

I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e
Conservação nos Trópicos

JANISSON WILLAMES DOS SANTOS

**VISIBILIDADE CIENTÍFICA E PÚBLICA DE MAMÍFEROS: uma
abordagem usando “Culturomics”**

MACEIÓ - ALAGOAS
Fevereiro/2018

JANISSON WILLAMES DOS SANTOS

**VISIBILIDADE CIENTÍFICA E PÚBLICA DE MAMÍFEROS: uma
abordagem usando “Culturomics”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientadores: Prof. Dr. Richard James Ladle
Dr. Ricardo Aleixo Correia

MACEIÓ - ALAGOAS
Fevereiro/2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário Responsável: Janis Christine Angelina Cavalcante

- S237v Santos, Janisson Willames dos.
Visibilidade científica e cultural de mamíferos: uma análise usando
“culturomics”. / Janisson Willames dos Santos. – 2018.
50 f. : il., grafs., tabs.
- Orientador: Richard James Ladle.
Coorientador: Ricardo Aleixo Correia.
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências
Biológicas e da Saúde. Maceió, 2018.
- Bibliografia: f. 22-26.
1. Biodiversidade- Proteção. 2. Mamíferos – Conservação de espécie.
3. Relação homem/natureza. 4. Culturomics. 5. Esforço de pesquisa.
I. Título.

CDU: 57.03

Folha de aprovação

Janisson Willames dos Santos

VISIBILIDADE CIENTÍFICA E CULTURAL DE MAMÍFEROS: uma abordagem usando “Culturomics”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação e manejo em ecossistemas tropicais.

Dissertação aprovada em 27 de fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Richard James Ladle/UFAL
Orientador

Profa. Dra. Tamí Mott/UFAL
(membro titular)

Profa. Dra. Maíra Benchimol de Souza/UESC
(membro titular)

Prof. Dr. Vandick da Silva Batista/UFAL
(membro titular)

DEDICATÓRIA

Em meio a tantos acontecimentos desastrosos que permanecem acontecendo àqueles que se empenham na árdua missão de conservar o meio ambiente e a todos que arriscaram ou perderam suas vidas pelo mesmo, eu dedico este trabalho a vocês.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais, que me deram todo apoio, condições e conforto para que eu pudesse alcançar meus objetivos e me dedicar na pesquisa sem muitas preocupações. Sem eles não haveria nada disso.

Em segundo, agradeço aos meus orientadores (Richard J. Ladle, Ricardo A. Correia e Ana C. M. Malhado) por toda confiança, horas de dedicação, conselhos e por serem tão amigos e compreensíveis durante parte da minha graduação e todo o mestrado. Eles me inspiraram e ainda continuam a me inspirar a ser um biólogo e cientista melhor.

Agradeço também a todas as pessoas que passaram por minha vida e de certa forma contribuíram para isso, como: meus ex-colegas de turmas e professores de graduação e mestrado, aos amigos do MHN de Alagoas, em especial a Ludmilla Nascimento (minha primeira orientadora, a que mais sofreu!) e a todos do LACOS21. De novo em especial, agradeço a Thainá Lessa, Bruno Umbelino, Jonathan Guedes, Felipe Alexandre, João Campos (meu Coach), Davi Teles (sempre prestativo em ajudar) e a Bárbara Pinheiro (que chegou ajudando a tudo e a todos).

Essa vitória não é só minha, é de todos vocês também!

RESUMO

O exponencial crescimento tecnológico vem transformando a amplitude, forma de acesso e difusão da informação, gerando uma revolução na disponibilidade e qualidade dos dados gerados pela sociedade e oferecendo uma forma singular de entender a visibilidade e o interesse público sobre a biodiversidade e seus ambientes naturais. Nesse cenário, “Culturomics” emergiu como o estudo da cultura humana através da análise de grandes volumes de dados, usando técnicas digitais. Recentemente sua aplicação extrapolou seu uso nas ciências sociais, trazendo novos “insights” da complexa interação entre o homem e a natureza. Utilizando esta abordagem, quantificamos e analisamos o efeito do esforço de pesquisa em conservação e o *status* de ameaça, sobre a visibilidade pública das espécies de mamíferos terrestres a nível global. Nossos resultados indicam que o esforço de pesquisa em conservação impulsiona a visibilidade pública das espécies não ameaçadas e, sobretudo, das espécies deficitárias em dados. Dessa forma, o uso dessa nova abordagem se mostrou útil na avaliação da visibilidade pública de mamíferos, bem como o esforço de pesquisa sobre as espécies. Entretanto, mais estudos precisam ser realizados a fim de entender a amplitude do interesse público sobre as espécies de mamíferos e seu envolvimento na sua conservação. Resultados dessa natureza podem auxiliar os tomadores de decisões na criação de políticas públicas que favoreçam a proteção da biodiversidade ameaçada e com pouco apoio social, além de seus ambientes naturais.

Palavras-chave: Esforço de Pesquisa. Compreensão Pública. Saliência Digital.

ABSTRACT

The exponential technological growth and the increasing access to the Internet have transformed the amplitude, accessibility and diffusion of the information, generating a huge revolution in the availability and quality of data created by human culture and provided a unique way of understanding the impact of constant popular positions on natural environments. In this context, Culturomics emerged as the study of human culture by analyzing large amount of data and using digital techniques. Recently, its application has extrapolated its use in the social sciences, bringing new insights into the complex interaction between human and nature. Using their recent approach, we quantify the conservation research effort, the public visibility, and the threat *status* of global terrestrial mammal species, to understand the drivers of scientific knowledge on mammals. Our results indicate that conservation research efforts appear to have a stronger influence on the public visibility of non-threatened species. However, this same factor seems to act to promote the public visibility of data deficient species. The use of this new approach has proved useful in assessing public visibility as well as research effort on species. Nonetheless, more research needs to be done to understand the extent of public interest in mammal species and their involvement in conservation. It can help decision-makers in creating environmental policies that favor the protection of biodiversity threatened and with low social support, in addition their natural environments.

Key-words: Research Effort. Public Awareness. Digital Salience.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 - Distribuição da visibilidade científica (A) e pública (B) entre as espécies de mamíferos terrestres nos diferentes níveis de ameaça e deficiência em dados. "THR" representa o grupo das espécies ameaçadas; "NO_THR" das não ameaçadas e "DD" das deficientes em dados 25

Figura 2 - Relação entre as métricas de visibilidade científica e pública 26

Figura 3 – (A) Relação entre as três variáveis quando o esforço de pesquisa for 0. Basicamente, a figura mostra os níveis de visibilidade pública entre os diferentes estados de ameaça das espécies, não havendo influência do esforço de pesquisa; (B) tamanho do efeito do esforço de pesquisa entre os diferentes níveis de ameaça sobre a visibilidade pública das espécies. Os valores dos coeficientes foram obtidos através dos valores de angulação da reta, na análise do Modelo Linear Generalizado 27

Capítulo 2

Figure 1. Relative value of conservation papers for the 10 most widely searched terrestrial species of mammals.....52

Figure 2. Coefficient estimates (\pm 95% confidence intervals) showing the magnitude and direction of effects of different variables on conservation papers for count and zero models. Blue and red symbols represent positive and negative effects. Grey symbols represent no effect. For full description of predictors entered these models, see text and SI.....52

Figure S1. Relative value of conservation papers for the 26 orders of terrestrial mammals. The colour standards per bar represent the relative values of papers for the distinct levels of threat. In the legend, the tag "NO_THR" represents the non-threatened species, while the "THR" represents the threatened species.....55

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Avaliação dos mamíferos da IUCN Red List por ordem taxonômica (<i>sensu</i> IUCN, 2008).....	12
---	----

Capítulo 2

Table 1. Data and predictor variables used in the model, with a brief description, the original source and the rationale for inclusion in this study are provided.....	53
--	----

Table 2. Table of result of the zero-inflated count model relating terrestrial mammals search volume in conservation and the explanatory variables.....	54
---	----

Table S1. Set of Best Models used in Hurdle Zero Model.....	56
---	----

SUMÁRIO

1. Apresentação	1
Capítulo 1: Culturomics: conceitos e aplicações na conservação de vertebrados	2
2. Introdução	2
3. Revisão da Literatura	5
3.1. Novas tecnologias para conservação e Big Data	5
3.2. “Culturomics” e seu potencial	7
3.3. Vieses no Esforço de Pesquisa para Vertebrados	10
3.4. Conservação dos Mamíferos	11
4. Material e Métodos	13
4.1. Mineração dos dados	13
4.2. Análise dos dados	14
5. Resultados	15
6. Discussão	18
7. Conclusão e Considerações finais	20
8. Referência	22
Capítulo 2: What drives conservation science knowledge of mammal species?	27
9. Conclusão e Considerações gerais	49

1. APRESENTAÇÃO

Avanços tecnológicos recentes vêm ampliando o volume de dados gerados pelo homem, de forma a estimular o desenvolvimento de novos métodos quantitativos e qualitativos capazes de trazer progressos na epistemologia e auxiliar no entendimento da complexa interação entre o homem e a natureza. Utilizando o inovador método de “Culturomics” (sensu CORREIA et al., 2016), este estudo almejou investigar: (i) a relação entre o esforço de pesquisa em conservação, a visibilidade pública e o *status* de ameaça das espécies de mamíferos terrestres a nível global; e (ii) as variáveis que impulsionam as pesquisas em conservação.

A presente dissertação foi organizada em dois capítulos. O primeiro refere-se às relações gerais entre a produção científica e o interesse público sobre os mamíferos terrestres a nível global. No segundo capítulo, o qual está em formato de artigo científico segundo o periódico “Plos One”, nós discutimos os principais preditores que impulsionam o esforço de pesquisa em conservação de mamíferos.

2. INTRODUÇÃO

Talvez seja a cultura, junto de sua complexidade, um dos principais motivos para supor que a nossa espécie é diferentemente única (DAWKINS, 1976). A complexa dinâmica de ações humanas, influencia, em grande parte, nos processos dos ambientes naturais. Dessa forma, uma maior compreensão das dimensões humanas na conservação e gestão de recursos naturais emerge como uma necessidade global (BENNETT et al., 2017; LADLE et al., 2016).

Em meio aos avanços tecnológicos e o volume de dados gerados a respeito dos interesses humanos, progressos na epistemologia (ramo da filosofia que estuda a origem, estrutura, métodos e a validade do conhecimento humano), novas disciplinas, softwares de análises e avanços na mineração de dados (processos de exploração de grandes quantidades de dados) também têm alcançado posições de destaque (DRIJFHOUT et al., 2016; MICHEL, 2011). Tais abordagens vem fazendo com que pesquisadores possam interpretar novas evidências na cultura humana antes quase impossíveis de se fazer (MICHEL, 2011).

Frente a isso, “Culturomics” surgiu como o estudo da cultura humana através da análise de grandes volumes de dados, usando técnicas digitais. Sua ideia principal é que as mudanças na sociedade influenciam a frequência com que as palavras associadas ao interesse público, temas e valores aparecem nos textos, páginas na “web”, pesquisas na internet e até mesmo fotos (CORREIA et al., 2016; LADLE et al., 2016, 2017; MICHEL, 2011; SHERREN et al., 2017). Mais recentemente, sua aplicação emergiu na ciência da conservação, atuando como ferramenta capaz de afetar o sucesso das estratégias que dependem do apoio público (LADLE et al., 2016; SUTHERLAND et al., 2017).

No entanto, o conhecimento e o esforço científico, também são essenciais nos processos de tomada de decisões e definições de medidas adequadas para a conservação (ADAMS & SANDBROOK, 2013; MURRAY et al., 2015). Em conjunto com medidas que procuram aumentar a consciência ambiental, os esforços dos pesquisadores na produção e divulgação de

conhecimento científico podem causar impactos culturais mensuráveis, com repercussões significativas para conservação. O caso da criação da Área de Proteção Ambiental Tatu-Bola em Pernambuco, fruto de um grande esforço por parte de pesquisadores, conservacionistas e da alta visibilidade pública sobre o tatu bola, devido ao seu anúncio como mascote da copa do mundo de 2014, é um exemplo de sucesso no Brasil (MELO et al., 2014; LADLE et al., 2016).

Entender a dinâmica entre o interesse científico e público sobre a biodiversidade e identificar as espécies que precisam de maior suporte público, podem ajudar os pesquisadores a aumentar o sucesso de projetos e impulsionar os esforços de conservação para aquelas mais necessitadas. Que seriam, em grande parte, as ameaçadas de extinção, menos carismáticas e com baixo interesse público. Diante dessa necessidade, o aparecimento de novas ferramentas digitais para o estudo da visibilidade e percepções do público em relação à natureza e conservação permite aprofundar essas questões em escalas mais amplas (LADLE et al., 2016).

