

CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DO RISCO DE EXTINÇÃO GLOBAL DE MAMÍFEROS

Nadjha Rezende¹, Marcos de Souza Lima Figueiredo¹ & Carlos Eduardo Viveiros Grelle¹*

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Laboratório de Vertebrados, Caixa Postal: 68020. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP 21941-590.

E-mails: nadjhabio@yahoo.com.br, mslfigueiredo@gmail.com, grellece@biologia.ufrj.br

RESUMO

Aproximadamente um quarto de todas as espécies de mamíferos possui algum grau de ameaça e entender quais fatores determinam o risco de extinção destas espécies é um dos maiores desafios da Biologia da Conservação. Muitos trabalhos tentam responder esta questão procurando as associações existentes entre as características biológicas e ecológicas das espécies com o seu grau de vulnerabilidade. Este estudo busca investigar se há um consenso na literatura sobre quais destas características estariam mais relacionadas com o risco de extinção de mamíferos. Os resultados mostraram que tamanho corporal, fecundidade e tamanho de distribuição são as principais características responsáveis pelo risco de extinção dos mamíferos, mas que estas podem diferir de acordo com o táxon e região estudados. Carnívoros mostraram ser muito afetados pela baixa fecundidade enquanto o mesmo não é observado para primatas. Além disso, tamanho corporal parece ser uma característica importante somente nos trópicos. E, finalmente, a interação destas características com fatores ecológicos e distúrbios antrópicos nos proporciona uma compreensão mais completa do assunto.

Palavras-chave: Conservação; espécies ameaçadas; fecundidade; tamanho de corpo; tamanho de distribuição.

ABSTRACT

CHARACTERISTICS DETERMINANTS OF GLOBAL EXTINCTION RISK OF MAMMALS.

About one-quarter of all mammals are in danger of extinction and is essential to the Conservation Biology identifying the factors that predict extinction risk. Some studies have made considerable efforts to recognize the relevant characteristics associated to vulnerability of extinction. In order to investigate if there is a consensus about what characteristics were more related to the extinction risk of mammals, we reviewed all the literature that found attributes of species correlated with vulnerability degree. Our results show that species of mammals tend to have a higher risk of extinction if they occupy small geographical range, have large body size and exhibit low reproductive rate, however they may differ according to the taxon and region studied. For example, carnivores shown to be greatly affected by low fecundity, while the same is not observed for primates. Furthermore, larger species are at higher risk only in tropical regions. The interaction between biological traits and anthropogenic threats increase understanding of the processes determining extinction risk.

Keywords: Conservation; endangered species; fecundity; body size; geographical range.

RESUMEN

CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DEL RIESGO DE EXTINCIÓN GLOBAL DE MAMÍFEROS. Aproximadamente un cuarto de todas las especies de mamíferos poseen algún grado de amenaza, y entender cuáles son los factores que determinan el riesgo de extinción de estas especies es uno de los mayores desafíos para la Biología de la Conservación. Algunos estudios han hecho considerables esfuerzos para reconocer las características relevantes asociadas al grado de vulnerabilidad. Para investigar si existe un consenso general sobre que características se relacionan más con el riesgo de extinción de los mamíferos, analizamos toda la literatura que encontró atributos de la especie correlacionados con el grado de vulnerabilidad. Nuestros resultados muestran que las especies de mamíferos tienden a tener un alto riesgo de extinción si ocupan un rango geográfico pequeño, tienen un gran tamaño corporal y baja tasa reproductiva,

sin embargo, ellas pueden diferenciarse según el taxón y la región estudiada. Por ejemplo, los carnívoros mostraron estar más afectados por la baja fecundidad, mientras que en primates no se observó lo mismo. Además, las especies más grandes tienen el riesgo más alto solamente en regiones tropicales. Finalmente, la interacción entre los rasgos biológicos y los disturbios antrópicos aumenta el entendimiento de los procesos que determinan el riesgo de extinción.

Palabras claves: Conservación; especies amenazadas; fecundidad; tamaño corporal; rango de distribución.

INTRODUÇÃO

Inevitavelmente todas as espécies serão extintas em algum momento de sua vida, já que a extinção é a etapa final da história evolutiva de uma espécie (Collen *et al.* 2006). O problema é que, no presente, a taxa de extinção das espécies está entre 1.000 e 10.000 vezes maior que na maior parte da história geológica. Esta é a mesma taxa de aceleração que caracteriza os cinco episódios de extinção em massa do registro fóssil (May 2010). Durante o século passado, estima-se que a cada ano uma espécie de mamífero ou ave foi extinta (May 2010). Neste período, e também atualmente, a perda de habitat, a exploração humana e a introdução de espécies invasoras foram as maiores responsáveis pelo processo de extinção das espécies (Diamond 1989).

Mas porque algumas espécies estão menos ou mais suscetíveis a estes distúrbios? Já foi observado que o risco de extinção não está distribuído de forma aleatória entre os diversos taxa, mas sim concentrado em alguns grupos (Bennet & Owens 1997, Cardillo & Bromham 2001, Johnson *et al.* 2002, Jones *et al.* 2003). Isto sugere que estes grupos compartilham características intrínsecas às espécies que não permitem sua adaptação (seja evolutiva ou comportamental) à velocidade com que essas mudanças ambientais estão acontecendo (Fisher *et al.* 2003, Cardillo *et al.* 2004). Embora as ameaças atuais às espécies sejam em sua maioria ligadas a ações antropogênicas, características da biologia e ecologia das mesmas determinam quão bem elas conseguem resistir a estes distúrbios (Cardillo *et al.* 2004).

Algumas características intrínsecas das espécies foram consideradas importantes para o seu risco de extinção, como: (i) tamanho de corpo, (ii) dieta, (iii) densidade populacional, (iv) nível trófico, (v) uso de habitat, (vi) fecundidade e (vii) tamanho de área de distribuição (ex. Laurence 1991, Gaston & Blackburn 1996, Bennett & Owens 1997, Purvis *et al.* 2000a,

Cardillo & Bromham 2001, Fisher *et al.* 2003, Jones *et al.* 2003). Algumas hipóteses foram levantadas a respeito da influência destas características sobre o grau de ameaça. Por exemplo, espécies com maior tamanho de corpo possuem, geralmente, maiores áreas de vida, são menos abundantes e têm maior exigência energética, o que as tornariam mais vulneráveis à degradação e à perda de habitat, além de serem alvos fáceis para a exploração humana (Smith & Quin 1996, Purvis *et al.* 2000a, Kalimar & Paciulli 2008).

