



## ANÁLISE DE ÍNDICES ACÚSTICOS NO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO NATURAL DA MATA ATLÂNTICA NO PARQUE DAS NEBLINAS, MOGI DAS CRUZES – SP

Sabrina Vitória Ferreira da Costa<sup>1</sup> e Ricardo Sartorello<sup>2</sup>

1. Estudante - curso de Biologia; e-mail: [sabrinavfc1203@gmail.com](mailto:sabrinavfc1203@gmail.com);
2. Professor - UMC; e-mail: [risartorello@gmail.com](mailto:risartorello@gmail.com).

**Área do conhecimento:** Ecologia de paisagem, conservação e bioacústica.

**Palavras-chave:** Índice acústico; Restauração natural; Avifauna; Ecologia da paisagem; Monitoramento acústico.

### INTRODUÇÃO

Espécies arbóreas exóticas como o eucalipto, quando utilizadas em larga escala são um fator prejudicial na composição de comunidades ecológicas, além de interromperem serviços ecossistêmicos e afetarem a biodiversidade nativa (HUEBNER, 2003). Plantações de eucalipto abandonadas em áreas de preservação permanente tendem a passar por um processo lento de regeneração natural do dossel, resultado da resiliência que ecossistemas possuem, mesmo quando sob distúrbios (HOLLING, 1973). A paisagem sonora está diretamente ligada à qualidade ambiental, podendo representar a biodiversidade e a dinâmica da fauna em determinado habitat, permitindo descrever, analisar e comparar dados simultaneamente, sendo assim a informação acústica fornece uma grande quantidade de dados de maneira autônoma e permanente sendo uma excelente indicadora de qualidade de um ecossistema além de demonstrar características específicas da biodiversidade das espécies. (PIJANOWSKI, 2011). Propondo um aprimoramento deste método, índices acústicos que visam quantificar, riqueza, uniformidade, regularidade, divergência ou raridade na abundância de espécies começaram a ser desenvolvidos (DENES, 2014). O presente trabalho explora a paisagem sonora como indicadora de diferenças na biodiversidade, por meio de índices acústicos em áreas de eucalipto com restauração natural no Parque das Neblinas.

### OBJETIVOS

Realizar análises e comparações entre índices acústicos pré-selecionados de diferentes fisionomias de Mata Atlântica e Eucalipto, afim de averiguar o processo de restauração natural dessas áreas assim como a condição da paisagem e sua qualidade ambiental, usando como bio-indicador a comunidade aviária.

### METODOLOGIA

A área de estudo foi o Parque das Neblinas (PN) localizado no município de Mogi das Cruzes, é uma reserva privada de 6 mil hectares com áreas de eucalipto abandonado e também áreas de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração. Foi utilizado também dados do Parque Municipal Natural Francisco Affonso de Mello (PM) localizado no município de Mogi das Cruzes na Serra do Itapety, que possui uma reserva de aproximadamente 352,3 hectares



