

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA-UFJF
ICB - INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JORGE PERILES

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE GRAVADORES
EM DOIS AMBIENTES AMAZÔNICOS PARA MONITORAMENTO DE
AVES**

**JUIZ DE FORA-MG
2026**

JORGE PERILES

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE GRAVADORES
EM DOIS AMBIENTES AMAZÔNICOS PARA MONITORAMENTO DE
AVES**

Trabalho de Conclusão do Curso,
apresentado para obtenção do grau de Bacharel
em ciências biológicas no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Juiz de
Fora, UFJF.

Orientadores: Prof Dr. João Marcos Guimarães Capurucho e Gustavo de Melo Martins

**JUIZ DE FORA-MG
2026**

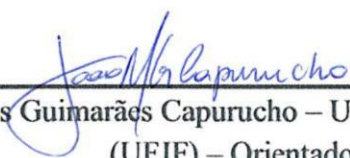
JORGE PERILES

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE GRAVADORES
EM DOIS AMBIENTES AMAZÔNICOS PARA MONITORAMENTO DE
AVES**

Trabalho de Conclusão do Curso,
apresentado para obtenção do grau de
Bacharel em ciências biológicas no Curso de
Ciências Biológicas da Universidade Federal
de Juiz de Fora, UFJF, com Linha de Pesquisa
em Biodiversidade e Conservação

Juiz de Fora, 19 de janeiro de 2026.

BANCA EXAMINADORA



Prof.Dr. João Marcos Guimarães Capurucho – Universidade Federal de Juiz de Fora -
(UFJF) – Orientador



Prof.Dr. Roberto da Gama Alves - Universidade Federal de Juiz de Fora - (UFJF)



Prof.Dr. Artur Andriolo- Universidade Federal de Juiz de Fora - (UFJF)

Agradecimentos

Agradeço profundamente a Dra. Camila Ribas, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que nos forneceram os gravadores, equipamentos e apoio logístico. Aos orientadores João Marcos Guimarães Capurucho e Gustavo de Melo Martins pelas imagens, gravações e pelo esforço colocado no desenvolvimento do projeto.

Agradeço imensamente à equipe do Parna do Viruá por nos receber e possibilitar as gravações.

A Universidade Federal de Juiz de Fora por me proporcionar, não somente o conhecimento, quanto os recursos necessários para tal.

Aos professores da graduação, que foram tão importantes na minha formação quanto nas etapas deste projeto.

E aos amigos e familiares tanto da universidade quanto fora dela, que me deram o apoio necessário para continuar a aprender e crescer junto a eles.

Análise Comparativa da Eficiência de Gravadores em dois Ambientes Amazônicos para Monitoramento de Aves

Jorge Periles

Resumo:

O Monitoramento Acústico Passivo (PAM) é uma ferramenta fundamental para estudos de biodiversidade, mas sua eficiência depende criticamente da distância efetiva de detecção, um parâmetro modulado pela estrutura da vegetação. Este estudo determinou empiricamente essa distância para aves em dois ambientes contrastantes no Parque Nacional do Viruá, Roraima: campina (formação aberta) e floresta ombrófila densa (i.e., terra-firme). Utilizando unidades de gravação autônomas (ARUs, AudioMoth) e gravações de playback de 20 espécies de aves, avaliamos a probabilidade de detecção em distâncias de 50 a 300 m da fonte sonora. Um Modelo Linear Generalizado (GLM binomial) revelou um padrão dicotômico. Na campina, a detecção permaneceu viável em todas as distâncias, com declínio gradual até 300 m. Na floresta densa, a probabilidade de detecção decaiu abruptamente, tornando-se estatisticamente insignificante além de 200 m, com a maior parte das detecções concentradas nos primeiros 50 m. Uma avaliação por espécie confirmou esse contraste, com alcances drasticamente reduzidos no ambiente florestal. Os resultados demonstram que não existe um raio de detecção universal e que o desenho amostral de estudos de PAM deve ser calibrado pela fitofisionomia. Recomenda-se um espaçamento maior entre ARUs (≥ 600 m) em campinas, enquanto na floresta densa um espaçamento menor (< 150 m) é viável para uma amostragem acústica adequada. Este estudo fornece parâmetros empíricos que aumentam a eficácia, comparabilidade e robustez ecológica de inventários bioacústicos

Palavras-chave: Bioacústica; Distância de detecção; Unidades de Gravação Autônomas (ARUs); Otimização amostral; Pattern matching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Foto do Parque Nacional do Viruá.....	09
Figura 2 – Fotos da Campina.....	10
Figura 3 – Fotos da Floresta.....	10
Figura 4 – Fotos de satélite dos pontos.....	10
Figura 5 – Foto do Gravador.....	11
Figura 6 – Templates produzidos no Arbimon.....	11
Figura 7 – Gráfico Modelo Linear Generalizado (GLM).....	13
Figura 8 – Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente das espécies: Beija-flor-verde (<i>Polytmus theresiae</i>) e a Guaracava-de-topete-vermelho (<i>Elaenia ruficeps</i>).....	14
Figura 9 – Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente das espécies: O Tem-tem-de-dragona-vermelha (<i>Tachyphonus phoenicius</i>).....	15
Figura 10 – Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente das espécies: Tururim (<i>Crypturellus soui</i>) e o Surucuá-de-barriga-amarela (<i>Trogon viridis</i>).....	16

