

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

**HEVERTON FAGNER SILVA DE ALENCAR**

**PRODUÇÃO CIENTÍFICA**  
**EM ESTAÇÕES ECOLÓGICAS**

**MACEIÓ - ALAGOAS**  
**março/2018**

**HEVERTON FAGNER SILVA DE ALENCAR**

**PRODUÇÃO CIENTÍFICA  
EM ESTAÇÕES ECOLÓGICAS**

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.

**Orientador: Prof. Dr. Vandick da Silva Batista**

**MACEIÓ - ALAGOAS  
março/2018**

Catálogo na fonte  
Universidade Federal de Alagoas  
Biblioteca Central  
Divisão de Tratamento Técnico

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecário Responsável: Janis Christine Angelina Cavalcante

A386p Alencar, Heverton Fagner Silva de.  
Produção científica em estações ecológicas. / Heverton Fagner Silva  
de Alencar. – 2018.  
61f. : il. color., grafs., tabs.

Orientador: Vandick da Silva Batista.  
Coorientadores: Richard James Ladle; Ricardo Correia.  
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação  
nos Trópicos) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de  
Ciências Biológicas e Conservação nos Trópicos, 2018.

Bibliografia: f. 57-58.  
Apêndices: f. 59-61.

1. Estação ecológica – Conservação - Brasil. 2. Áreas protegidas.
3. Biodiversidade. 4. Bibliometria. I. Título.

CDU: 574.2

Folha de aprovação

**Heverton Fagner Silva de Alencar**

## **Produção Científica em Estações Ecológicas**

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 08 de março de 2018.



Prof. Dr. Vandick da Silva Batista  
Orientador



Profa. Dra. Patrícia Muniz de Medeiros/UFAL  
(membro titular)



Profa. Dra. Adriana Rosa Carvalho/UFRN  
(membro titular)



Prof. Dr. Robson Guimarães dos Santos/UFAL  
(membro titular)

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante esta longa caminhada. Agradeço por me ajudar a seguir, me fazer crescer e abrir meus olhos por mundo.

À minha família, em especial minha mãe Ueliane, pelos conselhos, pelo grande esforço em sempre oferecer a melhor educação possível. Aos meus avós Luiza e Aldo, e meu tio Ueliton por todo apoio e incentivo durante minha jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Vandick da Silva Batista, pela confiança, por ter aceito me orientar mesmo após todas as turbulências durante minha jornada mestrado, pela paciência nas correções, pelas ideias, e por ser o maior incentivador na superação de meus limites.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Richard James Ladle, pela ideia do tema da dissertação e pelas colaborações na correção do manuscrito.

Ao coorientador Prof. Dr. Ricardo Correia por toda ajuda durante a escrita no manuscrito, por responder todos os e-mails (~80) em tempo hábil, por tirar muitas dúvidas, pela ajuda nas análises dos dados e ideias para melhorar a escrita.

À Profa. Dra. Nidia Noemi Fabre, que desde o início da graduação esteve ao meu lado, por ter dado a oportunidade de entrar no mundo da pesquisa científica, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou ao longo da graduação, incluindo parte do mestrado. Serei eternamente grato por tudo.

Ao David da Silva, pela paciência, pelos conselhos, por incentivar a não desistir, e por todo suporte oferecido nesta caminhada.

Aos todos meus amigos, em especial, Dayanna Verçosa, Cibele Tiburtino, e Morgana Macedo pelos conselhos e incentivos.

Aos meus companheiros de laboratório, LaEPP e LACOM, pela ajuda, ideia e descontração.

Por último, que agradecer à Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos pela oportunidade e ensinamentos.

“Tu sol te va ayudar a encontrar la salida  
Si aún estamos vivos no es para sufrir  
Abre una ventana de fe enseguida  
Deja ya las penas empieza a vivir  
El final del cuento depende de ti”

(Joelma. Avante. Pa'lante. Universal Music. 2016)

## RESUMO

As áreas protegidas (APs) são frequentemente os focos para pesquisas ecológicas e de conservação. Esse valor é formalmente reconhecido nas classificações internacionais e nacionais, dentro dos quais a pesquisa científica é explicitamente identificada como um objetivo político. Isso é particularmente claro no caso das Estações Ecológicas Brasileiras, áreas protegidas restritas com a dupla função de proteger a natureza e hospedar pesquisas científicas. No entanto, simplesmente exigir pesquisa científica não se traduz necessariamente em ação, pois existem muitos outros fatores (por exemplo, acessibilidade, infraestrutura de pesquisa, etc.) que influenciam as decisões dos cientistas para trabalhar em uma área específica. Aqui, avaliamos quantitativamente a produtividade científica das Estações Ecológicas Brasileiras (medido por publicações científicas em revistas revisadas por pares e "literatura cinza") e identificamos os principais impulsores socioeconômicos que influenciam essa produção. Adotamos uma abordagem de inferência multi-modelo com um modelo inovador de regressão de obstáculos para avaliar de forma independente os fatores que influenciam (i) a presença / ausência de pesquisa e (ii) o volume de estudos em Estações Ecológicas. Surpreendentemente, uma grande proporção de Estações Ecológicas teve pouca ou nenhuma produtividade científica. Nossos resultados também indicam que a idade da Estação Ecológica é mais fortemente associada à presença de artigos científicos, enquanto anos desde a data da primeira publicação foram mais fortemente associados à quantidade de publicações. A presença de um plano de manejo e um conselho gestor também foram impulsores positivos significativos. Nossos resultados sugerem fortemente que, apesar do seu objetivo claro, as Estações Ecológicas Brasileiras não estão efetivamente cumprindo seu papel como instrumento de política para a geração de dados científicos valiosos. Dada a crescente pressão sobre as APs para justificar um investimento contínuo, o aumento do valor científico das Estações Ecológicas será essencial para assegurar a sustentabilidade a longo prazo desses recursos únicos.

**Palavras-chave:** Estação Ecológica, Áreas Protegidas, Bibliometria, Esforço de pesquisa, Conservação, Biodiversidade

## ABSTRACT

Protected areas are frequently the foci for ecological and conservation research. This value is formally recognized in international and national classifications, within which scientific research is explicitly identified as a policy goal. This is particularly clear in the case of Brazilian Ecological Stations, strict protected areas with the dual function of protecting nature and hosting scientific research. Nevertheless, simply mandating scientific research does not necessarily translate into action, since there are many other factors (e.g. accessibility, research infrastructure, etc.) that influence decisions of scientists to work in a particular area. Here, we quantitatively assess the scientific productivity of Brazilian Ecological Stations (as measured by scientific publications in peer-reviewed journals and 'grey literature') and identify the main socio-ecological drivers influencing this production. We adopt a multi-model inference approach with an innovative hurdle regression model to independently evaluate the factors that influence (i) the presence/absence of research and (ii) the volume of studies in Ecological Stations. Surprisingly, a high proportion of Ecological Stations had little or no scientific productivity. Our results also indicate that the age of the Ecological Station is most strongly associated with the presence of scientific articles, while years since the date of the first publication was most strongly associated with the quantity of publications. The presence of a management plan and a management council were also significant positive drivers. Our results strongly suggest that, despite their clear mandate, Brazilian Ecological Stations are not effectively fulfilling their role as a policy instrument for generating valuable scientific data. Given the increasing pressure on PAs to justify continued investment, increasing the scientific value of Ecological Stations will be essential to ensure the long term sustainability of these unique resources.

**Key words:** Ecological station, Protected Areas, Bibliometrics, Research Effort, Conservation, Biodiversity



## LISTA DE FIGURAS

### Revisão de Literatura

- Figura 1. Evolução da rede de APs terrestre e marinhas, em número de APs (barras verdes) e área (km<sup>2</sup>; linha azul) .....18
- Figura 2. Porcentagem de todas as áreas terrestres e marinhas (0-200 milhas náuticas) cobertas por APs por ano de todas as APs incluídas no WDPA até abril de 2016 ..... 21
- Figura 3. Porcentagem das áreas marinhas dentro da jurisdição nacional (0-200 milhas náuticas) cobertas por APs até de abril de 2016 .....22
- Figura 4. Mapa das UCs federais de uso sustentável e proteção integral por bioma ..... 25
- Figura 5. Mapa da distribuição por bioma das 16 primeiras estações ecológicas. 1. Taim (RS); 2. Aracuri-Esmeralda (RS); 3. Raso da Catarina (BA); 4. Uruçuí-Uma (PI); 5. Anavilhanas (AM); 6. Maracá-Roraima; (RO); 7. Iquê-Aripuana (MT); 8. Aiuaba (CE); 9. Pantanal Sul (MS); 10. Piriá-Gurupi; (PA); 11. Coco-Javaés (GO); 12. Apiacas (MT); 13. Murici (AL); 14. Lapa (PR); 15. Foz do São Francisco (AL); 16. Maracá-Tipioca (AP) .....28
- Figura 6. Distribuição das estações ecológicas por bioma .....29

### Capítulo 1. Scientific Productivity of Brazilian Ecological Stations

- Figure 1. Scientific productivity of ecological stations between 1981 and 2016 .....44
- Figure 2. Distribution of (A) products and (B) articles in different biomes .....45
- Figure 3 Distribution of (A) products and (B) articles at different levels of administrative levels .....45

## LISTA DE TABELAS

### Revisão de literatura

Tabela 1. Crescimento acumulado da rede de áreas protegidas desde 1962 .....21

### Capítulo 1. Scientific Productivity of Brazilian Ecological Stations

Table 1. Biome, distribution, mean size and administrative level of Brazilian ecological stations .....39

Table 2. Response and explanatory variables entering model of scientific production .....40

Table 3. Scientific productivity in the most investigated ecological stations .....43

Table 4. Table 4: Summary statistics of the full model averaging procedure of hurdle models relating the number of scientific articles peer-reviewed to a set of explanatory variables .....46

### Apêndice

Table S1 - Summary table of the zero hurdle count models relating ESEC scientific productivity to our set of explanatory variables .....59

## SUMÁRIO

<b>1 Apresentação</b> .....	<b>10</b>
Referências .....	13
<b>2 Revisão de literatura</b> .....	<b>16</b>
2.1 Áreas protegidas: origens e desenvolvimento no mundo .....	16
2.2 Áreas protegidas no Brasil .....	23
2.3 Estações Ecológicas .....	26
Referências .....	32
<b>3 Scientific Productivity of Brazilian Ecological Stations (Strict reserves, IUCN classification)</b> .....	<b>36</b>
3.1 Introduction .....	37
3.2 Methods .....	38
3.2.1 Explanatory variables .....	40
3.2.1 Statistical analysis .....	42
3.3 Results .....	43
3.4 Discussion .....	47
3.5 Conclusions .....	50
References .....	51
<b>4 Discussão geral</b> .....	<b>54</b>
Referências .....	57
<b>Apêndices</b> .....	<b>59</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

O Brasil ocupa quase metade da América do Sul e é o país com a maior diversidade de espécies no mundo, espalhadas por seus biomas. Esta biodiversidade representa mais de 20% do número total de espécies da Terra, com 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais conhecidas no país (MMA, 2018). A Amazônia, por exemplo, é considerada a maior floresta tropical contínua do mundo e abriga a maior biodiversidade da terra, no entanto ainda é assolada por falta de dados em muitos grupos taxonômicos (Malhado et al., 2013; Steege et al., 2016) particularmente por ainda estar em processo de descrição ou catalogação, o que torna pesquisas taxonômicas, ecológicas e genéticas essenciais para sanar estes problemas. Correia et al. (2016) avaliando a produção científica em APs neste mesmo bioma observou que em muitas destas áreas existem poucos ou nenhum artigo científico associado. Assim, é possível que a biodiversidade brasileira esteja subestimada, o que confere ao Brasil uma responsabilidade global maior no desenvolvimento de políticas para proteção de grandes biomas como a Amazônia e Caatinga, além dos hotspots de biodiversidade como Cerrado e Mata Atlântica.

Neste contexto, umas das ferramentas mais eficazes para a conservação da biodiversidade é a implementação de áreas protegidas (APs) (Jepson & Whittaker, 2002; Scharlemann et al., 2010), conhecidas no Brasil como unidades de conservação (UCs). No entanto, a criação de algumas dessas áreas não tem trazido os resultados esperados (Butchart et al. 2012; Laurance et al. 2012; Mazaris et al. 2013). Dados recentes mostraram que o desmatamento na Amazônia Legal subiu 16% entre agosto de 2015 e julho de 2016, sendo que 25% destes desmatamentos ocorreram dentro de APs (Imazon/SAD 2016; Imazon/SAD 2017). Estes problemas podem estar associados a má gestão destas áreas.

O sistema mundial de APs tem crescido ao longo dos últimos anos, sobretudo nos países tropicais, que possuem altos índices de biodiversidade e endemismo, tornando-se importantes para a conservação (Myers et al. 2000; Gibson et al. 2011; Symes et al.

2016; UNEP-WCMC and IUCN, 2016). Para isto, é necessário um planejamento sistemático da conservação que requer informações para elaborar, implantar e consolidar a gestão destas áreas (Cook et al. 2010).

Uma parte integrante do planejamento da gestão é a pesquisa. Ter informação para a tomada de decisão qualificada é essencial para o sucesso na gestão de recursos naturais (Cook et al. 2017). As informações que serão usadas por tomadores de decisão pode vir da experiência dos mesmos, do meio científico ou de informações mistas (Cook et al., 2010). A combinação adequada de informações e a forma como estas são usadas para definir atividades, contribui para o sucesso da gestão (Cook et al. 2010; Cook et al. 2012; Bennett 2016). No entanto, a falta de informações para conservação é crítica, particularmente considerando a necessidade de temas que envolvem impactos antrópicos. Assim, pesquisa que gere informações necessárias para a gestão da biodiversidade e de áreas naturais, protegidas ou não, é essencial e urgente face a magnitude da degradação corrente.

No Brasil, o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), criado em 2000, prevê para a categoria “Estações Ecológicas” (ESECs), a atribuição de preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. Estas APs têm o potencial de gerar conhecimento científico que pode contribuir para apoiar a gestão ambiental e a tomada de decisões.