A classe Mammalia é atualmente formada por 28 ordens e aproximadamente 5.500 espécies (Wilson & Reeder 2005), apresentando uma alta diversidade morfológica, locomotora e de habitat. Seu tamanho corpóreo pode variar de alguns centímetros (mussaranhos) até algumas dezenas de metros (cetáceos), possuem espécies terrestres, aquáticos e aéreos, podendo ser encontrados em todos os biomas do globo. É um grupo de grande interesse para a Biologia da Conservação, pois aproximadamente um quarto de suas espécies são consideradas ameaçadas (Hilton-Taylor 2000). Vários estudos buscaram descobrir quais características intrínsecas ou extrínsecas às espécies estão relacionadas ao seu grau de ameaça (por exemplo, Johnson 2002, Johnson *et al.* 2002, Cardillo 2003, Fisher *et al.* 2003, Cardillo *et al.* 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Collen *et al.* 2006, Chisholm & Taylor 2007, Cardillo *et al.* 2008, Fritz *et al.* 2009). Porém, considerando a grande diversidade existente dentro dos mamíferos, é provável que estas características variem entre os diferentes grupos desta classe.

Da mesma forma que é possível estas características mudarem de acordo com o taxon estudado, a relação do risco com cada variável também pode depender do local e natureza da ameaça (Purvis *et al.* 2000a,b). Diferentes regiões estão suscetíveis a diferentes intensidades e tipos de impactos, o que pode influenciar a maneira como as espécies responderão a eles. Além disso, as diferenças no clima e vegetação (estrutura

e complexidade) de diversos biomas também podem definir quais características biológicas de uma espécie serão importantes para torná-las mais vulneráveis em determinado tipo vegetacional ou ecossistema.

Um dos problemas existentes nestes tipos de estudos é a não independência dos dados. Em estudos comparativos, quando as análises estatísticas são aplicadas diretamente sobre dados obtidos de diferentes táxons, assume-se que as espécies relacionadas possuem histórias evolutivas diferentes, ou seja, que as mudanças ocorridas em qualquer uma das espécies são independentes das alterações que ocorrem nas demais. Porém, temos que lembrar que espécies fazem parte de um sistema hierarquicamente estruturado, e que muitas vezes não podem ser consideradas independentemente. Este tipo de erro aumenta o número de graus de liberdade existentes e, assim, superestima a significância dos resultados (Felsestein 1985). Por isso, é de extrema importância que, em todos os nossos estudos, levemos a filogenia das espécies em consideração para não produzirmos resultados equivocados.

Determinar se características intrínsecas das espécies estão envolvidas com seu maior ou menor risco de extinção é muito importante para seu manejo. Se alguma espécie que ainda não se encontra ameaçada possuir características que as predispõem a isso, poderemos prever que esta será mais sensível se exposta a algum tipo de impacto.

A partir destas considerações o objetivo deste estudo é apresentar uma revisão dos trabalhos que relacionam o risco de extinção com as características intrínsecas e extrínsecas às espécies, identificando três questões principais: (i) quais as principais características relacionadas ao risco de extinção de mamíferos? (ii) estas características mudam de acordo com o táxon e a região de estudo? (iii) os trabalhos realizados estão controlando os efeitos da filogenia em suas análises?

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão da literatura de todos os artigos publicados até 2009. As buscas foram conduzidas na base de dados do SCOPUS (<http://www.scopus.com/home.url>) publicados até 2009, procurando no título, resumo ou palavras-chave as palavras “extinction risk” ou “risk of extinction”. Os resultados foram limitados às subáreas de (a) Ciências

ambientais, (b) Ciências Biológicas e da Agricultura, (c) Multidisciplinar. Citações adicionais foram obtidas nas referências dos artigos encontrados.

Foram selecionados todos os artigos que trabalhavam com mamíferos que relacionavam quaisquer características, extrínsecas ou intrínsecas às espécies, com o risco de extinção deste grupo. Foram excluídos todos os artigos que abordavam o tema em escala populacional ou de comunidade por serem considerados casos muito particulares, não se enquadrando na abordagem geral do estudo. Também foram excluídos os artigos que trabalhavam com escalas muito pequenas, como populações de algumas unidades de conservação ou ilhas por serem considerados casos peculiares também. Este estudo está interessado em descobrir quais os padrões globais encontrados nos trabalhos que tratam do risco de extinção dos mamíferos.

Para cada artigo foram avaliados: (i) o grupo taxonômico estudado (quando o trabalho foi específico para um grupo de mamíferos ou se fez análises diferenciadas para cada grupo), (ii) todas as características utilizadas nos estudos, (iii) todas as características que apresentaram alguma significância nos estudos, (iv) se estas características são táxon e região específicas, (v) a utilização de análises que controlam os fatores filogenéticos.

RESULTADOS

Foram encontrados 26 trabalhos que relacionam fatores biológicos, ecológicos e antropogênicos ao risco de extinção das espécies. No total foram avaliadas 29 características diferentes (Tabela 1), sendo que 22 destes fatores apresentaram algum tipo de relação com o risco de mamíferos. De todas estas características, as mais frequentes nestes estudos foram tamanho do corpo (sempre inferido pela massa corporal), fecundidade e tamanho da área de distribuição. Foram estas também que obtiveram relação significativa com o risco de extinção um maior número de vezes (Figura 1).

A variável fecundidade foi medida através de seis formas diferentes: idade de maturação sexual, tempo de geração, tamanho de prole, intervalo de gestações, número de descendentes por ano, idade de desmame. Dieta e habitat também foram classificados quanto a seu tipo ou grau de especialização.

Tabela 1. Características presentes em toda a literatura revisada sobre fatores determinantes de extinção de mamíferos, com os respectivos trabalhos que as utilizaram.**Table 1.** Features present in all the literature about the determinants of extinction of mammals, with the papers that used them.

