**ARÉA TEMÁTICA: Ecologia**

**SUBÁREA TEMÁTICA: Vertebrados**

**TESTANDO A DETECÇÃO DA MURUCUTUTU (***Pulsatrix perspicillata***) ATRAVÉS DE DADOS DE MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO**

Carlos Salustio Gomes¹, Dorgival Diógenes Oliveira Júnior¹, Raiane Vital da Paz¹, Cicero Simão Lima Santos¹, Randson Modesto Coêlho da Paixão², Eduardo Martins Venticinque¹, Mauro Pichorim¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Campus Natal. E-mail (CSG): carlos25salu@gmail.com; E-mail (DDOJ): juniordiogenes2016@gmail.com; E-mail (RVP): raianevital11@gmail.com; E-mail (CSLM): cicerosimaobio@outlook.com; E-mail (EMV): eduardo.venticinque@gmail.com; E-mail (MP): pichorimmauro@gmail.com

² Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus Caxias. E-mail (RMCP): randsonmodesto@ymail.com

**INTRODUÇÃO**

A murucututu (*Pulsatrix perspicillata*) é uma coruja noturna que ocorre em florestas da Região Neotropical e desempenha um papel essencial no controle de presas e na manutenção do equilíbrio ecológico (Şekercioğlu, 2006; Holt *et al.*, 2020). O habitat dessa espécie enfrenta ameaças devido à perda florestal, principalmente na Mata Atlântica, onde restam fragmentos pequenos, isolados e cercados por uma matriz de baixa qualidade (Ribeiro *et al.*, 2009; BirdLife International, 2018). A população que ocorre no domínio da Mata Atlântica é representada pela subespécie *P. perspicillata Pulsatrix*, classificada como *Criticamente em Perigo* em nível nacional (MMA, 2022), e pode ser considerada como uma espécie rara nessa região.

Para analisar os padrões de atividade de espécies de aves raras e noturnas, podemos considerar o Monitoramento Acústico Passivo como a técnica de coleta de dados mais indicada, devido à dificuldade de detectá-las com métodos tradicionais (Freitas *et al.*, 2023). Da mesma forma, a detecção de espécies raras pode ser melhor estimada com abordagens analíticas que levam em consideração a detecção imperfeita, evitando subestimativas e viés nos resultados (MacKenzie *et al.*, 2017). Portanto, os modelos de ocupação propostos por MacKenzie *et al.* (2002) solucionam esse problema, gerando estimativas mais robustas.

Nossos objetivos consistiram em estimar a probabilidade de detecção e analisar quais variáveis são mais importantes para detectar a *P. perspicillata* em fragmentos florestais da Mata Atlântica. Nesse contexto, esperávamos que a detecção da espécie variasse ao longo da noite e fosse influenciada por fatores físico-climáticas.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Conduzimos o estudo em fragmentos florestais da Mata Atlântica localizados nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Essa região está inserida no Centro de Endemismo de Pernambuco, que abriga o maior número de espécies de aves ameaçadas da Mata Atlântica (Araujo *et al.*, 2023).

Aleatorizamos 88 pontos de amostragem distribuídos proporcionalmente em 11 fragmentos, aplicando uma distância mínima de 500 m entre os pontos, para garantir a independência das amostras. Assim, entre setembro de 2022 e janeiro de 2023, instalamos gravadores sonoros (modelos AudioMoth, Song Meter SM2 e Song Meter SM4) nos pontos, mantendo-os operacionais por um período de 72 horas em cada ponto, com o propósito de capturar as vocalizações da *P. perspicillata*.

Ao final da pesquisa de campo, particionamos as gravações a cada 12 horas noturnas (17h – 04h). Em seguida, realizamos a análise *Pattern Matching* na plataforma Arbimon (arbimon.rfcx.org), na qual consideramos duas notas da vocalização mais comum da espécie como *template*, visando a obtenção dos dados de detecção (ver Rainforest Connection, 2023).

Coletamos dados de variáveis físico-climáticas que têm potencial para influenciar a atividade vocal das corujas e afetar suas estimativas de detecção (Penteriani *et al.*, 2010; Pérez-Granados *et al.*, 2021). Portanto, compilamos dados referentes ao Índice de Iluminação Efetiva da Lua (%), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm) e temperatura do ar (°C), obtidos na plataforma World Weather Online (2023). Para análise, calculamos as médias dos valores dentro do período de amostragem (dia e hora) em cada fragmento florestal.