Apesar do potencial e importância, não há evidências de que a pesquisa científica esteja ocorrendo de forma sistemática nestas áreas. De fato, dados recentes mostram que 71% das APs no Brasil têm baixa densidade de amostragem, com 0 a 0,01 registros de espécies por km<sup>2</sup> e apenas 1% das APs no Brasil são bem amostradas, com 10 a 130 registros de espécies por km<sup>2</sup> (Oliveira et al. 2017). Assim, é necessário entender como está sendo a resposta efetiva desta proposta e instrumento para subsidio a gestão. Para isto é relevante uma avaliação sistemática de pesquisa científica a fim de identificar lacunas e solucionais problemas.

A pesquisa é considerada um dos aspectos mais fracos de gestão em APs e tradicionalmente estão entre as prioridades mais baixas no gerenciamento em AP, pois

aspectos como planejamento financeiro e infraestrutura acabam sendo priorizados (Ervin, 2003; Dudley et al. 2007; Ervin et al. 2010). A falta de estudos e avaliações tradicionais ou inovadoras e mesmo de meras informações disponíveis à sociedade via relatórios ou internet, representa um forte indício de falta de gestão ou de sua efetividade das UCs, comprometendo o seu objetivo (Nogueira et al. 2009). Neste sentido, as pesquisas científicas são prioritárias e integrantes dos componentes essenciais para a gestão produtiva de uma UC (Battesini et al. 2013).

Apesar da crescente conscientização sobre a importância da produção de conhecimento em APs, existe uma distribuição desigual dos dados sobre a biodiversidade em todo mundo, gerando lacunas de informações sobre a biodiversidade local (Amano and Sutherland, 2013; Pimm et al. 2014; Götmark et al. 2015; Amano et al. 2016). Além disto, os fatores que influenciam os esforços científicos em APs ainda são pouco conhecidos, o que torna a superação das lacunas de conhecimento sobre a biodiversidade um desafio (Amano et al. 2016).

Neste sentido, compreender a dinâmica e os fatores que influenciam a produção de conhecimento científico nas ESECs, nos permitirá entender se um dos objetivos previstos pelo SNUC está consolidado. Adicionalmente, este entendimento fornecerá informações importantes que poderiam ser usadas para apoiar e fortalecer a política voltada para o incentivo do aumento da produção científica em ESECs.

## REFERÊNCIAS

- Amano T, Lamming JDL, Sutherland WJ (2016) Spatial Gaps in Global Biodiversity Information and the Role of Citizen Science. *Bioscience* 66:393–400. doi: 10.1093/biosci/biw022
- Amano T, Sutherland WJ (2013) Four barriers to the global understanding of biodiversity conservation: wealth, language, geographical location and security. *Proc R Soc B Biol Sci* 280:20122649–20122649. doi: 10.1098/rspb.2012.2649
- Battesini MD, Santos CZA dos, Neto J de OM, Gomes LJ (2013) Publicações acadêmicas das unidades de conservação no estado de Sergipe, Brasil. *Interciencia* 38:67–72.
- Bennett NJ (2016) Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. *Conserv Biol* 30:582–592. doi: 10.1111/cobi.12681
- Butchart SHM, Scharlemann JPW, Evans MI, et al (2012) Protecting important sites for biodiversity contributes to meeting global conservation targets. *PLoS One*. doi: 10.1371/journal.pone.0032529
- Cook, C. N., Hockings, M. and Carter R (2010) Conservation in the dark? The information used to support management decisions. 2–7. doi: 10.1890/090020
- Cook CN, Carter RWB, Fuller RA, Hockings M (2012) Managers consider multiple lines of evidence important for biodiversity management decisions. *J Environ Manage* 113:341–346. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.09.002
- Cook CN, Nichols SJ, Webb JA, et al (2017) Simplifying the selection of evidence synthesis methods to inform environmental decisions: A guide for decision makers and scientists. *Biol Conserv* 213:135–145. doi: 10.1016/j.biocon.2017.07.004
- Correia RA, Malhado ACM (2016) The scientific value of Amazonian protected areas. *Biodivers Conserv*. doi: 10.1007/s10531-016-1122-x
- Dudley, N., A. Belokurov, L. Higgins-Zogib, L., M. Hockings SS and NB (2007) Tracking progress in managing protected areas around the world. Gland, Switzerland: WWF International
- Ervin, J., N. Sekhran, A. Dinu. S. Gidda MV and, Mee. J (2010) Protected Areas for the 21st Century: Lessons from UNDP/GEF's Portfolio. New York: United Nations Development Programme and Montreal: Convention on Biological Diversity
- Ervin J( (2003) Rapid assessment of protected area management effectiveness in four countries. *Bioscience* 53(4): 819-822.

- Gibson L, Lee TM, Koh LP, et al (2011) Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478:378–381. doi: 10.1038/nature10425
- Götmark Frank, Keith Kirby and MBU (2015) Strict reserves , IUCN classification , and the use. 3621–3625. doi: 10.1007/s10531-015-1011-8
- Imazon/SAD (2016) Boletim do desmatamento da Amazônia Legal. <http://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-junho-de-2016-sad/>.
- IMAZON/SAD (2017) Boletim do desmatamento. <http://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-novembro-2017-sad/>. Accessed 17 Jan 2018
- Jepson P, Whittaker RJ (2002) Histories of Protected Areas: Internationalisation of Conservationist Values and their Adoption in the Netherlands Indies (Indonesia). *Environ Hist Camb* 8:129–172. doi: 10.3197/096734002129342620
- Laurance WF, Carolina Useche D, Rendeiro J, et al (2012) Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature* 489:290–293. doi: 10.1038/nature11318
- Malhado A, Ladle R, Whittaker R, Neto A, Malhi Y ter SH (2013) eScholarship provides open access, scholarly publishing services to the University of California and delivers a dynamic research platform to scholars worldwide.
- Mazaris AD, Papanikolaou AD, Barbet-Massin M, et al (2013) Evaluating the Connectivity of a Protected Areas' Network under the Prism of Global Change: The Efficiency of the European Natura 2000 Network for Four Birds of Prey. *PLoS One*. doi: 10.1371/journal.pone.0059640
- MMA (2018) Biodiversidade. <http://www.mma.gov.br/biodiversidade>. Accessed 17 Jan 2018
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858. doi: 10.1038/35002501
- Nogueira C, Valdujo PH, Paese A, et al (2009) Desafios para a identificação de áreas para conservação da biodiversidade. *Megadiversidade* 5:43–53.
- Oliveira U, Soares BS, Paglia AP, et al (2017) Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. 1–9. doi: 10.1038/s41598-017-08707-2
- Pimm SL, Jenkins CN, Abell R, et al (2014) The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* (80- ). doi: 10.1126/science.1246752



Scharlemann, J.P.W., Kapos, V., Campbell, A., Lysenko, I., Burgess, N.D., Hansen MC, Gibbs, H.K., Dickson, B., Miles L (2010) Securing tropical forest carbon: the contribution of protected areas to REDD ". 44:352–357. doi: 10.1017/S0030605310000542

Steege H, Vaessen RW, Cárden D, et al (2016) The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. 1–15. doi: 10.1038/srep29549

Symes, W. S., Rao, M., Mascia, M. B., & Carrasco LR (2016) Why do we lose protected areas? Factors influencing protected area downgrading , downsizing and degazettement in the tropics and subtropics. *Glob Chang Biol* 22:656–665. doi: 10.1111/gcb.13089

UNEP-WCMC (2016) Protected Planet Report 2016. UNEP-WCMC and IUCN: Cambridge UK and Gland, Switzerland

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Áreas protegidas: origens e desenvolvimento no mundo

As APs têm uma longa história e mostram que as civilizações antigas já eram preocupadas com a conservação da natureza. As iniciativas para o estabelecimento de APs é considerada uma ideia antiga e universal, datadas a mais de dois milênios (Holdgate, 1999; IUCN/WCPA, 2010). Estas ações de conservação tiveram origens distintas em vários países com diferentes fundamentos culturais associados. Por exemplo, na Índia o imperador Ashoka, em 252 a.C determinou que locais fossem fechados para a proteção de animais e florestas (Wallaer, 1998; Holdgate, 1999). Na África ocidental, bosques considerados sagrados eram protegidos para a prática religiosa (Holdgate, 1999). Já no Japão e China, áreas eram reservadas especificamente para uma elite religiosa (IUCN/WCPA, 2010). Na Europa no início do renascimento, ricos e poderosos teriam protegido seus campos de caça por mil anos (Holdgate, 1999; IUCN/WCPA, 2010).

Apesar das preocupações com a natureza nesta época, as civilizações antigas também sofreram com problemas ambientais, como por exemplo: a degradação do solo causado pela agricultura, fazendo com que algumas cidades sumérias fossem abandonadas há mais 3.700 anos atrás; desmatamento, seguido de assoreamento dos sistemas de irrigação; no período imperial de Roma a poluição aquática por esgoto era um problema (Thomas, 1983; McCormick, 1989; Holdgate, 1999). Nesta época, os problemas advindos da caça e agricultura despertaram ainda mais a necessidade de conservação, e muitos povos passaram a desenvolver regras para controlar a exploração dos recursos naturais (Holdgate, 1999). Lentamente, esses locais tornaram-se abertos para uso público, o que favoreceu o envolvimento da comunidade e o turismo.

Na Europa do século XIX e na América do Norte, o movimento conservacionista moderno parece ter surgido de três fontes: a redescoberta da natureza romântica, a exploração científica do mundo natural e revolta da cruel destruição de algumas espécies selvagens, especialmente aves (Holdgate, 1999). Nesta mesma época, vários

escritores publicaram livros abordando a relação homem-natureza. Um dos primeiros e mais influentes escritores foi Gilbert White, que em 1788 publicou um livro intitulado “*Natural History of Selborne*”, onde defendia que a vida dos pássaros e animais tem sua própria riqueza e ritmo, moldando uma visão cotidiana das relações entre humanos e natureza. Este livro se tornou uma das obras mais publicadas na língua inglesa (White, 1788; McCormick, 1989; Holdgate, 1999).

Então, tem-se o início do movimento moderno para a criação de APs que tiveram diversas motivações. Por exemplo, na América do Sul era voltada para o controle da erosão e abastecimento de água potável, já na África era focada em parques de jogos e na Europa tinha como objetivo a proteção de paisagens (IUCN/WCPA, 2010). Mas, foi nos Estados Unidos o marco inicial do atual modelo de APs. A história das APs está intimamente ligada ao processo de revolução industrial. A vida nas cidades, antes valorizada como sinal de civilização em oposição à rusticidade da vida no campo, passou a ser criticada, pois o ambiente industrial tornava o ar irrespirável (Diegues, 2001).

Nesta época, os EUA estavam preocupados em estabelecer o desenvolvimento econômico da nação e incentivar a colonização das pradarias americanas, foi então que uma coalização política formada por pequenos agricultores e a burguesia industrial conseguiram aprovar a Lei “Homestead Act”, em 1862, que permitia que qualquer cidadão que nunca tivesse lutado contra os EUA em algum conflito teria o direito de ocupar até 65 hectares de terras devolutas desocupadas em troca de uma pequena taxa (Diegues, 2001; Portefield, 2005). A corrida por terras foi muito grande. No entanto, a lei não levou em consideração o uso sustentável dos recursos naturais e aliado ao aumento da população, houve a necessidade incrementar a produção agrícola, trazendo consequências ambientais inevitáveis, como o esgotamento do solo e desertificação (Matallo, 2008).

Devido a este dramático cenário da grande expansão urbana e agrícola sobre as áreas naturais, foi criada em 1872 pelo então presidente Ulysses S. Grant, o Parque Nacional de Yellowstone, que foi a primeira AP legalmente instituída do mundo

(IUCN/WCPA, 2010). Yellowstone foi criado para o “benefício e prazer das pessoas” e preservação contra qualquer interferência ou exploração de seus recursos e hoje o parque cobre uma área de 8905.75 km<sup>2</sup> (UNEP-WCMC and IUCN, 2016; NPS, 2018). Neste modelo moderno de criação de APs, os gestores começaram a reconhecer a importância das comunidades locais, comunidade científica e de modelos de governança, além abordar a necessidade de redes de área protegida mais sistemática e abrangente (Ervin et al. 2010).

Durante o século XX, o número de áreas protegidas cresceu consideravelmente, neste período foram instituídas mais de 30.000 APs em diferentes categorias de manejo (inicialmente nas categorias Parque e Reserva) em todo mundo (IUCN/WCPA, 2000; Phillips, 2004; IUCN/WCPA, 2010b). Neste período, cada nação do mundo começou a desenvolver sua própria abordagem de gestão, resultando em muitos tipos diferentes de categorias de gerenciamento usadas a nível nacional para definir APs (Dudley, 2008; IUCN/WCPA, 2000; IUCN/WCPA, 2010a), fazendo com que seu número e área coberta aumentasse notavelmente nos últimos anos (Phillips, 2004) (Fig 1).