CARACTERÍSTICAS	BIBLIOGRAFIA
MASSA CORPORAL	Smith & Quin 1996, Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo & Bromham 2001, Johnson 2002, Johnson <i>et al.</i> 2002, Cardillo 2003, Fisher <i>et al.</i> 2003, Jones <i>et al.</i> 2003, Monte-Luna & Llunch-Belda 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Morrow & Fricke 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, Chisholm & Taylor 2007, MacKenzie <i>et al.</i> 2007, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Kamilar & Paciulli 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009, Fritz <i>et al.</i> 2009, Johnson & Isaac 2009, Liow <i>et al.</i> 2009
DIETA	Smith & Quin 1996, Fisher <i>et al.</i> 2003, Isaac & Cowlshaw 2004, Safi & Kerth 2004, Boyles & Storn 2007, Kamilar & Paciulli 2008
NÍVEL TRÓFICO	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Johnson <i>et al.</i> 2002, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009, Liow <i>et al.</i> 2009
FECUNDIDADE	
<i>Idade da maturação sexual</i>	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Collen <i>et al.</i> 2006
<i>Tempo de gestação</i>	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Jones <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Fritz <i>et al.</i> 2009
<i>Tamanho da prole</i>	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo 2003, Jones <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Forero-Medina <i>et al.</i> 2009
<i>Intervalo entre gestações</i>	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008
<i>Número de descendentes por ano</i>	Smith & Quin 1996, Johnson 2002, Fisher <i>et al.</i> 2003, Jones <i>et al.</i> 2003, Collen <i>et al.</i> 2006, Davidson <i>et al.</i> 2009
<i>Idade do desmame</i>	Cardillo <i>et al.</i> 2008, Fritz <i>et al.</i> 2009
LONGEVIDADE	Forero-Medina <i>et al.</i> 2009
HÁBITO LOCOMOTOR	Isaac & Cowlshaw 2004, Davidson <i>et al.</i> 2009, Johnson & Isaac 2009
MORFOLOGIA DAS ASAS	Jones <i>et al.</i> 2003, Safi & Kerth 2004
ÁREA DE VIDA	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Kamilar & Paciulli 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009
HABITAT	
<i>Tipo de habitat (aberto ou fechado)</i>	Smith & Quin 1996, Johnson 2002, Johnson <i>et al.</i> 2002, Isaac & Cowlshaw 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, Kamilar & Paciulli 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009
<i>Especialização de habitat (número de estruturas vegetacionais utilizadas)</i>	Fisher <i>et al.</i> 2003
TAMANHO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Fisher <i>et al.</i> 2003, Jones <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, MacKenzie <i>et al.</i> 2007, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009, Fritz <i>et al.</i> 2009, Liow <i>et al.</i> 2009
DISPERSÃO	Collen <i>et al.</i> 2006
TAMANHO DE GRUPO/ SOCIALIDADE	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Jones <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, Davidson <i>et al.</i> 2009
USO DE TOCAS	Smith & Quin 1996, MacKenzie <i>et al.</i> 2007, Liow <i>et al.</i> 2009
ESTÁGIO DE LATÊNCIA	Liow <i>et al.</i> 2009
HORÁRIO DE ATIVIDADE	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Collen <i>et al.</i> 2006, Davidson <i>et al.</i> 2009
ESTABILIDADE POPULACIONAL	Smith & Quin 1996

Continuação da Tabela 1
Continuation of Table 1

CARACTERÍSTICAS	BIBLIOGRAFIA
DENSIDADE POPULACIONAL	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Davidson <i>et al.</i> 2009, Fritz <i>et al.</i> 2009
ENDEMICIDADE	Purvis <i>et al.</i> 2000a, Jones <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004
SELEÇÃO SEXUAL (DIMORFISMO SEXUAL NO TAMANHO E TAMANHO RELATIVO DOS TESTÍCULOS)	Morrow & Fricke 2004
ASPECTOS FILOGENÉTICOS	
<i>Tamanho do gênero</i>	Johnson <i>et al.</i> 2002
<i>Idade do Gênero</i>	Johnson <i>et al.</i> 2002
<i>Diferença filogenética</i>	Johnson <i>et al.</i> 2002, MacKenzie <i>et al.</i> 2007
TAMANHO DO GENOMA	Vinogradov 2004
LATITUDE	Johnson 2002, Kamilar & Paciulli 2008
PRECIPITAÇÃO	Fisher <i>et al.</i> 2003, Cardillo <i>et al.</i> 2004, Isaac & Cowlshaw 2004, MacKenzie <i>et al.</i> 2007, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Johnson & Isaac 2009
TEMPERATURA	Isaac & Cowlshaw 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008
EVAPOTRANSPIRAÇÃO	Cardillo <i>et al.</i> 2008
SOBREPOSIÇÃO COM ESPÉCIES INTRODUZIDAS (PREDADORES, COMPETIDORES E PECUÁRIA)	Smith & Quin 1996, Fisher <i>et al.</i> 2003, MacKenzie <i>et al.</i> 2007
ESPÉCIE DE INTERESSE PARA A CAÇA	Collen <i>et al.</i> 2006
DOENÇAS INFECCIOSAS	
<i>Tipo do parasita</i>	Pedersen <i>et al.</i> 2007
<i>Especificidade do parasita</i>	Pedersen <i>et al.</i> 2007
<i>Modo de transmissão</i>	Pedersen <i>et al.</i> 2007
<i>Registro dos parasitas em animais domésticos</i>	Pedersen <i>et al.</i> 2007
DENSIDADE POPULACIONAL HUMANA	Cardillo <i>et al.</i> 2004, Cardillo <i>et al.</i> 2008, Kamilar & Paciulli 2008

Comparando os resultados de todos os trabalhos, não houve discrepância entre eles quando as características foram significativas. Menores tamanhos corporais sempre estiveram relacionados a um baixo risco de extinção apesar de existir uma divergência sobre o risco aumentar linearmente com o tamanho. Fecundidade baixa, menor densidade

populacional e pequenas áreas de distribuição estão também sempre relacionadas a um maior risco, assim como especialização de habitat e dieta (Tabela 2). Outras características importantes encontradas foram: dispersão, área de vida, nível trófico, hábito locomotor, uso de tocas e latência, endemidade, latitude, morfologia de asas para morcegos,

temperatura, precipitação, tempo de divergência, sobreposição com predadores e competidores, e densidade populacional humana (Tabela 2).

Quanto às regiões de estudo (Figura 2), a maioria dos trabalhos utilizou uma escala global (n=12), sendo a região Australiana a única que se destacou (n=9). A única diferença entre os resultados dos estudos realizados neste país em comparação com os de escala

global foram as análises com a sobreposição das espécies de mamíferos com espécies competidoras e predadoras introduzidas. Nesta região, o processo de introdução destas espécies é bem documentado e por isso foi possível analisar estes fatos. Os resultados destes trabalhos mostraram que a introdução destas espécies é um importante fator para o risco de extinção dos roedores e marsupiais australianos.

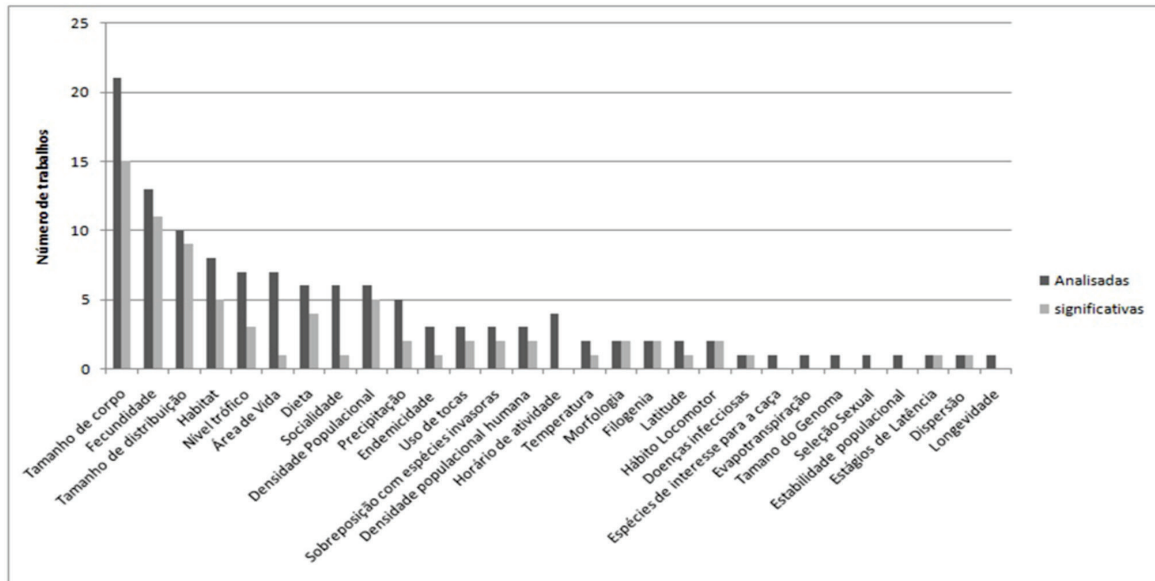


Figura 1. Número de trabalhos que analisou cada uma das características determinantes de extinção de mamíferos. As colunas em preto mostram o número de vezes que cada característica foi estudada e as colunas em cinza mostram o número de vezes que cada característica mostrou resultado significativo.