A importância do conhecimento biológico contrasta com a falta de informação em relação aos fatores culturais que podem influenciar um pesquisador a decidir trabalhar (ou não) com uma determinada espécie ou habitat (SANDBROOK et al., 2010). As informações existentes sugerem que, principalmente para aves e mamíferos, fatores como a atratividade, familiaridade e taxonomia (BATT, 2009; LIŠKOVÁ & FRYNTA, 2013; BROOKE et al., 2014; KIM et al., 2014; SCHUETZ et al., 2015; CORREIA et al., 2016) têm um papel importante nesta escolha. No entanto, a maioria desses estudos foram realizados numa escala regional e são raros os trabalhos que fazem uma avaliação do quadro global.

Os mamíferos, de maneira geral, apresentam-se como o grupo com maior ênfase em pesquisa científica, junto do grupo das aves (AMORI; GIPPOLITI, 2000; BRITO, 2008). E muito da produção do conhecimento científico a respeito da biodiversidade é incremental, fornecendo uma base sólida para escrever blogs, livros, teses e outros produtos de conhecimento, além

de estimular mais estudos. Aqui, os pressupostos centrais são que, *ceteris paribus*, (i) uma espécie bem estudada será o foco de mais artigos científicos do que uma espécie pouco pesquisada e (ii) que as espécies associadas a um número maior de artigos de pesquisa também estarão associadas a um maior número de outros produtos de conhecimento (relatórios técnicos, blogs, livros).

Neste contexto, nosso objetivo foi investigar como o esforço de pesquisa e o *status* de ameaça das espécies podem influenciar na visibilidade pública dos mamíferos (com exceção dos marinhos) a nível global, bem como suas relações. Especificamente, nós pretendemos: i) investigar o esforço de pesquisa e a visibilidade pública dos mamíferos nos diferentes graus de ameaça, segundo a IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza). Nossa hipótese é de que a visibilidade pública e o esforço de pesquisa em conservação sejam maiores para as espécies ameaçadas; ii) avaliar a relação entre o esforço de pesquisa e a visibilidade pública dos mamíferos. Baseados na hipótese de que o esforço de pesquisa impulsiona a visibilidade pública das mesmas; e iii) analisar a relação entre a visibilidade pública, visibilidade científica e o grau de ameaça dos mamíferos. Apoiados na hipótese de que o esforço de pesquisa, dependente do *status* de ameaça, influencia na visibilidade pública destas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Novas tecnologias para conservação e “Big Data”

Estima-se que em 2020 haverá entre 26 e 50 bilhões de dispositivos conectados à internet, em contraste com os 1.9 bilhões existentes no ano de 2015 (STAMFORD, 2014, 2015). Devido a esse exponencial crescimento tecnológico, a disponibilidade e qualidade dos dados gerados pela sociedade humana têm sofrido uma revolução, transformando a forma de acesso e difusão da informação (DRIJFHOUT et al., 2016; JEPSON; LADLE, 2015; GINSBERG et al., 2009; BOLLEN et al., 2011; SPARROW et al., 2011).

Através da internet, os endereços eletrônicos, motores de buscas e as redes sociais oferecem uma forma singular de entender o impacto das constantes posições e preferências populares em relação a aspectos diversos, incluindo humor e saúde (GINSBERG et al., 2009; LAZER et al., 2009; LIU, 2012). Devido a essa dinâmica, a quantidade e característica das informações geradas tomaram novas proporções e passando a ser conhecido como “Big Data” (KITCHIN, 2013, 2014).

Esse emergente termo consiste em um grande volume de dados, com alta velocidade de geração, diverso em variedade e abrangente, necessitando de demasiados esforços operacionais e analíticos para capturar populações inteiras ou sistemas. Além disso, o mesmo é fino em resolução e de natureza relacional, contendo campos comuns e capaz de unir diferentes conjuntos de dados, e flexível, podendo adicionar novos campos com facilidade e expandir em tamanho rapidamente (KITCHIN, 2013, 2014). Dessa forma, o conceito de “Big Data” não está somente atrelado ao volume de dados (KITCHIN, 2014).

Tais dados são gerados, sobretudo, por tecnologias móveis equipadas com geolocalização - como os “smartphones” e “tablets” - apossadas de aplicativos que utilizam informações públicas (BOLLEN et al., 2011; COX; MOORE; LADLE, 2016; JEPSON; LADLE, 2015); postagens em mídias sociais;

ao digitalizar objetos legíveis por máquina, como passagens de viagem ou códigos de barras (KITCHIN, 2013, 2014); censos demográficos e outros.

De fato, analisar esse grande volume de dados produz um conhecimento altamente significativo sobre fenômenos complexos. Desta forma, Anderson (2008), editor chefe do periódico científico Wired, argumenta que:

“Petabytes nos permite dizer: Correlação é suficiente. Nós podemos analisar os dados sem hipóteses sobre o que ele pode mostrar. Podemos lançar os números nos maiores clusters de computação que o mundo já viu e deixar algoritmos estatísticos encontrar padrões onde a ciência não pode (...) a correlação substitui a causalidade e a ciência pode avançar mesmo sem modelos coerentes, teorias unificadas, ou realmente nenhuma explicação mecanicista. Não há motivos para se apegar aos nossos antigos caminhos”.

No entanto, ainda existem vários desafios ao lidar com “Big Data”, tais como, a abundância, incerteza e alta relacionalidade (forma de organização dos dados na forma de tabelas com colunas e linhas) acerca dos dados (KITCHIN, 2014). Além disso, muitos desses dados, embora não todos, não são abertos, como dados de telefonia móvel e transacionais (LAZER et al., 2009), o que dificulta seu acesso.

Porém, devido ao surgimento de novas técnicas analíticas e sistemas experientes – como “Machine Learning” - cientistas vêm sendo capazes de minar e detectar novos padrões referentes ao interesse e sentimento público (LADLE et al., 2016; MICHEL et al., 2011; ROLL; CORREIA; BERGER-TAL, 2017; SUTHERLAND et al., 2017). Através disso, o desenvolvimento de métodos quantitativos e qualitativos para o estudo da cultura humana, como “culturomics”, vêm sendo estimulados (LIU, 2012; MICHEL et al., 2011), permitindo inferências mais precisas sobre onde e como obter apoio social (EL BIZRI et al., 2015; COX et al., 2016).

Avanços tecnológicos também vêm beneficiando muitas linhas de pesquisa, como a geografia humana, biogeografia, taxonomia, ciências da saúde e a biologia da conservação (COX; MOORE; LADLE, 2016; DRIJFHOUT et al.,

2016; GINSBERG et al., 2009; LADLE et al., 2016; SHERREN et al., 2017). Essa última, recentemente, vem utilizando ferramentas capazes de permitir a classificação e o uso de novas fontes de informação, possibilitando assim uma maior caracterização das relações de natureza humana capazes de ampliar o suporte para a conservação, como “Machine Learning” (DRIJFHOUT et al., 2016; LADLE et al., 2016; ROLL; CORREIA; BERGER-TAL, 2017; SUTHERLAND et al., 2017).

3.2. “Culturomics” e seu potencial na conservação da biodiversidade

As ciências sociais são um meio através do qual pesquisadores e profissionais podem entender a relação das dimensões humanas na conservação e gestão de recursos naturais (BENNETT et al., 2017). Inúmeras ações humanas acabam deixando pequenas “peças de um quebra-cabeça” que, quando juntas, oferecem imagens cada vez mais abrangentes, com o potencial de trazer novas compreensões acerca de indivíduos e grupos sociais (LAZER et al., 2009). No entanto, a promessa das ciências sociais para melhorar a conservação da biodiversidade permanecerá em grande parte não cumprida, sem os necessários conhecimentos da amplitude de seus campos e contribuições (BENNETT et al., 2017).

Devido a avanços tecnológicos recentes, tais peças (como a frequência ou quantidade de palavras associadas a interesses públicos) vêm sendo obtidas, sobretudo, através da mineração de dados na internet. Assim, o surgimento de uma “ciência social computacional” tem vindo à tona, embora ainda de maneira lenta, liderada por intrépidos pesquisadores em diversas áreas da ciência (GINSBERG et al., 2009; LADLE et al., 2016; LAZER et al., 2009; MICHEL et al., 2011). Dessa forma, mudando um pouco a argumentação do ecologista Aldo Leopold (1970) sobre a ciência social aplicada a conservação, “a fusão daqueles que estudam comunidades humanas, vegetais e animais, *utilizando recursos computacionais*, talvez constitua o extraordinário avanço do presente século”.

A combinação entre a Ciência Social Computacional (LAZER et al., 2009) e a Ciência Social da Conservação (BENNETT et al., 2017) tem, mais

recentemente, providenciado novas oportunidades de medir percepções públicas (DRIJFHOUT et al., 2016; FUNK; RUSOWSKY, 2014; LADLE et al., 2016; MICHEL et al., 2011), visibilidade pública (BATT, 2009; CORREIA et al., 2016; KIM et al., 2014; LIŠKOVÁ; FRYNTA, 2013; MURRAY et al., 2015; SCHUETZ et al., 2015), interesse em questões ambientais (DO et al., 2015; FICETOLA, 2013; MCCALLUM; BURY, 2013, 2014; ROLL et al., 2016) e sentimentos públicos (DRIJFHOUT et al., 2016; LIU, 2012).

Essas abordagens englobam a subdisciplina de “Culturomics”, que é o estudo da cultura humana através da análise da frequência de palavras em grandes bancos de dados textuais, utilizando técnicas digitais (MICHEL, 2011; CORREIA et al., 2016). “Culturomics” vem mostrando um enorme potencial de aplicação, extrapolando, recentemente, seu uso nas ciências sociais e sendo aplicado no entendimento da complexa interação entre o homem e a natureza (CORREIA et al., 2016; LADLE et al., 2016). Sua ideia central é que as mudanças na sociedade influenciarão a frequência com que palavras associadas a interesses públicos, formas, temas e valores aparecem dentro dos textos, páginas na “web” e até mesmo em buscas na internet (MICHEL, 2011; MCCALLUM & BURY, 2013; CORREIA et al., 2016; LADLE et al., 2016).

Dentre suas diversas aplicações, Ladle et al. (2016) citaram ao menos cinco pontos capazes de dar suporte à ações em conservação, tais como: i) Capacidade de rastreamento do interesse público em atributos naturais e questões ambientais; ii) Identificação de espécies emblemáticas; iii) Valoração e monitoramento ambiental, fornecendo aos pesquisadores as ferramentas para classificar, quantificar e mapear minuciosamente os valores culturais acerca da natureza em macro-escalas; iv) Avaliação de impactos culturais, analisando o interesse público gerados por eventos culturais ou outros; v) Enquadramento de políticas e problemas.

O primeiro ponto parece fundamental para alcançar maiores níveis de suporte público e sucesso em ações de conservação. Por exemplo, CORREIA et al (2018) ao analisarem a habilidade de persistência ou resiliência das áreas

protegidas (AP) brasileiras em face às pressões geradas pelos eventos PADDD (eventos de diminuição do tamanho, diminuição do grau de proteção e extinção da área protegida), mostrou que áreas protegidas com menores níveis de interesse público parecem ser mais propensas à promulgação desses eventos.

Além disso, ROLL et al. (2016) analisando a frequência de buscas sobre répteis no Wikipédia, mostraram que grande parte das espécies com maiores níveis de interesse são venenosas. Para os mamíferos, em particular, espécies de maior tamanho e mais atrativas parecem ser as que recebem maior visibilidade popular (BRODIE, 2009) e conseqüentemente alavancam mais financiamento em zoológicos, amparando os custos de outras espécies de menor carisma (FRYNTA et al., 2013). Dessa forma, diversos fatores intrínsecos e extrínsecos às espécies parecem influenciar os diferentes níveis de interesse público.

Analisar percepções públicas em diferentes óticas (escalas), também pode gerar diferentes compreensões socioculturais sobre a natureza (CORREIA et al., 2016; LADLE et al., 2016). Por exemplo, uma onça-pintada pode apresentar altos níveis de interesse público em diferentes escalas, porém associada a sentimentos negativos em escala local (por predação do gado alheio), enquanto que regionalmente ou globalmente, estar associada a sentimentos positivos (por ser carismática). Diferentemente, muitas espécies ameaçadas de mamíferos são relacionadas aos sentimentos negativos (ex. morcegos, roedores, primatas, gambás e grandes felinos).

Avaliações das percepções públicas a respeito da natureza e biodiversidade podem gerar evidências mais precisas sobre pontos de vista sociais e tendências entre a relação homem e meio ambiente, tanto em escalas globais, regionais ou individuais (KIM et al., 2014; SCHUETZ et al., 2015). De fato, análises utilizando grandes bancos de dados obtidos na “web” se tornaram uma opção viável para fins investigativos no campo da conservação do meio ambiente (KIM et al., 2014; LADLE et al., 2016). Diante disso, “Culturomics” vêm emergindo como ferramenta capaz de afetar o sucesso das estratégias de

conservação que dependem do apoio público, informando as necessidades para melhorar a conservação e orientar a tomada de decisões, além de demonstrar impactos sociais e culturais na conservação (SUTHERLAND et al., 2017).

