamanho ótimo, valor adaptativo.

O tamanho corpóreo dos organismos é uma das características mais evidentes e está intimamente relacionado a diversas variáveis ecológicas, tais como densidade populacional, distribuição geográfica, estratégia de vida,

utilização e partição de recursos, taxas intrínsecas de crescimento populacional e dispersão, entre outras (La Barbera 1989, Brown 1995). A distribuição do tamanho do corpo das espécies nas comunidades e nas biotas é extremamente

assimétrica, havendo normalmente um valor modal 'a esquerda (espécies de pequeno e médio tamanho são mais frequentes). Diversos modelos ecológicos têm sido propostos para explicar essa distribuição, os quais incluem a relação entre o tamanho do corpo e a especialização ecológica e restrições fisiológicas e metabólicas na variação de tamanho (Peters 1993, Blackburn e Gaston 1994a).

Brown *et al.* (1993) propuseram recentemente um modelo que parte da idéia de que o valor adaptativo (*fitness*) é resultante da capacidade das espécies converterem recursos do ambiente em reprodução. Esse modelo prevê a existência de um tamanho modal do corpo, no qual esse valor adaptativo é máximo. Para mamíferos e aves, esse valor de tamanho modal aproximado tem sido determinado empiricamente como 100 e 30 g, respectivamente. Nesse valor ótimo do ponto de vista energético acontecem mudanças de sinal nos coeficientes angulares das regressões de diversos caracteres da ecologia e história natural sobre o tamanho do corpo, indicando que essas variáveis se comportam de forma diferente em espécies maiores ou menores que o ótimo.

O objetivo deste trabalho foi aplicar o modelo de Brown *et al.* (1993) a fim de analisar a variação de tamanho (peso) corporal nas espécies de aves do Brasil. Esse modelo consiste em determinar o tamanho ótimo do corpo pelo equilíbrio entre a taxa pela qual os indivíduos adquirem recursos (R) do meio e a taxa de conversão desses recursos em reprodução (W). As capacidades de conversão

de cada um desses processos (k_0 e k_1) seriam alometricamente relacionadas ao peso do corpo, por $k_0 = C_0 M^{b_0}$ e $k_1 = C_1 M^{b_1}$, onde os coeficientes alométricos (b_0 e b_1) são iguais a 0,75 e - 0,25, respectivamente. Esses coeficientes angulares seriam constantes para todos os tipos de organismos, enquanto que os coeficientes lineares (C_0 e C_1) dessas funções dependem do tipo de organismo analisado, pois expressam variações nas capacidades de conversão de diferentes táxons com mesmo peso (1 kg). Equilibrando as capacidades de conversão e maximizando o poder de conversão, obtém-se o tamanho ótimo do corpo por $M^* = [(-C_1 b_0)/(C_0 b_1)]^{1/(b_0 - b_1)}$.

Foram compilados, a partir de dados da literatura, os pesos de 486 espécies de aves do Brasil, distribuídas em 65 famílias (Sick 1985, Silva *et al.* 1990, Belton 1994, Koch e Boçon 1994). O número de espécies por família na amostra obtida está significativamente correlacionado ao número total de espécies descritas por família (r de Pearson = 0,96; $P < 0,001$), de modo que o valor modal encontrado não está viesado por uma distribuição irregular dos dados das espécies em famílias com diferentes pesos médios.

Para as espécies de aves do Brasil, o peso modal calculado com base em dados da literatura foi estimado entre 12 e 20 g (figura 1). Esse valor é inferior ao obtido por Blackburn e Gaston (1994b) para aves do mundo (valor modal próximo a 30 g), embora a forma da distribuição (assimétrica) seja similar. Esse fato é esperado considerando os gradientes latitudinais de variação existentes no

