



Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu*
Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras
Campus Arraial do Cabo

Juliane Telles Moreira Bezerra de Jesús

**UM ESTUDO SOBRE A PAISAGEM ACÚSTICA DE DOIS FRAGMENTOS DE
RESTINGA DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ.**

Arraial do Cabo – RJ
2018

Juliane Telles Moreira Bezerra de Jesús

**UM ESTUDO SOBRE A PAISAGEM ACÚSTICA DE DOIS FRAGMENTOS DE
RESTINGA DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de especialista em Ciências
Ambientais em Áreas Costeiras.

Orientador: Prof. M. Sc. Fábio Contrera Xavier
Coorientador: Prof. M. Sc. Murilo Minello

Arraial do Cabo – RJ
2018

Ficha catalográfica elaborada por
Marcia da Silva
CRB7 5299

J58

Jesús, Juliane Telles Moreira Bezerra de.

Um estudo sobre a paisagem acústica de dois fragmentos de restinga da Região dos Lagos/RJ. / Juliane Telles Moreira Bezerra de Jesús. – Arraial do Cabo, RJ, 2018.

38 f.: il.; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2018.

Orientador: Prof. MSc. Fábio Contrera Xavier.

Coorientador: Prof. M. Sc. Murilo Minello

1. Impacto ambiental – Acústica. 2. Acústica - Ecologia. 2. Restingas - Lagos (RJ : Microrregião) . I. Xavier, Fábio Contrera. II. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 504.6:534(815.3)

Juliane Telles Moreira Bezerra de Jesús

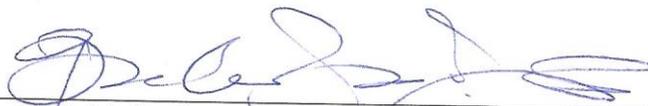
**UM ESTUDO SOBRE A PAISAGEM ACÚSTICA DE DOIS FRAGMENTOS DE
RESTINGA DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de especialista em Ciências
Ambientais em Áreas Costeiras.

Data da aprovação: 27 de 10 de 2018.



Prof. M. Sc. Fábio Contrera Xavier (Orientador)
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM



Prof. M. Sc. Bernardo Souza Dunley (Membro Externo)
Fundação Educacional da Região dos Lagos - FERLAGOS



Prof. Ds. C. Eduardo Barros Fagundes Netto (Membro Externo)
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, M. Sc. Fabio Contrera Xavier, e ao meu coorientador, M. Sc. Murilo Minello, pela disposição, pelas orientações propriamente ditas e pela indicação de caminhos criativos e propensos ao crescimento profissional.

Ao engenheiro Jefferson Osowsky, do Departamento de Acústica Submarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, pelo desenvolvimento do sistema de alimentação e controle do EA-1.

Ao Prof. M. Sc. Rafael Alexandre Rizzo e ao Prof. Dr. Fernando Moraes de Oliveira, por terem participado da banca examinadora do projeto de pesquisa e contribuído para a construção deste trabalho de conclusão de curso.

Ao M. Sc. Daniel Campbell e ao biólogo Ubirajara Gonçalves pelo tempo despendido nas instruções referentes ao software *Raven*.

Aos professores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *Campus* Arraial do Cabo, pelos conhecimentos teóricos e práticos ofertados que possibilitaram meu desenvolvimento e pela disponibilização de espaço do Instituto para montagem do EA-1 e alinhamento do trabalho.

Ao Instituto Estadual do Ambiente, pela minha disponibilização para efetivação deste ideal.

Ao colega Gabriel Saraiva Pacheco pela elaboração do Esquema do EA-1 para ilustração do equipamento neste trabalho e ao colega Anderson da Silva Santos por me acompanhar nas diversas idas ao campo para instalação e retirada do EA-1.

À minha família pelo apoio demonstrado e por compreender minhas ausências, à minha irmã Jessica, pela revisão de texto e, especialmente, ao meu esposo, Carlos Antônio, pela paciência, incentivo e, principalmente, por acreditar no meu potencial.

JESUS, J. T. M. B. de. *Um estudo sobre a paisagem acústica de dois fragmentos de restinga da Região dos Lagos/RJ*. 38p. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Pós-Graduação *lato sensu*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Arraial do Cabo, Arraial do Cabo, RJ, 2018.

