



UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



PPGBAN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ANGIE PAOLA PENAGOS LÓPEZ

EFETIVIDADE ATUAL E FUTURA DAS ÁREAS PROTEGIDAS PARA A
CONSERVAÇÃO DE CORUJAS ENDÊMICAS DA MATA ATLÂNTICA

PORTO ALEGRE
2022

ANGIE PAOLA PENAGOS LÓPEZ

**EFETIVIDADE ATUAL E FUTURA DAS ÁREAS PROTEGIDAS PARA A
CONSERVAÇÃO DE CORUJAS ENDÊMICAS DA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biologia e comportamento animal

Orientador: Prof. Dr. Caio J. Carlos

PORTO ALEGRE
2022

ANGIE PAOLA PENAGOS LÓPEZ

**EFETIVIDADE ATUAL E FUTURA DAS ÁREAS PROTEGIDAS PARA A
CONSERVAÇÃO DE CORUJAS ENDÊMICAS DA MATA ATLÂNTICA**

Aprovada em ___ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Roberta Marques
(Benemérita Universidad Autónoma de Puebla)

Prof.^a Dr.^a Flávia Tirelli
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Prof. Dr. Felipe Zilio
(Universidade Federal de Viçosa)

Dedico este trabalho à minha família, pelo carinho, amor e ensinamentos!

AGRADECIMENTOS

À vida, por me permitir descobrir o maravilhoso mundo das corujas no meu caminho e encontrar nele uma grande paixão, por me dar a oportunidade de desenvolver este trabalho num país maravilhoso, onde tive o privilégio de conhecer paisagens deslumbrantes e compartilhar com pessoas muito valiosas.

Aos meus pais, pelo amor que me dão, por acreditarem em mim, por me ensinarem a enfrentar as dificuldades da vida com determinação, caráter e coragem e nunca deixar de lutar pelos meus sonhos e acima de tudo pelo apoio constante apesar da distância, a cada palavra de encorajamento foi vital nesta fase.

Ao meu maior amor Diego Esquivel, por me animar a conquistar nossos sonhos, por me dar seu apoio incondicional, por sua imensa paciência, por cada palavra de amor, apoio e incentivo nos momentos de maior dificuldade, por me animar a cada dia a ser uma versão melhor de mim. Obrigada pelo seu amor incondicional e por compartilhar experiências inesquecíveis neste caminho que se chama vida.

Ao meu orientador Caio J. Carlos pela confiança, apoio e ensinamentos durante meu processo de formação.

Ao Daniel Jiménez e ao grupo de professores do curso: "Modelado de Nicho Ecológico BUAP 2020" por compartilhar o conhecimento do maravilhoso mundo da modelagem de nicho ecológico, pela paciência e horas de conversa. Obrigada pelos ensinamentos tão valiosos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela oportunidade, pelo apoio e por todo o aprendizado durante esta etapa. À Coordenação de Pessoal Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de pesquisa e auxílio do PPGBAN.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I – Introdução Geral.....	6
Áreas protegidas: o que são e por que são importantes?	6
Efetividade das Áreas Protegidas.....	8
Mudanças climáticas e seu efeito sobre a biodiversidade.....	9
Mata Atlântica.....	10
Corujas endêmicas da Mata Atlântica.....	11
Objetivos	12
Referências.....	13
CAPÍTULO II – Current and future effectiveness of protected areas for the conservation of endemic owls from the Atlantic Forest	16
Acknowledgments	17
Abstract	18
Introduction.....	19
Material and methods.....	21
Results.....	28
Discussion	30
References.....	37
Supplementary Information	55
CAPÍTULO III – Conclusões e considerações finais.....	56