De maneira geral, devido à ampla dimensão de seus métodos, “Culturomics” pode ser aplicado para entender a relação cultural sobre qualquer tema em amplas escalas temporais e espaciais, com eficiência em custos, amplo alcance e grande capacidade de resposta. Diante disso, essa subdisciplina foi classificada como uma área de emergente potencial para contribuir para conservação da biodiversidade (SUTHERLAND et al., 2017). Além disso, seus métodos também poderiam ser aplicados por organizações que fomentam políticas e ações de conservação, tornando-se um domínio quase exclusivo de empresas privadas e agências governamentais (LAZER et al., 2009; SUTHERLAND et al., 2017).

3.3. Vieses no Esforço de Pesquisa para Vertebrados

Vieses estão muito difundidos no conhecimento do mundo natural, mas pouco se sabe sobre a dimensão, mecanismos e razões por trás deles (BROOKE et al., 2014; DOS SANTOS et al., 2015). É essencial não perder qualquer chance potencial de conservação, e ações conservacionistas podem ser mais eficazes se potenciais vieses nos fatores que dirigem os esforços de pesquisa, sobretudo, em conservação forem considerados. Alguns estudos sugerem que uma combinação de tendências e valores culturais, agendas políticas e atribuição de verbas podem conduzir/motivar pesquisas sobre ameaças à biodiversidade, em vez de serem baseadas nas necessidades de investigação (STROUD et al., 2014), refletidas pelo grau de ameaça.

Outros estudos, por sua vez, apontam que alguns parâmetros populacionais (MCKENZIE & ROBERTSON, 2015; MURRAY et al., 2015), morfológicos (LIŠKOVÁ & FRYNTA, 2013; PROKOP & FANCOVICOVÁ, 2013) e carismáticos (CLUCAS et al., 2008) das espécies são os que mais influenciam no esforço de pesquisa e no seu uso para promoção da conservação. Para as aves britânicas, uma combinação desses fatores mais a presença em planos de

ação, parecem influenciar os níveis de publicação (MCKENZIE; ROBERTSON, 2015).

Vieses de pesquisa também estão difundidos entre grupos mais ameaçados e com níveis de declínio mais rápido do que aves ou mamíferos, como é o caso dos anfíbios (BRITO, 2008b). Brito (2008), ao estudar o grupo dos anfíbios, também encontrou maiores índices de atenção em diferentes ordens, tais como a ordem Caudata, em contraste com a ordem Gymnophiona.

Se tratando de vieses de pesquisa em mamíferos, Verde Arregoitia (2016) revisou 68 estudos comparativos acerca do risco de extinção de mamíferos e preferências de pesquisa. Seus resultados mostraram que os primatas e os carnívoros superaram em número todos os outros grupos em estudos, havendo mais estudos para essas duas ordens do que seria esperado, dada a riqueza de espécies, as taxas de extinção e os níveis de ameaça.

Os autores também verificaram que a ordem Rodentia, grupo de mamíferos mais diversificado e com mais espécies ameaçadas e extintas, foi sub-representado nas pesquisas sobre risco de extinção. Os morcegos tinham mais estudos do que o esperado para a disponibilidade de dados, e o grupo dos musaranhos verdadeiros e toupeiras (Eulipotyphla) estavam ausentes na literatura específica, apesar de sua diversidade e extinção. De maneira geral, os grupos Rodentia, Primata, Chiroptera, Cetartiodactyla e Eulipotyphla apresentaram maiores proporções de diversidade de espécies ameaçadas, e destes cinco grupos, apenas os primatas foram adequadamente representados na literatura.

3.4. Conservação dos Mamíferos Globais

Embora apresentem apelo icônico, o estado geral de conservação dos mamíferos ainda é precário. A avaliação do estado de conservação de todos os mamíferos globais, realizada pela IUCN em 2008, demonstrou que pelo menos um quinto de todas as espécies silvestres (n= 5.487) estão em risco de extinção (HOFFMANN et al., 2011; IUCN et al., 2008). Sua diversidade vem diminuindo, devido à perda de habitats, conversão do uso da terra (principalmente pela

agricultura), caça furtiva e invasões biológicas (HOFFMANN et al., 2011; IUCN et al., 2008), desencadeando profundas consequências em cascata, incluindo o desequilíbrio ecológico e a perda de serviços ecossistêmicos (CARDINALE et al., 2012; O'BRYAN, C. J., BRACZKOWSKI, A. R., BEYER, H. L., CARTER, N. H., WATSON, J. E., & MCDONALD-MADDEN, 2018).

Nessa mesma avaliação, 63% não estavam ameaçados e 15% não possuíam dados suficientes para determinar seu *status* de ameaça. 76 mamíferos foram considerados como extintos desde 1500, e dois, até então, extintos na natureza (IUCN et al., 2008). A nível de ordem, roedores e morcegos apresentaram um nível de ameaça significativamente menor que a média (Tabela 1), embora tenham apresentado uma porcentagem maior do que a média das espécies consideradas deficiente em dados; no entanto, apesar de ter um nível de ameaça inferior à média, quase metade de todas as espécies extintas foram de roedores (IUCN et al., 2008).

ORDEM	Nº DE ESPÉCIES	EX	EW	CR	EN	VU	NT	LC	DD	% DE EXTINTA OU AMEAÇADA
Afrosoricida	54	0	0	1	7	9	3	30	4	31.5
Carnivora	285	5	0	8	24	39	27	163	19	26.7
Cetartiodactyla	329	7	2	14	46	49	26	123	62	35.9
Chiroptera	1.150	5	0	25	53	99	77	687	204	15.8
Cingulata	21	0	0	0	0	4	5	9	3	19.9
Dasyuromorphia	74	1	0	1	6	5	10	47	4	17.6
Dermoptera	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Didelphimorphia	95	1	0	1	0	7	2	67	17	9.5
Diprotodontia	146	7	0	14	15	16	16	76	2	35.6
Eulipotyphla	450	7	0	12	41	31	13	269	77	20.2
Hyracoidea	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Lagomorpha	93	1	0	2	10	5	6	61	8	19.4
Macroscelidea	16	0	0	0	1	2	1	9	3	18.8
Microbiotheria	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Monotremata	5	0	0	3	0	0	0	2	0	60
Notoryctemorphia	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Paucituberculata	6	0	0	0	0	2	2	2	0	33.3
Peramelemorphia	22	3	0	0	4	2	1	9	3	40.9

Perissodactyla	16	0	0	5	5	3	1	2	0	81.3
Pholidota	8	0	0	0	2	0	4	2	0	25.0
Pilosa	10	0	0	1	1	0	1	7	0	20.0
Primates	414	2	0	37	86	78	23	132	56	49.0
Proboscidea	2	0	0	0	1	0	1	0	0	50.0
Rodentia	2.255	36	0	64	144	150	103	1.389	369	17.5
Scandentia	20	0	0	0	2	0	0	15	3	10.0
Sirenia	5	1	0	0	0	4	0	0	0	100
TOTAL	5.487	76	2	188	448	505	323	3.109	836	

Tabela 1. Avaliação dos mamíferos da IUCN Red List por ordem taxonômica (*sensu* IUCN, 2008).

Além disso, diferentes ameaças apresentam diferentes efeitos de intensidade. Aproximadamente 40% das espécies listadas em 2008 pela IUCN como Criticamente Ameaçadas de Extinção (CR) foram impactadas pela caça, em comparação com os 11% afetados pela agricultura (HOFFMANN et al., 2011; IUCN et al., 2008).

No entanto, ações em conservação também tem gerado efeitos notáveis. De acordo com essa mesma avaliação, entre 1996 e 2008, 24 espécies de mamíferos saíram de um nível de maior ameaça, para um nível de menor ameaça. Porém, a cada espécie de mamífero que “melhorou”, outras sete pioraram (HOFFMANN et al., 2011; IUCN et al., 2008), demonstrando que as ações efetivas em conservação ainda são insipientes, frente aos impactos negativos gerados pelo homem.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aquisição dos dados

Primeiramente, usamos como base a lista de espécies de mamíferos da IUCN RED LIST 2017.1 (<http://www.iucnredlist.org/>), junto dos sinônimos taxonômicos e dados sobre o *status* de conservação de e deficiência em dados para classificação do *status* de ameaça (DD) de cada espécie (como variável explicativa). No entanto, em nossa avaliação, nós não usamos as espécies

extintas (EX), extintas na natureza (EW) e marinhas. Usamos esse banco de dados, por representar a melhor avaliação da necessidade de pesquisa de conservação a nível de espécie (RODRIGUES et al., 2006) em escala global.

Subsequentemente, para quantificação da visibilidade científica (esforço de pesquisa), nós realizamos buscas no banco de dados da “Web of Science”. Utilizamos como métrica de visibilidade científica a quantidade de trabalhos em conservação que mencionaram (nos títulos, palavras-chave ou resumos) o nome científico das espécies com a nomenclatura atual ou antiga (ex. “*Puma yagouaroundi*” OR “*Herpailurus yagouaroundi*”), entre os anos de 1945 e 2016. As buscas foram feitas de Janeiro a Março de 2017. A partir disso, formulamos o índice de visibilidade científica (também como variável explicativa). O uso do nome científico se justifica por ser considerado um bom indicador (proxy) de visibilidade pública em escala global (CORREIA et al., 2017).

Em seguida, usando a recente abordagem de “Culturomics”, quantificamos a visibilidade pública (sensu CORREIA et al., 2016) para cada espécie de mamífero a nível global. Para isso, realizamos buscas automatizadas no motor de busca do Google (<https://www.google.com.br/>), utilizando algoritmos de repetição, e quantificamos o número de páginas da internet que mencionam cada espécie, através do Google Score. As buscas foram realizadas em Maio de 2016. Após isso, formulamos índices de visibilidade pública (como variável resposta) para cada mamífero terrestre. O uso do motor de busca do Google é justificado pelo fato dele ser o motor de busca mais utilizados no mundo (EBIZMBA, 2017). Esses dois índices atuaram como “proxies” do valor de visibilidade científica e pública para cada espécie.

4.2 Análise dos dados

A fim de alcançar nosso primeiro objetivo, nós verificamos a significância entre os valores médios de visibilidade científica e pública para as espécies ameaçadas, não-ameaçadas e Deficientes em Dados, por meio da Análise de Variância. Após isso, realizamos o teste de Tukey, a fim de identificar a diferença média entre estes diferentes *status*. Em nosso segundo objetivo, nós

analisamos, através de Regressões Lineares Simples, a relação entre o índice de visibilidade científica sobre o índice de visibilidade pública.

Após isso, para analisar o terceiro objetivo específico, nós utilizamos o Modelo Linear Generalizado (GLM). Usamos as métricas dos coeficientes de angulação das retas ($y = m \cdot x + n$) dos diferentes níveis de ameaça e deficiência em dados em que as espécies se encontram, a fim de avaliar o tamanho do efeito do esforço de pesquisa, dependente dos níveis de ameaça, sobre a visibilidade pública das espécies. Todas as análises, gráficos e tabelas foram conduzidas nos softwares R 3.4.3 (R-TEAM, 2011) e Tableau 10.5 (TABLEAU, 2017).

5. RESULTADOS

Nossa análise de 5.346 espécies de mamíferos terrestres, presentes em 26 ordens, resultou no total de 101.224 referências e 9.249.264 páginas da internet. Inicialmente, nossos resultados indicam que, em média, houve maiores menções em páginas da internet para as espécies ameaçadas ($F=124.5$; $df= 5, 5340$; $p < 0,0001$; Figura 1A). Em contraste, espécies mais ameaçadas apresentaram, em média, um menor esforço de pesquisa em conservação ($F=101.6$; $df= 5, 5340$; $p < 0,0001$; Figura 1B). Como esperado, espécies classificadas como deficientes em dados (DD) pela IUCN apresentaram menores níveis em ambas as métricas de visibilidade. O teste de Tukey demonstrou que a média dos tratamentos diferem entre si.

