



## ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS ÍNDICES ACÚSTICOS DA MATA ATLÂNTICA EM MOGI DAS CRUZES – SP

Beatriz Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Ricardo Sartorello<sup>2</sup>

1. Estudante de Ciências Biológicas; e-mail: laabeatriz@gmail.com;
2. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: ricardosartorello@umc.br.

**Área de Conhecimento:** Ecologia Aplicada

**Palavras-chave:** Índices Acústicos, Espécies Exóticas, Paisagem Sonora, Eucalipto, Mata Atlântica.

### INTRODUÇÃO

A paisagem sonora particular de um habitat está intrinsecamente relacionada à sua dinâmica, bem como a sua fauna local, caracterizando assim um importante indicador da saúde e qualidade do ecossistema (HARRIS *et al.*, 2016; JOO *et al.*, 2007). Diante disso, a informação acústica representa um meio para a compreensão das mudanças ambientais em escalas diárias e sazonais, diversidade biológica e distribuição de espécies (FARINA & JAMES, 2016; SUER & FARINA, 2015). Especialmente cantos biológicos são um dos principais contribuintes da paisagem sonora para áreas naturais (ERBE *et al.*, 2015; LOCASCIO & MANN, 2011; PIJANOWSKI *et al.*, 2011). Um índice de biodiversidade é uma função matemática projetada para avaliar alguns aspectos da biodiversidade. Na avaliação da biodiversidade, vários índices foram desenvolvidos para descrever várias facetas da diversidade de comunidades animais e vegetais. A avaliação dos índices acústicos em áreas naturais tropicais como a Mata Atlântica – bioma formado por um complexo de ecossistemas com altos índices de endemismo e enorme número de espécie (JOLY *et al.*, 1999; CARNAVAL *et al.*, 2009) – pode ajudar na compreensão dos processos de restauração natural em áreas degradadas com a presença de espécies exóticas como o Eucalipto.

### OBJETIVOS

Analisar e interpretar os resultados dos índices acústicos da Mata Atlântica em Mogi das Cruzes – SP.

### METODOLOGIA

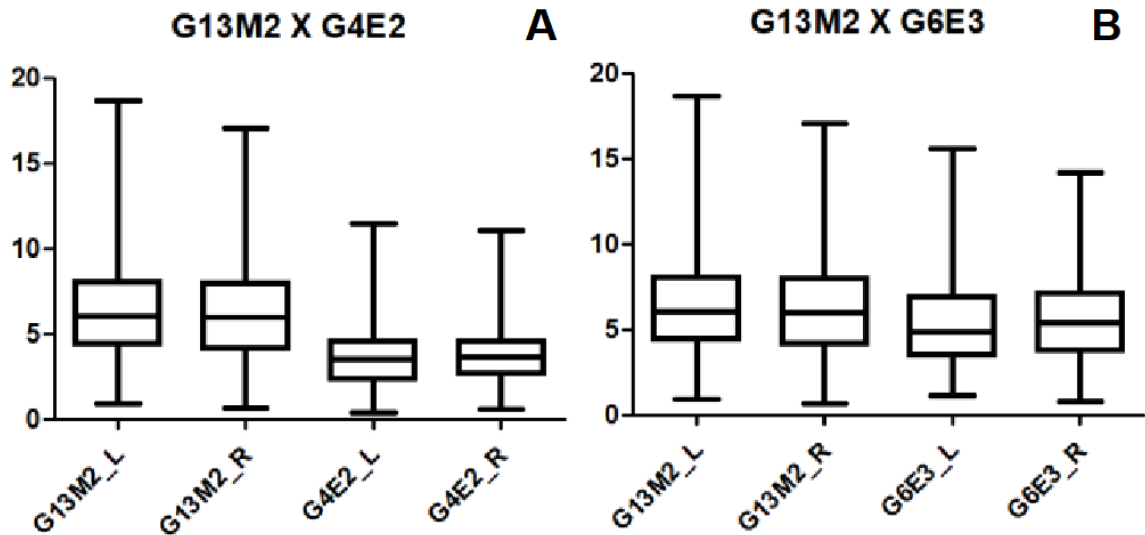
Vinte gravadores Song Meter SM3 (Wildlife) foram instalados em Mogi das Cruzes e região, em fisionomias vegetais: eucalipto manejado = E1; eucalipto abandonado com dossel médio = E2; eucalipto abandonado com dossel avançado = E3; Mata Atlântica em estágio inicial de

regeneração = M1; e Mata Atlântica estágio médio/avançado de regeneração = M2. Durante trinta dias de monitoramento, cada gravador registrou um total de 420 horas de dados acústicos em estéreo (L e R), totalizando neste estudo em 4.920 horas; Cinco índices acústicos foram definidos para serem utilizados: A) Diversidade Acústica; B) Índice de Complexidade Acústica; C) Índice Bioacústico; D) Índice de Entropia Acústica; e E) Índice de Paisagem com Diferença Normalizada. A obtenção dos índices se deu pelo uso dos pacotes de análise sonora *Seewave* e *Soundecology* do software *R* 3.5.2, e visualização dos índices através de gráficos *Box & Whisker vertical* utilizando o programa *GraphPad Prism* 5.0, análises estatísticas também foram realizadas pelo método ANOVA e teste de separação de Tukey com grau de confiabilidade de 0.5. Devido ao grande volume de dados gerados no estudo, serão apresentados alguns gráficos que sintetizam os resultados dos índices acústicos e suas análises.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