Figure 1. Number of papers that examined determinants of extinction of mammals. The black columns show the number of times each feature was studied and the gray columns show the number of times each trait showed significant result.

Acerca do nível taxonômico do estudo, a maioria dos trabalhos avaliou os mamíferos em caráter geral (n=14), mas há análises específicas para oito grupos de mamíferos (Figura 3): Carnívora (n=4), Primates (n=4), Chiroptera (n=4), Marsupialia (n=4), Rodentia (n=2), Pilosa (n=1), Ungulados (Artiodactyla e Perissodactyla, n=1) e Lagomorpha (n=1). Para os carnívoros, os principais fatores relacionados ao seu risco de extinção são: tamanhos grandes, pequena distribuição e fecundidade baixa; Morcegos: maior massa corporal e morfologia das asas (asas largas e arredondadas); e Primatas: maior tamanho de corpo

e pequena distribuição. Tamanho de corpo foi a característica mais importante para o grau de ameaça destes três grupos mais estudados. Um resultado interessante que podemos perceber é que fecundidade não foi relevante para o risco de extinção em primatas nem uma vez, apesar de três estudos terem avaliado esta característica.

No que diz respeito à estruturação filogenética das espécies, 76% (n=19) dos estudos fizeram análises que controlavam este efeito, indicando que a maioria deles está preocupado com não-independência dos dados.

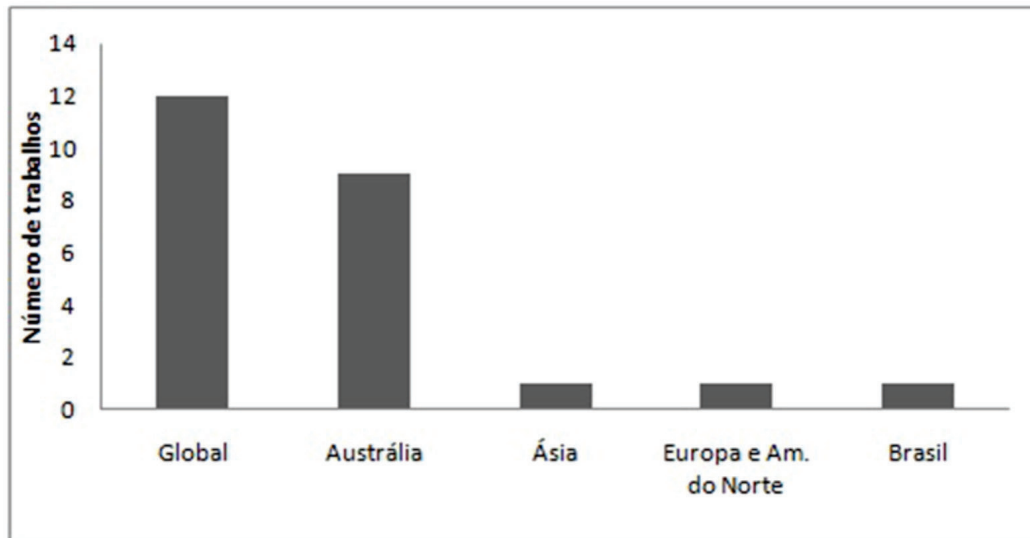


Figura 2. Número de trabalhos realizados para cada região abordando extinção de mamíferos.
Figure 2. Number of papers undertaken for each region about the extinction of mammals.

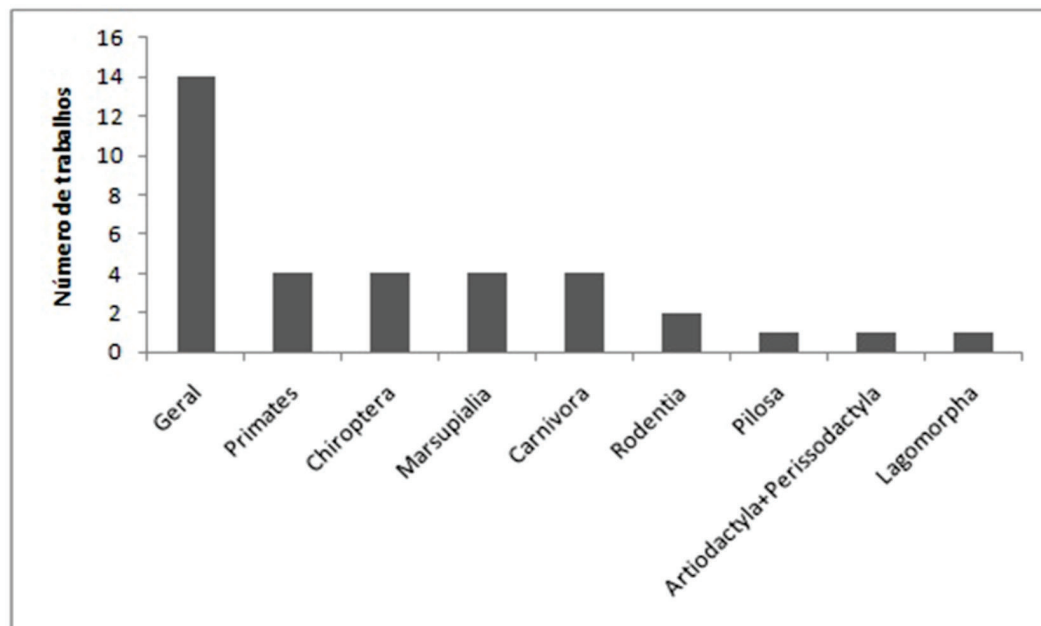


Figura 3. Número de artigos que analisaram fatores determinantes de extinção em cada grupo de mamíferos separadamente. Alguns artigos trabalharam com mais de um grupo de mamíferos.
Figure 3. Number of papers that analyzed determinants of extinction in each group of mammals separately. Some papers have investigated more than one group of mammals.

Table 2. Características que mais apresentaram significância para o risco de extinção de mamíferos, com os respectivos artigos que as utilizaram. Caracterização dos resultados: **sim** = resultados significativos; **não** = resultados não-significativos; **_** = característica não avaliada no respectivo estudo; **(+)** = relação positiva entre o risco de extinção e a respectiva característica (por exemplo, em tamanho, quanto maior for a massa corporal maior o risco de extinção); **(-)** = relação negativa entre a característica e o risco de extinção (por exemplo, para fecundidade, quanto menor o valor de fecundidade maior será o risco de extinção).