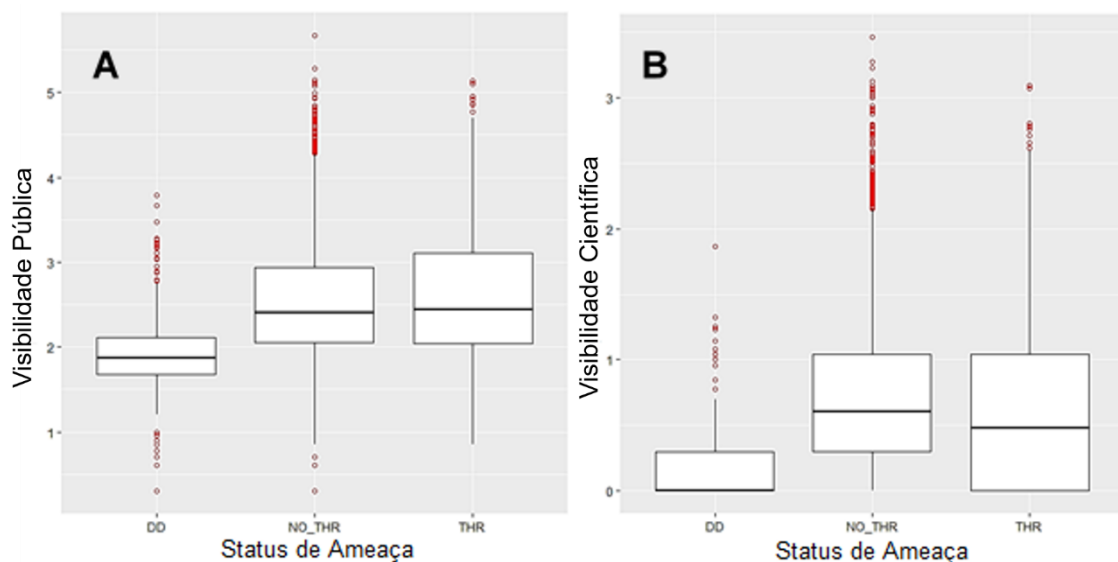


Figura 1. Distribuição da visibilidade pública (A) e científica (B) entre as espécies de mamíferos terrestres nos diferentes níveis de ameaça e deficiência em dados. “THR” representa o grupo das espécies ameaçadas; “NO_THR” das não ameaçadas e “DD” das deficientes em dados.

Nós também encontramos uma forte relação ($R^2= 0.73$) entre o esforço de pesquisa em conservação e a visibilidade na internet para as espécies (Figura 2). Em outras palavras, os esforços de pesquisa em conservação parecem resultar no aumento de sua visibilidade na internet. Precisamente, a cada artigo gerado, há um aumento de aproximadamente 0.96 páginas na internet que as mencionam. Em outras palavras, a medida que as pesquisas sobre as espécies aumentam, existe um aumento quase proporcional da representação das mesmas na internet.

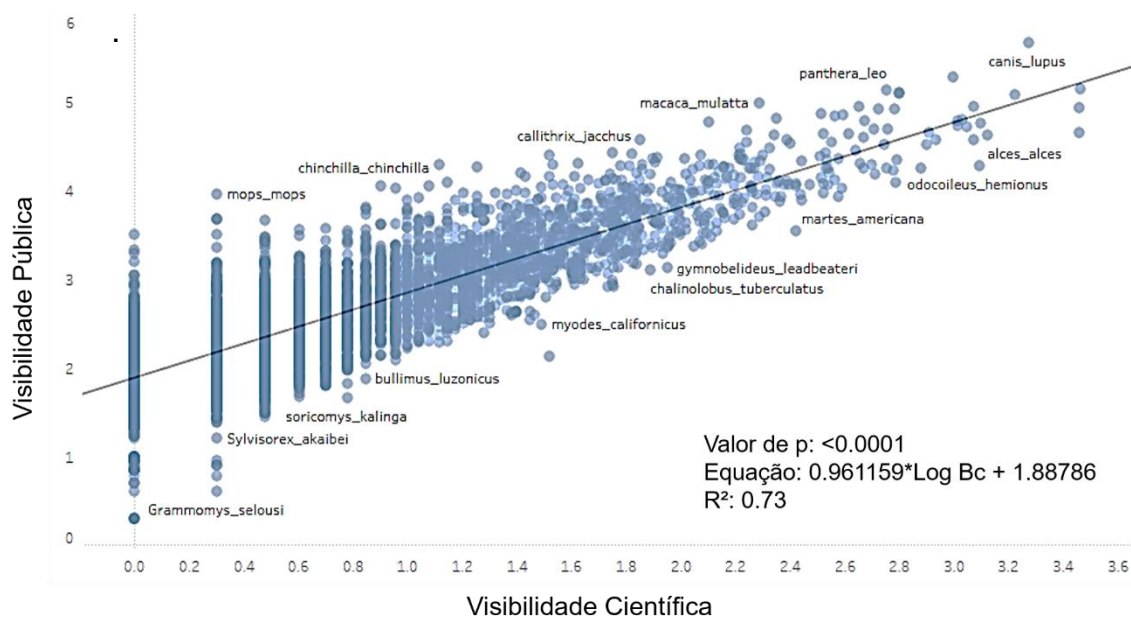


Figura 2. Relação entre as métricas de visibilidade científica e pública.

Ao analisar o efeito da relação do esforço de pesquisa sobre a visibilidade pública entre os diferentes níveis de ameaça e deficiência em dados (de acordo com a IUCN), nossos resultados apontam que o efeito do esforço de pesquisa em conservação sobre a visibilidade pública, é maior para as espécies

não ameaçadas (LC e NT) do que para as ameaçadas (VU, EN e CR) (Figura 3B). No entanto, o efeito do esforço de pesquisa parece influenciar, sobretudo, a visibilidade pública das espécies deficientes em dados (Figura 3).

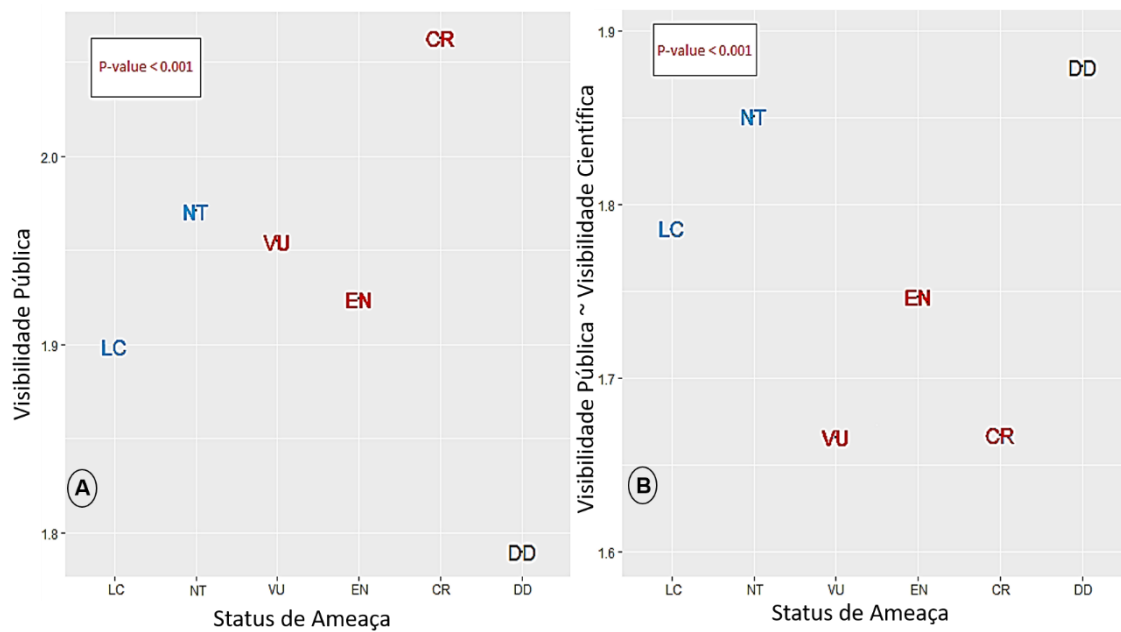


Figura 3. (A) Relação entre o esforço de pesquisa, a visibilidade pública e o *status* de ameaça, quando o esforço de pesquisa for 0. (B) Tamanho do efeito do esforço de pesquisa entre os diferentes níveis de ameaça sobre a visibilidade pública das espécies. Os valores dos coeficientes foram obtidos através dos valores de angulação da reta, na análise do Modelo Linear Generalizado, dessa forma, quanto maior o valor do coeficiente, maior o tamanho do seu efeito. As letras azuis são referentes as classificações de não-ameaça, enquanto que as vermelhas são de ameaça, a preta, para espécies deficientes em dados, acordando com a IUCN.

6. DISCUSSÃO

Nosso estudo mostra que os esforços de pesquisa em conservação parecem influenciar na visibilidade pública das espécies não ameaçadas, em contraste com as ameaçadas. Provavelmente, uma combinação de fatores

intrínsecos e extrínsecos as espécies, como o tamanho, familiaridade, carisma e conveniência, parecem ser mais passíveis de influenciar sua visibilidade e interesse público, bem como o esforço de pesquisa (BATT, 2009; BROOKE et al., 2014; CORREIA et al., 2016; KIM et al., 2014; LIŠKOVÁ; FRYNTA, 2013; SCHUETZ et al., 2015).

Além disso, embora a classificação “Deficiente em dados” (pela IUCN) aponte que não há pesquisa suficiente para enquadrar uma espécie em uma categoria de ameaça, ainda assim, nossos resultados também mostram que esforços de pesquisa aplicados as espécies deficientes em dados, parecem influenciar no aumento de sua visibilidade pública.

Acordando com Amori e Gippoliti (2000), estudos em conservação parecem ser conduzidos e limitados por diversos fatores, que não somente o estado de ameaça. No entanto, provavelmente um dos fatores restritivos é a abundância local, visto que as próprias categorias de ameaça da IUCN consideram baixos níveis de abundância como fator de importância (HOFFMANN et al., 2011; RODRIGUES et al., 2006). Fator que pode afetar os custos de projetos e ações em conservação. Além disso, obstáculos burocráticos adicionais atribuídos às espécies ameaçadas, também podem ser fatores limitantes ao estudá-las (HOFFMANN et al., 2011). Dessa maneira, pesquisas em conservação parecem ser conduzidas por uma combinação entre conveniência, necessidade e obstáculos.

Corroborando com os nossos resultados, Amori e Gippoliti (2000), ao realizar uma análise cienciométrica em um período de 10 anos (de 1988 a 1997) dos artigos científicos presentes nas quatro das mais importantes revistas internacionais em conservação (*Oryx*, *Conservation Biology*, *Biological Conservation* e *Biodiversity and Conservation*), revelaram um baixo esforço de pesquisa para espécies de mamíferos mais ameaçados. Adicionalmente, o estudo demonstrou uma atenção desproporcional para ordens com menores números absolutos e porcentagem de espécies ameaçadas. Fleming e Bateman (2016) também encontraram padrões similares. Ao analisarem mamíferos

australianos, os grupos das ordens menos carismáticas (roedores e morcegos nativos, de acordo com a classificação dos autores) atraíram desproporcionalmente menos estudos, em contraste com as mais carismáticas.

Em contrapartida, o estado de ameaça em que as espécies se encontram parece promover altos níveis de interesse público na internet. Kim *et al* (2014), ao analisar o interesse público sobre as espécies ameaçadas da Coreia-do-Sul, encontrou uma relação positiva entre o volume de pesquisa relativo e o número de artigos de mídia impressa. No entanto, esse interesse foi maior para os mamíferos, aves e répteis. Dessa forma, somado aos esforços dos pesquisadores, mídias digitais e impressas podem, muitas vezes, atuar na promoção do interesse e engajamento público sobre espécies com maiores necessidades de conservação.

Para os mamíferos em particular, espécies de maior tamanho e mais atrativas parecem ser as que recebem maior visibilidade (BRODIE, 2009) e conseqüentemente as que alavancam mais financiamento e aparam os custos de outras espécies de menor carisma, além das pesquisas que geram conhecimento em diversos temas nos zoológicos do mundo (FRYNTA *et al.*, 2013). Além disso, o atual financiamento global de conservação, em grande parte, negligencia as espécies não carismáticas, e, no entanto, talvez sejam estas espécies que necessitem de maior atenção pelos pesquisadores (FLEMING; BATEMAN, 2016)

Dessa forma, essas diversas tendências podem gerar descompassos sobre como os esforços de conservação das espécies estão sendo alocados e a real necessidade de esforços. Resultados assim são particularmente preocupantes, uma vez que existem táxons menos estudados que os mamíferos e com riscos eminentes de extinção, como os anfíbios (BRITO, 2008b).

De fato, as análises que utilizam grandes bancos de dados obtidos da “web” para fins de pesquisa tornaram-se uma opção viável no campo da conservação ambiental (KIM *et al.*, 2014; LADLE *et al.*, 2016). Podendo ajudar, por exemplo, a identificar com maior precisão espécies que exigem maior esforço

de pesquisa e/ou interesse público, através do estudo das tendências da cultura humana.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da abordagem de “Culturomics” mostrou-se útil na avaliação da visibilidade pública das espécies e o esforço de pesquisa, bem como suas relações. Em outras palavras, nosso estudo mostra que, a nível global, mamíferos terrestres ameaçados apresentam menor grau de pesquisa que mamíferos não ameaçados. Em contrapartida, parece haver maiores níveis de visibilidade pública para os mamíferos ameaçados.