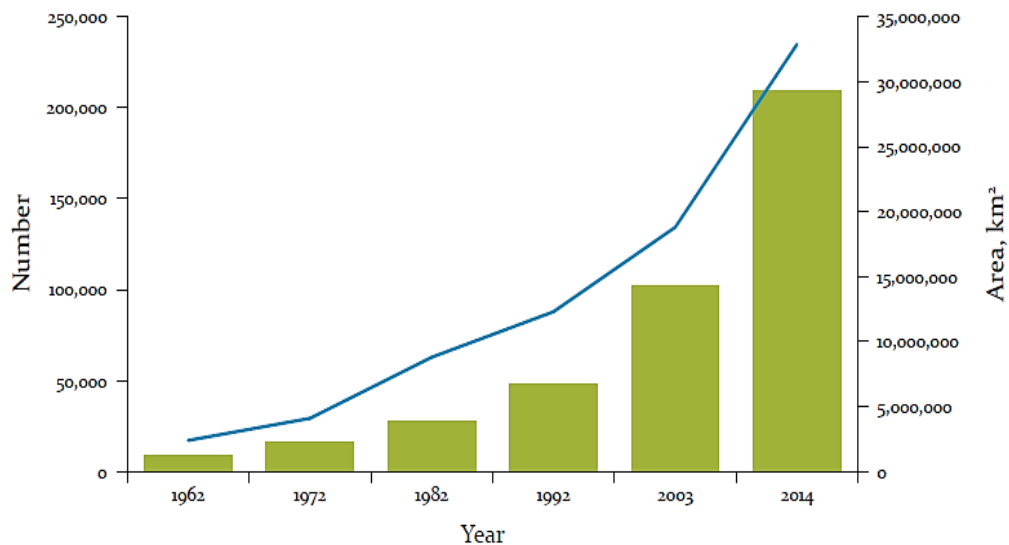


Figura 1: Evolução da rede de APs terrestre e marinhas, em número de APs (barras verdes) e área (km<sup>2</sup>; linha azul) (Fonte: UNEP-WCMC 2014, com dados de Chape et al. 2003).

Neste sentido, a fim de reduzir a confusão em torno do uso de muitas terminologias diferentes, a IUCN (International Union for Conservation of Nature - União Internacional para a Conservação da Natureza) propôs um sistema universal de categorias (identificadas pelo seu principal objetivo de gestão) a fim de criar um entendimento comum, tanto dentro como entre países, fornecendo uma linguagem pelo qual gestores, pesquisadores, políticos e cidadãos em diferentes países pudessem trocar informações e pontos de vista sobre APs (IUCN/WCPA, 1994).

O primeiro esforço para desenvolver normas e nomenclaturas adequadas para as APs foi feito em 1933, na Conferência Internacional para a Proteção da Fauna e Flora, em Londres que estabeleceu quatro categorias de APs: Parque Nacional; Reserva Natural integral; reserva de fauna e flora; e reserva com proibição de caça e coleta. Após diversas revisões, finalmente em 1994, durante a Reunião da Assembleia Geral da IUCN em Buenos Aires foi aprovado um novo sistema de categorias de áreas protegidas da IUCN: Ia (Reserva Natural integral), Ib (Reserva Natural), II (Parque Nacional), III (Monumento Natural), IV (Área protegida para a gestão de habitats ou espécies), V (Paisagem protegida) e VI (Área protegida para gestão de recursos) (IUCN/WCPA, 2014). Tais categorias não são monolíticas e variam em sua finalidade, designação, gestão e resultados, sendo classificadas de acordo com os seus objetivos de gestão (Dudley et al. 2010) e são reconhecidas por organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas e por muitos outros governos (IUCN/WCPA, 2014).

A história da WDPA (World Database on Protected Areas - Banco de Dados Mundial de Áreas Protegidas) também está ligada às categorias de manejo de APs da IUCN, que foram publicadas pela primeira vez em 1994 e atualizadas em 2008, no formato digital da WDPA. A interface online da WDPA ([www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net)) foi lançada em 2010, é a única base de dados mundial que compila informações sobre APs

para todos os países do mundo fornecidos por governos e outras organizações autorizadas e em 2015 passou a incorporar informações sobre APs sob a gestão de entidades privadas, comunidades locais e povos indígenas (UNEP-WCMC and IUCN, 2016).

Apesar da importância de sistema unificado de categorias de APs, nem todos os países e territórios utilizam este sistema proposto pela IUCN e muitos incluem variadas terminologias, tais como Patrimônio Mundial, que não são relatados à WDPA. Em 2016, 33% das APs cadastradas no WDPA não receberam uma categoria de gestão da IUCN. As categorias I-IV da IUCN têm maior representatividade no mundo (48%), sendo a categoria IV a mais comum (28%) (UNEP-WCMC and IUCN, 2016). No que diz respeito aos níveis de gestão, 84% das APs são relatadas são geridas por governos, 4,5% gestão privada, 1,8% gestão compartilhada e 0,6% como gerida por povos indígenas e comunidades locais (UNEP-WCMC and IUCN, 2016).

Dados atualizados mostram que existem 217.155 APs cadastradas no WCPA (sendo, 202.467 terrestres e 14.688 marinhos) distribuídas em 249 países, que cobrem uma área maior que o continente Africano (UNEP-WCMC and IUCN, 2016) (Tabela 1). No mundo as APs terrestres cobrem 14,7% (19,8 milhões de km<sup>2</sup>) da extensão mundial desses ecossistemas (excluindo a Antártida) e continua a crescer. No entanto, houve queda na cobertura total em comparação com os 15,4% registrados em 2014, e isto pode estar associado as mudanças no conjunto de dados relacionadas as mudanças de designações ao longo tempo, incluindo tanto aumentos como diminui de tamanho, e em alguns casos, a extinção de APs (UNEP-WCMC and IUCN, 2016). Consequentemente, para atingir 17% da cobertura terrestre, como o previsto na CDB (sigla) até 2020, teriam que ser protegidos 3,1 milhões de km<sup>2</sup> adicionais (UNEP-WCMC and IUCN, 2016) (Fig 2).

Tabela 1. Crescimento acumulado da rede de áreas protegidas desde 1962 (Fonte: WCPA, 2014; WCPA 2016)

Ano	Nº de Áreas protegidas	Área total (km <sup>2</sup> )
1962	9.214	2.400.000
1972	16.394	4.100.000
1982	27.794	8.800.000
1992	48.388	12.300.000
2003	102.102	18.800.000
2014	209.429	32.868.673
2016	217.155	34.700.000

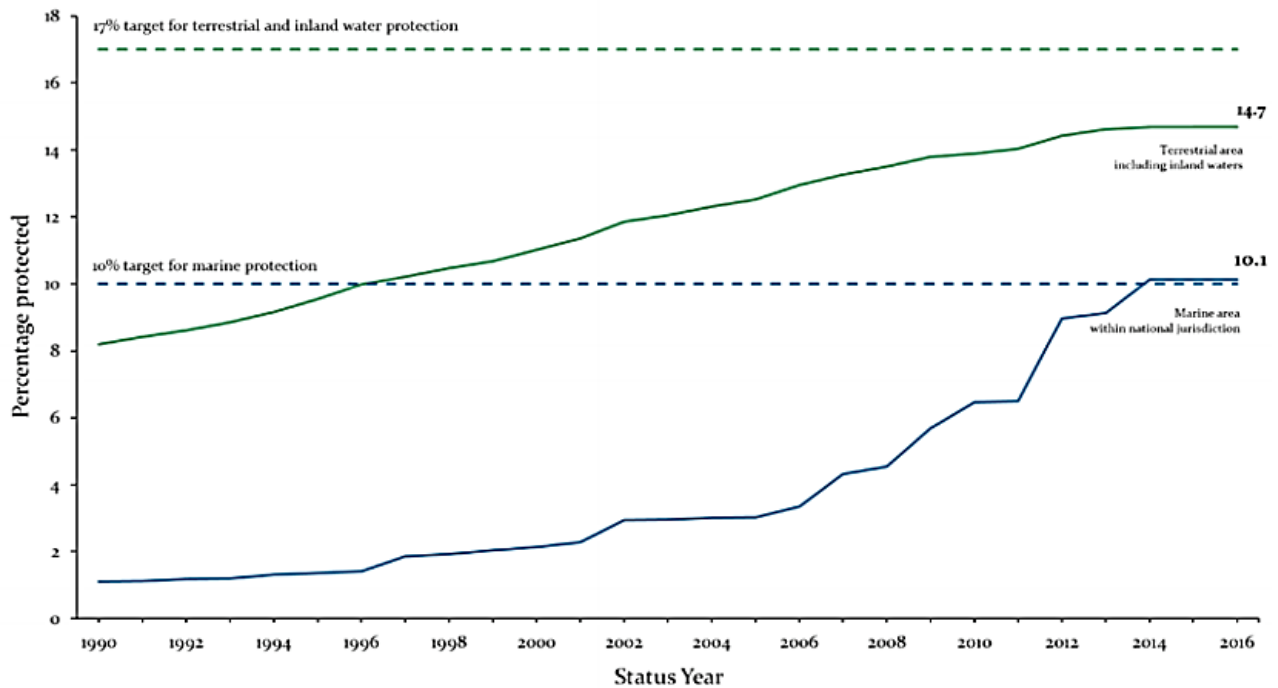


Figura 2. Porcentagem de todas as áreas terrestres e marinhas (0-200 milhas náuticas) cobertas por APs por ano de todas as APs incluídas no WDPA até abril de 2016 (Fonte: WCPA, 2016).

As APs marinhas cobrem 4,12% (14,9 milhões de km<sup>2</sup>) do oceano global e 10,2% do litoral e áreas marinhas sob jurisdição nacional. Desde 2014, a cobertura de APs marinhas em áreas sob jurisdição nacional aumentou 1,8% (equivalente a 2,6 milhões km<sup>2</sup>). No entanto, esta distribuição é desigual e o crescimento está concentrado principalmente na Austrália, Nova Zelândia, o Estados Unidos, Reino Unido e Espanha. Este progresso no crescimento na rede AMP (áreas marinhas protegidas) foi resultado de uma combinação de novas áreas criadas e aumento da extensão de áreas existentes que contribuiriam ainda mais para um aumento na cobertura total (UNEP-WCMC and IUCN, 2016) (Fig 3).

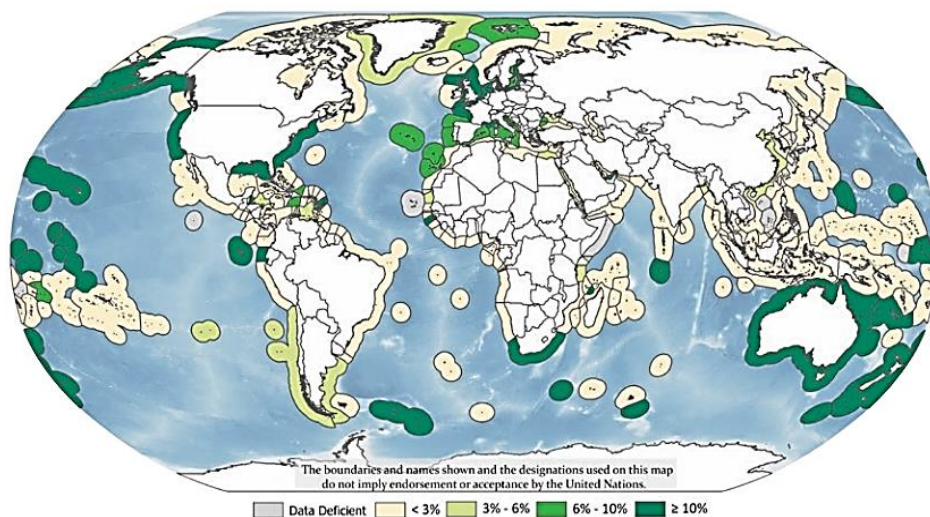


Figura 3. Porcentagem das áreas marinhas dentro da jurisdição nacional (0-200 milhas náuticas) cobertas por APs até de abril de 2016 (Fonte: UNEP-WCMC and IUCN, 2016).

No entanto, apesar da expansão da rede de APs no mundo, permanecem desafios significativos em termos de implementação efetiva de gerenciamento equitativo (Zafra-Calvo et al. 2017). Adicionalmente é importante ressaltar que áreas prioritárias para conservação ainda permanecem desprotegidas. Assim, é necessário investir ainda mais em APs para fortalecer a gestão (UNEP-WCMC, 2016).



## 2.2 Áreas protegidas no Brasil

Como em outras partes do mundo, a história da conservação da biodiversidade no Brasil também é antiga e tem registros da Brasil colônia (Medeiros, 2006). No Brasil, o primeiro documento a referir-se expressamente à conservação da natureza foi a carta régia de 13 de março de 1797, por iniciativa de Sousa Coutinho (ministro da Marinha e do Ultramar entre 1796 e 1801), a coroa enviou cartas régias para os governadores de algumas capitânicas do Brasil tratando do tema da conservação das matas e das madeiras nobres, proibindo o corte não autorizado pela coroa portuguesa de espécies de árvores consideradas nobres, em virtude da exploração de forma desordenada destes recursos "*as madeiras e paus de construção que se exportam do Brasil são um objeto do maior interesse para a Marinha Real e a minha Real Fazenda pode tirar um grande rendimento estabelecendo cortes regulares das mesmas madeiras para vender às nações estrangeiras.*" Por isso, se fazia necessário "*tomar todas as precauções para a conservação das matas no estado do Brasil, e evitar que elas se arruinem e destruam*" (Souza, 1934; Pádua, 1999)

Posterior a estes acontecimentos, inspirado pela criação do Parque Nacional de Yellowstone, o engenheiro André Rebouças (1838-1898) em 1876, defendeu arduamente a necessidade de criar parques nacionais no Brasil, porém só depois de 60 anos da proposta de Rebouças foi criado em 1937 o primeiro parque brasileiro: o "Parque de Itatiaia", nas montanhas da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro (Rylands and Brandon, 2005), seguido do Parque Nacional do Iguaçu e Parque Nacional da Serra dos Órgãos, criados em 1939.

A partir de 1934, com Decreto de nº 23.793, o antigo Código Florestal, unidades de conservação foram criadas em todo o país, com categorias e objetivos de gestão distintos, nas três esferas de poder - federal, estadual e municipal (DRUMMOND & OLIVEIRA, 2010). Neste período, foi nítida a evolução das políticas ambientais e da legislação específica para a proteção ambiental, sobretudo a partir da década de 80, novas categorias de UCs foram instituídas pela Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981: as

estações ecológicas e as áreas de proteção ambiental (Altemani and Lessa, 2006). Foi nessa época, entre 1979 e 1989 que resultou na primeira estruturação formal de um sistema de unidades de conservação.

