



Ana Carolina Alvarez de Carvalho

Probabilidades de detecção e de ocupação de *Nyctibius griseus* (Aves: Nyctibiidae) sugerem inadequação de métodos de censos

Botucatu, SP
2024

Ana Carolina Alvarez de Carvalho

Probabilidades de detecção e de ocupação de *Nyctibius griseus* (Aves: Nyctibiidae) sugerem inadequação de métodos de censos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel, junto ao Curso de Graduação em Ciência Biológicas, do Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu.

Orientador: Prof. Dr. Vagner Aparecido Cavarzere Junior

Botucatu, SP
2024

C331p

Carvalho, Ana Carolina Alvarez

Probabilidades de detecção e de ocupação de *Nyctibius griseus* (Aves: *Nyctibiidae*) sugerem inadequação de métodos de censos / Ana Carolina Alvarez Carvalho. -- Botucatu, 2024

20 p. : tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientador: Vagner Aparecido Cavarzere

1. Detecção imperfeita. 2. Ciência cidadã. 3. Urutau. I.

Título.
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Ana Carolina Alvarez de Carvalho

Probabilidades de detecção e de ocupação de *Nyctibius griseus* (Aves: Nyctibiidae) sugerem inadequação de métodos de censos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel, junto ao Curso de Graduação em Ciência Biológicas, do Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Vagner Aparecido Cavarzere Junior

UNESP – Botucatu

Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Erika Mayumi Shimabukuro

UNESP – Botucatu

Dedico este trabalho

A minha sobrinha, Isadora Jatti Melo, e àqueles estudantes da UNESP Botucatu que
perderam o brilho da vida na busca de realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família por todo incentivo e apoio que me deram desde o primeiro passo, possibilitando grandes caminhadas e conquistas pela vida. Em especial, à minha mãe, Maria Lucia, e à minha, Daniele, que são meus maiores exemplos de cumplicidade e fé.

Ao meu orientador, Vagner Cavarzere, pela paciência e incentivo a concluir esse ciclo tão importante. Assim como aos demais professores que fizeram parte de toda a construção de conhecimento ao longo destes anos, especialmente a Luciana Lunardi, que possibilitou uma educação humanizada e consciente.

Também agradeço aos meus amigos, que se tornaram família, por todo o companheirismo e apoio em momentos felizes ou não, por cada lembrança compartilhada que marcará minha vida.

Por fim, agradeço à UNESP e ao Departamento de Zoologia, por cederem os espaço e recursos necessários para uma educação digna e de qualidade à todes.

“Aos puros eu compartilho,
nenhum sonho é tão pequeno pra quem sabe dividi-lo”

FBC

Resumo

Os urutaus são aves noturnas pertencentes ao gênero *Nyctibius* Vieillot, 1816, encontradas nas zonas tropicais do continente americano. *Nyctibius griseus*, popularmente conhecido como urutau, encontra-se amplamente distribuída pelo Brasil, ocupando principalmente bordas de florestas secundárias e bosques abertos. Devido à crescente fragmentação das áreas de florestas e a escassez de estudos sobre urutaus e sua ecologia, o objetivo deste projeto foi revisar a ocorrência da espécie no Brasil com base em dados disponibilizados por plataforma ornitológica, de modo a determinar as suas probabilidades de ocupação e de detecção por meio de modelo de ocupação de uma espécie e uma estação. Foram utilizados os registros da espécie disponíveis na plataforma eBird, criando modelos competidores com a densidade populacional humana e a temperatura mais alta média mensal de cada localidade de registro. As análises revelaram que *Nyctibius griseus* apresenta alta probabilidade de ocupação nos ambientes em que ocorre ($\Psi=0,99$), porém baixa probabilidade de detecção ($p=0,20$). Sua relativa baixa detecção pode ocorrer por ser uma espécie críptica de comportamento noturno, dificultando seu registro em campo sem a devida metodologia para aves noturnas. Assim, o estudo revela a importância da consideração de detecção imperfeita em pesquisas ecológicas, e sugere que métodos de inventários ou censos sejam adequadamente realizados para espécies noturnas.