Além disso, embora a relação entre as duas visibilidades tenha sido alta, os diferentes níveis de ameaça em que as espécies se encontram influenciam de maneira diferente. Assim, provavelmente devido ao baixo esforço de pesquisa para as espécies ameaçadas, não foi possível obter uma forte influência desse fator sobre a visibilidade pública das mesmas. No entanto, houve um maior esforço de pesquisa para um grupo seletivo de espécies.

Mais estudos precisam ser realizados a fim de entender a amplitude do interesse público sobre as espécies de mamíferos e seu envolvimento na conservação. Em pesquisas futuras, faz-se necessário analisar o tamanho do efeito de outros fatores passíveis de afetar a visibilidade e interesse público, como massa corporal, área de vida, distribuição, grupo taxonômico, conveniência e níveis de carisma. Isso ajudará a entender quais variáveis estão melhor relacionadas às medidas de percepção e suporte público. O entendimento dessas relações também pode auxiliar os pesquisadores na coordenação de projetos às espécies realmente deficitárias, salvo a otimização de recursos.

Além disso, uma vez interpretado esse interesse, os tomadores de decisões podem utilizá-lo para criação de leis que favoreçam a proteção da biodiversidade ameaçada e/ou com pouco apoio social, além de seus ambientes

naturais. Pois, caso uma espécie apresente baixo nível de interesse público, uma visão social negativa ou falta de informação científica, dificilmente haverá ajuda ou subsídios destinados à sua conservação. Dessa forma, o potencial desse projeto poderia dar suporte à primeira das cinco grandes metas de Aichi: tratar das causas fundamentais da perda de biodiversidade, através da conscientização do governo e sociedade para preocupações acerca da biodiversidade (CBD, 2011).

8. REFERÊNCIAS

ADAMS, W. M.; SANDBROOK, C. Conservation, evidence and policy. **Oryx**, v. 47, p. 329–335, 2013.

AMORI, G.; GIPPOLITI, S. What do mammalogists want to save? Ten years of mammal conservation biology. **Biodiversity and Conservation**, v. 9, p. 785–793, 2000.

BATT, S. Human attitudes towards animals in relation to species similarity to humans: A multivariate approach. **Bioscience Horizons**, v. 2, n. 2, p. 180–190, 2009.

BENNETT, N. J. et al. Conservation social science: Understanding and integrating human dimensions to improve conservation. **Biological Conservation**, v. 205, p. 93–108, 2017.

BOLLEN, J.; MAO, H.; ZENG, X. Twitter mood predicts the stock market. **Journal of Computational Science**, v. 2, n. 1, p. 1–8, 2011.

BRITO, D. Amphibian conservation: Are we on the right track? **Biological Conservation**, v. 141, n. 11, p. 2912–2917, 2008a.

BRITO, D. Amphibian conservation : Are we on the right track ? **Biological Conservation**, v. 141, n. 11, p. 2912–2917, 2008b.

BRODIE, J. F. Felidae as a global case study. **Biodiversity & Conservation**, v. 18, p. 2927–2939, 2009.

BROOKE, Z. M. et al. Correlates of research effort in carnivores: Body size, range size and diet matter. **Plos One**, v. 9, n. 4, p. 1–10, 2014.

CARDINALE, B. J. et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 59–67, 2012.

CHRIS ANDERSON. The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete | WIRED. Disponível em: <<https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

CLUCAS, B.; MCHUGH, K.; CARO, T. Flagship species on covers of US conservation and nature magazines. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 6, p. 1517–1528, 2008.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Aichi Biodiversity Targets. Disponível em: <<https://www.cbd.int/sp/targets/>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

CORREIA, R. A. et al. Familiarity breeds content: assessing bird species popularity with culturomics. **PeerJ**, v. 4, p. 1–15, fev. 2016.

- CORREIA, R. A. et al. Internet scientific name frequency as an indicator of cultural salience of biodiversity. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 549–555, 2017.
- CORREIA, R. A. et al. Culturomic assessment of Brazilian protected areas: Exploring a novel index of protected area visibility. **Ecological Indicators**, v. 85, n. September 2017, p. 165–171, 2018.
- COX, C. B.; MOORE, P. D.; LADLE, R. J. Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach. 8. ed. Oxford: John Wiley & Sons, 2016.
- DAWKINS, R. O Gene Egoísta. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1976.
- DO, Y. et al. Using internet search behavior to assess public awareness of protected wetlands. **Conservation Biology**, v. 29, n. 1, p. 271–279, fev. 2015.
- DOS SANTOS, J. G. et al. Geographic trends and information deficits in Amazonian conservation research. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 11, p. 2853–2863, 2015.
- DRIJFHOUT, M. et al. Sentiment Analysis: ready for conservation. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 10, p. 525–526, 2016.
- EBIZMBA. Top 15 Most Popular Search Engines | July 2017. Disponível em: <<http://www.ebizmba.com/articles/search-engines>>. Acesso em: 1 fev. 2018.
- EL BIZRI, H. R. et al. The thrill of the chase: uncovering illegal sport hunting in Brazil through YouTube™ posts. **Ecology and Society**, v. 20, n. 3, 2015.
- FICETOLA, G. F. Is interest toward the environment really declining? The complexity of analysing trends using internet search data. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 12, p. 2983–2988, 2013.
- FLEMING, P. A.; BATEMAN, P. W. The good, the bad, and the ugly: which Australian terrestrial mammal species attract most research? **Mammal Review**, v. 46, n. 4, p. 241–254, 2016.
- FRYNTA, D. et al. Mammalian Collection on Noah's Ark: The Effects of Beauty, Brain and Body Size. **Plos One**, v. 8, n. 5, 2013.
- FUNK, S. M.; RUSOWSKY, D. The importance of cultural knowledge and scale for analysing internet search data as a proxy for public interest toward the environment. **Biodiversity and Conservation**, v. 23, n. 12, p. 3101–3112, 2014.
- GINSBERG, J. et al. Detecting influenza epidemics using search engine query data. **Nature**, v. 457, n. 7232, p. 1012–1014, 2009.
- HOFFMANN, M. et al. The changing fates of the world's mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.

366, n. 1578, p. 2598–2610, 2011.

IUCN, CONSERVATION INTERNATIONAL, ARIZONA STATE UNIVERSITY, TEXAS A&M UNIVERSITY, UNIVERSITY OF ROME, UNIVERSITY OF VIRGINIA, Z. S. L. An Analysis of Mammals on the 2008 IUCN Red List. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/process/use-citation>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

JEPSON, P.; LADLE, R. J. Nature apps: Waiting for the revolution. **Ambio**, v. 44, n. 8, p. 827–832, 12 dez. 2015.

KIM, J. Y. et al. Use of large web-based data to identify public interest and trends related to endangered species. **Biodiversity & Conservation**, v. 23, p. 2961–2984, 2014.

KITCHIN, R. Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks. **Dialogues in Human Geography**, v. 3, n. 3, p. 262–267, 2013.

KITCHIN, R. Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. **Big Data & Society**, v. 1, n. 1, p. 205395171452848, 2014.

LADLE, R. J. et al. Conservation culturomics. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, p. 269–275, 2016.

LADLE, R. J. et al. The power and the promise of culturomics. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, n. 6, p. 290–291, 2017.

LAZER, D. et al. Life in the network: the coming age of computational social science. **Science**, v. 323, n. 5915, p. 721–723, 2009.

LEOPOLD, A. A Sand County Almanac: With Other Essays on Conservation from Round River. Oxford: Oxford University Press, 1966.

LIŠKOVÁ, S.; FRYNTA, D. What determines bird beauty in human eyes? **Anthrozoos**, v. 26, n. 1, p. 27–41, 2013.

LIU, B. Sentiment Analysis and Opinion Mining. Chicago: Morgan & Claypool, 2012.

MCCALLUM, M. L.; BURY, G. W. Google search patterns suggest declining interest in the environment. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 6–7, p. 1355–1367, 2013.

MCCALLUM, M. L.; BURY, G. W. Public interest in the environment is falling: A response to Ficetola (2013). **Biodiversity and Conservation**, v. 23, n. 4, p. 1057–1062, 2014.

MCKENZIE, A. J.; ROBERTSON, P. A. Which species are we researching and why? A case study of the ecology of British Breeding Birds. **Plos One**, v. 10, n. 7, p. 1–16, 2015.

MELO, F. P. et al. Football and Biodiversity Conservation: FIFA and Brazil Can Still Hit a Green Goal. **Biotropica**, v. 46, n. 3, p. 257–259, 2014.

MICHEL, J. Quantitative Analysis of Culture. **Science**, v. 176, n. 2011, 2011.

MICHEL, J. B. et al. Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. **Science**, v. 331, n. 6014, p. 176–182, 2011.

MURRAY, H. J. et al. Is research effort associated with the conservation status of European bird species? **Endangered Species Research**, v. 27, n. 3, p. 193–206, 2015.

O'BRYAN, C. J., BRACZKOWSKI, A. R., BEYER, H. L., CARTER, N. H., WATSON, J. E., & MCDONALD-MADDEN, E. The contribution of predators and scavengers to human well-being. **Nature ecology & evolution**, v. 2, p. 229–236, 2018.

PROKOP, P.; FANČOVIČOVÁ, J. Does colour matter? The influence of animal warning coloration on human emotions and willingness to protect them. **Animal Conservation**, v. 16, n. 4, p. 458–466, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R. R: A Language and Environment for Statistical Computing. [s.l: s.n.]. v. 1

RODRIGUES, A. S. L. et al. The value of the IUCN Red List for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 2, p. 71–76, 2006.

ROLL, U. et al. Using Wikipedia page views to explore the cultural importance of global reptiles. **Biological Conservation**, v. 204, p. 42–50, 2016.

ROLL, U.; CORREIA, R. A.; BERGER-TAL, O. Using machine learning to disentangle homonyms in large text corpora. **Conservation Biology**, n. January, 2017.

SANDBROOK, C. et al. Value Plurality among Conservation Professionals. **Conservation Biology**, v. 25, n. 2, p. 285–294, 2010.

SCHUETZ, J. et al. Searching for backyard birds in virtual worlds: Internet queries mirror real species distributions. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 5, p. 1147–1154, 2015.

SHERREN, K. et al. Conservation culturomics should include images and a wider range of scholars. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, n. 6, p. 289–290, 2017.

SPARROW, B.; LIU, J.; WEGNER, D. M. Google Effects on Memory : Information at Our Fingertips. **Science**, n. August, p. 776–779, 2011.

STAMFORD. Gartner Says a Thirty-Fold Increase in Internet-Connected Physical Devices by 2020 Will Significantly Alter How the Supply Chain

Operates. Disponível em: <<https://www.gartner.com/newsroom/id/2688717>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

STAMFORD. Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015. Disponível em: <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

STROUD, J. T. et al. Is conservation research money being spent wisely? Changing trends in conservation research priorities. **Journal for Nature Conservation**, v. 22, n. 5, p. 471–473, 2014.

SUTHERLAND, W. J. et al. A 2018 Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity. **Trends in Ecology & Evolution**, p. 1–12, 2017.

TABLEAU SOFTWARE, I. Tableau, 2017. Disponível em: <<https://www.tableau.com/pt-br>>

VERDE ARREGOITIA, L. D. Biases, gaps, and opportunities in mammalian extinction risk research. **Mammal Review**, v. 46, n. 1, p. 17–29, 2016.

What drives conservation science knowledge of mammal species?

Authors: Janisson W. dos Santos^{1*}, Ricardo A. Correia^{1,2,3}, Ana C. M. Malhado¹, João V. Campos-Silva¹, Davi Teles¹, Thainá L. P. Silva¹, Paul Jepson², Richard J. Ladle^{1,2}

¹Institute of Biological Science and Health, Federal University of Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió, Alagoas, Brazil.

²School of Geography and the Environment, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3QY, United Kingdom.

³DBIO & CESAM-Centre for Environmental and Marine Studies, University of Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

*Corresponding author: janisson.santos@icbs.ufal.br

Key-words: Research effort, Scientific knowledge, Research trend.

Este segundo capítulo está no formato do periódico científico PlosOne.