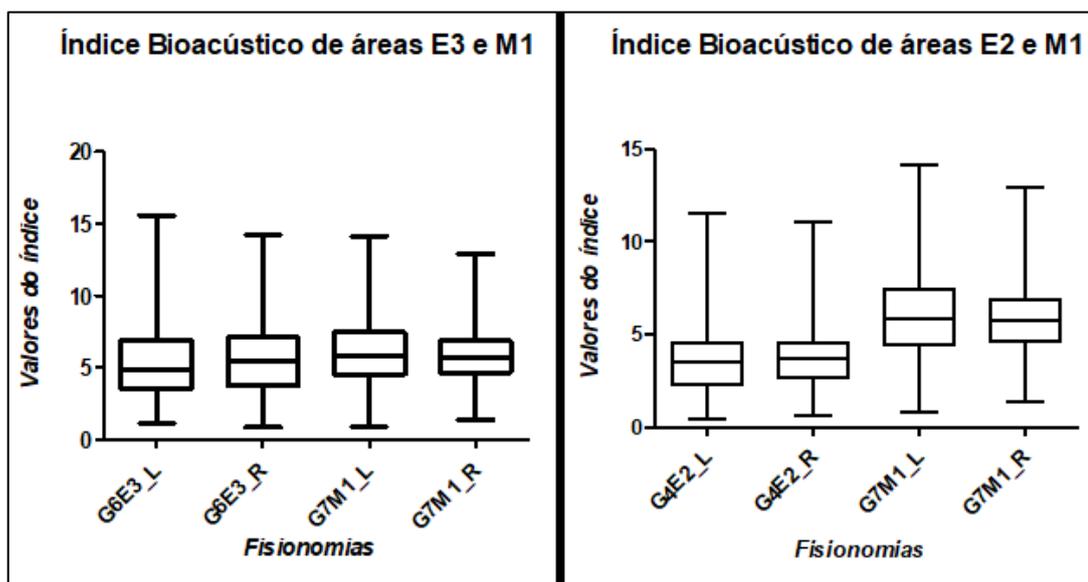
(INSTITUTO ECOFUTURO, 2017; MORINI, 2012). Vinte gravadores Song Meter SM3 (Wildlife) foram utilizados, sendo instalados em fisionomias pré-definidas e distinguidas em: eucalipto manejado = E1; eucalipto abandonado com dossel médio = E2; eucalipto abandonado com dossel avançado = E3; Mata Atlântica em estágio inicial de regeneração = M1; e Mata Atlântica estágio médio/avançado de regeneração = M2. Destes, quatro foram instalados no PM e oito no PN, além disso há outros dados referentes a RPPN Botujuru (seis gravadores) que não foram abordados neste estudo. 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, ao todo 180 gráficos foram gerados e analisados. Duas etapas foram realizadas a fim de organizar as comparações de dados: 1ª etapa comparou as fisionomias de mata atlântica do PM com as de eucalipto do PN; 2ª etapa comparou as fisionomias de mata atlântica do PN com as de eucalipto do PN.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas foram satisfatórias em todos os gráficos, demonstrando que os dados de cada coluna apresentada são não paramétricos entre si, ou seja, se possuem uma diferença significativa entre eles, evidenciando as diferenças em cada uma das fisionomias. Dois índices apresentaram resultados mais robustos e precisos, o de entropia acústica e o de bioacústica, estes que foram inicialmente mais aprofundados neste estudo. Nas comparações do índice bioacústico foi evidente a escala de regeneração natural do dossel associada a atividade acústica de aves, de modo que as fisionomias seguem uma escala de qualidade ambiental, da menor para a maior:  $E1 < E2 < E3 < M1 < M2$ ; além disso notasse que áreas mais próximas como E3 e M1 por exemplo muitas vezes possuem resultados menos distantes de si, e as vezes até semelhantes. Em nenhum dos dados esse índice teve valores igual a zero, demonstrando a atividade acústica em todas as fisionomias. A taxa de variabilidade deste índice (valores máximos e mínimos) também se associa a abundância de diferentes vocalizações, sugerindo maior biodiversidade acústica, apesar de não filtrar antropofonias (FULLER, 2015; SUER, 2018).



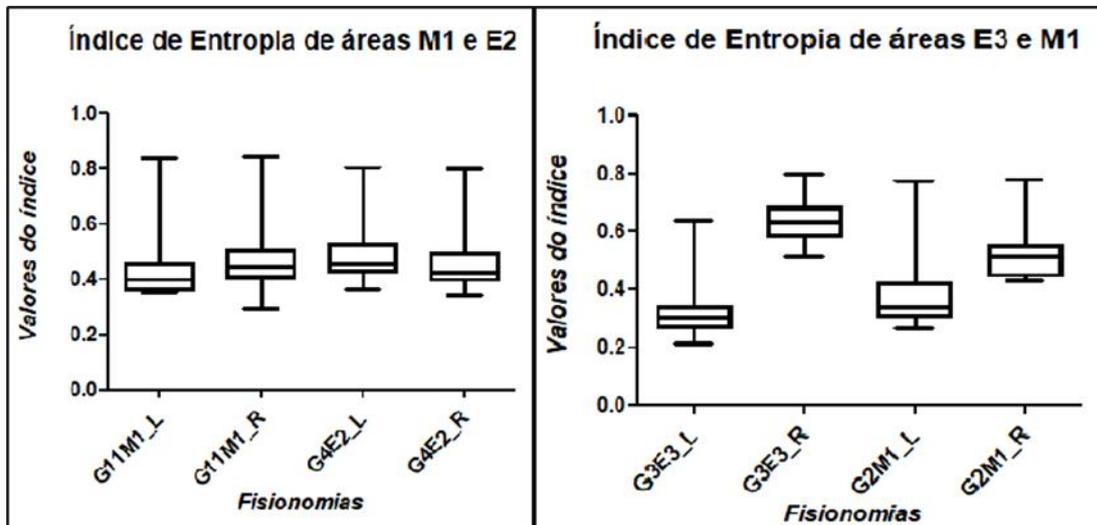
Figura 1: Vista de gráficos comparativos do índice bioacústico entre as fisionomias.