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Materiais e Métodos	8
2.1. Área de Estudo	9
2.2. Desenho Amostral e Configuração dos Equipamentos	9
2.3. Processamento de Dados e Detecção Automatizada	11
2.4. Validação e Codificação das Detecções	11
2.5. Análises Estatísticas	12
3. Resultados	12
4. Discussão.....	16
5. Referências	18

1. Introdução

O Monitoramento Acústico Passivo (PAM; do inglês *passive acoustic monitoring*) tem se consolidado como uma tecnologia transformadora no estudo de aves tropicais, permitindo não apenas a detecção de espécies raras ou crípticas, mas também a análise integrada de paisagens sonoras, que funcionam como uma assinatura única do habitat (Cerqueira & Aide, 2018). Operacionalizado por meio de Unidades de Gravação Autônomas (ARUs; do inglês *autonomous recording units*), o PAM tem demonstrado que a estrutura acústica de um ambiente reflete fielmente sua composição biológica e complexidade física. Os índices acústicos podem prever tipos de habitat e variáveis da vegetação, como a cobertura do dossel, com alta precisão a partir das características das paisagens sonoras (Cerqueira & Aide, 2018; Darras et al. 2019). Esta correlação ressalta que a detecção sonora não é meramente uma função do equipamento, mas é profundamente modulada pelo ambiente.

Embora sejam ferramentas fundamentais, as ARUs apresentam limitações operacionais, como custo elevado, autonomia limitada de bateria e capacidade de armazenamento, demandando um planejamento amostral eficiente para maximizar o retorno científico (Sugai 2020). Um parâmetro crucial nesse planejamento é a distância efetiva de detecção, a qual é altamente influenciada por fatores ambientais, como a estrutura da vegetação e o ruído de fundo (Darras et al., 2016). Essa distância não é uma constante universal; ela deve ser empiricamente calibrada, especialmente em biomas complexos como a Amazônia, onde a vegetação (desde formações abertas de campina até florestas ombrófilas densas) atua como um filtro sonoro de eficiência variável.

A otimização do posicionamento das ARUs, com base nessa calibração ambiental, é essencial para conferir robustez estatística e confiabilidade tanto aos inventários de espécies quanto às análises de paisagens sonoras, consolidando o PAM como uma ferramenta preditiva para a conservação (Gibb et al., 2019; Sugai et al., 2019; Darras et al. 2019; Cardoso et al. 2024). Somente com essa adequação metodológica os dados bioacústicos poderão sustentar inferências ecológicas robustas, como a detecção de mudanças na biodiversidade ou a homogeneização biótica causada por distúrbios severos, como por exemplo, as inundações permanentes decorrentes de barragens (Martins et al., 2024).

Diante desse cenário, compreender como a estrutura da vegetação (particularmente em ambientes contrastantes como a campinas abertas e florestas ombrófilas densas de terra-firme) modula o raio de detecção acústica constitui uma questão urgente para a pesquisa utilizando métodos de PAM. Este estudo tem como objetivo determinar empiricamente a distância efetiva de detecção de aves nesses dois ambientes, fornecendo bases técnicas para o posicionamento otimizado de ARUs e aumentando a eficácia, comparabilidade e robustez de futuros levantamentos bioacústicos em contextos ecologicamente similares.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O estudo foi conduzido no Parque Nacional do Viruá (Parna Viruá, 1.450989, -60.983145), unidade de conservação federal localizada no município de Caracaraí, estado de Roraima. O parque abrange mais de 227.000 hectares em uma paisagem complexa e representativa da Amazônia setentrional (ICMBio. 2014). O clima é equatorial, quente e úmido, com uma estação seca pouco pronunciada e maior precipitação concentrada no outono. A área apresenta um forte gradiente ambiental, ao longo de sua porção sul, predominam superfícies planas com solos arenosos e mal drenados, onde se desenvolvem extensas formações abertas de campina, intercaladas por lagoas. Já na porção norte, ocorrem morros residuais de baixa altitude cobertos por floresta ombrófila densa (conhecida como terra-firme). Planícies aluviais inundáveis margeiam os rios Branco e Anauá. Este contraste estrutural entre formações florestais fechadas e abertas oferece um cenário ideal para investigar como a complexidade da vegetação modula a propagação do som e a sua detecção pelas ARUs (Fig. 1).



Figura 1 - Placa do parque nacional do Viruá, foto de Devian Zutter

2.2. Desenho Amostral e Configuração dos Equipamentos

Para investigar a distância efetiva de detecção acústica em diferentes fitofisionomias amazônicas, foram selecionadas duas áreas contrastantes: campina (formação aberta característica de solos arenosos; Fig. 2) e floresta ombrófila densa (terra-firme; floresta com sub-bosque desenvolvido; Fig. 3). Em cada área, foi estabelecida uma grade regular com pontos de gravação espaçados a intervalos fixos de 50 m, totalizando seis distâncias cumulativas (50 m, 100 m, 150 m, 200 m, 250 m e 300m) a partir de um ponto central de referência. Em cada ponto, foram instalados três ARUs AudioMoths (Open Acoustic Devices) a 1,80m de altura, configurados com ganhos “low”, “medium” e “high”, visando capturar uma amplitude dinâmica variada dos sinais acústicos. Para cada ambiente foram feitas um total de 5 réplicas, realizadas em localidades distintas nos dois tipos vegetacionais (Figs. 4a e 4b). Os equipamentos foram

acondicionados em embalagens plásticas seladas (tipo ziplock) para proteção contra umidade (Fig. 5). Cada unidade foi programada para gravar blocos de 10 minutos de áudio emitidos por uma caixa de som do modelo JBL4 a partir do ponto 0, contendo gravações de 20 espécies de aves com características distintas, obtidas na plataforma Xeno-canto (<https://xeno-canto.org/>), por fim totalizando 180 gravações distribuídas entre os dois ambientes.