Abstract

Scientific knowledge of species and ecosystems they inhabit is the cornerstone of modern conservation, underpinning interventions, policy development and prioritization. However, research effort is not spread evenly among taxa with important consequences for conservation's capacity to identify risk and to implement effective responses. It follows that scientific knowledge of a species is a critical component of extinction risk and should therefore be carefully monitored using appropriate metrics. It is also important to identify the factors that are driving variations in scientific knowledge of species, since understanding why scientists choose to work on a certain species is a prerequisite for any policy designed to fill knowledge shortfalls. Here, we assess scientific knowledge in conservation of the world's extant mammal species (n=4,108) based on the number of publications in peer-reviewed journals and identify the relative importance of species' ecological, cultural, biological and threat characteristics using a model averaging approach comparing conservation and non-conservation areas of research. Our results indicate that scientific knowledge is strongly skewed towards a few high-profile species with strong and historically embedded associations with humans. Specifically, scientists predominantly choose to study mammal species with high socio-economic value or cultural significance, as alien, larger, with wide geographical distribution and threatened species. Interestingly, we also observed a strong association with the pioneering effect of the first conservation paper boosting subsequent research about the conservation species. We highlight that the concentration of studies in few species can lead a misunderstanding about the structure and functioning of natural systems and advocate that uncharismatic, such as distinctively evolutionary and small species and data poor species should be prioritized in future studies

Introduction

The Anthropocene has so far been characterized by an accelerating loss of biodiversity and an almost universal re-sorting and restructuring of communities due to human-assisted disturbances (1, 2). The loss of biodiversity has occurred at every level of organization, from genes through to ecosystems, though it is perhaps the loss

(extinction) of species that has played the biggest role in alerting societies to the irreversible impacts of human actions on biodiversity (3). ‘Saving’ species from extinction is thus a central objective of the global conservation movement and a focal point for conservation actions (4).

Protecting a species from extinction requires at least three general conditions to be fulfilled: i) the species needs to be identified as being at risk of extinction. Such identifications rely on accurate monitoring data and have been formalized through IUCN’s Red List categorization, the most comprehensive resource detailing the global conservation status of plants and animals (5); ii) the existence of sufficient biological, ecological and cultural knowledge to design and implement appropriate conservation interventions (6–8); and iii) the presence of a conservation organization (governmental, NGO or private sector) with the technical capacity, financial resources and willingness to intervene (9). Clearly, scientific knowledge is central to all three conditions. Moreover, there is good evidence that the physical presence of researchers in a natural area can have a protective effect through actively deterring poachers and by contributing to local economies (10). Finally, the informal (unpublished) knowledge and field-based networks of researchers may also be important for designing and implementing species-based conservation interventions.

Despite the fundamental role of scientific knowledge in modern biodiversity conservation, our knowledge about the biology, ecology and cultural interactions of species is still extremely patchy (8, 11, 12). This patchiness is a consequence of the complex temporal and spatial (biogeographic) dynamics of nature and the equally variable human capacity to survey it (13). The unevenness in survey effort and research infrastructure results in high spatial and temporal variation in the quality and reliability of the data available for biodiversity research and conservation planning (14) and, consequently, abundant mismatches between research and conservation needs (15, 16). Clearly, it is vitally important that the various gaps in knowledge about the identity, distribution, evolution, and dynamics of global biodiversity need to be carefully recognized and quantified (13). In this context, it is also important to understand why some species are more investigated than others, since this knowledge can then be used to develop policy and create incentives to address knowledge shortfalls.

A scientist's choice of study species (on conservation) to safeguard them is likely to be influenced by several factors: i) research question. Depending on the research area, there may be a limited number of well-known animal or plant models for which accumulated background knowledge is an essential prerequisite for future studies. Other organisms may be chosen due to specific ecological, phenotypic or genetic characteristics. For example, conservation science researchers may focus on endangered species; ii) convenience. It is well known that field sites and biological samples tend to be clustered near transport (e.g. roads, rivers) and research (e.g. universities) infrastructure (17–20). Beyond this, various phenotypic traits (e.g. nocturnality, crypsis) and habitat (e.g. canopy species) will strongly influence the difficulty at which *in situ* data can be collected (21); iii) utility. Distinct from research question, research on species with high cultural or economic value may be easier to justify and fund; iv) research history. As mentioned above, detailed scientific information may be an essential prerequisite for many research projects, biasing research effort towards species that have already been well-researched, and; v) intrinsic appeal. It is well known that larger (body mass) and more attractive taxa tend to be those exhibited in zoos (22). Independent of their higher cultural profile, aesthetically pleasing and emblematic species may also be preferentially chosen for research over their less showy conspecifics.

In this paper we propose a simple metric of value to assess what drives variations in conservation-related scientific research effort for no-marine mammals species, which in this study we deal only with mammals. In doing so, we provide the first quantitative model of scientific knowledge for this large and highly visible taxonomic group at a global level. We chose terrestrial mammals because they are highly visible, phenotypically variable, and have always aroused public and scientific interest due to their diversity, beauty and utility (23). Moreover, research on mammal conservation has received more attention from researchers in comparison to other vertebrate groups, although this is not evenly distributed among taxa (12).

Materials and Methods

Database

We considered all mammal species (except marine) present in the IUCN Red List (version 2017.1) for this study, given it represents the best assessment of the need for conservation research at the species level. For each of the 5,346 mammal species on the list, we collected information on the currently accepted (or past) scientific names to guarantee the adequate retrieval of information available in digital databases (24, 25).

We thus quantified the number of scientific references (including articles, reviews, notes, book chapters, and others peer reviewed documents) indexed by the Web of Science (WOS) platform — a robust representation of the scientific peer-reviewed literature, which encompasses other regional platforms in its database. For each species, its scientific name or any known scientific synonyms were used as search strings (e.g. “*Mus musculus*” OR “*Mus domesticus*”) in a topic search, which covers title, abstract and keywords. Data was collected between January and April of 2017 and the number of references published between 1945 and 2016 returned by the search were recorded. After this, we also filtered results for those indexed in the "Biodiversity Conservation" topic and used as a metric of scientific knowledge the number of studies about the species, being the response variable in our study.

Predictor variables

We used a broad range of variables at the species-specific level, including body mass, geographic range, threat status, evolutionary distinction, nocturnal habit, date of first publication with conservation focus (according with the classification of the scientific platform *Web of Science*), scientific capacity within the species geographic distribution and whether the species was alien (see Table 1 for more information). To obtain the metric of scientific capacity, we use the proportion of the global scientific production (number of articles) per country that the species is distributed (e.g. if a species is distributed in Brazil and Argentina and the two countries concentrate 2% of the global research effort, the capacity value for the species is 2).

Data analysis

Firstly, we excluded species that did not present the minimum of data required (N=1,238), including the Data-Deficient species (N=734), according to the IUCN and

ended up by considering the conservation scientific knowledge of 4,108 species of mammals. Due to the high number of species without any study, we assessed the effect size of the explanatory variables (Table 1) through hurdle model analyse for zero-inflated count data (26) to model the presence and number of published studies about the species. Hurdle models present two components: a zero-count hurdle component that models the presence or absence of research to mammals, and a truncated count component for positive counts. The variable "year of the first paper in conservation" was not included in the models of zero hurdle.

For response variable, we identified the set of plausible models according to AIC corrected for small sample size (AICc) and considered all models with a $\Delta\text{AICc} \leq 5$ in relation to the best model (Table S1). Each continuous variable was standardized before inclusion in the models, thus we could compare the relative effect size of all variables as a measure of its relative importance explaining the species-level scientific interest. All model assumptions were tested and respected, according to (27). The hurdle regression models were implemented using the function 'hurdle' of the package 'pscl' and every model combination examined with the *MuMIn* package (28) within the R platform (29).

Results

The analysis of 4,108 species of terrestrial mammals resulted in a total of 95,420 references identified through WOS. Approximately 20% of studies focused on the top 10 most-researched species; these were *Sus scrofa* (Feral Pig), *Odocoileus virginianus* (White-tailed Deer), *Cervus elaphus* (Red Deer), *Canis lupus* (Common Wolf), *Vulpes Vulpes* (Red Fox), *Alces alces* (Moose), *Loxodonta Africana* (African Elephant), *Odocoileus hemionus* (Mule Deer), *Rangifer tarandus* (Reindeer) and *Ursus arctos* (Brown Bear), respectively (Figure 1). In contrast, ~ 76% of the studied species had ten papers or less, representing ~ 8% of all conservation publication. At the order level, approximately 99% of papers focused in just half of the studied orders (Figure S1). And the three most studied orders, *Cetartiodactyla*, *Carnivora* and *Rodentia* had ~70% of all papers in conservation analysed.

Due to approximately a quarter of the studied species did not present any published paper, we used hurdle zero model and founded into 15 parsimonious models

(Table 2). The analysis showed that intrinsic factors, such as the body mass, broad geographic range, presence in countries with high scientific capacity and evolutionarily distinct are capable to explain the existence of scientific research. However, alien species was not included and the nocturnal and threatened species were not statistically significant in the zero hurdle models (Figure 2 and Table 2).

For the count model, we also found 15 parsimonious models (Table 2). However, several factors seem to drive the amount of scientific production in conservation. Specifically, species which conservation scientists presented an earlier concern to be the effect of greater weight in promoting subsequent publications. In other words, recent conservation publications seem to more strongly benefit from the pioneering effect of older publications (Figure 2 and Table 2). Alien and threatened species also were a strong component in driving of the number of scientific articles produced. In addition to, larger species, with broad geographic range, presence in countries with high scientific capacity, such as USA or European countries (*sensu* 30), also seem to promote this effect. Reinforcing that this species probably receives more attention from conservation scientists.

The set of ecological and biological intrinsic factors, such as nocturnal activity and evolutionary distinctiveness, seems not to be significant effect size for the promotion of the number of scientific production in conservation for terrestrial mammals.

Discussion

Substantial amounts of conservation research seem to be driven by a combination of convenience, phenotypic characteristics and conservation threat status. Nevertheless, in the latter case, it is not clear whether highly threatened species receive a comparatively greater number of scientific studies since they are, by definition, more difficult to study due to low densities (22, 23) and their study may entail additional bureaucratic hurdles (24, 30, 31). Conversely, the act of listing (e.g. IUCN Red Lists or CITES appendices) may provide scientists with additional justifications for engaging in new research projects on a species.

Summarily, our findings indicate a clear bias in conservation research for some species and orders. In order to understand the intrinsic and extrinsic predictors of the species that drive this bias and understanding that the factors that drive initiation and continuation of conservation research are different, our results also indicate that body mass, geographic distribution, presence in countries with high scientific capacity and the evolutionary distinctiveness of the species, are predictors capable of boosting the beginning of conservation research. These first three predictors were also important in directing further research, however, the pioneer effect of the first article in conservation, the fact that the species is introduced or being endangered, were major factors.

Whilst threat status has influenced the research effort for conservation papers, we anticipated that other factors presented a larger effect rather than being driven primarily by extinction risk, as well as in Amori and Gippoliti (33), that analysed the scientific articles present in the four most important international conservation journals (*Oryx*, *Conservation Biology*, *Biological Conservation* and *Biodiversity and Conservation*) and revealed a low research effort for species of mammals more threatened. The focus of interest in conservation sciences still seems to be only for a specific group, such as the larger, and widely distributed species, which are for the most part iconic, flags or landscape species (33, 34). However, so that decisions are based on evidence and reach a broad effectiveness (7, 35), more evidence needs to be collected mainly on less favoured groups.

The reasoning behind this pattern may be that, are easy to obtain funding and greater research history and researchers hope to take advantage from the so-called umbrella effect (33). In other words, by focusing on a few well known and highly visible species, all other species present in their geographic area would potentially be benefited from protection. Although this can be a very effective conservation method (33), it often does not translate into better scientific evidence for such species.

The preservation is easier justified through aesthetically pleasing and emblematic species (34), and this may be an important factor in the success of conservation practices that require social support (22, 37). However, the main handicap from this situation is that bet on this strategy and focus the research on this restricted

group of species ends up leaving other species susceptible and “unarmed” to unexpected or “invisible threats”, such as the recent emergence of pathogenic fungi and climate change effects on frog species (31, 38).

It is already well known that larger mammals seem to be a positive driver of research effort in several taxonomic groups at a continental level (39, 40, 11). Similarly, our results also show that the size of species is also one of the main factors driving conservation knowledge worldwide. This pattern was also observed in Zoos, where large animals attract more public interest and funds (22). Furthermore, although previous studies have predicted that the risk of extinction is greater than expected for large-bodied mammals, for accurate and effective conservation planning, there should be no substitutes for a thorough understanding of the unique circumstances of each species (42).

Changes in biotic composition caused by human actions seem to be a great concern in conservation research agendas. Many rodents and feral pigs considered global pests (43) also are among the 100 worst invasive species in the world (44). Basically, due to their richness, abundance, high fecundity and broad diet, they damage field crops and endemic species (43). Consequently, alien species had a disproportionate amount of research focus also in other searches, associated with minimizing their ecological, social and economic impacts (11, 44).

Although seems intuitive that animals with wider geographical distribution has higher number of published papers, Brodie (40), analysing the research effort to felines, did not find a positive relation with geographic range. However, his study only evaluated the Felidae family. Here we show that for a broader level, species with a wide geographical distribution have a positive effect on conservation scientific knowledge.