RESUMO

As áreas protegidas são uma das ferramentas de conservação mais importantes para proteger a biodiversidade global e os serviços ecossistêmicos. No entanto, sua efetividade ao longo prazo pode ser comprometida devido à mudança na distribuição geográfica das espécies, acelerada pelas mudanças climáticas. A exposição a novas condições climáticas provoca respostas diferentes nas espécies conforme a capacidade dos indivíduos rastrear as condições climáticas favoráveis, fato que pode afetar as espécies endêmicas de forma mais negativa. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo avaliar a efetividade atual e futura da rede de áreas protegidas para a conservação das corujas endêmicas da Mata Atlântica. Para avaliar a efetividade das áreas protegidas nós consideramos sua representatividade na distribuição de cada espécie-alvo. Utilizamos a modelagem de nicho ecológico para prever as mudanças na potencial distribuição geográfica nos cenários climáticos atuais e futuros das espécies-alvo e calculamos a porcentagem de área adequada sob proteção. Além disso, identificamos as regiões mais suscetíveis ao ganho e perda de espécies e indicamos aquelas que serão refúgios climáticos estáveis no futuro. Nossos resultados indicam que a rede de áreas protegidas é atualmente representativa para a maioria das espécies; no entanto, os modelos indicam que a representatividade diminui para todas as espécies nas próximas décadas como consequência das mudanças climáticas. Estimamos que haverá uma maior perda de espécies nas ecorregiões localizadas ao norte e um ganho reduzido ao sul. Também encontramos que as ecorregiões no sul, em particular aquelas com maior elevação no planalto sul, serão as áreas com maior estabilidade para as espécies no futuro. Nossos resultados destacam a importância da implementação de estratégias de conservação que incorporem as diferentes respostas das espécies às mudanças climáticas e consequentemente mitigar os impactos negativos sobre as corujas endêmicas da Mata Atlântica. Destacamos a necessidade de complementar a rede das áreas protegidas com o objetivo de compensar a representatividade na distribuição das espécies alterada pelas mudanças climáticas; e, com isso, reduzir a perda de espécies e aumentar a conectividade entre as áreas ideais. Esperamos que nossos resultados sirvam de base para que os tomadores de decisão orientem e repensem as políticas e decisões de conservação atuais para enfrentar as ameaças das mudanças climáticas.

Palavras chave: áreas protegidas, lacuna de conservação, modelagem de nicho ecológico, mudanças climáticas, Strigiformes.

ABSTRACT

Protected areas are one of the most important conservation tools for protecting global biodiversity and ecosystem services. However, their long-term effectiveness may be compromised due to the change in the geographic distribution of species, accelerated by climate change. Exposure to new climatic conditions provokes different responses in species depending on the ability of individuals to track favorable climatic conditions, a fact that can affect endemic species more negatively. In this sense, this study aims to evaluate the current and future effectiveness of the network of protected areas for the conservation of endemic owls of the Atlantic Forest. To assess the effectiveness of protected areas, we consider their representativeness in the distribution of each species. We used ecological niche modeling to predict potential distribution changes in calculated the percentage of suitable areas under protection. In addition, we identified the regions most susceptible to species gain and loss and those that will be climate-stable refuges in the future. Our results indicate that the protected areas are currently effectiveness for most species, however, it is expected to decline for all species in the coming decades as a consequence of climate change. We found that there will be a greater loss of species in ecoregions located to the north and a reduced gain in the south. We also found that ecoregions in the south, particularly those with the highest elevation in the southern Plateau, will be the areas with the greatest stability of species in the future. Our results highlight the importance of implementing conservation strategies that incorporate the different responses of species to climate change and consequently mitigate negative impacts on species. We emphasize the need to complement the network of protected areas to offset the representativeness in the distribution of species altered by climate change. With this, we reduce the loss of species and increase connectivity between suitable areas. We hope that our results will serve as a basis for decision makers to guide and rethink current conservation policies and decisions to address the threats of climate change.

Key words: climate change, conservation gap, ecological niche modeling, protected areas, Strigiformes.

CAPÍTULO I – Introdução Geral

Áreas protegidas: o que são e por que são importantes?

As áreas protegidas surgem da necessidade de se estabelecer um sistema de proteção diante da crescente crise de perda da biodiversidade em todo o mundo. Em 1992, as áreas protegidas foram definidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) como: “uma área geograficamente definida que é designada ou regulamentada e administrada para atingir objetivos específicos de conservação” (Artigo 2 da CDB, 1992). A União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) fornece outra definição complementar, reconhecendo uma área protegida como: “Um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e administrado, por meio de meios legais ou outros meios eficazes para alcançar a conservação de longo prazo da natureza e seus serviços ecossistêmicos e valores culturais associados” (Dudley, 2008).