Figura 2 - Campina. Fonte: Gustavo de Melo Martins e João Marcos Guimarães Capurucho.



Figura 3 - Floresta. Fonte: Gustavo de Melo Martins e João Marcos Guimarães Capurucho,

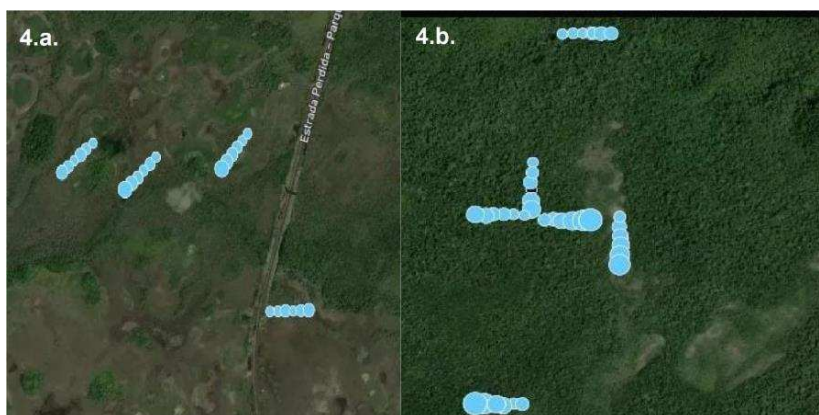


Figura 4 - (a) localização de 4 réplicas das campinas e (b) localização das réplicas na floresta, sendo o ponto mais à direita na imagem uma réplica em ambiente de campina; foto elaborada a partir de imagens obtidas na plataforma Arbimon.



Figura 5 - Gravadores dispostos em um dos pontos da floresta. Fonte: Gustavo de Melo Martins.

2.3. Processamento de Dados e Detecção Automatizada

As gravações brutas foram processadas na plataforma Arbimon da Rainforest Connection (<https://arbimon.org/>). Inicialmente, foram identificados manualmente os cantos das espécies-alvo com base na reprodução original (reproduzida pela JBL4). A partir destes cantos, foram criados templates (modelos espectro-temporais) para cada espécie, sendo que para algumas foram criados mais de um template correspondendo a variações nas vocalizações ou da qualidade da gravação, totalizando 41 templates. Esses templates foram utilizados para buscas automáticas pelos métodos de pattern matching, operacionalizado pelo sistema Arbimon (Fig 6). Este método busca por similaridades do canto original (template) e os compara com os registrados nas gravações em todo o banco de dados acústicos.

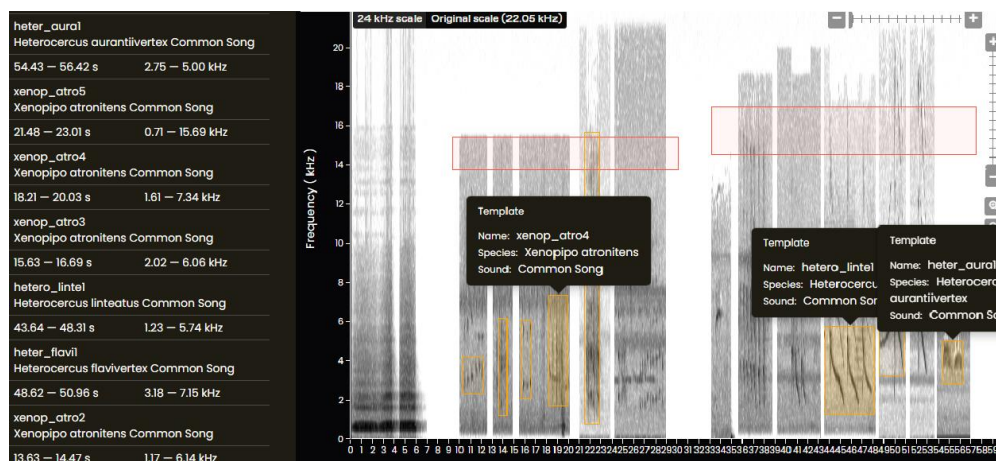


Figura 6 – Templates produzidos no Arbimon.

2.4. Validação e Codificação das Detecções

Todas as detecções automáticas realizadas pelo método pattern-matching foram validadas manualmente na plataforma Arbimon. Para cada gravador, a presença de cada espécie foi

codificada binariamente: 1 para presença e 0 para ausência. As informações de bioma (CP para campinarana, FP para floresta ombrófila densa), distância (50 a 300 m), identificação do gravador, réplicas, e o ganho (high, medium e low) foram consolidadas em uma planilha estruturada para as análises estatísticas.

2.5. Análises Estatísticas

Para avaliar o efeito da distância e do bioma na probabilidade de detecção acústica, foi aplicado um Modelo Linear Generalizado (GLM) com família binomial negativa, considerando a o total de detecções como variável resposta e a distância, ganho (low, medium, and high) e fitofisionomia como preditores. As análises foram realizadas e os gráficos preparados nos sistemas R Studio (versão 4.3.1) e Jamovi (python). Essa abordagem permitiu tanto uma análise ampla dos padrões de detecção quanto a avaliação específica por espécie e contexto ambiental.