Palavras-chave: detecção imperfeita; ciência cidadã; urutau

Abstract

Potoo birds are nocturnal birds belonging to the genus *Nyctibius* Vieillot, 1816, found in tropical areas of the American continent. *Nyctibius griseus*, popularly known as potoo, is widely distributed throughout Brazil, mainly occupying the edges of secondary forests and open woodlands. Due to the increasing fragmentation of forest areas and the scarcity of studies on potoo birds and their ecology, the objective of this project was to review the occurrence of the species in Brazil based on data made available by an ornithological platform, in order to determine its occupancy and detection probabilities through a one-species, one-season occupancy model. The records of the species available on the eBird platform were used, creating competing models with the human population density and the highest average monthly temperature of each recording location. The analyses revealed that *Nyctibius griseus* has a high probability of occupancy in the environments in which it occurs ($\Psi=0.99$), but a low probability of detection ($p=0.20$). Its relatively low detection rate may be due to it being a cryptic species with nocturnal behavior, making it difficult to record in the field without the appropriate methodology for nocturnal birds. Thus, the study reveals the importance of considering imperfect detection in ecological research, and suggests that inventory or census methods should be appropriately carried out for nocturnal species

Keywords: imperfect detection; citizen science; potoo

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
2. Material e métodos.....	12
2.1. Área de estudo.....	12
2.2. O gênero <i>Nyctibius</i>	12
2.3. Ciência cidadã.....	13
2.4. Coleta de dados.....	13
2.5. Variáveis.....	14
2.5.1. Densidade populacional.....	14
2.5.2. Temperatura.....	14
2.6. Modelo de ocupação.....	14
2.7. Comparação de modelos.....	15
2.8. Mapa.....	15
3. Resultados.....	15
4. Discussão.....	17
5. Conclusões.....	18
6. Referências.....	19

1. Introdução

A detecção imperfeita refere-se à possibilidade de espécies não serem registradas em observações ou levantamentos, mesmo que estejam presentes no local. Fatores como comportamento animal, condições ambientais, características do habitat e limitações do método de observação dificultam registros consistentes (MACKENZIE et al., 2002). Dessa forma, é necessário considerar a detecção imperfeita nos modelos de ocupação, separando os processos de presença real da espécie do processo de detecção e, assim, evitando estimativas enviesadas sobre a distribuição espacial da espécie (DOSER; FINLEY; BANERJEE, 2023).

Em sua pesquisa, Zuberogoitia et al. abordam métodos para maximizar a detecção de aves noturnas, focando em corujas e noitibós. Realizado no País Basco, norte da Espanha, a pesquisa teve como principal objetivo estimar as probabilidades de detecção dessas aves e investigar como fatores específicos da localização afetam a abundância dessas espécies, considerando a detecção imperfeita. Assim, os autores desenvolveram um protocolo de levantamento baseado em modelos estatísticos robustos que consideram a detecção imperfeita, podendo ser aplicado em programas de monitoramento em larga escala para medir tendências populacionais e apoiar esforços de conservação dessas aves (ZUBEROGOITIA et al., 2020).

No Brasil, o estudo de Cerqueira et al. apresentou como objetivo validar a raridade de 20 espécies de aves amazônicas, distinguindo a raridade real da elusividade. A detecção imperfeita, no artigo, é um dos pontos centrais, visto que afeta a precisão das estimativas de ocupação e, conseqüentemente, a avaliação da raridade das espécies. A abordagem evidencia a importância de técnicas que corrijam visões de detecção em estudos ecológicos, especialmente para espécies raras e elusivas (CERQUEIRA et al., 2013). A pesquisa, por outro lado, demonstra a limitação dos dados coletados apenas por especialistas, a qual possibilita a confusão entre raridade e elusividade. Dessa forma, a utilização de dados provenientes de plataformas de ciência cidadã têm sido aplicados cada vez mais em pesquisas científicas, visto a grande quantidade de informações e disponibilização gratuita dos dados.