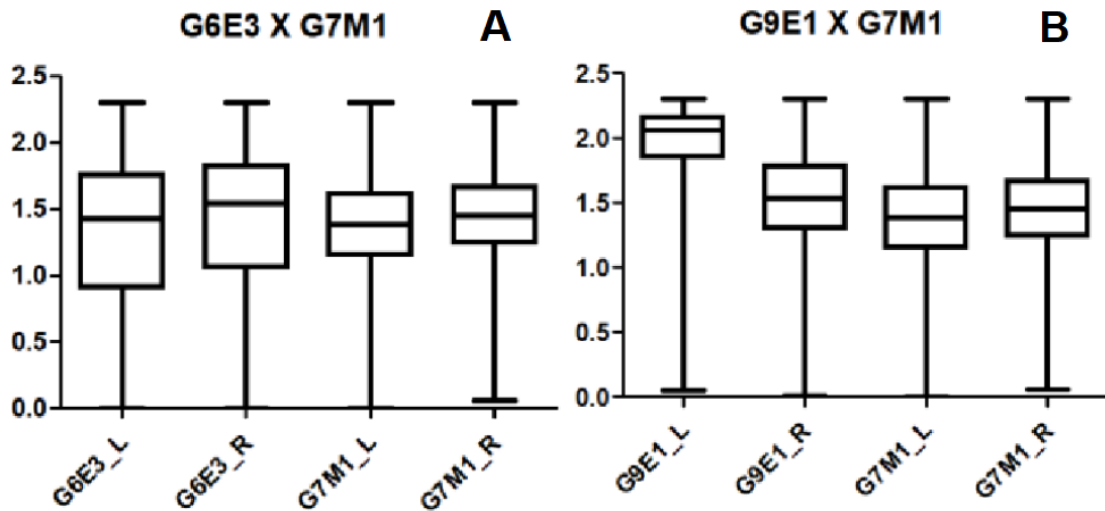
O gráfico 1 demonstra os resultados do Índice Bioacústico. O índice é uma função da amplitude espectral e do número de bandas de frequência em uma gravação de som, fortemente correlacionado com a abundância aviária. O Índice demonstra a atividade acústica presente no ambiente, embora não leve em consideração as faixas de frequência de antropofonias, e também revela as variações diárias de valores, ou seja, quantas variações de áudios estão presentes na gravação, essas variações podem ser interpretadas como indicadoras de alta ou baixa diversidade. A análise foi realizada entre a fisionomia de Mata Atlântica em estágio avançado (M2, gravador G13) e a fisionomia de Eucalipto em dois estágios de regeneração natural, inicial (E2, gravador G4) e mais avançado (E3, gravador G6). Observa-se no gráfico 1-A, que há uma diferença significativa entre os dados do índice para as fisionomias. O resultado aponta que o Eucalipto com regeneração em estágio inicial no sub-bosque não possui os mesmos padrões de frequências ligadas a atividade biótica, especialmente, no caso desse índice, a vocalização de aves. O índice apresenta valores maiores para a fisionomia de Mata Atlântica em estágio avançado de regeneração. Espera-se uma atividade biótica maior nesse tipo de fisionomia, por fornecer recursos que atraem as aves para coleta e área de vida. No entanto, no gráfico 1-B, observa-se que a diferença estatística entre os grupos não é mais significativa, pois a fisionomia de Eucalipto com regeneração natural mais avançada (E3) apresentou valores maiores para o índice, se aproximando dos valores da fisionomia de Mata Atlântica. O que pode ser explicado pelo estágio mais avançado de regeneração.

**Gráfico 1.** Índice Bioacústico: 1A) Análise estatística entre as fisionomias de Mata Atlântica em estágio avançado (G13M2) e Eucalipto com regeneração inicial (G4E2); e 1B) Eucalipto com regeneração mais avançada (G6E3), nos canais esquerdo (L) e direito (R).