3. Resultados

Os modelos de detecção revelaram um padrão claro e contrastante entre as fitofisionomias estudadas (Fig. 6). A probabilidade de detecção acústica das espécies de aves foi significativamente mais alta e se manteve por distâncias maiores na campina em comparação com a floresta ombrófila densa (efeito da distância: $z\text{-value} = -14,77$; $p < 0,01$. Efeito do ambiente: $z\text{-value} = -12,75$; $p < 0,01$). Não foi observado efeito das configurações de ganho sobre o número de detecções. O coeficiente de determinação ajustado para o modelo, R^2 de Nagelkerke, foi 0,89.

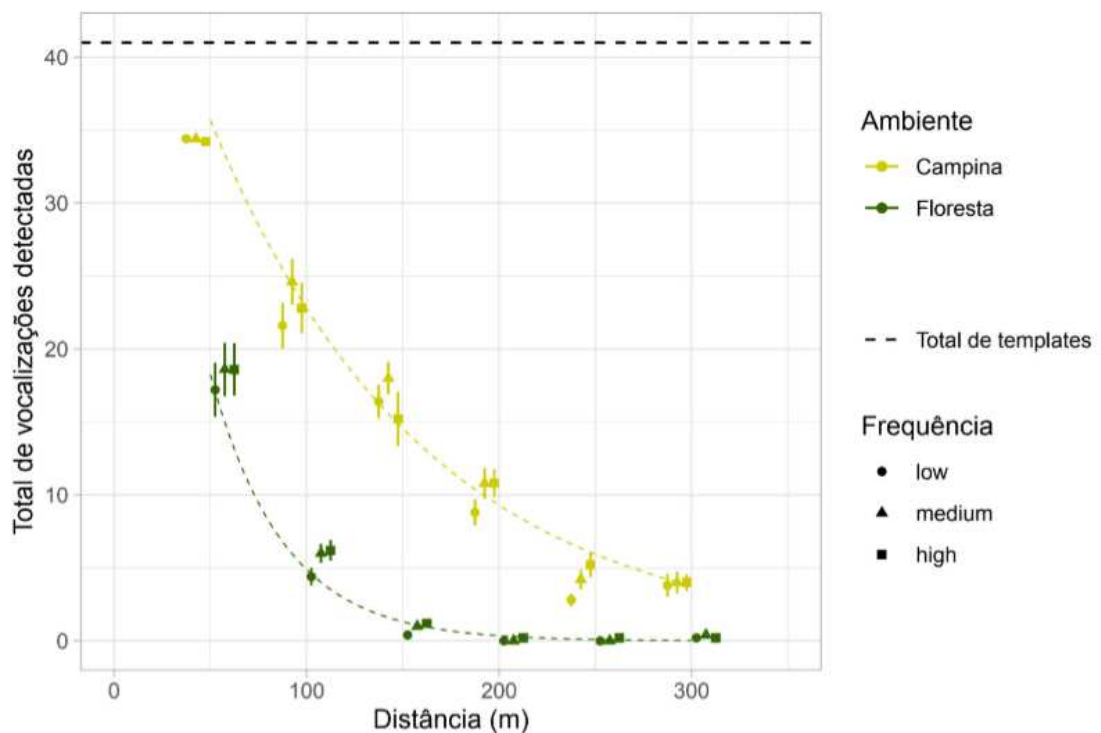


Figura 7 - Relação entre a distância e a detecção de vocalizações separados por frequência e ambiente. Os símbolos representam o ganho/frequência, as barras verticais o desvio padrão, as cores diferenciam os ambientes (verde = terra-firme; amarelo = campina) e a linha tracejada horizontal o número total de templates avaliados.

Na campina, todas as espécies-alvo apresentaram uma ampla zona de detecção efetiva, com registros ocorrendo em todas as faixas de distância amostradas (50 a 300 m). A probabilidade de detecção mostrou um declínio gradual com o aumento da distância, mas algumas vocalizações ainda foram detectadas mesmo no ponto mais distante (300 m). Em contraste, na floresta ombrófila densa, o raio efetivo de detecção foi drasticamente reduzido. A probabilidade de detecção decaiu abruptamente com a distância, tornando-se estatisticamente insignificante a partir de 200 m. A grande maioria das detecções (acima de 70%) ocorreu dentro do raio de 50 m a partir da fonte sonora.

A análise em nível de espécie detalha e amplifica este contraste geral, fornecendo alguns casos didáticos de espécies como o Beija-flor-verde (*Polytmus theresiae*) e a Guaracava-de-topete-vermelho (*Elaenia ruficeps*) (Fig.8), detectadas regularmente na campinarana a 150-200 m, foram indetectáveis na floresta densa mesmo na distância mínima de 50 m. O Tem-tem-de-dragona-vermelha (*Tachyphonus phoenicius*) (Fig. 9), com detecções até os 300 m na formação aberta, viu seu alcance máximo reduzido a apenas 50 m dentro da floresta. Espécies com vocalizações potencialmente mais penetrantes, como o Tururim (*Crypturellus soui*) e o Surucuá-de-barriga-amarela (*Trogon viridis*) (Fig.10), ainda assim tiveram seu limite prático de detecção na floresta restrito a 150 m, com registros a 200 m sendo raros e isolados.