A ciência cidadã é um importante processo de aproximação entre a sociedade e o meio científico, promovendo a democratização do conhecimento e a participação pública nos processos de pesquisa científica. Além da relevância social, a ciência cidadã desempenha um papel fundamental no monitoramento de espécies, permitindo que cientistas e comunidade acompanhem a biodiversidade de forma mais ampla e detalhada, visto a grande participação

popular na coleta de dados. Esses registros ajudam a compor uma base de dados extensa e diversificada, facilitando o acompanhamento de espécies em larga escala (HEIGL et al., 2019). Para estudos ornitológicos o eBird é a plataforma mais utilizada, conferindo dados em larga escala e facilidade para acessá-los.

Os modelos de ocupação são ferramentas estatísticas importantes para análise de dados provenientes de ciência cidadã, pois avaliam as probabilidades de ocorrência de espécies enquanto controlam os efeitos de detecção imperfeita, combinando variáveis ambientais, climáticas e de cobertura do solo para prever a ocupação das espécies (ALTWEGG; NICHOLS, 2019). Em sua pesquisa, Ramesh et al. exploram como variáveis climáticas e de cobertura do solo influenciam a ocupação de aves em um hotspot de biodiversidade tropical, os Gates Ocidentais do sul da Índia. Usando 1,29 milhão de observações de ciência cidadã do eBird (2013–2021), os autores empregaram modelos de ocupação para entender associações entre espécies de aves e seus ambientes em um gradiente montanhoso. O estudo demonstra que dados de ciência cidadã podem ser usados para entender as associações entre fatores ambientais e a distribuição de espécies em regiões tropicais (RAMESH et al., 2022).

Os urutaus são aves noturnas pertencentes ao gênero *Nyctibius Vieillot, 1816*, encontradas nas zonas tropicais do continente americano. *Nyctibius griseus* (Gmelin, 1789), popularmente conhecido como urutau, encontra-se amplamente distribuída pelo Brasil, ocupando principalmente bordas de florestas secundárias e bosques abertos. A espécie apresenta padrões de comportamento críptico, camuflando-se facilmente a troncos de árvores devido ao padrão de coloração de suas penas, sendo identificados em campo especialmente a partir da inconfundível vocalização (VOUDOURIS, 2020).

No artigo de Degroote et al., a ciência cidadã desempenha um papel fundamental na descoberta dos padrões migratórios do urutau (*Nyctibius griseus*) no Brasil. Dados coletados por observadores amadores e registrados em plataformas como eBird (<https://ebird.org/home>) e WikiAves (<https://www.wikiaves.com.br>) permitiram que os pesquisadores analisassem a distribuição sazonal da espécie ao longo de um vasto território ao longo do ano, algo que seria difícil de realizar apenas com monitoramento científico tradicional devido à escassez de recursos e à ampla área geográfica. Esses dados possibilitaram a construção de modelos que associaram a presença do urutau a variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, revelando que a espécie migra para regiões mais ao norte durante o inverno austral. Essa

movimentação passou despercebida anteriormente, em parte devido à camuflagem e aos hábitos noturnos do urutau, mas foi revelada pela análise das fotos e registros de avistamentos submetidos pelos cidadãos cientistas (DEGROOTE et al., 2021).

Assim, devido à relevância da detecção imperfeita para estudos ecológicos e ausência de estudos com a espécie *N. griseus*, o objetivo deste projeto foi avaliar a probabilidade de ocupação e de detecção de *N. griseus* no território brasileiro a partir de dados provenientes do eBird, considerando as variáveis temperatura máxima média mensal e a densidade humana populacional.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O estudo abrange todo o território brasileiro, o qual apresenta uma área de aproximadamente 8.501.000 km², localizado no hemisfério sul do continente sulamericano. O Brasil apresenta paisagens muito diversificadas resultantes de processos estruturais e dinâmicos impulsionados pelo clima nas diversas regiões.