Assim, o Brasil chegou a década de 1990 com uma pluralidade de categorias de APs a título ambiental, mas faltavam leis que ordenassem o processo de criação destas áreas, além diretrizes de gerenciamento que garantissem eficácia a essa variedade de categorias (Barros, 2000). Neste mesmo período, cada nação do mundo passou a desenvolver sua própria abordagem de gestão e o resultado é que muitos tipos diferentes de categorias passaram a ser usados a nível nacional para descrever APs.

No Brasil, a situação passou a exigir um esforço de sistematização. Então, foi criada a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, chamada Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), regulamentada pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, que teve como objetivo estabelecer critérios e normas para a criação, implantação e gestão de UCs. O SNUC foi concebido de forma a potencializar o papel das UCs, de modo que fossem planejadas e administradas de forma integrada com as demais UCs, assegurando que amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas estivessem adequadamente representadas no território nacional e nas águas jurisdicionais. Para isso, o SNUC é gerido pelas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) (MMA, 2018b).

O SNUC definiu e regulamentou 12 categorias de UCs nas instâncias federal, estadual e municipal, separando-as em dois grupos: de proteção integral, aquelas que precisam de maiores cuidados pela sua fragilidade e particularidades, são elas: 1. Estação Ecológica; 2. Reserva Biológica; 3. Parque Nacional; 4. Monumento Natural; 5. Refúgio da Vida Silvestre; e áreas de uso sustentável, que podem ser utilizadas de forma sustentável e conservadas ao mesmo tempo, são elas: 1. Área de Proteção Ambiental; 2. Área de Relevante Interesse Ecológico; 3. Floresta Nacional; 4. Reserva Extrativista; 5. Reserva de Fauna; 6. Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e 7. Reserva Particular do Patrimônio Natural (MMA 2018c).

Segundo dados do CNUC (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação), o Brasil possui 2.100 UCs (Fig 4) que cobrem aproximadamente 1.590.327 km<sup>2</sup>, equivalente a uma área maior que o estado do Amazonas (MMA, 2018d). Destas UCs, 665 são de proteção integral (545.515 km<sup>2</sup>) e 1.435 de uso sustentável (1.044.812 km<sup>2</sup>). Com estes números o país se tornou a maior rede nacional de APs do mundo, o que representa aproximadamente 12% do total global (Pack et al. 2016; UNEP-WCMC and IUCN 2016). As UCs de proteção integral são administradas em sua maioria pela esfera estadual (54,35%), seguidas federal (23,48%) e municipal (22,16%), já as UCs de uso sustentável em sua maior parte são administradas pela esfera federal (59,19%), seguidas da estadual (33,86%) e municipal (6,93%) (MMA, 2018d).

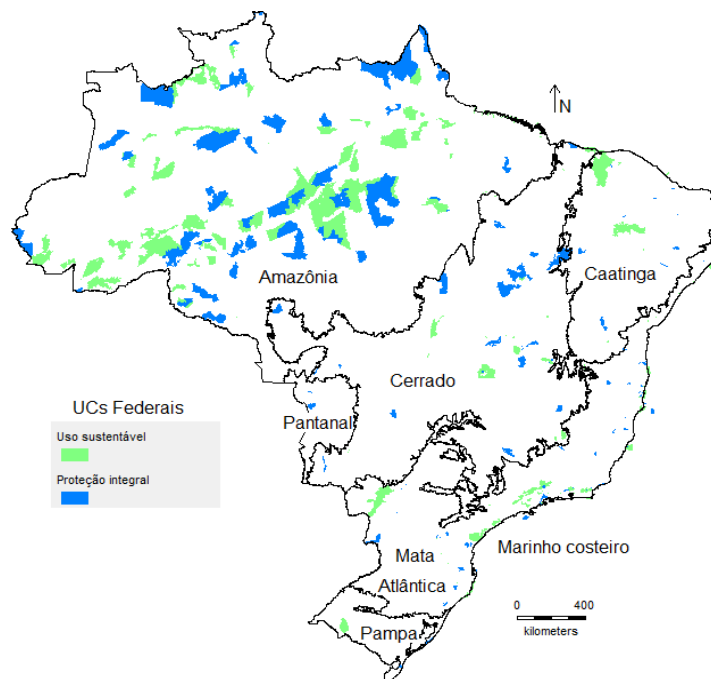


Figura 4. Mapa das UCs federais de uso sustentável e proteção integral por bioma.

A maior parte em extensão (km<sup>2</sup>) das UCs estão em território continental distribuídas nos biomas Mata Atlântica (52,90%), Cerrado (17,28%), Amazônia (14,83%), Caatinga (7,50%), Pampa (1,11%), Pantanal (1,06%) e a parte Marinha costeira é representada por 7,50% de cobertura (MMA, 2018d).

Apesar dos notórios avanços na rede de APs no Brasil, existe uma forte tendência para a criação de UCs de uso sustentável ao invés de UCs de proteção integral. Sabe-se que o modelo de gestão das UCs é um importante desafio futuro, pois atualmente apresenta caráter mais administrativo e pouco focado no manejo da conservação e é pouco integrado com a sociedade (MMA, 2011). Aliado a isto, os recursos destinados a gestão de APs está em declínio em virtude da crise política e financeira, onde os governos precisam priorizar fundos públicos para setores centrais, tais como saúde e Educação (Correia et al. 2018). Como consequência, o Brasil vem sofrendo com eventos de PADD (Downgrading, Downsizing, Degazettement, and Reclassification of Protected áreas - algo como Rebaixamento, Redução, Extinção e Reclassificação de Áreas Protegidas), fazendo com que as UCs brasileiras perdessem 5,2 milhões de hectares (Bernard et al. 2014; Pack et al. 2016), uma área maior do que o estado do Rio de Janeiro.

As recentes mudanças na política de conservação brasileira favoreceram projetos de conversão em terras agrícolas, mesmo quando essas iniciativas estejam em conflito direto com as UCs já estabelecidas (Marques and Peres, 2015), o que agrava ainda mais o problema. Os eventos de PADD era um fato ignorado em grande parte até recentemente (Symes et al. 2016), mas com as crescentes atividades antropogênicas dentro de APs, reduções de tamanho, e, em casos extremos, a anulação jurídica completa de APS o tema começou a receber atenção dos cientistas, ambientalistas e políticos. Neste sentido, é importante destacar que para melhora deste modelo, é necessário que as UCs tenham ações de manejo integrado a um consistente programa científico, com indicadores de efetividade de conservação, tanto para avaliar o manejo quanto a inserção da UC na paisagem e a adequação da categoria (MMA, 2011).

### **2.3 Estações Ecológicas**

Com o avanço da política ambiental no mundo, em 1972 ocorreu a 1ª Conferência da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo,

capital da Suécia. Esta conferência foi um grande marco na história da construção da política ambiental no mundo. Apesar do Brasil ter participado desta conferência, sua posição era contrário aos interesses discutidos em Estocolmo, e para tentar contornar os efeitos negativos da posição oficial do governo brasileiro na Conferência (Silveira, 2015), foi criada através do Decreto nº 73.030, de 30 de Outubro de 1973, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior (MINTER) que como tinha proposta discutir junto à opinião pública sobre questões relacionadas a conservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais (Wallauer, 1998; Silveira, 2015).

Após o decreto de criação, o então secretário geral Henrique Brandão Cavalcanti, do Ministério do Interior, mostrou este decreto de criação da SEMA para Dr. Paulo Nogueira-Neto, que até então era professor-pesquisador na área de zoologia da Universidade de São Paulo, que teceu algumas críticas e logo em seguida convidou-lhe para ocupar o cargo de Secretário Nacional de Meio Ambiente. Assim, em 17 de janeiro de 1974, o Dr. Paulo Nogueira Neto assumiu o cargo em Brasília (Nogueira-Neto, 2010).

Neste período, o II PND (Plano de Desenvolvimento Nacional em 1974), recomendou, a criação de uma rede de Estações Ecológicas a serem selecionadas e estudadas pela SEMA (Wallauer, 1998). Este programa tinha como principal objetivo proteger ambientes naturais que eram representativos dos principais ecossistemas nacionais e para fornecer as ESECs uma estrutura que permitissem universidades e outras instituições de pesquisa realizarem estudos ecológicos comparativos relacionados a estas áreas selvagens e aquelas próximas, habitadas pelo homem (Nogueira-neto and Carvalho, 1979). No entanto, mesmo com a recomendação do II PND, somente em 1981, a Lei nº 6.902, definiu, no seu Artigo 1º decretou a criação das Estações Ecológicas e as definiu como *"áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista"*. Esta Lei definiu ainda, em seu 2º artigo que as ESECs serão criadas pela União, Estados e Municípios, em terras de seus domínios, definidos, no ato de criação, seus limites geográficos e o órgão responsável pela sua administração. Esta lei também prevê

implementação e estruturação de pesquisas de modo a permitir estudos comparativos com as áreas da mesma região ocupadas e modificadas pelo homem, a fim de obter informações úteis ao planejamento regional e ao uso racional de recursos naturais. Assim, ficou instituída a Categoria de Manejo Estação Ecológica.

O programa recebeu o apoio de organizações nacionais e ONGs para a conservação da Natureza, do governo federal, universidades e de diversas instituições estaduais (Nogueira-neto and Carvalho, 1979). Assim, foram criadas inicialmente 16 ESECs distribuídas principais biomas brasileiros (Fig 5). E até o final de seu mandato na SEMA, criou 26 estações e outras APs, cobrindo uma área de mais 3,2 milhões de hectares de áreas protegidas, bem como mobilizou e assessorou parlamentares para a aprovação de grande parte no arcabouço legislativo ambiental brasileiro (Nogueira-Neto, 2010).

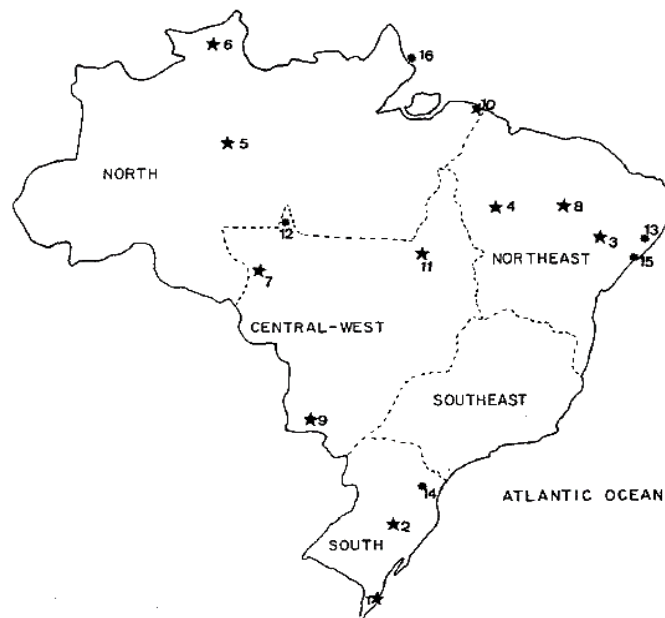


Figura 5. Mapa da distribuição por bioma das 16 primeiras estações ecológicas. 1. Taim (RS); 2. Aracuri-Esmeralda (RS); 3. Raso da Catarina (BA); 4. Uruçuí-Uma (PI); 5. Anavilhanas (AM); 6. Maracá-Roraima; (RO); 7. Iquê-Aripuana (MT); 8. Aiuaba (CE); 9. Pantanal Sul (MS); 10. Piriá-Gurupi; (PA); 11. Coco-Javaés (GO); 12. Apiacas (MT); 13. Murici (AL); 14. Lapa (PR); 15. Foz do São Francisco (AL); 16. Maracá-Tipioca (AP) (Fonte: Nogueira-neto and Carvalho, 1979).

Atualmente existe um total de 98 ESECs (Fig 6) que cobrem uma área de 122.703 km<sup>2</sup>, o que representa 7,71% do total da APs no Brasil, sendo 32 federais, 61 estaduais e 5 municipais. A maior parte em extensão das ESECs está em território continental distribuídas nos biomas Amazônia (87,75%), Cerrado (9,31%), Mata Atlântica (1,20%), Caatinga (1,13%), Pampa (0,26%), Pantanal (0,09%), e área marinha (0,14%) (MMA, 2018d). Esta proporção de cobertura é desequilibrada e ainda assim não está definido qual a contribuição destas APs para a geração do conhecimento em prol da conservação.

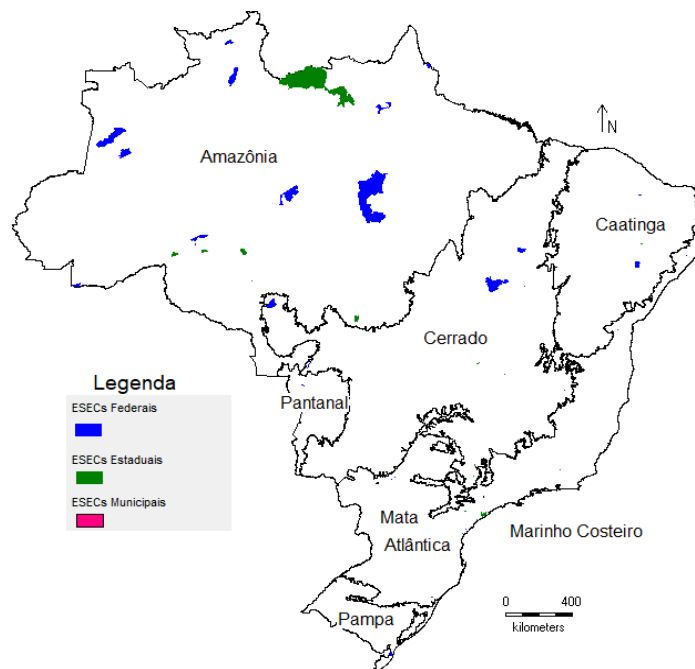


Figura 6. Distribuição das estações ecológicas por bioma.