As áreas protegidas representam o eixo central das estratégias nacionais e internacionais de conservação (Balmford et al. 2005), sendo fundamentais para garantir a conservação das espécies e seus ecossistemas a curto e longo prazos (Naughton-Treves et al. 2005). São espaços de grande importância que têm funções fundamentais pois abrigam uma grande riqueza biológica, promovem a proteção dos bens e serviços ambientais bem como preservar a diversidade cultural. Por sua grande importância, as unidades de conservação são regidas por diretrizes específicas de proteção, restauração e conservação, visto que são elementos fundamentais para a manejo das áreas que protegem a biodiversidade. Segundo seus objetivos de conservação as áreas protegidas foram classificadas em seis categorias (Quadro 1) (Dudley, 2008).

Quadro 1- Definição categorias de gestão de áreas protegidas.

Categoria	Designação	Definição
Ia	Reserva natural estrita	Áreas protegidas de maneira estrita, com o objetivo de proteger a biodiversidade e também as características geológicas / geomorfológicas, onde as quais a visitação, o uso e os impactos humanos são estritamente controlados e limitados. Podem servir como referências indispensáveis para pesquisas científicas e monitoramento.
Ib	Área de vida selvagem	Áreas protegidas de grande extensão, não modificadas que mantém seu caráter e influência naturais, isentos de

		influência humana significativa ou permanente, e que são protegidas para que mantenham sua condição natural.
II	Parque nacional	Áreas protegidas de grande extensão, de caráter natural ou pouco modificado. Seu objetivo é proteger em larga de escala de processos ecológicos, complementada pela proteção de espécies e ecossistemas característicos da área. Essas áreas proporcionam condições para oportunidades científicas, educacionais, recreativas e de visitação, que sejam ambientalmente e culturalmente compatíveis.
III	Monumento natural	Áreas protegidas com o objetivo de proteger um monumento natural específico, e que pode ser um acidente geográfico, um monte marinho, uma caverna submarina, uma formação geológica como uma caverna, ou ainda um elemento vivo, como uma floresta ancestral. Essas áreas protegidas são geralmente de pequeno tamanho, e frequentemente têm alto valor de visitação.
IV	Área de gestão de espécies e habitat	Áreas protegidas que objetivam proteger espécies ou habitats específicos, e sua gestão reflete essa prioridade. Muitas áreas protegidas da categoria IV carecem de intervenções ativas e regulares para satisfazer as exigências de espécies específicas ou da manutenção de habitats, embora esse não seja um requerimento da categoria.
V	Paisagens protegidas terrestres e marinhas	Uma área protegida onde a interação das pessoas com a natureza através do tempo tem produzido uma área de caráter distinto, com grande valor ecológico, biológico, cultural e cênico, e onde a salvaguarda da integridade dessa interação é vital para proteger e manter a área e os valores associados de conservação da natureza e outros.
VI	Área protegida de utilização sustentável dos recursos naturais	Áreas protegidas que conservam ecossistemas e habitats, juntamente com valores culturais associados e sistemas tradicionais de gestão de recursos naturais. Geralmente elas são de grande extensão, com a maior parte da área em condição natural, onde uma parte da área está submetida a uma gestão sustentável dos recursos naturais, e onde o uso de baixo impacto e não-industrial dos recursos naturais, compatível com a conservação da natureza, é visto como um dos principais objetivos da área.

Fonte: DUDLEY (2008)

Efetividade das Áreas Protegidas

O termo efetividade de área protegida tem sido usado para se referir a diferentes aspectos do seu funcionamento, em particular para se referir a uma área protegida que alcançariam seus objetivos de conservação pelo menos dentro de seus limites, idealmente trabalhando como uma rede (Eklund & Cabeza, 2017). No entanto, avaliar a efetividade das áreas protegidas é uma tarefa desafiadora que envolve múltiplas facetas, desde avaliação dos meios até os mecanismos e resultados de conservação. Os meios são considerados como as decisões tomadas no momento do estabelecimento das áreas protegidas (extensão total, localização, conectividade e representatividade), bem como as decisões subsequentes (gestão). Os meios se traduzem em resultados de conservação por meio de dois mecanismos: redução da ameaça por meio de gestão eficaz; e aumento da resiliência por meio de fatores de design (Rodrigues & Cazalis, 2020).