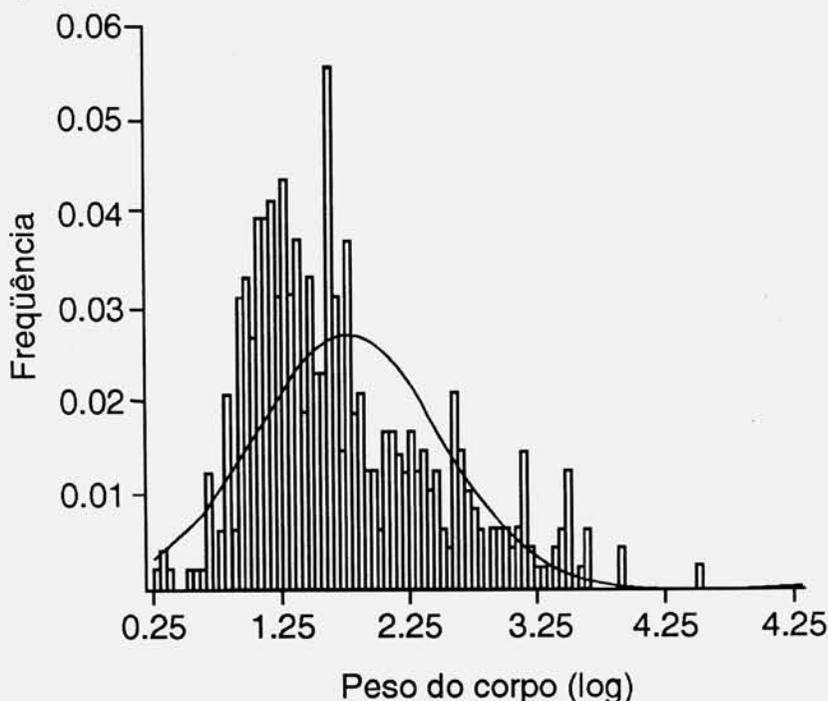


Figura 1. Distribuição de frequências do peso corpóreo, em escala logarítmica, de 486 espécies de aves do Brasil.

tamanho do corpo e na riqueza de espécies de aves, ou seja, existem mais espécies, com tamanho do corpo menor, nos trópicos (Blackburn e Gaston 1997). A área de distribuição geográfica das espécies analisadas neste estudo está em grande parte localizada na região Neotropical, onde as maiores extensões longitudinais (refletindo maior disponibilidade de área para expansão dessas distribuições geográficas) estão próximas ao Equador. Deste modo, em função dos gradientes latitudinais, existem mais espécies com tamanho do corpo menor na amostra analisada, resultando em um tamanho modal ligeiramente menor.

Considerando o valor modal obtido e assumindo $C_0 = 2,41$ Watts, obtido a partir da Tabela VIII d do apêndice de Peters (1993) e estimado pelas relações alométricas da produtividade individual em função do tamanho, obtém-se um valor de C_1 aproximado de 0,02 Watt (figura 2). Variando o peso modal estimado entre 10 e 50 g, obtém-se uma variação em C_1 de 0,008 e 0,04 Watts.

Para mamíferos, os valores de C_0 e C_1 assumidos são, respectivamente, 6,0 e 0,2 Watts, resultando em um peso modal de 100g, o que corresponde ao observado empiricamente em diversos conjuntos de dados. Assim, assumindo $C_0 = 2,41$ Watts e comparando-se os valores de C_0 e C_1 para aves e mamíferos, observa-se que C_1 é, para diversos valores de peso modal em aves, muito menor do que o observado para

mamíferos. Conclui-se, portanto, que a equivalência nos processos de conversão de R em W seria dada pelo deslocamento do tamanho modal, a nível de espécies de aves, considerando o menor valor adaptativo destas em relação a mamíferos de mesmo tamanho, no sentido de conversão energética em esforço reprodutivo. Esse resultado é compatível com a baixa eficiência de produtividade líquida e ecológica das aves quando comparada a outros organismos, ligada ao gasto metabólico nas atividades de voo (Ricklefs 1990). Note-se também que as constantes C_1 e C_0 podem variar de acordo com o nível taxonômico e que, em termos de amostragem, mudanças na escala espacial afetam o tamanho modal e a forma das distribuições de tamanho do corpo (Blackburn e Gaston 1994b). Entretanto, é difícil ajustar o modelo em escalas menores em função da inexistência de dados precisos sobre as variáveis metabólicas envolvidas em grupos taxonômicos menores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Luis M. Bini, Rogério P. Bastos e dois revisores anônimos pela revisão crítica do manuscrito e a Cleiber M. Vieira, Rackel Balestra e Fernanda Bonfim pelas discussões no grupo de estudos em macroecologia. O suporte financeiro foi dado pela PRPPG/FUNAPE-UFG e