Os domínios morfoclimáticos representam essas unidades de paisagem do território brasileiro que apresentam características distintas em razão, principalmente, da diversificação de climas e relevos, além de vegetação e solos. Dentre eles estão quatro domínios intertropicais, como o domínio Amazônico, Caatinga, Mares de Morros e Cerrado, enquanto os domínios das Araucárias e Pradarias são considerados subtropicais (AB'SÁBER, 1977). O Brasil também apresenta uma rica diversidade climática, influenciada por fatores como latitude, altitude e proximidade ao oceano, sendo classificado com 3 zonas climáticas principais: tropical, semiárido e subtropical (ALVARES et al, 2013).

2.2. O gênero *Nyctibius*

A família Nyctibiidae compreende sete espécies noturnas representadas por dois gêneros, *Nyctibius*, e o recém proposto *Phyllaemulor* Costa, Whitney, Braun, White, Silveira, Cleere (COSTA et al, 2018). Suas espécies são encontradas nas zonas tropicais e subtropicais do continente americano, distribuídas desde o México até a América do Sul, exceto Chile, e alcançando sua maior diversidade na região amazônica. Habitam florestas densas, bordas de

mata, manguezais e áreas abertas com árvores, podendo ser encontrados em áreas urbanas arborizadas (VOUDOURIS, 2020).

No Brasil, são encontradas quatro das sete espécies do gênero *Nyctibius*, o *N. griseus* (Gmelin, 1789), *N. grandis* (Gmelin, 1789), *N. aethereus* (Wied, 1920) e *N. leucopterus* (Wied, 1921), além de *Phyllaemulor bracteatus* (PACHECO et al, 2021). *N. griseus* é a espécie que se encontra amplamente distribuída pelo território brasileiro, estando presente em todos os domínios fitogeográficos, enquanto as demais possuem distribuição restrita aos domínios Amazônico e da Mata Atlântica (SICK et al, 1997).

Apesar de amplamente distribuído e considerado de menor preocupação pela IUCN (IUCN, 2024), o urutau enfrenta ameaças relacionadas à perda de habitat devido ao desmatamento e à urbanização (VOUDOURIS, 2020).

2.3. Ciência cidadã

O eBird é uma plataforma de ciência cidadã que coleta dados sobre a distribuição e abundância de aves por meio de observações de voluntários. A plataforma evoluiu de um projeto autônomo de ciência cidadã focado na coleta de dados para uma parceria cooperativa envolvendo vários grupos de usuários distintos abrangendo vários domínios científicos e dezenas de organizações parceiras (SULLIVAN et al., 2009).

O eBird coleta informações sobre a distribuição e abundância de aves, aproveitando a enorme popularidade da observação de aves para criar uma rede global de voluntários que enviam observações de pássaros pela Internet para um repositório central de dados (SULLIVAN et al., 2014).

2.4. Coleta de dados

Para a construção da matriz de presença-ausência foram utilizados os dados para *Nyctibius griseus* durante os meses de outubro a dezembro de 2020 e janeiro a fevereiro de 2021. Cada mês foi considerado uma visita para todas as localidades. As localidades inventariadas que possuíam listas com todas as espécies reportadas somaram 440, e a cada uma delas foi associada uma coordenada precisa. Deste modo, estes dados trazem informações sobre as localidades por onde os observadores de aves estiveram e reportaram todas as espécies que puderam registrar. Adicionalmente, indicam onde houve o registro

(presença) ou a não-detecção da espécie, o que produziu uma matriz de presença-ausência a ser utilizada no modelo de ocupação.

2.5. Variáveis

2.5.1. Densidade populacional

Em imagem raster (.rar) em escala global disponibilizada em <https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/download.php>, e a partir das coordenadas de cada localidade obtida pelo eBird, foram extraídas as densidades populacionais humanas utilizando-se os pacotes `rnatrualearth`, `terra` e `sf` em ambiente R (SOUTH, 2017). Deste modo, a mediana da densidade populacional humana no Brasil foi de 36,0 (máximo e mínimo de 0 e 5.216).