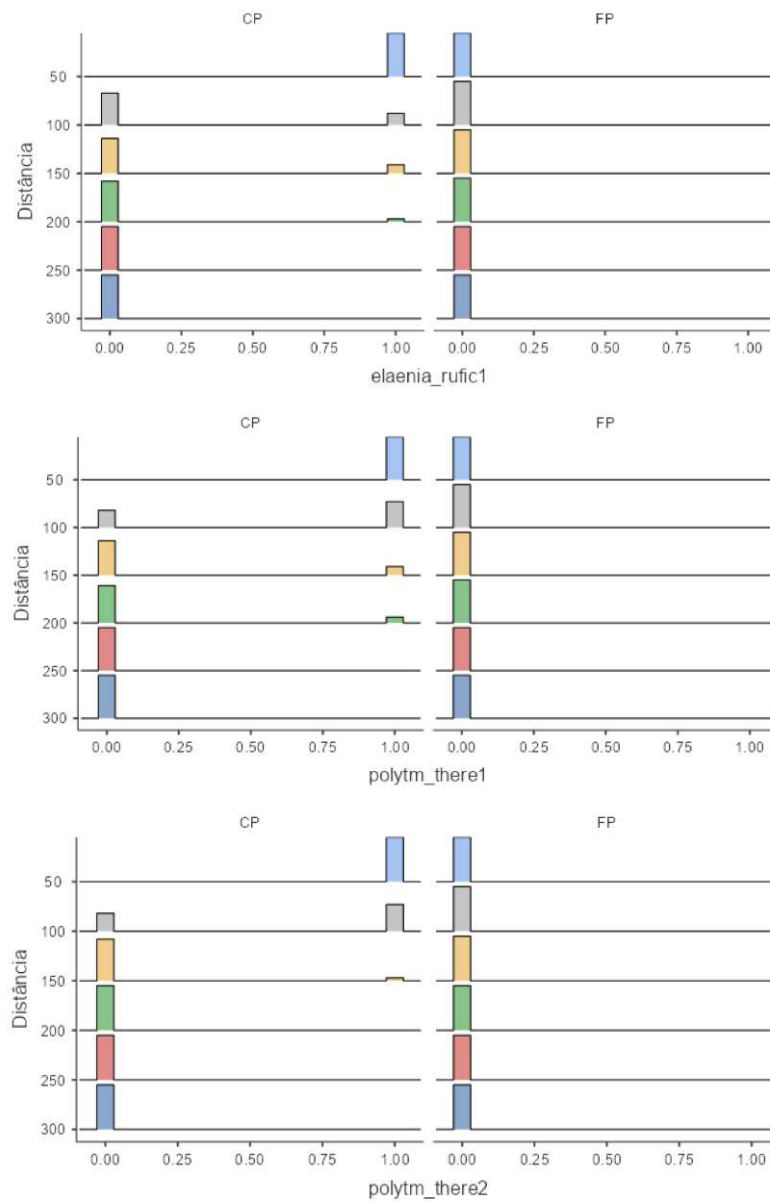


Figura 8 - Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente das espécies: Beija-flor-verde (*Polytmus theresiae*) e a Guaracava-de-topete-vermelho (*Elaenia ruficeps*)