Table 2. *Characteristics significant to the extinction risk of mammals and the respective papers. Characterization of the results: sim = significant results, não = non-significant results; _ = feature not evaluated in their study; (+) = positive relationship between risk of extinction and the feature (for example, for size, when the body mass increases, also increases the risk of extinction), (-) negative relationship between the feature and the risk of extinction (for example, for fertility, low fertility increases the risk of extinction).*

	Táxon	Região	Tamanho	Fecundidade	Dieta	N. Trófico	Área de Vida	Dist. Geográfica	Habitat	Dispersão	Densidade populacional	Uso de tocas/Latência	Morfologia das asas
Boyles & Storn 2007	Chiroptera (Vespertilionidae)	Austrália, Europa e Am. do Norte	-	-	especialização (+)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cardillo & Bromham 2001	Mamíferos geral	Austrália	sim (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cardillo 2003	Mamíferos geral	Austrália	não	sim (-)	-	-	não	-	-	-	-	-	-
Cardillo <i>et al.</i> 2004	Carnívora	Global	não	sim (-)	-	sim (+)	não	sim (-)	-	-	sim (-)	-	-
Cardillo <i>et al.</i> 2008	Mamíferos geral	Global	não	sim (-)	-	não	sim (+)	sim (-)	-	-	sim (-)	-	-
Chisholm & Taylor 2007	Mamíferos geral	Austrália	CRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Collen <i>et al.</i> 2006	Mamíferos geral	Ásia Central	não	sim (-)	-	não	-	não	não	sim (+)	-	-	-
Davidson <i>et al.</i> 2009	Mamíferos geral	Austrália	sim (+)	-	-	não	não	sim (-)	não	-	sim (-)	-	-
Fisher <i>et al.</i> 2003	Marsupialia	Austrália	não	não	não	-	-	sim (-)	especialização (+)	-	-	-	-
Forero-Medina <i>et al.</i> 2009	Carnívora	Brasil	sim (+)	sim (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continuação da Tabela 2
Continuation of Table 2

	Taxon	Região	Tamanho	Fecundidade	Dieta	N. Trófico	Área de Vida	Dist. Geográfica	Habitat	Dispersão	Densidade populacional	Uso de tocas/Latência	Morfologia das asas
Fritz <i>et al.</i> 2009	Mamíferos geral e para cada ordem	Global e Eco-regiões	sim (+)	sim (-)	-	-	-	sim (-)	-	-	sim (-)	-	-
Isaac & Cowlishaw 2004	Primates	Global	sim (+)	não	frugívoria (+)	-	não	-	não	-	não	-	-
Johnson <i>et al.</i> 2002	Marsupialia	Austrália	sim (+)	-	-	-	-	-	fechados (-)	-	-	-	-
Johnson 2002	Mamíferos geral	Global	sim (+)	sim (-)	-	não	-	-	fechados (-)	-	-	-	-
Jones <i>et al.</i> 2003	Chiroptera	Global	-	sim (-)	-	-	-	sim (-)	-	-	-	-	largura (+)
Johnson & Isaac 2009	Marsupialia	Austrália	CRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kamilar & Paculli 2008	Primates (Colubinae)	África e sul da Ásia	sim (+)	-	% de folhas maduras (-)	-	não	-	especialização (+)	-	-	-	-
Liow <i>et al.</i> 2009	Mamíferos geral	Global	sim (+)	-	-	sim (+)	-	sim (-)	-	-	-	sim (-)	-
MacKenzie <i>et al.</i> 2007	Mamíferos geral	Austrália	sim (+)	-	-	-	-	sim (-)	-	-	-	sim (-)	-
Monte-Luna & Ljunck-Belda 2003	Mamíferos geral	Global	sim (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morrow & Fricke 2004	Mamíferos geral	Global	não	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continuação da Tabela 2
Continuation of Table 2

	Táxon	Região	Tamanho	Fecundidade	Dieta	N. Trófico	Área de Vida	Dist. Geográfica	Habitat	Dispersão	Densidade populacional	Uso de tocas/Latência	Morfologia das asas
Pedersen <i>et al.</i> 2007	Mamíferos geral	Global	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Purvis <i>et al.</i> 2000a	Primates e Carnívora	Global	sim (+)	sim (-)	-	sim (+)	não	sim (-)	-	-	sim (-)	-	-
Safi & Kerth 2004	Chiroptera	Europa e América do Norte	-	-	não	-	-	-	-	-	-	-	largura (+)
Smith & Quin 1996	Rodentia (Colinurini)	Austrália	sim (+)	sim (-)	Granivoria (+)	-	-	-	aridez (-)	-	-	não	-
Vinogradov 2004	Mamíferos geral	Global	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DISCUSSÃO

A mais abrangente avaliação global do risco de extinção das espécies, a lista vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature), atualmente inclui 12% das espécies de aves, 21% de mamíferos e 30% de anfíbios como ameaçados de extinção (IUCN 2008). Entender os processos ecológicos que causam o declínio em algumas espécies, enquanto outras se encontram relativamente a salvo, podem ajudar a prever futuros declínios e concentrar esforços na conservação de espécies que precisam mais urgentemente (Pimm *et al.* 1988, Cardillo *et al.* 2004).

Tamanho de corpo, fecundidade e tamanho de distribuição geográfica foram as variáveis que apresentaram relação com o risco de extinção um maior número de vezes, mas também foram as variáveis analisadas por um maior número de artigos o que possivelmente influenciou tal resultado. Apesar disso, em no mínimo 65% das vezes estas variáveis foram significativamente importantes para o grau de ameaça de mamíferos, o que demonstra sua grande importância. No entanto, outras questões como especialização de habitat e dieta também mostram ser características importantes no risco de extinção e merecem maior atenção.

Não há muitos estudos direcionados para regiões específicas do globo, sendo que a única região mais bem estudada foi a Austrália, e os resultados de seus trabalhos já estão ajudando a entender mais sobre como suas espécies são ameaçadas. É comum em todos os estudos australianos que espécies com menor tamanho de corpo possuam menor risco. Além disso, as regiões áridas parecem concentrar um maior número de espécies vulneráveis devido a sua baixa produtividade (Smith & Quin 1996, McKenzie *et al.* 2007). A sobreposição com competidores e predadores introduzidos também é um importante fator para o risco de extinção dos mamíferos australianos (Smith & Quin 1996, Fisher *et al.* 2003). Fritz *et al.* (2009) dividiram o globo em eco-regiões e fizeram análises diferentes para cada uma delas. Na análise global, as espécies mais ameaçadas possuíam pequena distribuição geográfica, baixa densidade populacional, baixa fecundidade e tamanho grande. Mas quando as análises foram feitas separadamente para cada eco-região os padrões foram diferentes, o

que mostra que para entender o risco de extinção das espécies é necessário utilizarmos escalas menores. O tamanho de corpo foi importante somente nas regiões tropicais, principalmente por que países que começaram sua revolução industrial há mais tempo (região temperada) já perderam grande parte de seus grandes mamíferos ou estes estão muito ameaçados e hoje em dia este processo parece estar se repetindo nas regiões tropicais. Densidade populacional mostrou ter importância no risco de extinção somente em regiões onde os impactos humanos são altos, indicando que fatores antropogênicos afetam principalmente espécies raras.