2.5.2. Temperatura

As temperaturas máximas médias mensais entre 2020 e 2021 foram obtidas a partir de imagem .rar em <https://www.worldclim.org/>. Os valores das temperaturas foram determinados para cada coordenada por meio dos pacotes `terra` e `sf` em ambiente R (SOUTH, 2017). As temperaturas das localidades brasileiras tiveram média de 29° C (21-35, DP = 3,1).

2.6. Modelo de ocupação

Para avaliar a probabilidade de ocorrência e de detecção do *N. griseus*, as análises foram baseadas no método proposto por Mackenzie et al. (2002), com estimativas de ocupação levando em consideração a detecção imperfeita das espécies. O método utiliza dados binários de detecção (1) e não-detecção (0) da espécie em um conjunto de localidades, assumindo que a população é fechada, ou seja, sem extinções ou colonização no período dos dados coletados. Assume-se também que as espécies nunca são detectadas quando ausentes (falso positivos), mas podem ou não ser detectadas em um local quando presentes. Portanto, o método leva em consideração possíveis erros de detecção. Foi aplicado um modelo para estimar a ocorrência (Ψ) de cada espécie considerando a probabilidade de detecção (p). Para modelar a ocorrência das espécies foram utilizadas as variáveis acima definidas.

Para análise dos dados foi utilizado o pacote `unmarked`, amplamente utilizado para modelagem de dados ecológicos em que a detecção imperfeita precisa ser levada em consideração (FISKE; CHANDLER, 2015).

2.7. Comparação de modelos

Foram construídos modelos competidores com a combinação das variáveis a fim de se avaliar aquele mais plausível. O ajuste de modelos foi realizado com a função `occu` do pacote `unmarked`. A comparação entre modelos foi feita por meio do Critério de Akaike (AIC), sendo considerados os modelos mais plausíveis aqueles com delta AIC abaixo de 2 (CAVANAUGH; NEATH, 2019).

2.8. Mapa

As imagens de mapa foram realizadas a partir do software QGIS.

3. Resultados

Entre os meses determinados, a espécie *Nyctibius griseus* obteve 971 (média=161,8) registros em 440 localidades distribuídas em 24 estados brasileiros (Figura 1). O mês com mais registros foi outubro, seguido por novembro e dezembro, e o número de localidades com presenças seguiu o mesmo padrão (Tabela 1). A espécie obteve a probabilidade de ocupação alta ($\Psi=0,99$), e a probabilidade de detecção relativamente baixa ($p=0,20$) e, exceto o modelo com a interação entre temperatura e densidade populacional, os demais foram considerados igualmente plausíveis (Tabela 2).