A faceta da efetividade mais avaliada tem sido baseada nos meios, principalmente, a representatividade das áreas protegidas na distribuição das espécies (e.g., Rodrigues et al. 2004b; Brambilla et al. 2015; Regos et al. 2016; Berteaux et al. 2018). Um dos objetivos do planejamento sistemático de conservação é garantir que todas as espécies estejam representadas no sistema de áreas protegidas (Reside et al. 2018). De acordo com Rodrigues et al. (2004a), o objetivo de representação de cada espécie é baseado em sua faixa de distribuição; portanto, espécies com distribuição restrita ($\leq 1.000 \text{ km}^2$) precisam ser 100% protegidas, enquanto espécies com uma distribuição mais ampla ($\geq 250.000 \text{ km}^2$) exigem que em pelo menos 10% de seu alcance deve ser protegido. O objetivo para espécies com tamanhos de alcance intermediário é definido por interpolação usando uma transformação logarítmica.

Considerando-se os desafios que as mudanças climáticas representam para as estratégias de conservação tradicionais das áreas protegidas, é necessário avaliar a representatividade das áreas protegidas na distribuição das espécies com vistas a identificar as lacunas da conservação atuais e futuras (Hannah et al., 2007), bem como entender quais fatores externos afetam as mudanças observadas na gestão sobre a conservação da biodiversidade, seguindo as recomendações da Meta 11 de Aichi e a implementação geral do Plano Estratégico da CDB (CDB, 2010).

Mudanças climáticas e seu efeito sobre a biodiversidade

A mudança climática é uma das principais pressões que produzem a perda de espécies e desequilíbrios ecológicos nos ecossistemas (Hannah et al. 2007), tornando-se uma séria ameaça à conservação da biodiversidade global. As mudanças climáticas estão causando aumentos na temperatura média da superfície terrestre e dos oceanos, mudanças nos padrões de precipitação, mudanças na intensidade e frequência dos eventos climáticos extremos e um aumento do nível médio do mar (IPCC, 2021). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), esses efeitos das mudanças climáticas podem ser mais graves, a menos que as emissões de gases de efeito estufa sejam reduzidas de forma imediata, rápida e em grande escala, já que se estima que, nos próximos 20 anos, a temperatura média global provavelmente aumentará até 1.5 °C.

As mudanças climáticas têm múltiplos efeitos na diversidade biológica, desde a distribuição das espécies até a dinâmica populacional, a estrutura das comunidades e a função do ecossistema (Williams et al. 2008; Bellard et al. 2012). Em primeiro lugar, constatou-se que as mudanças climáticas podem afetar o desenvolvimento, a fisiologia e o comportamento dos indivíduos de uma espécie durante as fases de crescimento, reprodução e migração (Böhning-Gaese et al. 2008). Em segundo lugar, as alterações nos padrões de precipitação e os aumentos de temperatura geram mudanças na forma como as populações estão distribuídas no espaço geográfico, seu tamanho, estrutura e abundância. Em terceiro lugar, pode afetar as interações entre as espécies, e a perda da diversidade de espécies nas comunidades. Por fim, todos esses efeitos somados à alteração dos ciclos hidrológicos poderiam afetar os fluxos de energia, os ciclos de nutrientes, e o funcionamento, estrutura e distribuição dos ecossistemas (Bellard et al. 2012; Lemes, 2014).

Um dos aspectos mais alarmantes tem sido como as mudanças climáticas estão causando uma mudança acelerada na distribuição das espécies (Burrows et al. 2014), elevando o risco de extinção de muitas espécies e promovendo a dispersão de espécies invasoras ou pragas (Parmesan, 2006; Hannah et al. 2007). A exposição a novas condições climáticas provoca respostas diferentes nas espécies: a distribuição de uma espécie se contrai, expande ou muda conforme os indivíduos rastreiam as condições climáticas favoráveis (Parmesan & Yohe, 2003). Essa resposta depende de diferentes fatores associados à sua capacidade de persistência, colonização e adaptação (Chevin et al. 2010). Espécies com ampla faixa de tolerância climática e plasticidade serão capazes de manter populações em sua atual área de distribuição mesmo na ausência das condições climáticas ideais, enquanto outras espécies buscarão essas condições climáticas que favoreçam a

estabilidade de suas populações, optando assim por migrar e colonizar novas áreas onde essas condições se encontrem (Parmesan, 2006). No entanto, uma capacidade de resposta limitada das espécies pode afetar sua aptidão, estabilidade e sobrevivência, levando a uma redução de distribuição, diminuição no tamanho da população e até extinção (Chevin et al. 2010; Bellard et al. 2012).