As análises separadas para cada táxon também nos mostraram padrões diferentes para o risco de extinção dos diferentes grupos. Enquanto para carnívoros a fecundidade é um fator muito importante para seu grau de ameaça, o mesmo não podemos dizer para os primatas e morcegos. Neste último grupo a morfologia de suas asas parece ser uma característica importante para o seu grau de vulnerabilidade.

Para entendermos melhor como cada uma destas características está relacionada ao risco de extinção, vamos revisar como estas relações são discutidas ao longo da literatura.

TAMANHO DE CORPO

Nos últimos 50.000 anos, aproximadamente 70% dos grandes mamíferos da América do Norte, América do Sul e Austrália se extinguíram, provavelmente devido à exploração humana (Purvis *et al.* 2000b). Isaac & Cowlshaw (2004) encontraram que quando as espécies estão sujeitas à caça, tamanho de corpo mostrou ser a característica mais importante para a extinção das espécies. Este resultado corrobora as teorias já existentes de que espécies com maior tamanho corporal estariam mais ameaçadas por este tipo de fator.

Vários estudos têm mostrado também que um maior tamanho de corpo está relacionado a outras características, como baixa fecundidade, menor densidade populacional, áreas de vida maiores, requerimentos energéticos altos (Cardillo & Bromham 2001, Johnson 2002, Cardillo 2003, Isaac & Cowlshaw 2004, Kalimar & Paciulli 2008). Estes resultados indicam que é mais complicado interpretar esta característica do que pode parecer inicialmente.

O quanto da correlação do tamanho de corpo com estas variáveis pode influenciar a sua relação com o risco de extinção? Uma espécie de tamanho grande apresentaria maior risco principalmente pelo seu tamanho ou por que espécies maiores possuem baixa fecundidade? Ou por que mantém populações em baixas densidades? São sobre estas perguntas que precisamos refletir quando interpretamos este tipo de característica.

Outra teoria interessante sobre o tamanho do corpo é a do “Critical Weight Range” (CWR). Esta hipótese foi proposta por Burbidge & McKenzie (1989) em um estudo com vertebrados australianos e diz que o porte médio (35-5500g) é que predispõe as espécies à extinção. A explicação é que um tamanho intermediário seria uma combinação de requerimento metabólico alto e mobilidade baixa, o que levaria estas espécies a estarem mais vulneráveis (Burbidge & McKenzie 1989), e que predadores introduzidos teriam preferência por espécies deste porte (Smith & Quin 1996). Esta hipótese foi testada e refutada por um trabalho posterior, que já considerava estruturação filogenética em suas análises (Cardillo & Bromham 2001), não encontrando qualquer evidência para a hipótese do CWR e demonstrando que o CWR é um artefato da distribuição dos tamanhos corporais dos mamíferos australianos e só concorda com o fato de espécies menores serem mais prováveis de persistir.

FECUNDIDADE

Nos trabalhos aqui revisados a fecundidade foi medida de seis maneiras diferentes e, apesar de todas elas poderem ser utilizadas para medir a fecundidade, a que fornece uma melhor qualidade de informação é o número de descendentes por ano, porque com ela conseguimos uma taxa de fecundidade das espécies. Como esta taxa não é conhecida para um grande número de espécies outras características tornam-se necessárias para medir a fecundidade de cada espécie. Porém existe uma limitação está na disponibilidade de dados para este tipo de análise.

Uma baixa fecundidade está relacionada com o nível de ameaça, pois se uma espécie sofre uma grande diminuição no tamanho de sua população, ela teria mais dificuldade para recuperar o tamanho original (devido à fecundidade baixa) e, assim, estaria mais vulnerável a qualquer distúrbio (Pimm *et al.*

1988). Esta hipótese foi testada por um trabalho com populações de cinco espécies de morcegos em Porto Rico (Jones *et al.* 2001) e concluiu-se que espécies maiores (usam esta característica para inferir baixa fecundidade) conseguiram uma recuperação da abundância menos eficiente que as espécies menores depois que a ilha foi devastada por um furacão. Apesar de ser um resultado interessante, os dados de abundância das espécies somente foram coletados até o período de 10 meses após furacão, o que é um tempo muito curto para observar a recuperação do tamanho populacional das espécies.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA/DENSIDADE POPULACIONAL

Pequenas áreas de distribuição não permitem grandes densidades populacionais, o que pode agir reduzindo a probabilidade de persistência de populações por estocasticidade demográfica, catástrofes locais e endocruzamento, limitando seu potencial de sobrevivência em uma crise de extinção (Purvis *et al.* 2000a). Além disso, também pode indicar especificidade de habitat, que afeta a habilidade das espécies de resistirem à modificação de seu habitat (Purvis *et al.* 2000a). Como a maioria dos estudos utiliza as classificações da IUCN, e esta usa o tamanho de distribuição geográfica como um fator importante para o nível de ameaça, os resultados para tamanho de distribuição seriam óbvios. Muitos estudos contornam este problema utilizando somente as espécies que são classificadas como ameaçadas de acordo com o critério de diminuição da densidade populacional União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN (critério A). Na maioria deles, o tamanho de distribuição continua sendo uma variável importante (Collen *et al.* 2006, Cardillo *et al.* 2008, Fritz *et al.* 2009).

ESPECIALIZAÇÃO (HABITAT, DIETA, NÍVEL TRÓFICO)

A especialização tem sido relacionada ao risco de extinção através de uma lógica razoável. Quando um ambiente muda, espécies mais tolerantes tem maior probabilidade de sobreviver do que aquelas com requerimentos muito específicos. A maior dificuldade está nas características que devem ser utilizadas para

inferir especialização (dieta, preferência de habitat, nível trófico). Uma espécie pode ter requerimentos de dieta específicos, mas pode ser generalista quanto ao habitat (Purvis *et al.* 2000b).

Espécies especialistas em sua dieta deveriam ser mais vulneráveis que as generalistas pela possibilidade de perda da presa, ou pela destruição do habitat de sua presa (Boyles & Storn 2007). Boyles & Storn (2007) concluíram que morcegos vespertilionídeos que apresentavam maior grau de especialização em sua dieta possuem um maior grau de ameaça. Para primatas, a frugivoría mostrou ser uma característica que predispõe ao risco já que seu recurso está distribuído em manchas e por isso mais afetado pela perda de habitat (Kamilar & Paciulli, 2008).