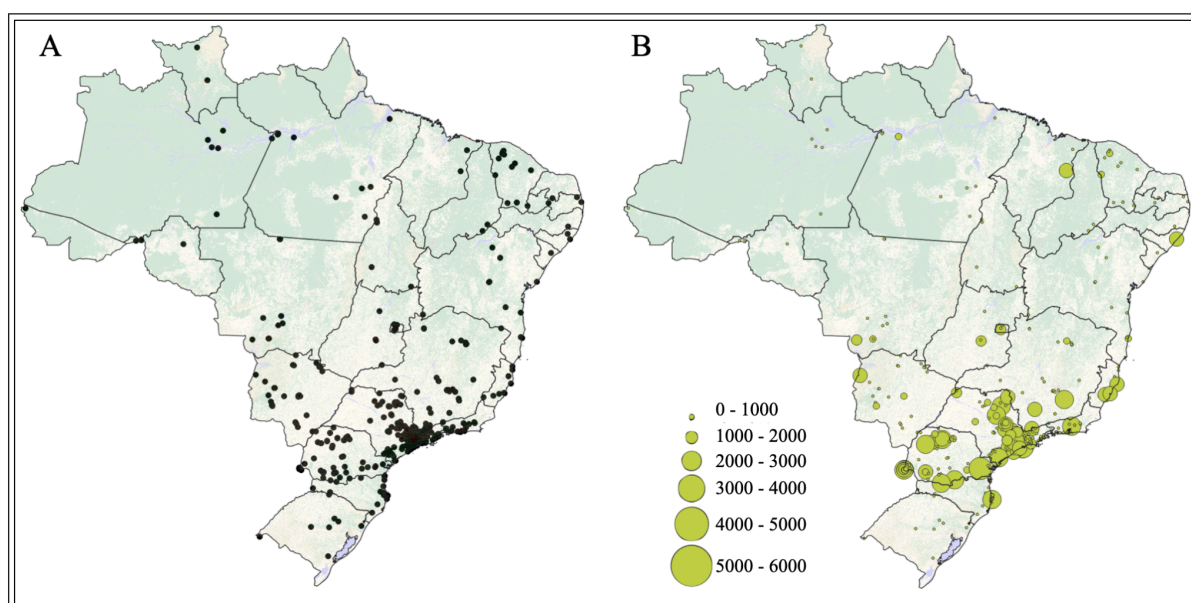


Figura 1: (A) Mapa do Brasil marcado com pontos referentes à localização dos registros de *N. griseus* a partir dos dados do eBird. (B) Mapa do Brasil marcando a densidade populacional em cada local que foi registrado o *N. griseus*. Domínios fitogeográficos de acordo com Projeto MapBiomias (2024).

Mês	Registros totais	Localidades com registros
outubro	292	170
novembro	241	110
dezembro	157	93
janeiro	150	76
fevereiro	75	47
março	56	36

Tabela 1: Quantidades de registros totais da espécie *N.griseus* entre os meses outubro (2020) a março (2021) e quantidade de registros com a localização, obtidos através da plataforma de ciência cidadã eBird.

Modelo	Parâmetros	AIC	Delta AIC	AICwt	Peso acum.
~ 1 ~ 1	2	2624,4	0,0	0,534	0,53
~ 1 ~ densidade	3	2626,4	2,0	0,197	0,73
~ 1 ~ temperatura	3	2626,40	2,0	0,197	0,93
~ 1 ~ densidade + temperatura	4	2628,4	4,0	0,072	1,00

Tabela 2: Modelos criados a partir das variáveis consideradas. São indicados os números dos parâmetros analisados, o valor de AIC, delta IAC e os respectivos pesos (AICwt), bem como o peso acumulado (acum.).

4. Discussão

O estudo revelou que o *N. griseus* está presente nos diversos domínios fitogeográficos brasileiros, e possui alta probabilidade de ocupação ($\Psi=0,99$), corroborando pesquisas anteriores que demonstram a ampla distribuição da espécie no território nacional (DEGROOTE et al., 2021), bem como a sua plasticidade para ocupar qualquer tipo de vegetação e diversos estádios de sucessão de vegetação. A análise comprova que a espécie além de habitar bordas de florestas secundárias e bosques abertos, também encontra-se em ambientes urbanizados com alta densidade populacional, sendo relatado anteriormente por Mendonça et al. (2006).

A temperatura média utilizada para as análises não revelou ser uma variável significativa para a presença da espécie. Pérez-Granado (2020) também identificou em sua pesquisa que a temperatura noturna não se relaciona com a atividade vocal do urutau e, logo, com sua presença em habitats. De fato, temperatura e densidade populacional contribuíram igualmente para a ocupação da espécie no Brasil.

No entanto, a detecção do urutau mostrou-se relativamente baixa ($p=0,20$), ou seja, em cada 10 áreas visitadas, a espécie é registrada em apenas 2. Diversos autores declaram que sua presença pode ser facilmente despercebida devido à sua coloração críptica, baixa atividade vocal, hábitos noturnos e habitação no dossel (PÉREZ-GRANADOS; SCHUCHMANN, 2020).