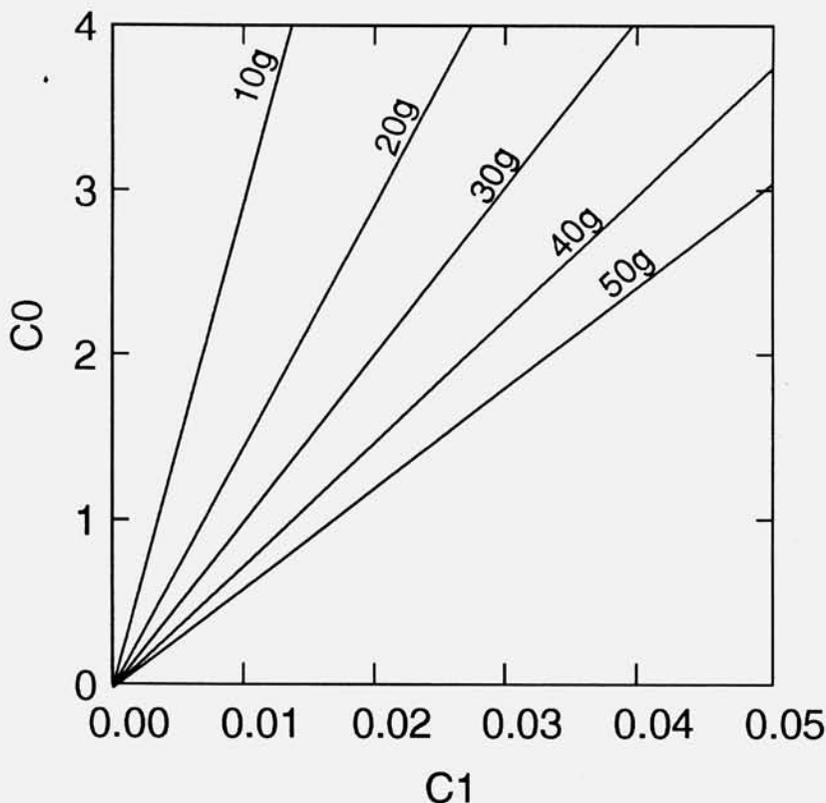


Figura 2. Valores estimados de C_1 assumindo $C_0 = 2,41$ Watts, para pesos modais variando entre 10 e 50 g, de acordo com o modelo de Brown *et al.* (1993).

CNPq. Agradecemos ainda o apoio concedido pela Escola Técnica Federal de Goiás para a apresentação deste trabalho no III Congresso de Ecologia do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Blackburn, T. M. e K. J. Gaston (1994a) Animal body size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends Ecol. Evol.* 9:471-474.
- ___ e ___ (1994b) The distribution of body sizes of the world's bird species. *Oikos* 70:127-130.
- ___ e ___ (1997) The relationship between geographic area and the latitudinal gradient in species richness in New World birds. *Evol. Ecol.* 11:195-204.
- Belton, W. (1994) *Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e Biologia*. São Leopoldo: Ed. Unisinos.
- Brown, J. H. (1995) *Macroecology*. Chicago: Univ. Chicago Press.
- ___, P. A. Marquet e M. L. Taper (1993) Evolution of body size: consequences of an energetic definition of fitness. *Am. Nat.* 142:573-584.
- Koch, Z. e R. Boçon (1994) *Guia Ilustrado das Aves Comuns: Parque Nacional do Iguaçu*. Curitiba: Zig Fotografias e Produções Culturais.
- La Barbera, M. (1989) Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20:97-117.
- Peters, R. H. (1993) *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Ricklefs, R. E. (1990) *Ecology*. New York: W. H. Freeman.
- Sick, H. (1985) *Ornitologia Brasileira, uma introdução*. Brasília: Ed. Univ. Brasília.
- Silva, J. M. C., M. F. C. Lima e M. L. V. Marceliano (1990) Pesos de aves de duas localidades na Amazônia Oriental. *Ararajuba* 1:99-104.