Espécies que estão em maiores níveis tróficos também estariam mais ameaçadas, pois elas estariam sujeitas a qualquer perturbação que ocorresse em qualquer nível abaixo na cadeia (Purvis 2000a).

MORFOLOGIA DAS ASAS

A variação na morfologia das asas tem sido relacionada ao tipo de habitat, especializações ecológicas e de forrageamento, assim como características de dispersão e comportamentais (Jones *et al.* 2003). Jones *et al.* (2003) e Safi & Kerth (2004) perceberam que morcegos com asas pequenas, largas e arredondadas estavam em maior risco de extinção. Este tipo de asa confere baixa eficiência no vôo, além de estar relacionado a espécies com menores áreas de forrageamento e de dispersão ruim (Norberg & Rayner 1987). Além disso, esta morfologia de asas é característica de espécies que forrageam dentro ou perto de habitats florestais, e por isso estas espécies seriam mais afetadas pela fragmentação (Jones *et al.* 2003).

ÁREA DE VIDA, DISPERSÃO E USO DE TOCAS/LATÊNCIA

Área de vida grande reflete em uma alta demanda por recurso e vulnerabilidade ao efeito de borda (Woodroffe & Ginsberg 1998), por isso espécies com esta característica estarão mais ameaçadas pela fragmentação do habitat.

Maiores distâncias de dispersão poderiam resultar em uma maior incidência de interações negativas

com humanos, conseqüentemente aumentando o seu grau de ameaça. Maiores dispersores também estão mais suscetíveis a encontrar áreas com degradação de habitat e ficarem desprotegidos em pequenas reservas (Collen *et al.* 2006, Forero-Medina *et al.* 2009). Porém temos que lembrar também que a dispersão promove maior fluxo gênico e ocupação de novas manchas de habitat, que são fatores muito importantes para a conservação de uma espécie.

Espécies com a habilidade de hibernar ou entrar em outro modo de baixo metabolismo ou utilizar abrigos para se proteger podem aumentar a sobrevivência populacional e da espécie (Johnson 2002, Liow *et al.* 2009). Entrar em estágios de latência promove um refúgio temporário para períodos de baixa disponibilidade de recursos ou de condições ambientais não favoráveis. Outra característica que disponibiliza refúgios para as espécies é o uso de tocas, pois promove a proteção contra predadores.

FATORES ANTROPOGÊNICOS

Smith & Quin (1996) mostraram que a sobreposição da distribuição de roedores australianos com a distribuição de coelhos e raposas foram as características mais importantes para o risco de extinção destas espécies. Os coelhos seriam importantes competidores para os herbívoros destes grupos e as raposas seriam as principais predadoras. Fisher *et al.* (2003) também encontrou que a criação de ovelhas é um importante fator para o risco de extinção dos marsupiais australianos, já que esta prática está altamente associada com a degradação do habitat.

Uma medida indireta de distúrbios antropogênicos, a exemplo da perda de habitat, é a medida de densidade populacional humana (Cardillo *et al.* 2004, Cardillo *et al.* 2008 e Kamilar & Paciulli 2008). Cardillo *et al.* (2004), no entanto, encontrou que somente 5% da variação do risco de extinção de carnívoros está associado à densidade populacional humana, e que fatores biológicos explicaram 44% desta variação.

Dependendo do tipo de distúrbio, uma característica diferente pode levar as espécies a serem mais vulneráveis ou não. Em um estudo com primatas, Isaac & Cowlshaw (2004) avaliaram quais características biológicas das espécies estariam relacionadas à sua vulnerabilidade para três tipos

de ameaça: silvicultura (corte seletivo), agricultura e caça. Eles encontraram que para cada tipo de distúrbio as características das espécies relacionadas eram diferentes. Para a silvicultura, as variáveis relacionadas eram menor flexibilidade ecológica (medida pela amplitude térmica da área) na agricultura quanto menor a terrestrialidade dos primatas maior era a sua vulnerabilidade e para a caça quanto maior o tamanho corporal maior o risco. A ausência de relação da taxa reprodutiva com a caça mostrou que, em primatas, a vulnerabilidade a este tipo de ameaça é devida, principalmente, à preferência dos caçadores por alvos maiores e não tanto as taxas de recuperação populacional.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que os fatores intrínsecos das espécies são muito importantes para nos ajudar a entender como o risco de extinção está distribuído entre os diferentes grupos, sendo que estas características podem diferir de acordo com o táxon, ameaça e a região de interesse. Tamanho de corpo, fecundidade e tamanho da área de distribuição se afirmam como as principais características responsáveis pelo risco de extinção em mamíferos. Apesar disso, o risco de extinção é determinado também pela interação destas características biológicas, fatores ecológicos e distúrbios antrópicos.

AGRADECIMENTOS: Helena G. Bergallo e Fernando A. S. Fernandez por comentários e críticas em versões anteriores. CNPq, FAPERJ e CAPES por bolsas de pesquisa, bolsas de estudo e auxílios financeiros. Carlos E.V. Grelle agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade e à FAPERJ pelo auxílio Jovem Cientista do Estado.

REFERÊNCIAS

- BENNET, P.M. & OWENS, I.P.F. 1997. Variation in extinction risk among birds: chance or evolutionary predisposition? *Proceedings of the Royal Society of London*, 264: 401-408, doi: 10.1098/rspb.1997.0057
- BOYLES, J.G. & STORN, J.J. 2007. The perils of picky eating: dietary breadth is related to extinction risk in insectivorous bats. *PLoS ONE*, 2: e672, doi: 10.1371/journal.pone.0000672
- BURBIDGE, A.A. & MCKENZIE, N.L. 1989. Patterns in the modern decline of Western Australia's vertebrate fauna: causes and conservation implications. *Biological Conservation*, 50: 143-198, doi: 10.1016/0006-3207(89)90009-8
- CARDILLO, M. & BROMHAM, L. 2001. Body size and risk of extinction in Australian mammals. *Conservation Biology*, 15: 1435-1440, doi: 10.1111/j.1523-1739.2001.00286.x
- CARDILLO, M. 2003. Biological determinants of extinction risk: why are smaller species less vulnerable? *Animal Conservation*, 6: 63-69, doi: 10.1017/S1367943003093
- CARDILLO, M.; PURVIS, A.; SECHREST, W.; GITTLEMAN, J.L.; BIELBY, J. & MACE, G.M. 2004. Human population density and extinction risk in the world's carnivores. *PLoS Biology*, 2: 909-914, doi: 10.1371/journal.pbio.0020197
- CARDILLO, M.; MACE, G.M.; GITTLEMAN, J.L.; JONES, K.E.; BIELBY, J. & Purvis, A. 2008. The predictability of extinction: biological and external correlates of decline in mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275: 1441-1448, doi: 10.1098/rspb.2008.0179
- CHISHOLM, R. & TAYLOR, R. 2007. Null-hypothesis significance testing and the critical weight range for Australian mammals. *Conservation Biology*, 21: 1641-1645, doi: 10.1111/j.1523-1739.2007.00815.x
- COLLEN, B.; BYKOVA, E.; STEPHEN, L.; MILNER-GULLAND, E.J. & PURVIS, A. 2006. Extinction risk: a comparative analysis of Central Asian vertebrates. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1859-1871, doi: 10.1007/s10531-005-4303-6
- DAVIDSON, A.D.; HAMILTON, M.J.; BOYER, A.G.; BROWN, J.H. & CEBALLOS, G. 2009. Multiple ecological pathways to extinction. *PNAS*, 106: 10702-10705, doi: 10.1073/pnas.0901956106.
- DIAMOND, J.M. 1989. The present, past and future of human-caused extinctions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 325: 469-477, doi: 10.1098/rstb.1989.0100
- FELSESTEIN, J. 1985. Phylogenies and the comparative method. *The American Naturalists*, 125: 1-15, doi: 10.1086/284325
- FISHER, D.O.; BLOMBERG, S.P. & OWENS, P.F.I. 2003. Extrinsic versus intrinsic factors in the decline and extinction of Australian marsupials. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270: 1801-1808, doi: 10.1098/rspb.2003.2447
- FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M.V.; GRELLE, C.E.V. & ALMEIDA, P.J. 2009. Body size and extinction risk in Brazilian