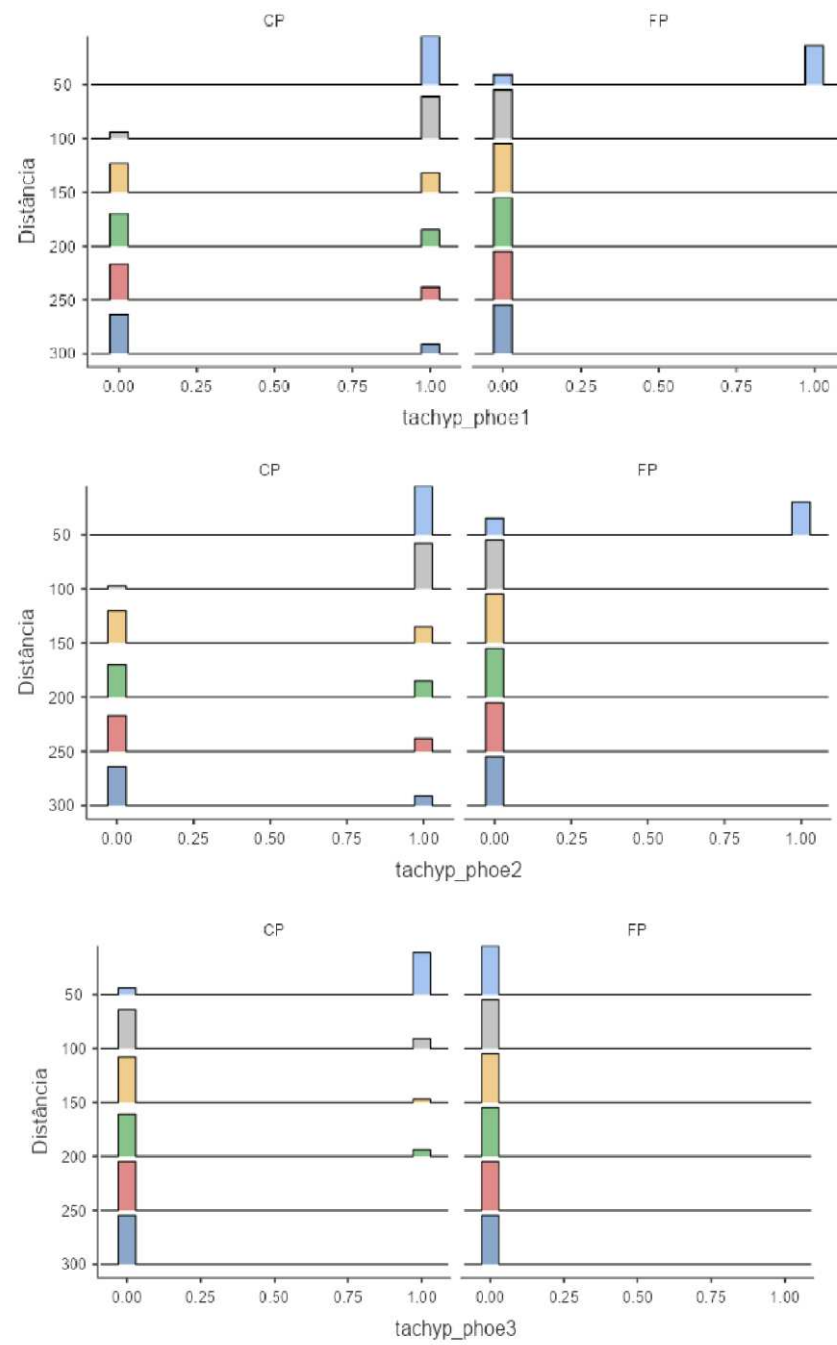


Figura 9 - Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente da espécie Tem-tem-de-dragona-vermelha (*Tachyphonus phoenicius*)

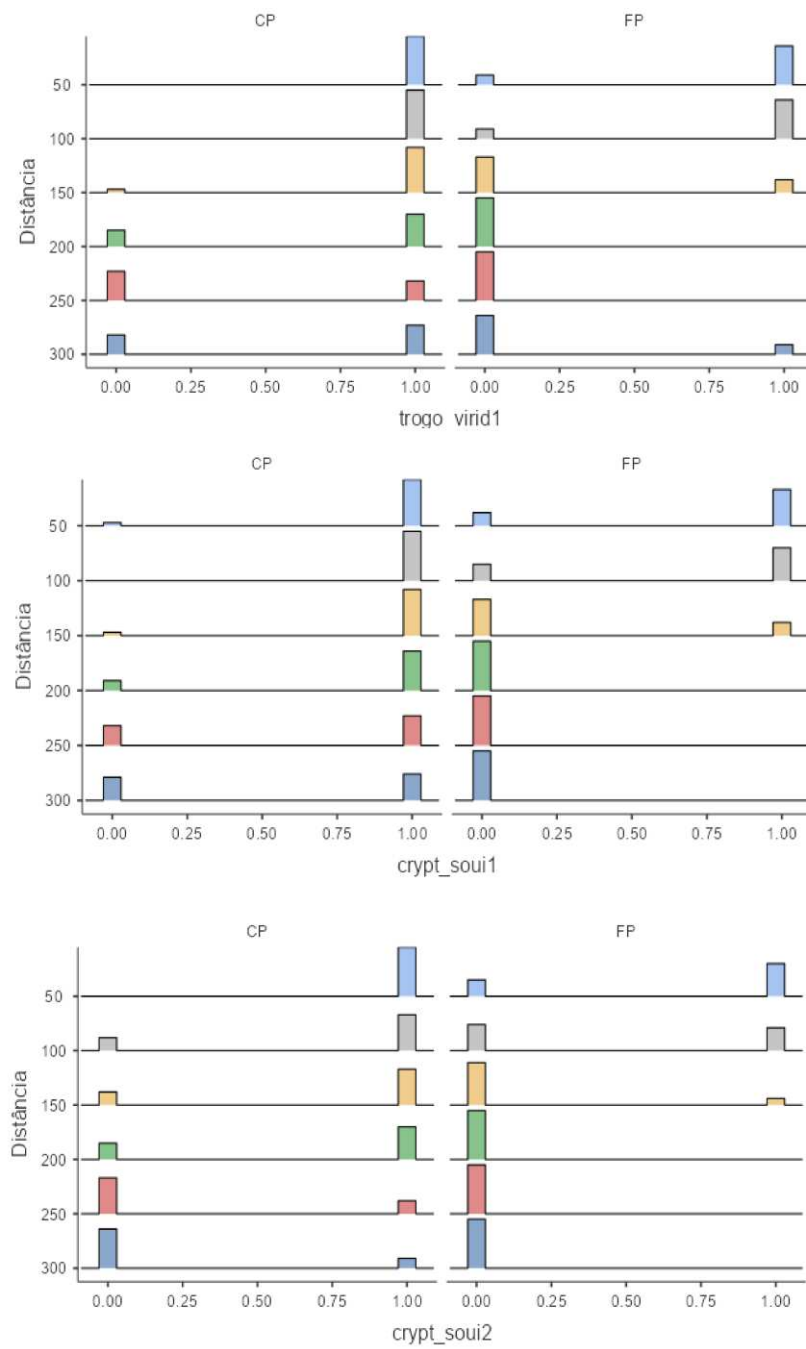


Figura 10 - Gráfico do número de detecções separados por distância e ambiente das espécies: Tururim (*Crypturellus soui*) e o Surucuá-de-barriga-amarela (*Trogon viridis*)

4. Discussão

As análises revelaram um padrão dicotômico robusto entre ambientes. Na campina, a detecção manteve-se viável em todo o gradiente amostrado (50 a 300 m), com um declínio gradual na probabilidade conforme a distância aumentava. Esta ampla zona de detecção é um reflexo direto da fisionomia aberta e esparsa da vegetação, que impõe menos obstáculos físicos à propagação das ondas sonoras. Neste ambiente, as características intrínsecas do sinal de cada espécie (como frequência e intensidade) parecem ser os principais moduladores da probabilidade de detecção em longas distâncias.