Em seu estudo, Santos (2015) aborda o efeito da detectabilidade na modelagem da distribuição de espécies de aves florestais endêmicas do Cerrado, considerando a detecção imperfeita. Foram estudadas cinco espécies de aves em 59 fragmentos de mata de galeria em cinco estados brasileiros, sendo considerado fatores climáticos, topográficos e vegetativos. A modelagem utilizada no estudo considerou a probabilidade de ocupação e detectabilidade para calcular mapas de distribuição. Os resultados dessa pesquisa também apresentaram uma probabilidade de detecção menor do que um ($p=0,51$) para todas as espécies estudadas, indicando que, se não fosse considerada a detecção imperfeita, as estimativas da probabilidade de ocupação seriam subestimadas.

Um fato muito relevante é de que o modelo nulo, ou seja, nenhuma das variáveis selecionadas possuírem influência sobre a ocupação e detecção de *N. griseus*, mostrou-se igualmente plausível aos modelos que consideram a influência de temperatura ou densidade

populacional. Estes dados sugerem que a alta probabilidade de ocupação da espécie remete ao fato de ela ser cosmopolita e não demandar qualidade ambiental para ocupá-los. Por outro lado, mesmo sem qualquer influência das variáveis, a sua detectabilidade é baixa.

Devido ao comportamento noturno do urutau e sua taxa de vocalização ser mais alta após a meia-noite (PÉREZ-GRANADOS; SCHUCHMANN, 2020), há poucos estudos voltados para a espécie, visto o desencontro de horários para o monitoramento ornitológico, que ocorrem, geralmente, ao amanhecer e entardecer. Pugliano (2021), em seu estudo utiliza o monitoramento acústico passivo para capturar sons do ambiente, permitindo a detecção de vocalizações de aves noturnas em fragmentos de Mata Atlântica, como o *N. griseus*. Os resultados demonstraram que o monitoramento acústico é uma ferramenta promissora para detectar espécies e compreender padrões de biodiversidade, sendo uma alternativa para futuros estudos sobre o *N. griseus* e demais espécies noturnas.

Censos e inventários (assim como as listas produzidas por cientistas cidadãos, não são voltados especialmente para espécies de aves noturnas. Geralmente tais trabalhos de campo se iniciam poucos minutos antes do nascer do sol e podem perdurar por até uma hora após o sol se pôr, o que não inclui um esforço amostral adequado para o registro de espécies de aves noturnas. Estudos com delineamentos exclusivamente pensados para espécies noturnas são mais raros de serem produzidos e.g. (). Deste modo, sugere-se que estudos futuros levem em consideração o fato de que espécies de aves noturnas demandam metodologias específicas para o seu registro (MARTOS-MARTIN; DONATELLI, 2023).

5. Conclusões

Este estudo comprova a ampla distribuição e presença do *Nyctibius griseus* no território brasileiro, mesmo com baixa probabilidade de detecção, demonstrando a importância de considerar a detecção imperfeita para pesquisas ecológicas em esforços de conservação. Além de reafirmar a relevância da utilização de dados provenientes de ciência cidadã para estudos científicos, possibilitando a aproximação entre o meio científico e a sociedade para construção de conhecimentos e preservação de espécies e seus habitats. Por fim, sugere-se fortemente que estudos futuros que venham a considerar registros de espécies noturnas desenvolvam delineamentos experimentais adequados para aves com estes hábitos.