Apesar da importância do objetivo das ESECs em gerar conhecimento científico que possam contribuir para apoiar a gestão ambiental, e considerando a restrição imposta em seu artigo 4º, que indica estas áreas como não reduzíveis ou utilizáveis para fins diversos daqueles para os quais foram criadas, já foram constatados quatro eventos de PADD que envolvem estas APs. Três deste eventos estão consolidados e um

arquivado: ESEC de Tapacurá, criada em 1987 e recategorizada em Refúgio da vida silvestre de Tapacurá em 2011; ESEC de Anavilhanas, criada em 1981 e recategorizada em Parque Nacional de Anavilhanas em 2008; ESEC de Mamirauá, criada em 1990 e recategorizada em Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá em 1996; e um projeto de lei que pretendia transformar a ESEC Terra do Meio, maior ESEC do Brasil (33.731 km<sup>2</sup>), em Parque Nacional, foi arquivado em 2015.

É importante ressaltar que à medida que a terra se torna cada vez mais influenciada pelas atividades humanas, há progressivamente menos áreas, onde as atividades antrópicas são limitadas (Parviainen and Bucking, 2008; McNutt, 2015). França et al. (2015) observaram que as taxas de desmatamento em APs de proteção integral exibem significativamente menos desmatamento se comparado as APs de uso sustentável (categorias IV a VI da UICN), indicando que elas são adequadas para garantir a proteção da biodiversidade. Neste sentido, as ESECs (equivalente a categoria Ia IUCN – reserva restrita) podem servir como áreas de referência indispensáveis à investigação científica, monitoramento e preservação, como tal, podem contribuir de forma significativa com estudos de processos ecológicos além de estudos longo prazo sobre mudanças climáticas (IUCN/WCPA 2014).

Apesar destas áreas serem pontos importantes para pesquisa científica, parecem não estar produzindo o esperado e ainda existe o risco de que o conhecimento produzido pela pesquisa nessas áreas se distancie mais da gestão (Götmark et al. 2015). A gestão geralmente requer informações a nível local, e o distanciamento entre de informações relevantes e a implementação destes resultados dificultam o uso das evidências científicas para a conservação da biodiversidade (Braunisch et al. 2012; Walsh et al. 2014). Mourão (2010) observou que menos de 10% dos resultados obtidos nas pesquisas científicas em APs na Amazônia foram incorporadas na gestão dessas áreas. Isto pode significar que os temas de pesquisa desenvolvidos por universidades e centros de pesquisa não coincidem necessariamente com as demandas de gestão das UCs (Castro and Pisciotta, 2012), mostrando a desarticulação entre as necessidades demandadas pelos gestores e as pesquisas desenvolvidas. Diversos autores já



constataram que grande parte dos gestores utilizam o conhecimento baseado na experiência em detrimento das evidências científicas para apoiar as tomadas de decisão (Sutherland et al. 2004; Cook et al. 2010), o que pode comprometer a gestão destas áreas. Assim é importante ressaltar que a aplicabilidade da pesquisa é resultado de uma boa articulação entre pesquisadores e os usuários destes resultados (Landry et al. 2003).

A ciência é crucial para o futuro APs em todo o mundo e desempenham um papel importante na efetividade de manejo nestas áreas, fornecendo dados sólidos e transparentes que reduz a incerteza e aumenta as chances de sucesso da conservação (Sutherland et al. 2004; McNutt 2015). Gestores podem mudar suas escolhas de intervenção em APs quando têm acesso a literatura científica, assim são mais propensos a implementar intervenções eficazes e evitar ações ineficazes (Walsh et al. 2014). Desta forma, a interação entre pesquisa científica e o processo de tomada de decisão pelos gestores ajuda no desenvolvimento de práticas de gestão bem-sucedidas, o que melhora as chances do sucesso da conservação da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

- ALTEMANI, H.; LESSA AC (2006) Relações Internacionais do Brasil: temas e agendas. In: 2, Saraiva. São Paulo, p 161
- Bernard E, Penna LAO, Araújo E (2014) Downgrading, Downsizing, Degazettement, and Reclassification of Protected Areas in Brazil. *Conserv Biol* n/a-n/a. doi: 10.1111/cobi.12298
- Braunisch V, Home R, Pellet J, Arlettaz R (2012) Conservation science relevant to action: A research agenda identified and prioritized by practitioners. *Biol Conserv* 153:201–210. doi: 10.1016/j.biocon.2012.05.007
- CASTRO, P.F.D. & PISCIOTTA KR (2012) Vocação e limita es das pesquisas nas unidades de conserva o. *Gestão, Pesquisa e Conserva o em áreas Protegidas, Viçosa*
- Cook, C. N., Hockings, M. and Carter R (2010) Conservation in the dark? The information used to support management decisions. 2–7. doi: 10.1890/090020
- Correia, R.A., Jepson, P., Malhado, A.C.M., Ladle RJ Culturomic assessment of Brazilian protected areas: exploring a novel index of protected area visibility.
- De Marques AAB, Peres CA (2015) Pervasive legal threats to protected areas in Brazil. *Oryx* 49:25–29. doi: 10.1017/S0030605314000726
- DIEGUES AC (2001) O mito moderno da natureza intocada, 3rd edn. São Paulo
- Drummond JA, Oliveira D De (2010) Uma análise sobre a história e a situa o das unidades de conserva o no Brasil. 341–385.
- Dudley, N., Parrish, J. D., Redford, K. H., & Stolton S (2010) The revised IUCN protected area management categories: the debate and ways forward. *Oryx* 44:485–490. doi: 10.1017/S0030605310000566
- Dudley NSS (2008) Defining Protected Areas: An international conference in Almeria, Spain, May 2007. IUCN
- Ervin, J., N. Sekhran, A. Dinu. S. Gidda MV and, Mee. J (2010) Protected Areas for the 21st Century: Lessons from UNDP/GEF’s Portfolio. New York: United Nations Development Programme and Montreal: Convention on Biological Diversity
- Françoso RD, Brandão R, Nogueira CC, et al (2015) Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Nat e Conserv* 13:35–40. doi: 10.1016/j.ncon.2015.04.001

- Götmark Frank, Keith Kirby and MBU (2015) Strict reserves , IUCN classification , and the use. 3621–3625. doi: 10.1007/s10531-015-1011-8
- Holdgate M (1999) The green web: a union for world conservation, Earthscan. London
- IUCN/WCPA (2010a) 50 Years of Working for Protected Areas A brief history of IUCN World Commission on Protected Areas. 23.
- IUCN/WCPA (2010b) 50 Years of Working for Protected Areas - A brief history of IUCN World Commission on Protected Areas. 23p. Gland, Switzerland
- IUCN/WCPA (1994) Guidelines for Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland
- IUCN/WCPA (2014) United Nations list of Protected Areas.
- Landry R, Lamari M, Amara N (2003) The Extent and Determinants of the Utilization of University Research in Government Agencies. Public Adm Rev 63:192–205. doi: 10.1111/1540-6210.00279
- Lidia Almeida Barros (2000) No Vocabulário das unidades de conservação do brasil, Arte & Ciê. São Paulo: Unimar
- Matallo HJ (2008) Sociedade e Meio Ambiente: O fenômeno da desertificação como um caso concreto de transdisciplinariedade, Ciências S. Campinas, SP: Papirus
- McCormick J (1989) The Global Environmental Movement. Reclaiming Paradise. London: Belhaven Press.
- McNutt GM and M (2015) Parks for science. Science (80- ) 348 (6241):1291. doi: 10.1126/science.aac5760
- Medeiros R (2006) Áreas protegidas no Brasil. Ambient Soc. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100003>
- MMA (2018a) Sistema Nacional de Unidades de Conservação. <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/sistema-nacional-de-ucs-snuc>. Accessed 18 Jan 2018
- MMA (2018b) Categorias. <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/categorias>. Accessed 18 Jan 2018
- MMA (2018c) Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>. Accessed 18 Jan 2018

- MMA (2011) Dez anos do sistema nacional de unidades de conservação da natureza lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro. Brasília: MMA
- Mourão EDS (2010) Pesquisas científicas e gestão nas Unidades de Conservação Federais do Amazonas. PPG-CASA/UFAM
- Nogueira-Neto P (2010) Uma Trajetória Ambientalista: diário de Paulo Nogueira Neto. Empresa das Artes, São Paulo
- Nogueira-neto P, Paulo DSS (1979) A Programme of Ecological Stations for Brazil by. 6:95–104.
- NPS (2018) Park History. <https://www.nps.gov/yell/learn/historyculture/park-history.htm>. Accessed 17 Jan 2018
- Pack SM, Napolitano M, Krithivasan R, et al (2016) Protected Area Downgrading , Downsizing , and Degazettement ( PADDD ) in the Amazon. BIOC 197:32–39. doi: 10.1016/j.biocon.2016.02.004
- Pádua JA (1999) “Aniquilando as Naturais Produções”: Crítica Iluminista, Crise Colonial e as Origens do Ambientalismo Político no Brasil (1786-1810). Dados 42:497–538. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0011-52581999000300005>
- Parviainen J, Bućking W VK (2008) Thirty years of gap dynamics in a central european beech forest reserve. 1–13. doi: 10.1093/forestry/cpn001
- Phillips A (2004) The history of the international system of protected area management categories. Parks 14:4–14.
- Portefield J (2005) The Homestead Act of 1862: A primary source history of the settlement of the American heartland in the late 19 th Century, 1<sup>o</sup>. New York: The Rosen Publishing Group
- Rylands AB, Brandon K (2005) Brazilian protected areas program.pdf. 19:612–618.
- Silveira JG da (2015) Entre o desenvolvimento econômico e os debates sobre meio ambiente: a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) e a política estratégica de proteção ambiental no Brasil (1973-1981). In: XXVIII Simpósio Nacional de História. Florianópolis,
- SOUZA PF (1934) No TitleLegislação Florestal, 1<sup>a</sup> Parte: Legislação Histórica 1789-1889. Rio de Janeiro
- Sutherland WJ, Pullin AS, Dolman PM, Knight TM (2004) The need for evidence-based

conservation. 19:4–7. doi: 10.1016/j.tree.2004.03.018

Symes, W. S., Rao, M., Mascia, M. B., & Carrasco LR (2016) Why do we lose protected areas? Factors influencing protected area downgrading , downsizing and degazettement in the tropics and subtropics. *Glob Chang Biol* 22:656–665. doi: 10.1111/gcb.13089

Thomas K (1983) *Man and the Natural World. Changing Attitudes in England, 1500-1800.* Harmondsworth: Penguin.

IUCN/WCPA (2000) *Protected Areas: Benefits Beyond Boundaries.* <https://cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction.pdf>.

UNEP-WCMC (2016) *Protected Planet Report 2016.* UNEP-WCMC and IUCN: Cambridge UK and Gland, Switzerland

WALLAUER MTB (1998) *Sistema de unidades de conservação federais no Brasil: um estudo analítico de categorias de manejo.* Pós-graduação em Engenharia Ambiental – UFSC. Florianópolis

Walsh JC, Dicks L V, Sutherland WJ (2014) The effect of scientific evidence on conservation practitioners ' management decisions. 29:88–98. doi: 10.1111/cobi.12370

White G (1788) *The Natural History of Selborne.* Reprinted with notes by Richard Kearton, 1924. Bristol: Arrowsmith.

Zafra-Calvo N, Pascual U, Brockington D, et al (2017) Towards an indicator system to assess equitable management in protected areas. *Biol Conserv* 211:134–141. doi: 10.1016/j.biocon.2017.05.014

### **3 Scientific Productivity of Brazilian Ecological Stations (Strict reserves, IUCN classification)**

#### **ABSTRACT**

Protected areas are frequently the foci for ecological and conservation research. This value is formally recognized in international and national classifications, within which scientific research is explicitly identified as a policy goal. This is particularly clear in the case of Brazilian Ecological Stations, strict protected areas with the dual function of protecting nature and hosting scientific research. Nevertheless, simply mandating scientific research does not necessarily translate into action, since there are many other factors (e.g. accessibility, research infrastructure, etc.) that influence decisions of scientists to work in a particular area. Here, we quantitatively assess the scientific productivity of Brazilian Ecological Stations (as measured by scientific publications in peer-reviewed journals and 'grey literature') and identify the main socio-ecological drivers influencing this production. We adopt a multi-model inference approach with an innovative hurdle regression model to independently evaluate the factors that influence (i) the presence/absence of research and (ii) the volume of studies in Ecological Stations. Surprisingly, a high proportion of Ecological Stations had little or no scientific productivity. Our results also indicate that the age of the Ecological Station is most strongly associated with the presence of scientific articles, while years since the date of the first publication was most strongly associated with the quantity of publications. The presence of a management plan and a management council were also significant positive drivers. Our results strongly suggest that, despite their clear mandate, Brazilian Ecological Stations are not effectively fulfilling their role as a policy instrument for generating valuable scientific data. Given the increasing pressure on PAs to justify continued investment, increasing the scientific value of Ecological Stations will be essential to ensure the long term sustainability of these unique resources.

**Key words:** Ecological station, Protected Areas, Bibliometrics, Research Effort, Conservation, Biodiversity

### 3.1 INTRODUCTION

The term Protected Area encompasses a range of categories and designations that specify the area's purpose, function and management approach. Different categories or types of PA emerged over time in response to policy and/or social movement goals, e.g. National parks, wildlife sanctuaries, nature monuments (Jepson, 2016), and have subsequently been consolidated into national PA systems (usually in legislation) and into an international system of PA management categories (Dudley & Stolon, 2008).

In 1977 Brazil introduced a new PA category, the 'Ecological Station', with a clearly specified purpose: to generate basic ecological data that would be *'elaborated for use in the development of national policies and technologies for using, controlling, and managing, the environment'* (Nogueira-Neto and de Melo Carvalho, 1979). Brazil's Ecological Station programme was among the first to adopt the IUCN aim to incorporate biogeographic representation (c.f. Ladle and Whittaker, 2011) in PA system design and established 16 ecological stations each in a different major ecosystem type. The number of ecological stations has subsequently been expanded to 98 and the category and purpose was retained in the year 2000 revision of the forest code, which consolidated PA categories into a National System of Conservation Units (*Sistema Nacional de Unidades de Conservação* or SNUC) (Rylands and Brandon, 2005).