Utilizamos a modelagem de ocupação *single-species* para estimar a probabilidade de detecção da *P. perspicillata* (MacKenzie *et al.*, 2002; Gerber *et al.*, 2009). Construímos o histórico da espécie com dados de detecção (1) e não detecção (0) em 12 ocasiões (*i.e.,* 12 horas por noite), incluindo o modelo do gravador sonoro e as variáveis físico-climáticas que não estavam correlacionadas (r de Pearson < |0,7|).

Selecionamos os melhores modelos com base no Critério de Informação de Akaike para pequenas amostras (AICc) e na diferença de AICc entre o modelo *i* e o melhor ranqueado (ΔAICc) no conjunto de modelos (Arnold, 2010). Consideramos apenas o modelo melhor ranqueado (ΔAICc = 0) como o modelo final para avaliar o que afeta a detecção da *P. perspicillata*.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Obtivemos um total de 2952 horas de amostras de áudio e registramos a espécie em 10 pontos. A modelagem de ocupação gerou um conjunto de 32 modelos, dos quais cinco se destacaram como os mais ajustados (Tab. 1). O modelo melhor ranqueado absorveu 24% do peso do conjunto de modelos e apresentava a seguinte estrutura: *ρ (IIEL + Umid)*. A detecção total da *P. perspicillata* foi baixa (*ρ* = 0,12 ± 0,04), e as variáveis mais importantes foram o Índice de Iluminação Efetiva da Lua (β = -0,09 ± 0,03) e a umidade relativa do ar (β = 0,14 ± 0,09) (Tab. 1; Fig. 1).

Tabela 1. Classificação dos melhores modelos (ΔAICc < 2) da modelagem de ocupação, onde *IIEL* é o Índice de Iluminação Efetiva da Lua, *Umid* é a umidade relativa do ar e *Prec* é a precipitação.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| # | Modelo | AICc | ΔAICc | Peso do modelo | Nº de parâmetros |
| 1 | *ρ (IIEL + Umid)* | 203,12 | 0 | 0,24 | 4 |
| 2 | *ρ (IIEL)* | 203,55 | 0,43 | 0,19 | 3 |
| 3 | *ρ (IIEL + Umid + Prec)* | 204,59 | 1,47 | 0,11 | 5 |
| 4 | *ρ (IIEL + Grav)* | 204,66 | 1,54 | 0,11 | 6 |
| 5 | *ρ (IIEL + Grav + Umid)* | 204,73 | 1,61 | 0,11 | 7 |



Figura 2. Efeito das variáveis presentes no modelo melhor ranqueado da modelagem de ocupação para estimar a probabilidade de detecção da *Pulsatrix perspicillata*, em função das variáveis (a) Índice de Iluminação Efetiva da Lua (IIEL) e (b) umidade relativa do ar.

 A detecção da *P. perspicillata* mostrou uma tendência de diminuição à medida que a iluminação da lua aumentou (Fig. 1a). Esse resultado suporta a ideia que noites mais escuras podem favorecer a atividade vocal de algumas espécies de corujas noturnas, resultando em um aumento proporcional da detecção (Rocha e Rangel-Salazar, 2001). Essa relação pode ser mediada por fatores fisiológicos ou comportamentais ainda não investigados.

 A detecção da espécie foi influenciada positivamente pela umidade relativa do ar (Fig. 1b), um padrão que já foi observado em estudos anteriores envolvendo corujas (Braga e Motta-Junior, 2009). Essa relação pode estar relacionada com a maior atividade de insetos em ambientes com níveis mais elevados de umidade do ar, o que impacta diretamente no comportamento vocal da coruja (Denlinger, 1980).

**CONCLUSÕES**

Nossos resultados evidenciam como os fatores físico-climáticos afetam a atividade vocal da *P. perspicillata*, o que interfere na sua detecção e tem implicações para a conservação e ecologia comportamental, contribuindo para a condução de censos e pesquisas sobre essa espécie. O uso do Monitoramento Acústico Passivo é de extrema relevância na obtenção desses dados, permitindo uma abordagem mais abrangente em cenários que demandam um esforço amostral significativo. Recomendamos que estudos futuros com aves noturnas adotem os métodos apresentados neste trabalho e considerem os fatores ambientais que podem influenciar a atividade vocal das espécies.