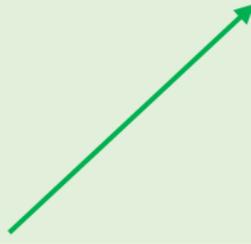
O índice de entropia muitas vezes está diretamente relacionado a riqueza de espécies, quanto maior suas variações, maior será a riqueza, este índice é capaz de filtrar antropofonias (SUER, 2018; MAMMIDES, 2017). Nas observações deste índice, novamente notasse o processo de regeneração natural das áreas correlacionada com a qualidade ambiental e também com a riqueza de aves. Nenhum dos 32 gráficos analisados tiveram valores próximos de zero, com todos sendo iguais ou superiores a 0,2, demonstrando a atividade acústica fixa e abrangente presente nas fisionomias, em especial nas de eucalipto; ao analisar as taxas de variações, majoritariamente os habitats de mata atlântica possuem as maiores faixas, e em alguns casos, E3 apresenta resultados mais próximos ou até mesmo semelhantes ou superiores as fisionomias M1/M2, porém é perceptível que apesar das diferenças, estas não são abruptas e sim mais sutis, sugerindo que as áreas de eucalipto possuem uma comunidade de aves tão robusta quanto as áreas de mata atlântica, sendo assim necessário o desenvolvimento de planos de manejo e monitoramentos que precisam ser elaborados de forma a não prejudicar ou causar mais danos as comunidades fixas nestas áreas.



**Figura 2:** Vista de gráficos comparativos do índice de entropia nas fisionomias



**Figura 3:** Visualização simples da hipótese do grau de qualidade dos habitats diretamente ligados a abundância da avifauna e a regeneração do dossel.

Fisionomias	Qualidade do habitat
M2	
M1	
E3	
E2	
E1	

## CONCLUSÃO

Nossas análises concluíram que apesar do baixo grau de qualidade do habitat em fisionomias de eucalipto, há uma comunidade aviária inserida nesses ecossistemas com alto grau de riqueza de espécimes, podendo inclusive em alguns casos ultrapassar os ecossistemas de mata atlântica, resultado este que evidencia os serviços ecossistêmicos que estas áreas estão desempenhando, porém ainda sim, de forma majoritária, são visivelmente superados quando comparado com as fisionomias de Mata Atlântica conservadas; além disso fica evidente também o processo de regeneração natural pela qual esses habitats estão passando e a eficiência dos métodos de monitoramento acústico para uma rápida e compacta descrição de características da paisagem e sua comunidade biológica.



## REFERÊNCIAS

DENES, S. L., Miksis-Olds, J. L., Mellinger, D. K., & Nystuen, J. A. Assessing the cross platform performance of marine mammal indicators between two collocated acoustic recorders. **Ecological Informatics**, 21, 74-80, 2014.

FULLER, Susan, AXEL, Anne C., TUCKER, David, CAGE, Stuart H. Connecting soundscape to landscape: Which acoustic index best describes landscape configuration?. **Ecol. Indic**, 58, 207 – 215, 2015.

HUEBNER, C.D. Vulnerability of oak-dominated forests in West Virginia to invasive exotic plants: temporal and spatial patterns of nine exotic species using herbarium records and land classification data. **Castanea**, v. 68, n.1, p. 1-14, março 2003.

HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 4, n. 2, p. 1-23, novembro 1973.

INSTITUTO ECOFUTURO. **Descritivo Parque das Neblinas**. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/HjDhQA>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

MAMMIDES, Christos, GOODALE, Eben, DAYANANDA, Salindra K., KANG, Luo, CHEN, Jin. Do acoustic indices correlate with bird diversity? Insights from two biodiverse regions in Yunnan Province, south China. **Ecological Indicators**, 82:470- 477 (2017)

MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. O. (orgs): **Serra do Itapeti: Aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. 1. Ed. São Paulo: Canal 6, 2012.

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., PAVOINE, S., AMERLYNCK, O., DUVAIL, S., Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. **Plos ONE** v.3, 2008.