Like all other forms of protected area, ecological stations could be viewed as opportunity costs (the loss of potential gain – economic or otherwise - from other alternative land uses) for all tiers of government. Opportunity costs become more acute and visible as fiscal and administration competencies are decentralized to lower levels of government along with political and legislative autonomy. Such decentralization occurred in Brazil after the 1988 constitution and subsequent legislation began the process of devolving many powers, including spatial planning, to local (municipal) government (Castro Jnr et al., 2009). This, and a perception among many politicians that protected areas are a constraint on development and/or a drain on resources, has led to a significant increase in PA downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) events in Brazil, accelerating since 2008 (Bernard et al., 2014; Pack et al., 2016).

The best defense against PADD is to make visible the multiple forms of value PAs generate for different groups in society (Bernard et al., 2014). This is the purpose of a recent proposal by Jepson et al. (2017), whose framework defines and characterizes PAs in terms of their biophysical, human, infrastructure, institutional and cultural assets, making explicit the forms of value they create and for whom, and identifying types of investment needed to generate value in the medium and long term. From such an 'asset' perspective, Brazilian Ecological Stations are a distinct asset class that combines the biophysical asset of a representative ecosystem type in near 'natural conditions', the institutional asset of regulation that strictly restricts uses and access, and the infrastructural asset of modest research facilities. The original policy vision was that investing in the creation of these PAs would attract the 'value generating practice' (VGP) of scientific research, which would ultimately deliver returns in terms of better environmental policy (Nogueira-Neto and de Melo Carvalho, 1979).

It is 40 years since the Brazilian Government began investing in Ecological Stations. Here, we investigate the extent to which they have delivered the desired policy returns by assessing their scientific productivity, which represents a clear and measurable proxy of the VGP that links their assets with their intended policy returns. In addition to quantifying scientific knowledge production we also identify the main factors influencing this, and discuss strategies to assure the future of these environmental research assets. It should be noted that several other nations have a similar PA types in their system designs, and the function of Brazil's Ecological Stations also aligns closely with the definition of IUCN Strict Nature Reserve (category Ia) (Dudley, 2008).

### **3.2 METHODS**

Our initial sample, obtained from the National Registry of Conservation Units of the Brazilian Ministry of Environment (MMA, 2017), consisted of 98 Ecological Stations (ESs) covering a total of 122,703 km<sup>2</sup>, representing 7.71% of the total coverage of protected areas in Brazil. Of these, 33 ESs have a management plan and 42 have



management councils. They are distributed across the seven major biomes found in Brazil and are administered at the federal, state and municipal level (Table 1).

Information on scientific productivity in Ecological Stations was obtained from four independent databases. The number of academic publications in peer-reviewed journals was compiled using three databases: (1) Web of Science Core Collection™ (WoS) (<http://www.webofknowledge.com/>), (2) Elsevier Scopus (<http://www.scopus.com/>) and (3) the electronic library of Brazilian scientific journals, Scientific Electronic Library Online – SciELO (<http://www.scielo.org/>). Because these databases may omit ‘grey literature’ useful for environmental policy purposes, such as technical reports, thesis, conference proceedings, we conducted similar searches in (4) Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>) in anonymous mode (to avoid bias caused by personalisation algorithms). All searches were conducted between July and August 2017 and included research products published up to December 2016. Articles/other products were only included in the analysis if they described research that was performed partially or completely within the geographical boundaries of an Ecological Station. Valid articles were further classified by ‘research area’ and ‘research sub-area’ using SCImago’s classification (<http://www.scimagojr.com/>).

Table 1. Biome, distribution, mean size and administrative level of Brazilian ecological stations.

Biome	N	Area covered (km <sup>2</sup> )	Administrative level		
			Federal	State	Municipal
Atlantic Forest	45	1,552	6	34	5
Cerrado	22	11,439	5	17	0
Amazon	19	107,707	11	8	0
Caatinga	6	1,389	4	2	0
Coastal Marine	4	173	4	0	0
Pampa	1	328	1	0	0
Pantanal	1	116	1	0	0

### 3.2.1 Explanatory variables

Factors that could influence the scientific productivity in the Ecological Stations were identified based on existing literature (Correia et al., 2016; dos Santos et al. 2015) (Table 2). The following explanatory variables were considered: (a) Age of establishment; (b) Year of the first publication; (c) Extent; (d) Biome; (e) Management plan; (f) Management council; (g) Travel time; (h) administrative level (federal, state, municipal). Data on age, extent, administrative level, biome, existence of a management plan and management council were extracted from the National Register of Conservation Units (<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>) of the Ministry of Environment (MMA). The age of the first publication was identified from our bibliometric database. Minimum travel time was obtained at 1 km resolution from Nelson (2008).

Table 2. Response and explanatory variables entering model of scientific production

Variable	Definition/justification
Total scientific productivity *	Total number of scientific products, including peer-reviewed publications and 'grey literature', extracted from Web of Science, Scopus, SciELO and Google Scholar (see text for details)
Scientific articles *	Total number of peer-reviewed publications derived from Web of Science, Scopus, SciELO (see text for details)
Age of establishment	Years since the Ecological Station was legally created. Older stations had more time to establish research infrastructure, so it likely that they may have established a research network
Years to first paper **	Years from establishment to first publication. This variable may have more explanatory power in the total number of publications than Age of Establishment since it provides an indication of how quickly research infrastructure is in place.

	Pioneer research may also stimulate future research in the same area
Extent	The area of the Ecological Station (km <sup>2</sup> ). Larger Stations are more likely to incorporate more habitat types, support greater biodiversity and may be more suitable for research on ecological processes
Biome	More charismatic biome is expected to be more attractive to scientific research
Management plan	Management plans are the planning and management tools for Brazilian PAs, and in the case of Ecological Stations, may contain guidelines regarding the establishment of a research network, which may influence scientific productivity
Management council	Much like management plans. The existence of a management council may actively contribute to the establishment of a research network, which may influence scientific productivity
Travel time	Time (h) to travel to the PA from a city of 50.000 inhabitants. Large cities are more likely to: a) have a university campus or research centre; b) be the entry point into the region for national/international scientists. Since more accessible sites have lower research costs and are more convenient, they are predicted to have higher research productivity
Administrative level	The three levels of administration (federal, state and municipal) are likely to vary in terms of financial resources and research policy, which may affect capacity to attract and support research
Human population	The greater the human population in the ES environment, the greater the probability that there are researchers located near it and therefore it is potentially more interesting to do research in the ES.

\* Response variables

\*\* Only used in count model

### 3.2.2 Statistical analysis

We performed a variance analysis (ANOVA) to test whether there are significant differences in ESEC scientific productivity between biomes and between administrative levels (federal, state and municipal). Our data contained a large number of cases (38) with zero science productivity. Given this we chose hurdle regression models for zero-inflated count data (Zeileis et al., 2007) to model the presence and number of scientific products carried out in Brazilian Ecological Stations. Hurdle models are composed by a zero-count hurdle model, which modelled the presence or absence of research, and a truncated count model for Ecological Stations with at least one recorded output. Models were initially tested using the complete dataset but because of model convergence problems due to complete separation, municipal level (N=5) Ecological Stations as well as Ecological Stations located in the Pampa (N=1) and Pantanal (N=1) biomes had to be excluded. This resulted in a dataset consisting of Ecological Stations administered at the federal and state level (N=91), and distributed across the remaining five major Brazilian biomes (Amazon, Cerrado, Atlantic forest, Caatinga and Coastal Marine). Both the total scientific productivity and the number scientific articles peer-reviewed were used as response variables in the model, but they both showed similar results so only the model considering scientific articles peer-reviewed is presented.

Models considered a large set of explanatory variables in order to more realistically assess the multiple factors that can affect the scientific productivity of Ecological Stations. This is because the process of selecting an Ecological Stations as a study site will inevitably differ between researchers or projects. Such a complex process is unlikely to be accurately represented by a single model and thus we adopted a multi-model inference approach, which allows us to identify the most plausible hypothesis regarding the role of each explanatory variable in the decision process (Burnham and Anderson, 1998; Burnham and Anderson, 2004). Based on our hypothesis of which

variables may influence the presence and abundance of research in ESs, we calculated all possible model combinations (without interactions) relating the presence and number of scientific articles to our set of explanatory variables. Prior to the modelling effort we tested the correlation between variables and found no evidence of severe multicollinearity (Pearson's  $r < 0.70$  for all variables). We then identified plausible models according to AIC corrected for small sample size (AICc) and considered all models with a  $\Delta AICc \leq 4$  in relation to the best model (Table S1) for a full model averaging process (Burnham et al., 2011).

All analyses were carried out with R Statistical Software (R Core Team, 2015). Hurdle regression models were implemented using the function 'hurdle' of the package 'pscl' (Zeileis et al., 2007) and multi-model inference and averaging were carried out with package 'MuMIn' (Barton, 2013).

### 3.3 RESULTS

After filtering, our sampling retrieved 1.292 research products, comprised of 809 articles, 375 academic theses, 90 conference proceedings and 18 technical reports. Only 61 of the 98 Ecological Stations were associated with some kind of scientific research. Of these, 20 Ecological Stations had more than 20 products. The top ten ESs in terms of scientific productivity were: Jataí (N = 145), Águas Emendadas (N = 114), Itirapina (N = 106), Taim (N = 77), Seridó (N = 68), Maracá (N = 60), Jureia-Itatins (N = 55), Serra Geral do Tocantins (N = 47), Assis (N=45) and Carijós (N=36) (Table 3).

Table 3 Scientific productivity in the most investigated ecological stations.

Station	Administrative level	Biome	Grey literature				Total
			Articles	Academic theses	Conference proceedings	Technical Reports	
Jataí	State	Cerrado	80	56	9	0	145
Águas Emendadas	State	Cerrado	54	53	5	2	114
Itirapina	State	Cerrado	63	38	5	0	106

Station	Administrative level	Biome	Grey literature				Total
			Articles	Academic theses	Conference proceedings	Technical Reports	
Taim	Federal	Pampa	49	21	4	3	77
Seridó	Federal	Caatinga	47	17	4	0	68
Maracá	Federal	Amazonia	42	10	7	1	60
Jureia-Itatins	State	Atlantic Forest	37	10	8	0	55
Serra Geral do Tocantins	Federal	Cerrado	35	9	1	2	47
Assis	State	Cerrado	27	11	7	0	45
Carijós	Federal	Atlantic Forest	12	21	3	0	36

During the first 15 years analysed (1981-96), scientific productivity varied around an annual mean of  $4.14 \pm 0.74$  (mean  $\pm$  standard error), thereafter increasing exponentially and reaching a peak between 2011 and 2014 (Figure 1).

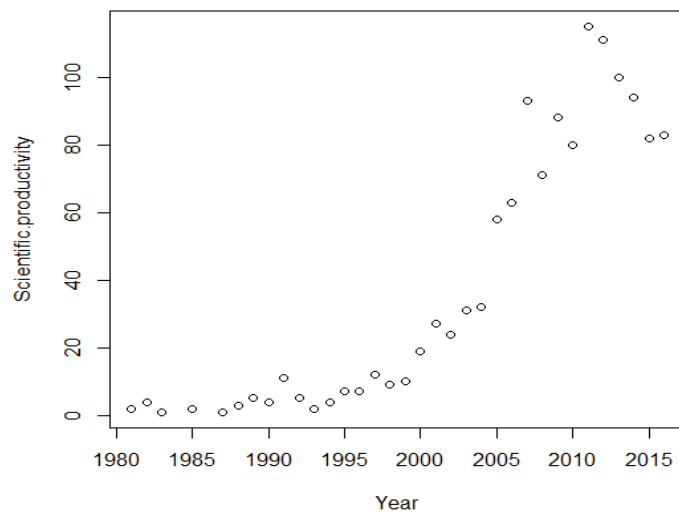


Figure. 1 Scientific productivity of ecological stations between 1981 and 2016.

The most represented biome in our sample was the Cerrado (47.29% of scientific production), followed by the Atlantic Forest (20%), Amazon (8.51%), Caatinga (8.35%), Pampas (5.95%), Pantanal (1.93%) and Coastal Marine (1.93%). This reflected significant differences in scientific productivity of the Ecological Stations per biome, both in terms of the total number of products (ANOVA,  $F = 3.578$ ,  $df = 6$ ,  $p$ -value = 0.003) and number of scientific articles (ANOVA;  $F = 3,813$ ,  $df = 6$ ,  $p$ -value = 0.002) (Figure 2). However, there were no significant differences in total number of products (ANOVA,  $F = 1,146$ ,  $df = 2$ ,  $p$ -value = 0,322) and peer reviewed articles (ANOVA;  $F = 1,606$ ,  $df = = 0.206$ ) for Ecological Stations with different administrative levels (Figure 3).