6. Referências

1. AB'SÁBER, Aziz Nacib. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. 1977.
2. ALTWEGG, Res; NICHOLS, James D. Occupancy models for citizen-science data. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 1, p. 8-21, 2019.
3. ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
4. CAVANAUGH, Joseph E.; NEATH, Andrew A. The Akaike information criterion: Background, derivation, properties, application, interpretation, and refinements. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 11, n. 3, p. e1460, 2019.
5. CERQUEIRA, Marconi C. et al. Rare or elusive? A test of expert knowledge about rarity of Amazon forest birds. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 7, p. 710-721, 2013.
6. CONTI, J. B. e FURLAN, Sueli Angelo. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. Geografia do Brasil. 4. ed. Tradução . São Paulo: EDUSP, 2003. . . Acesso em: 20 nov. 2024.
7. COSTA, Thiago VV et al. A systematic reappraisal of the Rufous Potoo *Nyctibius bracteatus* (Nyctibiidae) and description of a new genus. **Journal of Ornithology**, v. 159, p. 367-377, 2018.
8. DOSER, Jeffrey W.; FINLEY, Andrew O.; BANERJEE, Sudipto. Joint species distribution models with imperfect detection for high-dimensional spatial data. **Ecology**, v. 104, n. 9, p. e4137, 2023.
9. FISKE, Ian; CHANDLER, Richard. Overview of unmarked: an R package for the analysis of data from unmarked animals. **URL: [https://cran. rproject. org/web/packages/unmarked/vignettes/unmarked. pdf](https://cran.rproject.org/web/packages/unmarked/vignettes/unmarked.pdf)**, 2015.
10. HEIGL, Florian et al. Toward an international definition of citizen science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 17, p. 8089-8092, 2019.
11. IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2.
12. MACKENZIE, Darryl I. et al. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248-2255, 2002.

13. MARTOS-MARTINS, Rafael; DONATELLI, Reginaldo José. Habitat and species segregation of Strigiformes in the Brazilian Atlantic Forest. **El hornero**, v. 38, n. 2, p. 3-3, 2023.
14. MENDONÇA, Luiz Gonzaga A.; BLAMIRES, Daniel; TUBELIS, Dárus P. Nesting of the Common Potoo, *Nyctibius griseus* (Gmelin, 1789)(Aves: Nyctibiidae) in an urban environment in central Cerrado. **Lundiana: International Journal of Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 77-79, 2009.
15. PACHECO, José Fernando et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.
16. PÉREZ-GRANADOS, Cristian; SCHUCHMANN, Karl-L. Monitoring the annual vocal activity of two enigmatic nocturnal Neotropical birds: the Common Potoo (*Nyctibius griseus*) and the Great Potoo (*Nyctibius grandis*). **Journal of Ornithology**, v. 161, n. 4, p. 1129-1141, 2020.
17. PUGLIANO, Sergio Ewerton. Uso de gravadores autônomos para detecção de espécies de aves noturnas em paisagens fragmentadas de mata atlântica. 2021.
18. RAMESH, Vijay et al. Using citizen science to parse climatic and land cover influences on bird occupancy in a tropical biodiversity hotspot. **Ecography**, v. 2022, n. 9, p. e06075, 2022.
19. SANTOS, Luane Reis dos. Distribuição de aves florestais endêmicas do Cerrado: ocorrência e abundância na escala local e geográfica. 2015.
20. SBERZE, Monica; COHN-HAFT, Mario; FERRAZ, Gonçalo. Old growth and secondary forest site occupancy by nocturnal birds in a neotropical landscape. **Animal Conservation**, v. 13, n. 1, p. 3-11, 2010.
21. SICK, Helmut et al. Ornitologia Brasileira Editora Nova Fronteira. **Rio de Janeiro**, 1997.
22. SOUTH, Andy; SOUTH, Maintainer Andy. R Package: rnaturalearth. **World Map Data from Natural Earth, Version 0.1. 0. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/rnaturalearth/rnaturalearth.pdf> (02.02. 19)**, 2017.
23. SULLIVAN, Brian L. et al. eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. **Biological conservation**, v. 142, n. 10, p. 2282-2292, 2009.
24. SULLIVAN, Brian L. et al. The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. **Biological conservation**, v. 169, p. 31-40, 2014.

25. Voudouris, P. (2020). Common Potoo (*Nyctibius griseus*), version 1.0. In Birds of the World (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. Disponível em; [birdsoftheworld.org]. Acesso em: 2 de novembro de 2024.
26. ZUBEROGOITIA, Iñigo et al. Maximizing detection probability for effective large-scale nocturnal bird monitoring. **Diversity and Distributions**, v. 26, n. 8, p. 1034-1050, 2020.