- carnívoros. *Biota Neotropica*, 9: 45-50, doi: 10.1590/S1676-06032009000200004
- FRITZ, S.A.; BININDA-EMONDS, O.R.P. & PURVIS, A. 2009. Geographical variation in predictors of mammalian extinction risk: big is bad, but only in the tropics. *Ecology Letters*, 12: 538-549, doi: 10.1111/j. 1461-0248.2009.01307.x
- GASTON, K.J. & BLACKBURN, T.M. 1996. Conservation implications of geographic range size-body size relationships. *Conservation Biology*, 10:638-646, doi: 10.1046/j. 1523-1739.1996.10020638.x
- HILTON-TAYLOR, C. 2000. *IUCN red list of threatened species*. IUCN, Gland, Switzerland.
- ISAAC, N.J.B. & COWLISHAW, G. 2004. How species respond to multiple extinction threats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271: 1135-1141, doi: 10.1098/rspb.2004.2724
- IUCN Red List, 2008 - <http://www.iucnredlist.org/>
- JOHNSON, C.N. 2002. Determinants of loss of mammal species during the Late Quaternary 'megafauna' extinctions: life history and ecology, but not body size. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269: 2221-2227, doi: 10.1098/rspb.2002.2130
- JOHNSON, C.N. & ISAAC, J.L. 2009. Body mass and extinction risk in Australian marsupials : the 'Critical Weight Range' revisited. *Austral Ecology*, 34 : 35-40.
- JOHNSON, C.N.; DELEAN, S. & BALMFORD, A. 2002. Phylogeny and the selectivity of extinction in Australian marsupials. *Animal Conservation*, 5: 135-142, doi: 10.1017/S13679430020022196
- JONES, K.E.; BARLOW, K.E.; VAUGHAN, N.; ROGRÍGUEZ-DURÁN, A. & GANNON, M.R. 2001. Short-term impacts of extreme environmental disturbance on the bats of Puerto Rico. *Animal Conservation*, 4: 59-66, doi: 10.1017/S1367943001001068
- JONES, K.E.; PURVIS, A. & GITTLEMAN, J.L. 2003. Biological correlates of extinction risk in bats. *The American Naturalist*, 161: 601-614, doi: 10.1086/368289
- KAMILAR, J.M. & PACIULLI, L.M. 2008. Examining the extinction risk of specialized folivores: a comparative study of colobine monkeys. *American Journal of Primatology*, 70: 816-827, doi: 10.1002/ajp.20553
- LAURENCE, W.F. 1991. Correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. *Conservation Biology*, 5(1): 79-89, doi: 10.1086/595756
- LIOW, L.H.; FORTELIUS, M.; LINTULAASKO, K.; MANNILA, H. & STENSETH, N. C. 2009. Lower extinction risk in sleep-or-hide mammals. *The American Naturalist*, 173(2): 264-272, doi: 1086/595756
- MAY, R. M. 2010. Ecological science and tomorrow's world. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365: 41-47, doi: 10.1098/rstb.2009.0164
- MACKENZIE, N.L.; BURBIDGE, A.A.; BAYNES, A.; BRERETON, R.N.; DICKMAN, C.R.; GORDON, G.; GIBSON, L.A.; MENKHORST, P.W.; ROBINSON, A.C.; WILLIAMS, M.R. & WOINARSKI, J.C.Z. 2007. Analysis of factors implicated in the recent decline of Australia's mammal fauna. *Journal of Biogeography*, 34: 597-611, doi: 10.1111/j. 1365-2699.2006.01639.x
- MONTE-LUNA, P. & LLUNCH-BELDA, D. 2003. Vulnerability and body size: tetrapods versus fish. *Population Ecology*, 45: 257-262, doi: 10.1007/s10144-003-0160-x
- MORROW, E.H. & FRICKE, C. 2004. Sexual selection and the risk of extinction in mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271: 2395-2401, doi: 10.1098/rspb.2004.2888
- NORBERG, U.M. & RAYNER, J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 316: 337-419, doi: 10.1098/rstb.1987.0030
- PEDERSEN, A.B.; JONES, K.E.; NUNN, C.L. & ALTIZIER, S. 2007. Infectious diseases and extinction risk in wild mammals. *Conservation Biology*, 21: 1269-1279, doi: 10.1111/j. 1523-1739.2007.00776.x
- PIMM, S.L.; JONES, H.L. & DIMOND, J. 1988. On the risk of extinction. *The American Naturalists*, 132: 757-785, On the risk of extinction.i: 10.1086/284889
- PURVIS, A.; GITTLEMAN, J.L.; COWLISHAW, G. & MACE, G. 2000a. Predicting extinction risk in declining species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267: 1947-1952, doi: 10.1098/rspb.2000.1234
- PURVIS, A.; JONES, K.E. & MACE, G.M. 2000b. Extinction. *BioEssays*, 22: 1123-1133, doi: 10.1002/1521-1878(200012)

SAFI, K. & KERTH, G. 2004. A comparative analysis of specialization and extinction risk in Temperate-zone bats. *Conservation Biology*, 18: 1293-1303, doi: 10.1111/j.1523-1739.2004.00155.x

SMITH, A.P. & QUIN, D.G. 1996. Patterns and causes of extinction and decline in Australian conilurine rodents. *Biological Conservation*, 77: 243-267, doi: 10.1016/0006-3207(96)00002-X

VINOGRADOV, A.E. 2004. Genome size and extinction risk in vertebrates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271: 1701-1705, doi: 10.1098/rspb.2004.2776

WILSON, D.E. & REEDER, D.M. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Third Edition. John Hopkins University Press, Baltimore, MD, 2.142 p.

WOODROFFE, R. & GINSBERG, J.R. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science*, 280: 2126-2128, doi: 10.1126/science.280.5372.2126

Submetido em 21/09/2010

Aceito em 13/03/2011