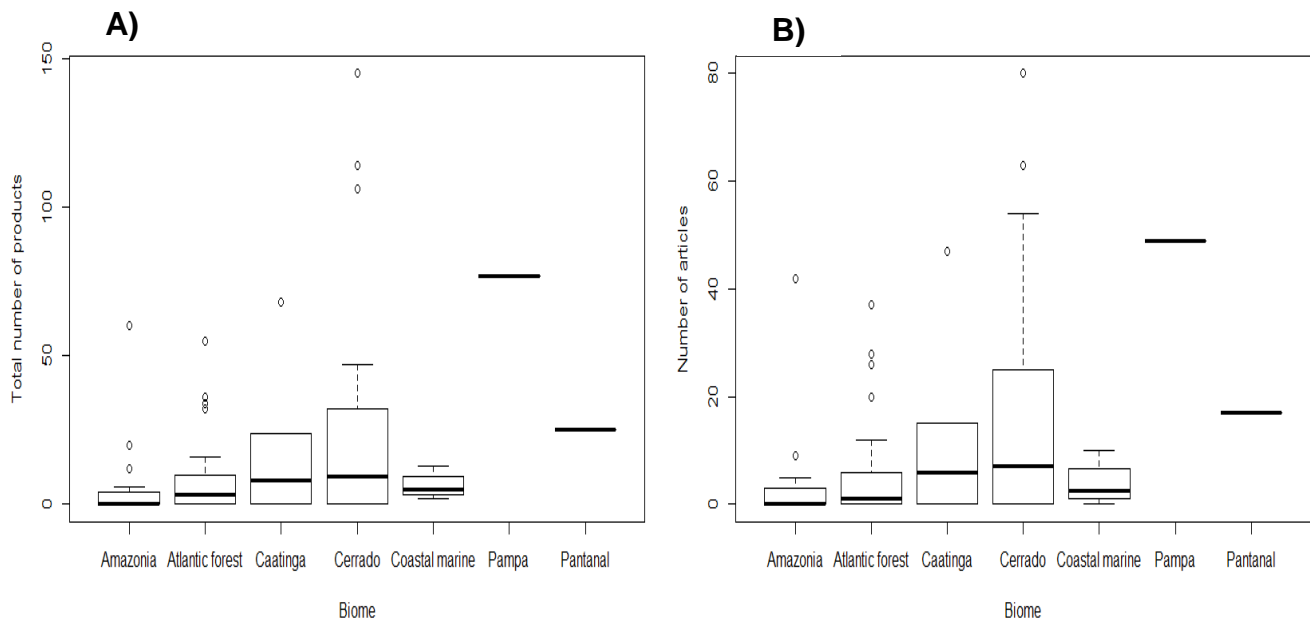


Figure 2. Distribution of (A) products and (B) articles in different biomes.

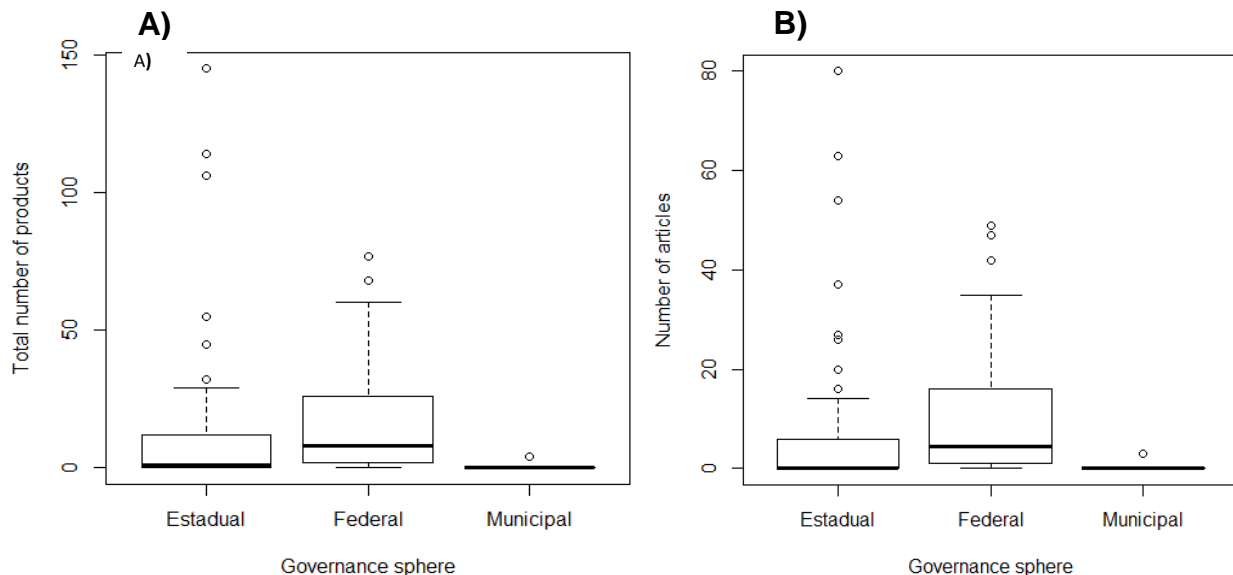


Figure 3 Distribution of (A) products and (B) articles at different levels of administrative levels.

The most important factors explaining the presence of scientific research (>1 recorded research product) were year of establishment, existence of the management council and existence of a management plan, with travel time, extent, administrative level and human population having less explanatory power (Table 4). Volume of scientific research was most strongly associated with age of establishment and years since the production of the first research product, with decreasing levels of relative importance associated with biome, human population and existence of a management plan (Table 4). Presence of management council, travel time, administrative level and extent were very weakly associated with volume of scientific productivity.

Table 4: Summary statistics of the full model averaging procedure of hurdle models relating the number of scientific articles peer-reviewed to a set of explanatory variables

Explanatory variable	Zero hurdle model		Count model	
	Estimate ± SE	Rel. importance	Estimate ± SE	Rel. importance
Intercept	-1.20 ± 0.46	-	1.15 ± 0.50	-
Age of establishment	1.54 ± 0.40	1.00	0.88 ± 0.24	1.00
Biome				
Atlantic Forest	-	-	0.47 ± 0.43	0.63
Caatinga	-	-	1.36 ± 0.60	-
Cerrado	-	-	1.31 ± 0.45	-
Coastal/Marine	-	-	0.52 ± 0.68	-
Extent	-0.22 ± 0.25	0.12	-0.04 ± 0.22	0.03
Administrative level				
Federal	0.47 ± 0.75	0.06	0.20 ± 0.34	0.05
Human population	-0.16 ± 0.26	0.06	-0.38 ± 0.30	0.25



Explanatory variable		Zero hurdle model		Count model	
		Estimate ± SE	Rel. importance	Estimate ± SE	Rel. importance
Management council	Yes	2.17 ± 0.69	1.00	0.32 ± 0.33	0.16
Management plan	Yes	2.10 ± 0.69	1.00	0.37 ± 0.31	0.21
Travel time		-0.39 ± 0.33	0.23	-0.21 ± 0.19	0.16
Years to first paper		-	-	-1.02 ± 0.24	1.00
Log (theta)		-	-	0.30 ± 0.38	-

For the model averaging procedure, only models with  $\Delta AICc \leq 4$  (N = 52) were considered from the full set of possible models. Absent variables were not considered or selected in the top models and a summary table of each individual model is available in Table S1.

Based on SCImago's journal classification, the three most represented research areas and sub-areas were: 1) Environmental Science (51.9% of the articles), distributed among the sub-areas of ecology (83.5%), management, monitoring and policy (9.7%) and water science and technology (4.5%); 2) Agricultural and Biological Sciences (37.5% of the articles), distributed among plant science (54.4%), ecology, evolution, behavior and systematics (14.6%) and insect science (9,24%), and; 3) Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (3.1% of the articles), distributed among Genetics (63.4%), Biochemistry (63.4%) and Molecular Biology (2,4%). Totals sum to more than 100% as the scientific production can be classified in more than one research.

### 3.4. DISCUSSION

The most general result of our study is that, with a few exceptions, ecological stations in Brazil are not generating the hoped for scientific investment, reflected in the generally low levels of scientific production. This result is supported by recent data from the Brazil's Biodiversity Information and Authorization System (<http://www.icmbio.gov.br/sisbio/>), which shows that the amount of authorizations to

collect biological material from federal ecological stations in 2016 was low compared to other categories, accounting for only 9.57% of authorizations issued by the federal environment agency (ICMbio). This is especially disappointing given the progressive design and relatively early origins (from a global perspective) of this designation within Brazil. There are a number of interrelated factors that may be driving the observed pattern of low scientific productivity. One obvious driver could be a lack of ecological and environmental science capacity in Brazil, i.e. ecological stations are being underused due to a general lack of environmental research in the country. However, this seems an unlikely reason given that Brazil was the 16<sup>th</sup> ranked country for environmental science research between 1996 and 2016 with a total of 5,991 citable documents (<http://www.scimagojr.com>) and, specifically, has a strong focus on ecological research (Regalado, 2010).

A potentially more plausible explanation is that there are bureaucratic and practical hurdles to working in ecological stations that reduces their attractiveness to scientists. This may especially be the case for foreign scientists, many of whom make a major contribution to the country's research productivity (Malhado, 2011). However, while it is certainly the case that bureaucratic load can influence research decisions (Regalado, 2010), Brazilian scientists are thoroughly acclimatized to this culture and it therefore seems very unlikely that this is sufficient to explain the generally low use of ecological stations. Likewise, despite evidence from previous studies (Brooke et al., 2014; Ficetola et al., 2014), accessibility also does not seem to be a major issue; our model indicates that travel time to major cities has low relative importance in explaining both the presence and the quantity of scientific production associated with ecological stations (Table 4).

Based on our model results, the most likely explanation for low scientific production in Brazilian ecological stations is a lack of critical mass of researchers. This is clearly reflected in the importance of age of establishment (presence/volume of production) and time since the publication of the first article/report (volume of production). Choice of research site thus appears to be strongly driven by the research history of a site, with older, well-researched sites attracting further investment in research. This is by

no means surprising, older PAs (including other PAs categories) have had more time to develop research infrastructure and more time for scientists to conduct research leading to scientific articles (Correia et al., 2016). Moreover, robust baseline information is important for much ecological research, especially that focused on environmental change or ecological monitoring (Gillson et al., 2011). Finally, the importance of research networks in ecological research means that contextual knowledge (e.g. sampling conditions, research infrastructure, suitability for a given study) about a research site held by the research community may also be an important factor determining where a scientist works.

The above reasoning points to a critical role of pioneering researchers: scientists that develop research in new sites, or who provide the first detailed inventories. Support for this perspective comes from the recent observations that new research sites in Amazon are frequently located near to existing sites indicating that scientists tend to research in areas where there have already been studies (dos Santos et al., 2015). Similarly, time since first article was the most important variable explaining scientific productivity in Amazonian protected areas (Correia et al., 2016).

Our zero hurdle model also provides insights into what factors may initiate research in ecological stations. Specifically, the presence of (any) research production was strongly related to the possession of a management council and management plan (Table 4). Management plans, in particular, are important to establish specific objectives based on the designation's overall aim (Hockings et al., 2004) and, for ecological stations, this means that they are expected to elaborate the means and incentives for research activities within the park. At best, this includes identifying knowledge gaps, priority themes, and possible ways of promoting and disseminating information about the ecological station. Our finding thus highlights the importance of institutional assets, including formal decision-making structures, for attracting researchers and also suggests a simple strategy for investing in underperforming ecological stations. This would also solve a bureaucratic issue, since 92.3% of Ecological Stations that do not have a

management plan have already exceeded the deadline established by Brazilian law to elaborate it (MMA, 2017).

### **3.5 CONCLUSIONS**

Brazilian ecological stations are clearly an under-utilized asset whose performance (as measured by scientific production) could be greatly improved by targeted investment. If they continue to under-perform there is a real danger that these unique scientific assets could be 'cashed in' and converted to other land uses. This worrying situation may be similar in other countries and a broader review may be timely.

Our analysis suggests that systemic and urgent changes are immediately needed to encourage scientific research in Brazilian ecological stations. Our data suggest several policies that might increase the volume of research activities, including: (1) identifying new sources of financial and logistical support (public or private) for the expansion or replication of existing research programs; (2) investing in creating or updating management plans to specifically include programs that incentivise scientific research, preferably related to the management of these areas, and; (3) providing management councils with clear remits to identify research shortfalls and attract researchers from national and international research institutions. This could include establishing new partnerships with environmental research bodies such as universities, NGOs and government agencies.

Ultimately, as scientists we are one of the main beneficiaries of these remarkable research assets and have a responsibility to safeguard them. We would therefore strongly encourage scientists to make greater use of Brazil's landmark ecological stations, because it is abundantly clear that the more we use them the more they will be used.

## REFERENCES

- Barton, K., 2013. MuMIn: Multi-model inference. R package version 1.9. 5.
- Bernard, E., PENNA, L., Araújo, E., 2014. Downgrading, Downsizing, Degazettement, and Reclassification of Protected Areas in Brazil. *Conservation Biology* 28, 939-950.
- Brooke, Z.M., Bielby, J., Nambiar, K., Carbone, C., 2014. Correlates of Research Effort in Carnivores: Body Size, Range Size and Diet Matter. *PloS one* 9, e93195.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 1998. *Model selection and multimodel inference*, 2nd ed. Springer, NY, USA.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2004. Multimodel inference understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research* 33, 261-304.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., Huyvaert, K.P., 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behav Ecol Sociobiol* 65, 23-35.
- Castro Jnr, E., Coutinho, B.H., Freitas, L.E., 2009. Gestão da biodiversidade e áreas protegidas, in: Guerra, A.J.T., Coelho, M.N.T. (Eds.), *Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas*. Bertrand, Riode Janeiro, Brazil, pp. 25-65.
- Correia, R.A., Malhado, A.C., Lins, L., Gamarra, N.C., Bonfim, W.A., Valencia-Aguilar, A., Bragagnolo, C., Jepson, P., Ladle, R.J., 2016. The scientific value of Amazonian protected areas. *Biodiversity and Conservation* 25, 1503-1513.
- dos Santos, J.G., Malhado, A.C.M., Ladle, R.J., Costa, M.H., 2015. Geographic trends and information deficits in Amazonian conservation research. *Biodiversity & Conservation* 24, 2853-2863.
- Dudley, N., 2008. *Guidelines for applying protected area management categories*. IUCN, Gland, Switzerland.

Ficetola, G.F., Cagnetta, M., Padoa-Schioppa, E., Quas, A., Razzetti, E., Sindaco, R., Bonardi, A., 2014. Sampling bias inverts ecogeographical relationships in island reptiles. *Global Ecology and Biogeography* 23, 1303-1313.

Gillson, L., Ladle, R.J., Araújo, M.B., 2011. Baselines, patterns and process, in: Ladle, R.J., Whittaker, R.J. (Eds.), *Conservation biogeography*. Wiley, Oxford, pp. 31-44.

Hockings, M., Stolton, S., Dudley, N., 2004. Management effectiveness: assessing management of protected areas? *Journal of Environmental Policy & Planning* 6, 157-174.

Jepson, P., 2016. Nature conservation, *International Encyclopaedia of Geography*. AAE-Wiley Oxford, UK.