Em nítido contraste, na floresta ombrófila densa, o raio efetivo de detecção mostrou-se drasticamente reduzido. A probabilidade de detecção decaiu de forma abrupta, tornando-se estatisticamente insignificante a partir de 200 m. Este padrão evidencia a forte atenuação acústica imposta pela complexa estrutura tridimensional e pela densidade do sub-bosque, que atuam como um filtro e um dispersor eficiente da energia sonora.

Em síntese, os resultados demonstram que, enquanto na campinarana o desenho amostral deve conter pontos de gravação mais espaçados, com distâncias no mínimo acima de 600m (considerando que cada gravador ainda pode detectar o mesmo canto a 300m). Deste modo, evita-se a sobreposição na detecção do mesmo indivíduo por ARUs distintas e é possível realizar uma boa cobertura espacial. Na floresta ombrófila densa a amostragem pode ser mais adensada. A partir de 150 m, a probabilidade de detecção torna-se baixa, e a 200 m é efetivamente nula para o conjunto de espécies estudado, indicando que a distância mínima entre ARUs neste ambiente pode ser consideravelmente menor para se capturar adequadamente a diversidade acústica local.

A drástica redução do raio de detecção na floresta densa ilustra um dos desafios práticos apontados por Gibb et al. (2019) para o monitoramento acústico passivo, onde a acessibilidade tecnológica deve ser acompanhada por um desenho amostral inteligente que contorne a atenuação física do som. Finalmente, ao estabelecer parâmetros de detecção específicos para ambientes contrastantes na Amazônia, este estudo fornece a base técnica necessária para aplicações de monitoramento robustas, como a demonstrada por Martins et al. (2024) para detectar impactos de barragens. Assim, assegurando que mudanças na detecção reflitam mudanças na biodiversidade e não apenas artefatos da metodologia. O PAM tem se consolidado, a partir de uma tecnologia promissora, em uma ferramenta padronizada e essencial para estudos em biodiversidade e conservação neotropicais.

Além da influência determinante da fitofisionomia, o sucesso do monitoramento acústico passivo depende de decisões estratégicas sobre o horário de gravação e o posicionamento dos gravadores. Para capturar a dinâmica temporal das comunidades de aves tropicais, estudos como o de Metcalf et al. (2022) demonstram a superioridade de gravações curtas e frequentes, distribuídas ao longo do dia, sobre amostras longas e contínuas. Simultaneamente, é crucial posicionar os equipamentos de forma a mitigar interferências ambientais; fatores como a direção do vento e a elevação do ponto de instalação, conforme destacado por Thomas et al. (2020), podem amplificar ou atenuar significativamente o sinal captado. Portanto, um desenho amostral robusto deve integrar tanto uma janela temporal otimizada quanto uma disposição

espacial eficiente dos gravadores, que leve em conta as intempéries locais, para transformar o PAM de uma mera ferramenta de coleta em uma metodologia padronizada e confiável para a pesquisa e conservação.

Estas descobertas têm implicações diretas e práticas para a padronização de estudos bioacústicos. Elas reforçam que não existe um raio de detecção universal e que a otimização do esforço amostral (balanceando custo, cobertura espacial e poder estatístico) depende criticamente de uma prévia caracterização da modulação acústica imposta pela fitofisionomia local (Darras et al. 2016; Gibb et al. 2019; Sugai et al. 2020). Ao fornecer valores empíricos para dois ambientes extremos e estruturalmente contrastantes, este estudo estabelece parâmetros de referência que permitirão aumentar a eficácia, a comparabilidade e a robustez ecológica de futuros levantamentos de avifauna baseados em PAM na região, consolidando esta metodologia como um pilar para a pesquisa e conservação (Darras et al. 2019).

5. Referências

1. Campos-Cerqueira & Aide (2017) CAMPOS-CERQUEIRA, Marconi; AIDE, T. Mitchell. Changes in the acoustic structure and composition along a tropical elevational gradient. *Journal of Ecoacoustics*, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 1-13, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22261/JEA.PNCO7I>.
2. Gibb et al. (2019) GIBB, Rory; BROWNING, Ella; GLOVER-KAPFER, Paul; JONES, Kate E. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 169-185, fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13101>.
3. Martins et al. (2024) MARTINS, Gustavo de Melo; MENGER, Juliana; DE MELO, Tomaz Nascimento; RIBAS, Camila Cherem. Impacts of large dams on Amazonian floodplain bird communities. *Biotropica*, [s. l.], v. 00, e13351, p. 1-13, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.13351>.
4. Nascimento et al. (2020) NASCIMENTO, Leandro A. Do; CAMPOS-CERQUEIRA, Marconi; BEARD, Karen H. Acoustic metrics predict habitat type and vegetation structure in the Amazon. *Ecological Indicators*, [s. l.], v. 117, 106679, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106679>.
5. Sugai et al. (2019) SUGAI, Larissa Sayuri Moreira; SILVA, Thiago Sanna Freire; RIBEIRO JR., José Wagner; LLUSIA, Diego. Terrestrial Passive Acoustic Monitoring: Review and Perspectives. *BioScience*, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 15-25, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biy147>.