**REFERÊNCIAS**

Araujo, H.F.; H.A. Vilela; B. Phalan & P.F. Develey. 2023. Bird diversity and conservation of the Northern Atlantic Forest, p. 185-200. In: G.A.P. Filho; F.G.R. França; R.R.N. Alves & A. Vasconcellos (Ed.). Animal biodiversity and conservation in Brazil's Northern Atlantic Forest. Cham, Springer International Publishing, XIV+276.

Arnold, T.W. 2010. Uninformative parameters and model selection using Akaike's Information Criterion. The Journal of Wildlife Management, 74 (6): 1175-1178.

BirdLife International. 2018. *Pulsatrix perspicillata*. In: IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22689180A130161018. Disponível na World Wide Web em: https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22689180A130161018.en [17/07/2023].

Braga, A.C.R. & J.C. Motta-Junior. 2009. Weather conditions and moon phase influence on Tropical Screech Owl and Burrowing Owl detection by playback in southeast Brazil. Ardea, 97 (4): 395-401.

Denlinger, D.L. 1980. Seasonal and annual variation of insect abundance in the Nairobi National Park, Kenya. Biotropica, 12 (2): 100-106.

Freitas, B.; Y. Bas; A. Robert; C. Doutrelant & M. Melo. 2023. Passive Acoustic Monitoring in difficult terrains: the case of the Principe Scops-Owl. Biodiversity and Conservation, 32: 3109-3132.

Gerber, B.D.; B. Mosher; D. Martin; L. Bailey & T. Chambert. 2009. Occupancy models – single-species. In: E. Cooch & G. White (Ed.). Program MARK – a ‘gentle Introduction’. Disponível na World Wide Web em: http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/pdf/chap21.pdf [20/08/2023].

Holt, D.W.; R. Berkley; C. Deppe; P.L. Enríquez; J.L. Petersen; J.L. Rangel Salazar; K.P. Segars; K.L. Wood; G.M. Kirwan & J.S. Marks. 2020. Spectacled Owl (*Pulsatrix perspicillata*), versão 1.0. In: J. del Hoyo; A. Elliott; J. Sargatal; D.A. Christie & E. de Juana. Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology. Disponível na World Wide Web em: https://doi.org/10.2173/bow.speowl1.01 [20/08/2023].

MacKenzie, D.I.; J.D. Nichols; G.B. Lachman; S. Droege; J.A. Royle & C.A. Langtimm. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. Ecology, 83 (8): 2248-2255.

MacKenzie, D.I.; J.D. Nichols; J.A. Royle; K.H. Pollock; L. Bailey & J.E. Hines. 2017. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Academic Press, San Diego, 648p.

MMA. 2022. Portaria GM/MMA n° 300 de 13 de dezembro de 2022. Disponível na World Wide Web em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/mma-n-300-de-13-de-dezembro-de2022-450425464 [20/08/2023].

Penteriani, V.; M.D.M. Delgado; L. Campioni & R. Lourenço. 2010. Moonlight makes owls more chatty. PloS One, 5 (1): e8696.

Pérez-Granados, C.; K.L. Schuchmann & M.I. Marques. 2021. Vocal activity of the Ferruginous pygmy-owl (*Glaucidium brasilianum*) is strongly correlated with moon phase and nocturnal temperature. Ethology Ecology & Evolution, 33 (1): 62-72.

Rainforest Connection. 2023. Analyze recordings with Pattern Matching (PM). Disponível na World Wide Web em: https://support.rfcx.org/category/37-pattern-matching-analysis [05/07/2023].

Ribeiro, M.C.; J.P. Metzger; A.C. Martensen; F.J. Ponzoni & M.M. Hirota. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation, 142 (6): 1141-1153.

Rocha, P.L.E. & J.L. Rangel-Salazar. 2001. Owl occurrence and calling behavior in a tropical rain forest. Journal of Raptor Research, 35 (2): 107-114.

Şekercioğlu, Ç.H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. Trends in Ecology & Evolution, 21 (8): 464-471.

World Weather Online. 2023. Past/Historical Weather API. Disponível na World Wide Web em: https://www.worldweatheronline.com/weather-api/ [05/07/2023].