Conservation decisions are usually made and implemented by political units (46), and many of these decisions result in resources applied to the research within its borders. However, as species do not recognize borders, the capacity of research for a species can vary according to the country where it is. Species with geographic areas restricted to low scientific capacity countries, as in some African countries, seem to have a negative influence on research effort. The opposite is also true, with species present in European and North American countries having greater research effort, be it

conservation-related research or not. This is because approximately 90% of annual conservation funding, about \$ 6 billion, is spent in economically rich countries (47).

Pioneer research may also stimulate future research (19, 28). As a convenience factor for later studies, researchers seem to prefer studying species where their conservation research has already begun. This occurs probably due to the history of research, causing in ease of argumentation in scientific discussions. Species with a long history of research receive too many benefits, since conservation biologists do not have to travel to the geographical area of the species to do research, all they must do is have their vast literature at hand and a hypothesis.

In contrast, the lack of interest in conservation research of evolutionarily distinct species seems to reflect in a few measures that prioritize their conservation. Currently, global protected areas are poorly effective in protecting biologically unique species as well as their functional roles and evolutionary histories (49). Therefore, conservation planning should prioritize the biodiversity evolutionarily distinct to ensure the natural ecosystems in a changing world (50).

Conclusions and Wider Applications

To understand the drivers driving research in conservation perspectives seems to tell us more precisely what conservation scientists want to save. With this, our study brings a wide understanding about the factor that drives the scientific production on mammals. We highlight that the concentration of studies in few species can lead a misunderstanding about the structure and functioning of natural systems. We also suggest that future studies consider analyzing other taxonomic groups to understand whether conservation scientists are motivated to search for factors similar to those found in our study. We advocate that uncharismatic, such as distinctively evolutionary, small species and data poor should be prioritized in future studies. At same time, funding agencies should remove the known barriers against less-visible species, providing opportunities to increase the knowledge about the unknown biodiversity.

Acknowledgments

To all members of the 21st Century Conservation Lab and Bruno S. S. Umbelino for help with the review and CAPES for scholarship.

Author Contributions

Conceived and designed the study: JWS RL RAC JVC-S. Collected the dataset: JWS. Analysed the data: JVC-S DT JWS RAC. Wrote the paper: JWS RAC ACMM JVC-S DT TLPS PJ RJL.

References

1. Ladle RJ, Whittaker RJ. Conservation Biogeography. Oxford, UK: John Wiley & Sons; 2011. 320 p.
2. Cox CB, Moore PD, Ladle RJ. Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach. 8^o ed. Oxford: John Wiley & Sons; 2016. 453 p.
3. Ladle RJ, Jepson P. Origins, Uses, and Transformation of Extinction Rhetoric. *Environ Soc Adv Res*. 2010;1:96–115.
4. Adams WB. Against extinction: The story of conservation. New York, USA: Earthscan; 2004.
5. Rodrigues ASL, Pilgrim JD, Lamoreux JF, Hoffmann M, Brooks TM. The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends Ecol Evol*. 2006;21(2):71–6.
6. Adams WM, Sandbrook C. Conservation, evidence and policy. *Oryx*. 2013;47:329–35.
7. Sutherland W. Evidence-based Conservation. *Conservation*. 2003;4(3):1–4.
8. Murray HJ, Green EJ, Williams DR, Burfield IJ, de Brooke ML. Is research effort associated with the conservation status of European bird species? *Endanger Species Res*. 2015;27(3):193–206.
9. Ladle RJ, Jepson P. Toward a biocultural theory of avoided extinction A new typology of extinction. *Policy Perspect*. 2008;1:111–8.
10. Laurance WF. Does research help to safeguard protected areas? *Trends Ecol Evol*. 2012;1–6.
11. Fleming PA, Bateman PW. The good, the bad, and the ugly: which Australian terrestrial mammal species attract most research? *Mamm Rev*. 2016;46(4):241–54.

12. Clark JA, May RM. Taxonomic Bias in Conservation Research. *Science* (80-). 2002;297:191–2.
13. Hortal J, Bello F de, Diniz-Filho JAF, Lewinsohn TM, Lobo JM, Ladle RJ. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst*. 2015;46:523–52.
14. Gaston KJ, Rodrigues a SJ. Reserve selection in regions with poor biological data. *Conserv Biol*. 2003;17(1):188–95.
15. Fisher R, Radford BT, Knowlton N, Brainard RE. Global mismatch between research effort and conservation needs of tropical coral reefs. *Conserv Lett*. 2011;4:64–72.
16. Kuebbing SE, Nuñez MA, Simberloff D. Current mismatch between research and conservation efforts: The need to study co-occurring invasive plant species. *Biol Conserv*. 2013;160:121–9.
17. Reddy S, Dávalos LM. Geographical sampling bias and its implications for conservation priorities in Africa. *J Biogeogr*. 2003;30:1719–27.
18. Küper W, Sommer JH, Lovett JC, Barthlott W. Deficiency in African plant distribution data – missing pieces of the puzzle. *Bot J Linn Soc*. 2006;150:355–68.
19. Engemann K, Enquist BJ, Sandel B, Boyle B, Jørgensen PM, Morueta-holme N, et al. Limited sampling hampers “big data” estimation of species richness in a tropical biodiversity hotspot. *Ecol Evol*. 2015;5(3):807–20.
20. dos Santos JG, Malhado ACM, Ladle RJ, Correia RA, Costa MH. Geographic trends and information deficits in Amazonian conservation research. *Biodivers Conserv*. 2015;24(11):2853–63.
21. Ladle RJ, Jepson P, Malhado ACM, Jennings S, Barua M. The causes and biogeographical significance of species’ rediscovery. *Front Biogeogr*. 2011;3(3):111–118.
22. Frynta D, Šimková O, Lišková S, Landová E. Mammalian Collection on Noah’s Ark: The Effects of Beauty, Brain and Body Size. *PLoS One*. 2013;8(5).
23. Reis NR dos, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP de. *Mamíferos dos Brasil*. Londrina, BR: Universidade Estadual de Londrina; 2006. 439 p.
24. Remsen D. The use and limits of scientific names in biological informatics.

- Zookeys. 2016;2016(550):207–23.
25. Correia RA, Jepson P, Malhado ACM, Ladle RJ. Internet scientific name frequency as an indicator of cultural salience of biodiversity. *Ecol Indic* [Internet]. 2017;78:549–55. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.052>
 26. Zeileis A, Kleiber C, Jackman S. Regression Models for Count Data in R. *J Stat Softw* [Internet]. 2008;27(8):1–25. Available at: <http://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v027i08/v27i08.pdf>
 27. Zuur AF, Ieno EN, Elphick CS. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods Ecol Evol* [Internet]. 2010;1(1):3–14. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x>
 28. Kamil B. Package “MuMIn” Multi-Model Inference. 2009.
 29. R Development Core Team R. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vol. 1, R Foundation for Statistical Computing. 2011. 409 p. Available at: <http://www.r-project.org>
 30. SJR - International Science Ranking [Internet]. [citado 27 de março de 2018]. Available at: <http://www.scimagojr.com/countryrank.php>
 31. Hoffmann M, Belant JL, Chanson JS, Cox NA, Lamoreux J, Rodrigues ASL, et al. The changing fates of the world’s mammals. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* [Internet]. 2011;366(1578):2598–610. Available at: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rstb.2011.0116>
 32. Wake DB, Vredenburg VT. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proc Natl Acad Sci* [Internet]. 2008;105(Supplement 1):11466–73. Available at: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0801921105>
 33. Amori G, Gippoliti S. What do mammalogists want to save? Ten years of mammalina conservation biology. *Biodivers Conserv*. 2000;9:785–93.
 34. Sanderson EW, Redford KH, Vedder A, Coppolillo PB, Ward SE. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landsc Urban Plan*. 2002;58(1):41–56.
 35. Heywood VH. Global Biodiversity Assessment. Cambridge. Reading U of, organizador. Cambridge; 1995. 1152 p.

36. Sutherland WJ, Pullin AS, Dolman PM, Knight TM. The need for evidence-based conservation. *Trends Ecol Evol.* 2004;19(6):305–8.
37. SELS SELS. *The Endangered Species Act.* Stanford, CA: Stanford University Press; 2001.
38. Lišková S, Frynta D. What determines bird beauty in human eyes? *Anthrozoos.* 2013;26(1):27–41.
39. Valencia-Aguilar A, Ruano-Fajardo G, Lambertini C, Leite DDS, Toledo LF, Mott T. Chytrid fungus acts as a generalist pathogen infecting species-rich amphibian families in Brazilian rainforests. *Dis Aquat Organ.* 2015;114(1):61–7.
40. Brodie JF. Felidae as a global case study. *Biodivers Conserv.* 2009;18:2927–39.
41. Brooke ZM, Bielby J, Nambiar K, Carbone C. Correlates of research effort in carnivores: Body size, range size and diet matter. *PLoS One.* 2014;9(4):1–10.
42. Cardinale BJ, Duffy JE, Gonzalez A, Hooper DU, Perrings C, Venail P, et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature.* 2012;486(7401):59–67.
43. Govorushko SM. Mammals and Birds as agricultural pests: a global situation. *Sel'skokhozyaistvennaya Biol [Internet].* 2014;4836(6):15–25. Available at: <http://www.agrobiology.ru/6-2014govorushko.html>
44. ISSG ISSG. *The Global Invasive Species Database*. Version 2015.1. [Internet]. 2015 [citado 10 de outubro de 2017]. p. 1. Available at: <http://www.iucngisd.org/gisd/>
45. Scalera R. How much is Europe spending on invasive alien species? *Biol Invasions.* 2009;12(1):173–7.
46. Bonn A, Rodrigues ASL, Gaston KJ. Threatened and endemic species: Are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale? *Ecol Lett.* 2002;5(6):733–41.
47. James AN, Gaston KJ, Balmford A. Balancing the earth's accounts. *Nature.* 1999;401(6751):323–4.
48. Correia RA, Malhado ACM, Lins L, Gamarra NC, Bonfim WAG, Valencia-Aguilar A, et al. The scientific value of Amazonian protected areas. *Biodivers Conserv.* 2016;25(8):1503–13.
49. Brum FT, Graham CH, Costa GC, Hedges SB, Penone C, Radeloff VC, et al. Global priorities for conservation across multiple dimensions of mammalian

diversity. Proc Natl Acad Sci [Internet]. 2017;114(29):7641–6. Available at: <http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1706461114>

50. Pressey RL, Cabeza M, Watts ME, Cowling RM, Wilson KA. Conservation planning in a changing world. Trends Ecol Evol. 2007;22(11):583–92.

Figures

Figure 1. Relative value of conservation papers for the 10 most widely searched terrestrial species of mammals.

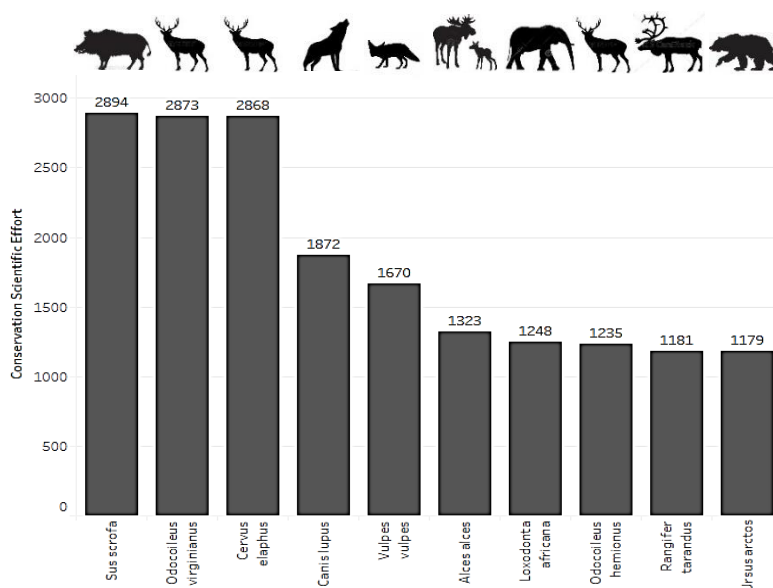
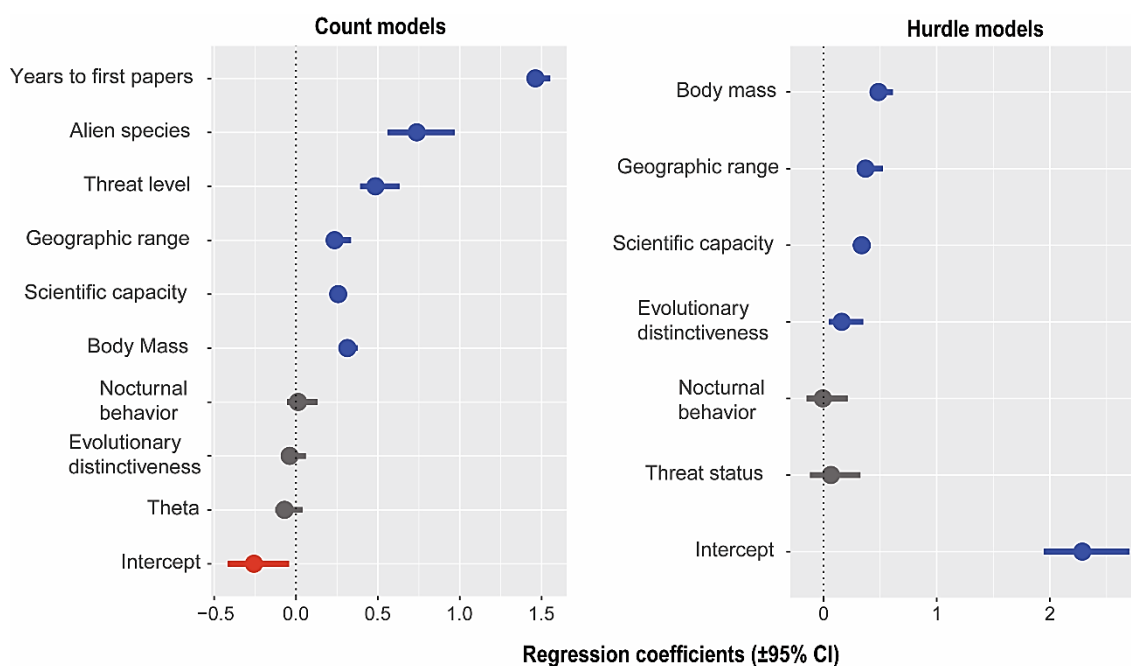