Mata Atlântica

O bioma da Mata Atlântica é um dos principais hotspots da biodiversidade do mundo (Myers et al. 2000). Estende-se ao longo de regiões tropicais e subtropicais, desde a costa leste, sudeste e sul do Brasil até o leste do Paraguai e a província de Misiones, no nordeste da Argentina (Pereira, 2009). Sua área de extensão original era cerca de 1.5 km²; no entanto, como consequência de um processo histórico de desmatamento, atualmente, restam apenas 28% da cobertura original (Rezende et al., 2018).

A Mata Atlântica compreende uma ampla faixa altitudinal e latitudinal, que gera uma variedade de sub-regiões biogeográficas (Silva & Castelletti, 2003). Distinguem-se diferentes padrões fisionômicos, florísticos e ecológicos em que as seguintes fitofisionomias são associadas: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Estepe, Savana, Savana-Estépica, Formações Pioneiras, Refúgios Vegetacionais e Campos de altitude (IBGE, 2008). Apresenta um regime climático variado: na região nordestina, o clima é predominantemente tropical litorâneo úmido; tropical de altitude na região sudeste e subtropical úmido na região sul. As temperaturas médias decrescem de norte a sul, com um regime pluviométrico acima de 1000 mm³/ano e elevada umidade (Pereira, 2009).

A variedade de formações florestais, junto com as características climáticas e geográficas do bioma, favorece a elevada riqueza de espécies e endemismo (Ribeiro et al. 2009). A região abriga mais de 8.000 espécies endêmicas; no grupo dos vertebrados inclui aproximadamente 133 espécies de peixes, 90 espécies de anfíbios, 60 espécies de répteis, 223 espécies de aves e 55 espécies de mamíferos (Silva & Casteleti 2003). No entanto, o alto impacto da perda de habitat e fragmentação adicionado a outras espécies ameaçadas fez com que 25% das espécies estivessem sob ameaça de extinção.

Corujas endêmicas da Mata Atlântica

O bioma da Mata Atlântica abriga 19 espécies de corujas, das quais sete são endêmicas: Caburé-miudinho (*Glaucidium minutissimum*), Caburé-de-pernambuco (*Glaucidium mooreorum*), Corujinha-de-alagoas (*Megascops alagoensis*), Corujinha-sapo (*Megascops atricapilla*), Corujinha-do-sul (*Megascops sanctaecatarinae*), Coruja-listrada (*Strix hylophila*), Murucututu-de-barriga-amarela (*Pulsatrix koeniswaldiana*). Atualmente, *Strix hylophila* é classificada globalmente como Quase Ameaçada (NT) (BirdLife International, 2016), e *Glaucidium mooreorum* é considerada extinta pela lista de espécies ameaçadas de extinção no Brasil (Pereira et al. 2014). *Megascops alagoensis* foi descrita recentemente baseado em caracteres moleculares, morfológicos e vocais (Dantas et al. 2021).

As corujas endêmicas da Mata Atlântica estão entre os grupos mais sensíveis a distúrbios ambientais, pois ocorrem em baixas densidades e possuem longos tempos de geração (König et al. 2008; Soares et al. 2008). Sofrem em maior medida com as mudanças ambientais, pois possuem uma faixa de distribuição limitada às características de seu habitat, o que aumenta sua aptidão e facilita a ocupação, sobrevivência e reprodução. Essas aves têm um papel ecológico fundamental na dinâmica e estabilidade dos ecossistemas, pois ocupam uma posição de topo da cadeia trófica; dessa forma, atuam no controle das populações de suas presas em sua maioria pequenos roedores e morcegos (König et al. 2008).