Jepson, P., Caldecott, B., Schmitt, S.F., de Carvalho, S.H.C., Correia, R.A., Malhado, A.C.M., Gamarra, N., Bragagnolo, C., Ladle, R.J., 2017. Protected Area Asset Stewardship. *Biological Conservation* 212, 183-190.

Ladle, R.J., Whittaker, R.J., 2011. *Conservation Biogeography*. John Wiley & Sons, Oxford.

Malhado, A.C., 2011. Amazon science needs Brazilian leadership. *Science* 331, 857-857.

MMA, 2017. *Cadastro Nacional de Unidades de Conservação*.

Nelson, A., 2008. *Travel Time to Major Cities: A Global Map of Accessibility*. Ispra, Italy: Global Environment Monitoring Unit-Joint Research Centre of the European Commission. [www-tem.jrc.it/accessibility](http://www-tem.jrc.it/accessibility).

Nogueira-Neto, P., de Melo Carvalho, J.C., 1979. A programme of ecological stations for Brazil. *Environmental Conservation* 6, 95-104.

Pack, S.M., Ferreira, M.N., Krithivasan, R., Murrow, J., Bernard, E., Mascia, M.B., 2016. Protected Area Downgrading, Downsizing, and Degazettement (PADDD) in the Amazon. *Biological Conservation* 197, 32-39.

R Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Regalado, A., 2010. Brazilian science: riding a gusher. *Science* 330, 1306-1312.

Rylands, A.B., Brandon, K., 2005. Brazilian protected areas. *Conservation Biology* 19, 612-618.

Zeileis, A., Kleiber, C., Jackman, S., 2007. Regression models for count data in R.

## 4 DISCUSSÃO GERAL

No presente estudo, analisamos o atual cenário da produção científica em Estações Ecológicas, a fim de entender a dinâmica e os fatores que explicam presença/ausência e a quantidade de pesquisa nestas APs. É importante enfatizar que nossa amostra foi potencialmente representativa dos estudos realizados nas ESECs pelas seguintes razões: (i) quantificamos as publicações científicas revisadas por pares em três principais bases de dados de revistas que, em conjunto, indexam milhares de revistas nacionais e internacionais; (ii) quantificamos toda a literatura cinza visível e disponível na internet.

Nossos resultados mostraram que ainda há um baixo nível de produção científica para cerca de um terço destas áreas. E isto é uma pena, pois as ESECs são "laboratórios naturais" que abrigam uma biodiversidade, que vai desde ambientes marinhos até as áreas mais remotas da Amazônia. Isso pode oferecer muitas oportunidades para pesquisas científicas, incluindo descobertas interessantes e/ou inéditas que poderiam servir para sustentar ações de manejo, não apenas para as próprias ESECs, mas para o conjunto total de APs do Brasil.

Também podemos constatar que a produção de conhecimento científico gerado nos ESECs é desigual entre os biomas. Essas diferenças parecem não estar associadas ao número ESECs por bioma. Isso fica claro quando observamos a produtividade do Cerrado (N = 22) que, apesar de ter menor quantidade de ESECs se comparado a Mata Atlântica (N = 45), obteve maior volume de produtos. Isto era esperado. Estes biomas são mais próximos dos principais centros de pesquisa, possuem maior número de grupos de pesquisa que concentram os esforços em APs e são considerados hotspots globais de biodiversidade (Joly et al. 2014; Vitorino et al. 2016; Strassburg et al. 2017), isto pode influenciar da quantidade de recursos financeiros destinados a gestão destas áreas e podem se tornar ainda mais atraente para a pesquisa. No entanto, é importante destacar que apesar destes biomas terem obtido a maior quantidade produtos científicos, não quer dizer necessariamente que sejam bem amostrados e/ou conhecidos. Higino (2016) destaca que a mata atlântica não é um bioma bem conhecido,



possuindo grandes lacunas de conhecimento para diversos grupos biológicos e se tornam mais graves com o aumento das taxas de extinção.

A pesquisa científica concentrada é problemática. Muitos ambientes brasileiros têm necessidade urgente de caracterização biológica, não só para avaliar e documentar a biodiversidade, mas também para fornecer linhas de base adequadas para comparação entre ambientes essencialmente conservados e alterados (Ritter et al. 2017). Biomas de grande importância como a Amazônia, permanecem pouco investigados quando o conhecimento acumulado considera a área do ecossistema (Santos et al. 2015) e ainda é assolada por problemas taxonômicos.

Apesar disto, houve um crescimento da produtividade científica na década de 2000 e pode estar relacionado a dois fatores explicativos: (i) pela criação do SNUC, que permitiu que as APs tivessem diretrizes mais claras sobre a gestão dessas áreas, o que permitiu maior visibilidade aos pesquisadores; (ii) durante este período, houve um aumento na alocação de recursos financeiros para o financiamento de projetos de pesquisa e bolsas de estudo, o que contribuiu para o aumento do número de grupos de pesquisa voltados a pesquisa em APs, com ênfase no período de 2011 a 2014 (Vitorino et al. 2016; CNPq 2017). O crescimento exponencial no número desses grupos de pesquisa nas últimas duas décadas indica que as APs continuam sendo um nicho aberto para muitos pesquisadores (Vitorino et al. 2016). O Brasil também investiu estrategicamente em sua capacidade científica (Jepson et al. 2015), no entanto, após o ano de 2015, o financiamento de projetos de pesquisa caiu drasticamente no Brasil.

Sabemos que diversos fatores podem influenciar a produção científica em APs (Santos et al. 2015; Correia et al. 2016). Nossos resultados mostraram que as principais variáveis que explicam a presença e o número de artigos publicados são a idade do ESEC com mais velhos e, em menor grau, a existência do plano de gerenciamento, atraindo mais esforços de pesquisa. Além disso, se os ESECs têm publicações associadas, sua quantidade está fortemente associada ao tempo desde a primeira publicação. Isso parece estar de acordo com as APs que agora são consideradas um modelo para o desenvolvimento da pesquisa científica no mundo, por exemplo, o Parque

Nacional de Yellowstone (categoria II) criado em 1872 e o Parque Nacional Suíço (categoria Ia) criado em 1912, essas APs são antigas e desde a criação tiveram projetos de pesquisa associados que resultaram em milhares de publicações científicas (Biel 2004; Kupper 2013; NPS 2018).

Finalmente, as áreas de pesquisa "Ciência Ambiental" e "Ciências Agrícolas e Biológicas" foram as mais representativas para ESECs. Tradicionalmente, o número de pesquisadores nessas áreas de pesquisa é maior (Vitorino et al., 2016), além de que estas APs oferecem oportunidades para estudar parâmetros e processos ecológicos que permitem comparações com ambientes com influência antrópica. Sabe-se que as áreas de pesquisa podem variar de acordo com a categoria de manejo de AP, por exemplo, a categoria V da IUCN oferece oportunidades únicas para o estudo da natureza humana, de modo que a maioria das publicações esteja relacionada às ciências humanas (Correia et al. 2016).

As ESECs precisam não só de ciência, mas de ciência de qualidade. Nossa ideia é que os ESECs estão para ciência e ciência é para o conjunto total de APs brasileiras. Assim, incentivamos os cientistas a fazerem um maior uso dessas APs para o desenvolvimento da pesquisa científica no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Biel AW (2004) The Bearer Has Permission. 12:5–20.
- CNPq (2017) Painel de investimentos. <http://cnpq.br/painel-de-investimentos>. Accessed 6 Oct 2017
- Correia RA, Malhado ACM (2016) The scientific value of Amazonian protected areas. *Biodivers Conserv*. doi: 10.1007/s10531-016-1122-x
- Higino G (2016) Análise cienciométrica e macroecológica sobre padrões de diversidade. Universidade Federal de Alagoas
- Jepson P, Caldecott B, Milligan H, Chen D (2015) A framework for Protected Area asset management.
- Joly CA, Metzger JP, Tabarelli M, et al (2014) Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives *Tansley review Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives*. *New Phytol* 204:459–473. doi: 10.1111/nph.12989
- Kupper P (2013) The Swiss National Park: A Model of Nature Conservation for Scientific Research, Environmen.
- NPS (2018) Park History. <https://www.nps.gov/yell/learn/historyculture/park-history.htm>. Accessed 17 Jan 2018
- Ritter CD, McCrate G, Nilsson RH, et al (2017) Environmental impact assessment in Brazilian Amazonia: Challenges and prospects to assess biodiversity. *Biol Conserv* 206:161–168. doi: 10.1016/j.biocon.2016.12.031
- Santos JG, Malhado ACM, Ladle RJ, et al (2015) Geographic trends and information deficits in Amazonian conservation research. *Biodivers Conserv* 24:2853–2863. doi: 10.1007/s10531-015-0981-x

Strassburg BBN, Brooks T, Feltran-Barbieri R, et al (2017) Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat Ecol Evol* 1:99. doi: 10.1038/s41559-017-0099

Vitorino MR, Carvalho V do C, Fontes MAL, et al (2016) Assessment of Research Groups on Natural Protected Areas and Their Public Use in Brazil. *Cerne* 22:271–276. doi: 10.1590/01047760201622032067

## APÊNDICES

Table S1 - Summary table of the zero hurdle count models relating ESEC scientific productivity to our set of explanatory variables.

Rank	Model	Age of establishment	Biome	Extent	Governance sphere	Human population	Management council	Management plan	Travel time	Years to first paper	AICc	$\Delta$ AICc	$\omega$ AIC
1	Zero hurdle	X					X	X			439.4	0	0.021
	Count	X	X							X			
2	Zero hurdle	X					X	X			440.6	1.1	0.012
	Count	X								X			
3	Zero hurdle	X					X	X	X		440.9	1.5	0.01
	Count	X	X							X			
4	Zero hurdle	X					X	X			440.9	1.5	0.01
	Count	X	X				X			X			
5	Zero hurdle	X					X	X			441.2	1.7	0.009
	Count	X	X			X				X			
6	Zero hurdle	X					X	X			441.3	1.8	0.008
	Count	X	X					X		X			
7	Zero hurdle	X		X			X	X			441.3	1.8	0.008
	Count	X	X							X			

8	Zero hurdle	X			X	X				441.6	2.2	0.007
	Count	X	X					X	X			
9	Zero hurdle	X			X	X				441.7	2.2	0.007
	Count	X						X	X			
10	Zero hurdle	X			X	X				441.7	2.3	0.007
	Count	X	X		X	X			X			
11	Zero hurdle	X			X	X				441.7	2.3	0.007
	Count	X	X	X					X			
12	Zero hurdle	X			X	X				441.8	2.4	0.007
	Count	X			X				X			
13	Zero hurdle	X			X	X	X			441.8	2.4	0.007
	Count	X	X						X			
14	Zero hurdle	X			X	X		X		441.8	2.4	0.006
	Count	X							X			
15	Zero hurdle	X		X	X	X				441.8	2.4	0.006
	Count	X	X						X			
16	Zero hurdle	X			X	X				441.9	2.5	0.006
	Count	X			X	X			X			
17	Zero hurdle	X			X	X				442.1	2.6	0.006

	Count	X				X			X										
18	Zero hurdle	X					X								442.2	2.7	0.005		
	Count	X																	X
19	Zero hurdle	X		X			X		X						442.2	2.8	0.005		
	Count	X																	X
20	Zero hurdle	X					X		X						442.5	3	0.005		
	Count	X			X				X		X		X						
21	Zero hurdle	X					X		X						442.5	3.1	0.005		
	Count	X			X						X		X						
22	Zero hurdle	X					X		X		X				442.5	3.1	0.005		
	Count	X		X			X												X
23	Zero hurdle	X					X		X						442.6	3.2	0.004		
	Count	X		X			X		X										X
24	Zero hurdle	X					X		X		X				442.7	3.2	0.004		
	Count	X																	X
25	Zero hurdle	X					X		X		X				442.7	3.3	0.004		
	Count	X																	X
26	Zero hurdle	X					X		X		X				442.7	3.3	0.004		
	Count	X		X			X												X
27	Zero	X					X		X						442.8	3.4	0.004		

hurdle									
	Count	X			X				X
28	Zero hurdle	X			X	X	X		442.9 3.4 0.004
	Count	X	X			X		X	
29	Zero hurdle	X			X	X			442.9 3.4 0.004
	Count	X			X			X	
30	Zero hurdle	X			X	X			442.9 3.4 0.004
	Count	X	X		X	X		X	
31	Zero hurdle	X		X	X	X			442.9 3.4 0.004
	Count	X	X		X			X	
32	Zero hurdle	X			X	X	X		442.9 3.5 0.004
	Count	X					X	X	
33	Zero hurdle	X			X	X			443 3.5 0.004
	Count	X	X		X		X	X	
34	Zero hurdle	X			X	X			443 3.6 0.004
	Count	X		X				X	
35	Zero hurdle	X			X	X	X		443.1 3.6 0.003
	Count	X			X			X	
36	Zero hurdle	X		X	X	X	X		443.1 3.6 0.003
	Count	X	X					X	



37	Zero hurdle	X			X	X	X	X		443.1	3.7	0.003
	Count	X	X						X			
38	Zero hurdle	X		X		X	X			443.1	3.7	0.003
	Count	X	X		X				X			
39	Zero hurdle	X			X	X		X		443.1	3.7	0.003
	Count	X	X					X	X			
40	Zero hurdle	X			X	X				443.2	3.7	0.003
	Count	X				X	X	X	X			
41	Zero hurdle	X		X		X	X			443.2	3.8	0.003
	Count	X	X				X		X			
42	Zero hurdle	X			X	X				443.3	3.8	0.003
	Count	X	X		X	X	X		X			
43	Zero hurdle	X		X		X	X	X		443.3	3.8	0.003
	Count	X	X						X			
44	Zero hurdle	X			X	X				443.3	3.8	0.003
	Count	X	X		X			X	X			
45	Zero hurdle	X			X	X		X		443.3	3.9	0.003
	Count	X			X		X		X			
46	Zero hurdle	X			X	X		X		443.3	3.9	0.003