O gráfico 2 demonstra os resultados do Índice de Diversidade Acústica. O descreve de forma eficiente a complexidade da paisagem sonora do ambiente, dando ênfase aos sons bióticos da vocalização dos pássaros e filtrando as antropofonias. O gráfico 2A, com a análise estatística entre as fisionomias de Eucalipto com regeneração natural de Mata Atlântica (E3, gravador G6) e Mata Atlântica em estágio inicial (M1, gravador G7), ambas no Parque das Neblinas no município de Mogi das Cruzes, na zona de amortecimento do Parque Estadual da Mar, mostram que não há diferença estatística significativa entre os grupos de áudio analisado para o índice de Diversidade Acústica. O resultado pode indicar que as frequências dos sons biológicos analisados pelos índices não sejam tão distintas. A fisionomia de Eucalipto com regeneração natural apresenta em seu sub-bosque espécies arbóreas em estágio inicial de Mata Atlântica, a diversidade de espécies vegetais nos processos de restauração natural poderia fornecer diversidade de recursos que potencialmente atrairiam diversidade de fauna. Já no gráfico 2B, ao se comparar as fisionomias de Eucalipto Manejado (E1, gravador G9) da RPPN Botujuru e Mata Atlântica em estágio inicial (M1, gravador G7) do Parque das Neblinas, verifica-se que existe uma diferença significativa entre índices das fisionomias. O Eucalipto, E1, não possui sub-bosque, pois ele é cortado periodicamente para a produção de madeira da forma mais otimizada. Assim, não são disponibilizados recursos em maior diversidade para a atração da fauna. Já a Mata Atlântica em estágio inicial, M1, possui uma diversidade de espécies arbóreas nativas capaz de atrair maior diversidade de fauna.

**Gráfico 2.** Índice de Diversidade Acústica: 2A) Análise entre as fisionomias de Eucalipto com Regeneração Natural (G6E3) e Mata Atlântica em estágio inicial (G7M1); e entre as fisionomias Eucalipto Manejado (G9E1) e Mata Atlântica em estágio inicial (G7M1), nos canais esquerdo (L) e direito (R).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa gerou uma grande quantidade de dados que ainda necessitam de maior aprofundamento nas análises e interpretações, devido à complexidade das áreas, no entanto, as análises realizadas trouxeram diversas evidências estatísticas de que nas áreas de Eucalipto em processo de regeneração natural, seja em estágio mais inicial ou mais avançado, é possível detectar por meio dos índices acústicos a presença de comunidades de fauna, especialmente as aves, cujas vocalizações são mais facilmente registradas nos áudios e identificadas pelos índices. Ressalta-se a importância dos resultados como subsídios para o planejamento ambiental e manejo das áreas com presença de espécies exóticas como o Eucalipto e que estão em processo de regeneração natural. Destaca-se também a importância dos resultados para compreender o potencial da utilização de técnicas de monitoramento remoto, como o caso dessa pesquisa com a utilização dos gravadores, algo que deve evoluir rapidamente nos próximos anos e aumentar as possibilidades de obtenção de dados biológicos e da paisagem, apesar da etapa de processamento de uma grande quantidade de dados ainda ser um desafio técnico a ser superado.

## REFERÊNCIAS

CARNAVAL, A. C. *et al.* Hotspot Stability Predicts Genetic Diversity in the Brazilian Atlantic Forest. *Science*. Vol. 323, 2009.

ERBE, C., VERMA, A., MCCAULEY, R., GAVRILOV, A., PARNUM, I., 2015. The marine soundscape of the Perth Canyon. **Prog. Oceanogr.** 137, 38-51.

FARINA, A., JAMES, P., 2016. The acoustic communities: definition, description and ecological role. **Biosystems** 147, 11–20 (Sep.).

HARRIS, S.A., SHEARS, N.T., RADFORD, C.A., 2016. Ecoacoustic indices as proxies for biodiversity on temperate reefs. **Methods Ecol. Evol.** 7 (6), 713–724 (Jun.).

JOLY, C. A. *et al.* Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. **Cien. Cult.** 51(5-6):331-348, 1999.

JOO, W., NAPOLETANO, B., QI, J., GAGE, S., BISWAS, S., 2007. Soundscape characteristics of an environment a new ecological indicator of ecosystem health. In: Ji, W. (Ed.), **Wetland and Water Resource Modeling and Assessment**. CRC Press, New York, USA, pp. 201–211.

LOCASCIO, J.V., MANN, D.A., 2011. Diel and seasonal timing of sound production by black drum (*Pogonias cromis*). **Fish. Bull.** 109 (3), 327-338.

PIJANOWSKI, B. C.; VILLANUEVA-RIVERA, L. J.; DUMYAHN, S. L.; FARIA, A.; KRAUSE, B. L.; NAPOLETANO, B. M.; GAGE, S. H.; PIERETTI, N. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. **BioScience**, v. 61, n. 3, p. 203-216, March. 2011.

SUEUR, J., FARINA, A., 2015. Ecoacoustics: the ecological investigation and interpretation of environmental sound. **Biosemitotics** 8 (3), 493-502 (Dec.).