Nossas espécies-alvo são cinco das sete espécies de corujas endêmicas da Mata Atlântica, porque limitamos nossa análise a espécies com 10 ou mais registros de ocorrência; portanto, *Glaucidium mooreorum* e *Megascops alagoensis* não foram considerados. As espécies-alvo estão listadas no Apêndice II da Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Selvagens (CITES):

Strix hylophila. Ocorre no sul do Brasil, leste/sul do Paraguai e extremo nordeste da Argentina. É globalmente classificada como “Quase Ameaçado” (NT); e, em nível nacional, como “Pouco Preocupante” (LC). No entanto, desde 2008, o Plano Nacional de Ação (PNA) para a conservação de aves de rapina brasileiras reconheceu a necessidade de elevar sua categoria para “Quase Ameaçada” (NT) (Soares et al. 2008). As principais ameaças estão relacionadas à fragmentação e substituição de seu habitat por usinas hidrelétricas e plantações de *Pinus* sp. (Enríquez, 2015).

Pulsatrix koeniswaldiana. É uma das corujas de maior tamanho endêmicas da Mata Atlântica. Ocorre, principalmente, na Floresta Ombrófila Densa do sul do Brasil, Paraguai e Argentina. Suas populações podem ter diminuído como resultado da extração de madeira (Enríquez, 2015). No PNA, é considerada uma espécie com “prioridade média” para pesquisa científica e conservação (Soares et al. 2008).

Megascops sanctaecatarinae. Ocorre em florestas, prados e matagais no sudeste do Brasil, nordeste da Argentina e norte do Uruguai. Suas populações estão em declínio devido à contínua destruição e perda de habitat (Enríquez, 2015). Essa espécie não possui plano de ação, ou esquema de monitoramento sistemático; portanto, são necessárias ações de conservação. É uma espécie rara e pouco conhecida, sua plumagem é semelhante a outras corujas simpátricas do gênero *Megascops* (*M. choliba* e *M. atricapilla*).

Megascops atricapilla. Ocorre no sudeste do Brasil, leste do Paraguai e Argentina. Habita os remanescentes da Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco, Bahia, em todos os Estados do Sudeste, até o sul, nos estados de Paraná e Santa Catarina. Sua principal ameaça é a substituição de seu habitat (Enríquez, 2015). Essa espécie não conta com plano de ação, ou esquema de monitoramento sistemático; portanto, são necessárias ações de conservação.

Glaucidium minutissimum. Ocorre no Brasil, da Bahia ao Paraná, Goiás e Mato Grosso. Habita florestas primárias, secundárias e borda de matas. Suas populações estão em declínio devido à perda de habitat (Enríquez, 2015). É considerada uma espécie indicadora de qualidade de ambiente; no entanto, é sugerida para monitoramento do impacto de agrotóxicos, O PNA a lista como de “prioridade média” para pesquisa científica e conservação (Soares et al. 2008).

Objetivos

Objetivo geral

Avaliar a efetividade atual e futura da rede de áreas protegidas para a conservação de corujas endêmicas da Mata Atlântica.

Objetivos específicos

- Predizer a distribuição potencial das espécies-alvo nos cenários climáticos atuais e futuros.

- Estimar a representatividade das áreas protegidas nas áreas adequadas das espécies, considerando o clima atual e futuro.
- Entender como as mudanças climáticas ocorrem nas áreas protegidas, calculando a porcentagem esperada de expansão, redução e estabilidade nas áreas adequadas.
- Identificar as regiões onde as áreas protegidas terão maior ganho, perda e estabilidade de espécies no futuro.