6. Sugai et al. (2020) SUGAI, Larissa Sayuri Moreira; DESJONQUÈRES, Camille; SILVA, Thiago Sanna Freire; LLUSIA, Diego. A roadmap for survey designs in terrestrial acoustic monitoring. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 220-235, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/rse2.131>.
7. METCALF, Oliver C.; BARLOW, Jos; MARSDEN, Stuart; MOURA, Nárgila G.; BERENGUER, Erika; FERREIRA, Joice; LEES, Alexander C. Optimizing tropical forest bird surveys using passive acoustic monitoring and high temporal resolution sampling. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/rse2.227>.
8. Darras, K., Pütz, P., Fahrurrozi, R.K. & Tschardtke, T. (2016). Measuring sound detection spaces for acoustic animal sampling and monitoring. *Biological Conservation*, 201, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.021>.
9. Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). 2012. Manuais e protocolos de amostragem. <http://ppbio.inpa.gov.br/manuais>. Date of extraction [20,12,2025]
10. Costa, Juliana da Silva Guimarães. Efeito de borda e ruído urbano na distribuição do sauím-de-coleira (*Saguinus bicolor*) em um fragmento florestal. 2025. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2025.
11. Sobroza, Tainara V. et al. PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DA BIODIVERSIDADE VIA MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO BIODIVERSITY SAMPLING PROTOCOL VIA PASSIVE ACOUSTIC MONITORING.
12. Sobroza, Tainara Venturini et al. Protocolo de amostragem da biodiversidade via monitoramento acústico passivo. *EDUCA Amazônia*, v. 18, p. 17, 2025.
13. SOARES, Letícia et al. Neotropical ornithology: Reckoning with historical assumptions, removing systemic barriers, and reimagining the future. *Ornithological Applications*, v. 125, n. 1, duac046, p. 1-31, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duac046>.
14. Rull, V., Carnaval, A.C. (2020). Correction to: Neotropical Diversification: Patterns and Processes. In: Rull, V., Carnaval, A. (eds) *Neotropical Diversification: Patterns and Processes*. Fascinating Life Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31167-4_31
15. Aide, T. M., Corrada-Bravo, C., Campos-Cerqueira, M., Milan, C., Vega, G., and Alvarez, R. (2013). Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification. *PeerJournal* 1, e103. doi:10.7717/peerj.103
16. Castro, I., De Rosa, A., Priyadarshani, N., Bradbury, L., and Marsland, S. (2019). Experimental test of birdcall detection by autonomous recorder units and by human observers using broadcast. *Ecology and Evolution* 9, 2376–2397. doi:10.1002/ece3.4775
17. Darras, K., Batáry, P., Furnas, B., Celis-Murillo, A., Van Wilgenburg, S. L., Mulyani, Y. A., and Tschardtke, T. (2018). Comparing the sampling performance of sound

recorders versus point counts in bird surveys: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 55, 2575–2586. doi:10.1111/1365-2664.13229

18. Ribeiro, J.W., Sugai, L.S.M. & Campos-Cerqueira, M. Passive acoustic monitoring as a complementary strategy to assess biodiversity in the Brazilian Amazonia. *Biodivers Conserv* 26, 2999–3002 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1390-0>

19. Hutschenreiter, A., Andresen, E., Briseño-Jaramillo, M., Torres-Araneda, A., Pinel-Ramos, E., Baier, J., & Aureli, F. (2024). How to count bird calls? Vocal activity indices may provide different insights into bird abundance and behaviour depending on species traits. *Methods in Ecology and Evolution*, 15, 1071–1083. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14333>

20. Thomas, Abby; SPELDEWINDE, Peter; ROBERTS, J. Dale; BURBIDGE, Allan H.; COMER, Sarah. If a bird calls, will we detect it? Factors that can influence the detectability of calls on automated recording units in field conditions. *Emu - Austral Ornithology*, [s. l.], v. 120, n. 3, p. 239-248, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1080/01584197.2020.1787848>.

21. Metclaf, Oliver C.; BARLOW, Jos; MARSDEN, Stuart; DE MOURA, Nargila Gomes; BERENGUER, Erika; FERREIRA, Joice; LEES, Alexander C. Optimizing tropical forest bird surveys using passive acoustic monitoring and high temporal resolution sampling. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 45-56, fev. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/rse2.227>

22. Hauptert, Sylvain; SÈBE, Frédéric; SUEUR, Jérôme. Physics-based model to predict the acoustic detection distance of terrestrial autonomous recording units over the diel cycle and across seasons: insights from an Alpine and a Neotropical forest. *Methods in Ecology and Evolution*, [s. l.], v. 13, n. 12, p. 2772-2785, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13998>.

23. ICMBio. 2014. Plano de Manejo do Parque Nacional do Viruá. Boa Vista, ICMBio, 626 p. Ribeiro, B.A. 2014. [...]. IN: ICMBio. Plano de Manejo do Parque Nacional do Viruá. Boa Vista, ICMBio, pp. [...].