Figure 2. Coefficient estimates (\pm 95% confidence intervals) showing the magnitude and direction of effects of different variables on conservation papers for count and zero models. Blue and red symbols represent positive and negative effects, respectively. Grey symbols represent no effect. For full description of predictors, see SI.



Tables

Table 1. Data and predictor variables of mammals used in the model, with a brief description, the original source and the rationale for inclusion in this study are provided.

<i>Variables and data</i>	<i>Category</i>	<i>Origin</i>	<i>Site</i>	<i>Definition/ assumption</i>
<i>Threat status</i>	Threatened; No-Threatened	IUCN Red List	www.iucnredlist.org/	Threat status grouped in two levels: Threatened (critical endangered, endangered and vulnerable) and non-threatened (near threatened and least concern). Threatened species would be predicted to have higher conservation research.
<i>Geographic range (km²)</i>	x	IUCN Red List	www.iucnredlist.org/	Geographical area of the species in square kilometres

				(log10 transformed). Species with broad geographic range would be more easily found and consequently researched.
<i>Year of the first paper</i>	x	Web of Science	webofknowledge.com	Year of the first paper in Conservation. The pioneer effect of the first paper may stimulate subsequent research. These form, species with the first paper elder would be predicted to have higher research.
<i>Alien species</i>	Yes or No	IUCN Red List and GISD	www.iucnredlist.org/ and www.iucngisd.org/gisd/	List of introduced mammal's species. Deal to the impact produced by alien species in the other species, it would be predicted to have higher research.
<i>Evolutionary distinctiveness</i>	x	EDGE of Existence	www.edgeofexistence.org/	Level of evolutionary distinctiveness of the mammal species. Deal to the necessity of protection, the evolutionary distinctive species would be predicted to have higher conservation research.
<i>Body mass (g)</i>	x	Elton traits database, Pantheria database, Encyclopedia of life (EOL),	eol.org; pin.primate.wisc.edu;/ animaldiversity.org;/ www.departments.	Average body mass between adult males and females mammalian species in grams

		Primate Info Net, Animal Diversity Web (ADW) and in the book Mammals Species of the World.	bucknell.edu/biology/resources/msw3/.	(log10 transformed). Larger species seem to attract higher researchers in conservation due to several factors such as attractiveness and umbrella effect
<i>Scientific capacity</i>	x	Scimago Journal & Country Rank	scimagojr.com/countryrank.php	Number of publications by country (between 1996 and 2016) inside the geographic range of species by country. Species with distribution in countries with higher scientific capacity may be prone to have higher research.
<i>Nocturnal</i>	Nocturnal or non-nocturnal	Elton trait database and EOL	eol.org	Foraging activity. Nocturnal species are more difficult to be sampled and consequently studied. These form, would be predicted to have less conservation research.

Table 2. Table of result of the zero-inflated count model relating mammals' scientific effort in conservation and the explanatory variables.

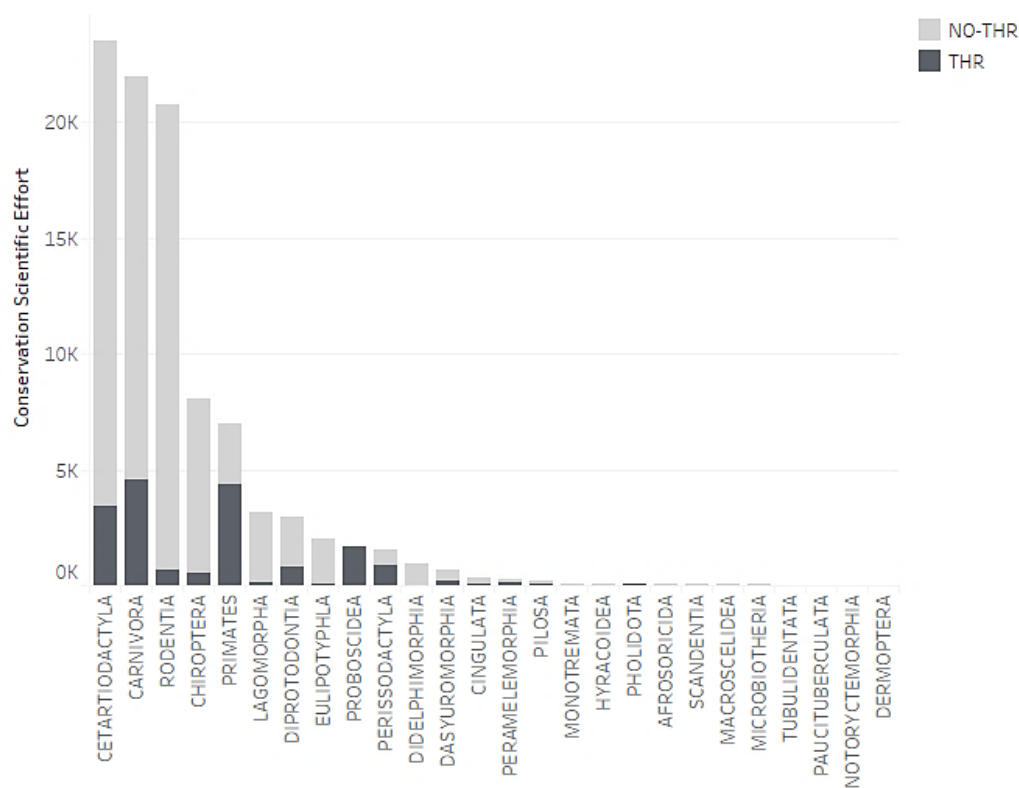
<i>Explanatory Variables</i>	<i>Count Model</i>		<i>Zero Model</i>	
	<i>Rel. Import.</i>	<i>Quant. of parsimonious models</i>	<i>Rel. Import.</i>	<i>Quant. of parsimonious models</i>

Geographic range	1	15	1	15
Scientific capacity	1	15	1	15
Alien species	1	15	-	-
Threat level	1	15	0.35	7
Evolutionary distinctiveness	0.25	6	0.98	14
Nocturnal	0.32	6	0.25	6
Years to first paper	1	15	-	-
Body mass	1	15	1	15

Supplementary Material

Figures

Figure S1. Relative value of conservation papers for the 26 orders of mammals. The colour standards per bar represent the relative values of papers for the distinct levels of threat. In the legend, the tag "NO_THR" represents the non-threatened species, while the "THR" represents the threatened species.



Tables

Table S1. Set of best models used in Hurdle Zero Model analysis

<i>Set of Best Models</i>	<i>df</i>	<i>logLik</i>	<i>AICc</i>	<i>delta</i>	<i>weight</i>
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness</i>	13	-11478.5	22983.03	0	0.22
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range</i>					

<i>+ Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Threat Level</i>	14	-11478.1	22984.21	1.17	0.12
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness</i>	14	-11478.1	22984.39	1.35	0.11
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal</i>	14	-11478.4	22984.92	1.89	0.09
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness</i>	14	-11478.4	22984.97	1.93	0.08
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Threat Level</i>	15	-11477.7	22985.56	2.52	0.06
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal + Zero Threat Level</i>	15	-11478	22986.1	3.06	0.05
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body</i>					

<i>Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Threat Level</i>	15	-11478	22986.14	3.1	0.05
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness</i>	15	-11478	22986.21	3.17	0.05
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal</i>	15	-11478.1	22986.28	3.24	0.04
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal</i>	15	-11478.4	22986.86	3.82	0.03
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Threat Level</i>	16	-11477.6	22987.38	4.34	0.03
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Years to First Paper + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal + Zero Threat Level</i>	16	-11477.7	22987.45	4.41	0.02
<i>Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity</i>	12	-11481.8	22987.77	4.73	0.02

Count Geographic Range + Count Body Mass + Count Scientific Capacity + Count Evolutionary Distinctiveness + Count Nocturnal + Count Alien Species + Count Threat Level + Zero Geographic Range + Zero Body Mass + Zero Scientific Capacity + Zero Evolutionary Distinctiveness + Zero Nocturnal + Zero Threat Level

16 -11478 22988.03 5 0.02

9. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma conservação eficaz se baseia em evidências científicas (conhecimento). O modo formal de divulgação desse conhecimento é através de artigos científicos, embora haja muito conhecimento também disponível sob a forma de relatórios de ONGs e governos, teses não publicadas, livros e uma série de plataformas eletrônicas. Dessa forma, o número de artigos científicos representa um amplo *proxy* do conhecimento científico acerca de uma espécie e o conhecimento tácito inerente a essa produção científica, os quais, muitas vezes não são relatados nos manuscritos, fornece uma base sólida para produzir conteúdo na internet, escrever blogs, livros, teses e outros produtos de conhecimento, além de inspirar mais estudos e mais produção científica.

Em nosso estudo, trouxemos um amplo entendimento sobre os fatores que impulsionam a produção científica para os mamíferos. Em outras palavras, nossos achados mostram alguns motivos os quais algumas espécies são negligenciadas em estudos de conservação. É preciso que ela seja: pequena, tenha distribuição geográfica curta e em países com baixa capacidade de produção científica, não esteja ameaçada, não seja introduzida e tenha seu primeiro paper em conservação mais recentemente. Em contrapartida, através dos mesmos resultados, nosso estudo traz uma ampla compreensão dos fatores que conduzem a pesquisa em conservação, nos dizendo mais precisamente o que os cientistas conservacionistas querem salvar.

Além disso, também concluímos que os esforços de pesquisa destinados as espécies de mamíferos são incrementais e capazes de promover sua visibilidade pública na “web”. A forte relação entre esses produtos de

conhecimento (produção científica *versus* páginas da internet), apoia fortemente o uso da produção científica como um *proxy* do conhecimento científico acerca de uma espécie e da quantidade de menções em páginas da internet como *proxy* de visibilidade pública. Além disso, o uso de “culturomics” para o estudo da visibilidade e percepções do público em relação aos mamíferos, nos permitiu aprofundar essas questões em escalas globais.

A concentração de estudos em poucas espécies pode levar a um mal-entendido sobre a estrutura e o funcionamento dos sistemas naturais. Dessa forma, defendemos que espécies distintamente evolutivas, pequenas e em áreas geográficas sub-pesquisadas devam ser priorizadas em estudos futuros. Sugerimos também, que mais estudos precisam ser realizados a fim de entender a amplitude do interesse público, e seu envolvimento na conservação, sobre outros *taxa*, como o grupo das Aves, Répteis e Anfíbios.

Em pesquisas futuras, faz-se necessário analisar o tamanho do efeito de outros fatores passíveis de afetar a visibilidade e o interesse público sobre os mamíferos, como a massa corporal, área de vida, distribuição, grupo taxonômico, conveniência e níveis de carisma. Isso ajudará a entender quais variáveis estarão melhor relacionadas às medidas de percepção e suporte público. O entendimento dessas relações também poderá auxiliar aos pesquisadores na coordenação de projetos às espécies realmente deficitárias, salvo a otimização de recursos. Ao mesmo tempo, sugerimos que as agências de financiamento e periódicos científicos devam estimular a pesquisa de espécies menos visíveis, oferecendo oportunidades de aumentar o entendimento sobre a biodiversidade desconhecida.