Referências

- BALMFORD, A. *et al.* Ecology: The convention on biological diversity's 2010 target. **Science**. v. 307, n. 5707, p. 212–213, 2005.
- BELLARD, C. *et al.* Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology letters**. v. 15, p. 365–377, 2012.
- BERTEAUX, D. *et al.* Northern protected areas will become important refuges for biodiversity tracking suitable climates. **Scientific Reports**. v. 8, n. 1, p. 1–9. 2018.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Strix hylophila*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22689100A93218248. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22689100A93218248.en>. Acesso em: 21 dez. 2021.
- BÖHNING-GAESE, K.; JETZ, W.; SCHAEFER, H. C. Impact of climate change on migratory birds: community reassembly versus. **Global Ecology and Biogeography**. p. 38-49. 2008.
- BURROWS, M.T. *et al.* Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity. **Nature**. v. 507, n. 7493, p. 492–495. 2014.
- BRAMBILLA, M.; BERGERO, V.; BASSI, E.; FALCO, R. Current and future effectiveness of Natura 2000 network in the central Alps for the conservation of mountain forest owl species in a warming climate. **European Journal of Wildlife Research**. v. 61, n. 1, p. 35–44. 2015.
- CHEVIN, L. M.; LANDE, R.; MACE, G. M. Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: towards a predictive theory. **PLoS biology**. v. 8, n. 4, p. e1000357. 2010.
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, CBD. **Strategic plan for biodiversity 2011–2020**. Montreal: Convention on Biological Diversity. 2010

- DANTAS, M., *et al.* Multi-character taxonomic review, systematics, and biogeography of the Black-capped/Tawny-bellied Screech Owl (*Megascops atricapilla*-*M. watsonii*) complex (Aves: Strigidae). **Zootaxa**. vol. 4949, no 3, p. 401-444. 2021
- DUDLEY, N. **Guidelines for applying protected area management categories**. Gland, Switzerland: IUCN, 2008.
- EKLUND, J. F.; CABEZA-JAIMEJUAN, M. D. M. Quality of governance and effectiveness of protected areas: crucial concepts for conservation planning. **Annals of the New York Academy of Sciences**. 2017.
- ENRÍQUEZ, P. L. **Los búhos neotropicales: diversidad y conservación**. Chiapas, México: ECOSUR, 2015.
- HANNAH, L. *et al.* Protected area needs in a changing climate. **Frontiers in Ecology and the Environment**. vol. 5, n. 3, p. 131-138. 2007.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008) **Mapa da área de aplicação da Lei n 11.428 de 2006**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, Brazil. 2008.
- IPCC.: Summary for Policymakers. *In*: MASSON-DELMOTTE, V. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, In Press.2 021
- KÖNIG, C. *et al.* **Owls of the World. Second edition**. New Haven, EUA and London, Inglaterra: Yale University Press. 2008.
- LEMES, P.; MELO, A. S.; LOYOLA, R. D. Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**. vol. 23, n. 2, p. 357-368. 2014.
- NAUGHTON-TREVES, L.; HOLLAND, M. B.; BRANDON, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. **Annual Review of Environment and Resources**. v. 30, p. 219–252. 2005
- PARMESAN, C.; YOHE, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. **Nature**, v. 421, n. 6918, p. 37–42. 2003.
- PEREIRA, A. B. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. **Nucleus**, v. 6, n. 1, p. 1-27. 2009.
- REGOS, A. *et al.* Predicting the future effectiveness of protected areas for bird conservation in Mediterranean ecosystems under climate change and novel fire regime scenarios. **Diversity and Distributions**. v. 22, n. 1, p. 83–96. 2016

- RESIDE, A. E.; BUTT, N.; ADAMS, V. M. Adapting systematic conservation planning for climate change. **Biodiversity and Conservation**. v. 27, n. 1, p. 1–29. 2018.
- RODRIGUES, A. S.; CAZALIS, V. The multifaceted challenge of evaluating protected area effectiveness. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-4. 2020.
- RODRIGUES, A. S. L. *et al.* Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. **Nature**. 428(6983), 640–643. 2004b
<https://doi.org/10.1038/nature02422>
- RODRIGUES, A. S. L. *et al.* Global gap analysis: priority regions for expanding the global protected-area network. **BioScience**. v. 54, n. 12, p. 1092-1100. 2004a.
- SILVA, P. **Biodiversidade e mudanças climáticas no Brasil: levantamento e sistematização de referências**. Brasília: WWF Brasil. 2018.
- SOARES, E.S. *et al.* **Plano de ação nacional para a conservação de aves de rapina. Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Brasília: IBAMA. 2008.
- WILLIAMS, S.E. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. **PLoS biology**. v. 6, n. 12, p .325. 2008.