RESUMO

A ecologia acústica é considerada uma nova ciência que estuda os padrões sonoros de um ambiente, através da análise da paisagem acústica, que é composta pelos fatores biofônicos (de origem biológica), geofônicos (originados no próprio ambiente, como o vento, a chuva) e antropofônicos (que possuem origem nas criações humanas, como veículos automotores). A paisagem acústica indica padrões riquíssimos que podem ser quantificados e qualificados, desde que haja o monitoramento da área de interesse por um determinado tempo e crie-se um banco de dados que permita identificar as especificidades do ambiente, além de possibilitar estudos em diversas áreas de interesse. Caso ocorram alterações nos padrões observados pode-se identificar suas causas e buscar soluções para tentar minimizar os impactos, pois já existem estudos acerca dos efeitos da antropofonia sobre o meio ambiente que podem auxiliar no monitoramento de ambientes e de fauna endêmica e ameaçada, por exemplo. Ambientes muito ameaçados pelo homem, como é o caso do ecossistema de restinga no Estado do Rio de Janeiro, necessitam de estudos nesta área, além do desenvolvimento de tecnologias alternativas que possam atender os diversos pontos de interesse dos pesquisadores para auxiliar na conservação e gestão de ambientes frágeis, de grande relevância e interesse ecossistêmico. Foi desenvolvido um sistema autônomo para a captura e gravação da paisagem acústica de dois fragmentos de restinga do Rio de Janeiro, com o objetivo de oferecer um sistema alternativo, caracterizar a paisagem acústica de forma primária através dos dados obtidos e iniciar um banco de dados para futuro monitoramento da qualidade ambiental, além de apontar algumas sugestões de pesquisas futuras. O estudo da paisagem acústica constitui uma excelente ferramenta para a conservação ambiental, pois além de permitir o monitoramento qualitativo, que já demonstrasse um ganho imensurável para o ambiente, também é um método não invasivo, significando que não há alteração da biofonia pela presença humana, tampouco pelo stress ocasionado pela reprodução de *play-backs*.

Palavras-chave: Paisagem acústica. Monitoramento. Restinga.

JESUS, J. T. M. B. de. *Um estudo sobre a paisagem acústica de dois fragmentos de restinga da Região dos Lagos/RJ*. 38p. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Pós-Graduação *lato sensu*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Arraial do Cabo, Arraial do Cabo, RJ, 2018.

ABSTRACT

The acoustic ecology is considered a new science that studies the sound patterns of an environment through the analysis of the soundscape, which consists of the biophonic factors (biological origin), geophonic (originated from the environment, such as wind and rain) and anthrophony (originated by human creations, as vehicles). The soundscape indicates very rich patterns that can be quantified and qualified, since the area of interest has been monitored and a database that allows identifying environmental specificities has been created, further allowing searches of different areas of study. If changes occur at the observed patterns, the cause can be identified and solutions can be searched to minimize the impacts, because there are studies of anthrophony impacts in the environment that can help monitoring it and their endemic and threatened fauna, for example. Very threatened environments, such as the restinga ecosystem at the State of Rio de Janeiro, need deeper studies, in addition of the development of alternative technologies that support different researches to assist the conservation and management of fragile, relevant and interesting ecosystems. An automatic system has been developed for capturing and recording data at two restinga fragments from Rio de Janeiro, with the objective to offer an alternative system, form a primary characterization with the given data and start a database for future monitoring of environmental quality, besides suggesting future researches. The study of the soundscape is an excellent tool for the environmental conservation, because besides allowing the qualitative monitoring, which already proves being an immeasurable gain for the environment, it is also a noninvasive method, meaning that there is no alteration of the biophony by human presence, nor by the stress caused by the reproduction of playbacks.

Keywords: Soundscape. Monitoring. Restinga.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.1 Objetivo geral	6
1.1.2 Objetivos específicos	6
2 MATERIAIS E MÉTODOS	7
2.1 ÁREA DE ESTUDO	7
2.2 EQUIPAMENTO DE COLETA	9
2.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	27

1 INTRODUÇÃO

O conceito de paisagem e de paisagem acústica é bastante similar, sendo utilizado em diversos campos de estudo, como biologia, geografia, arquitetura e sociologia (MAXIMINIANO, 2004). Para Bertrand (*apud* MAXIMINIANO, 2004, p. 87-88), paisagem “não seria a simples junção de elementos geográficos [...], mas a combinação dinâmica, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos”. O termo paisagem acústica, também conhecido como ecologia acústica, surgiu em 1969, utilizado primeiramente por Southworth, no contexto de planejamento urbano. Posteriormente, em 1977, Schafer oficializou o termo, utilizando-o em estudo sobre poluição sonora (PIJANOWSKI *et al*, 2011).

O som é um fenômeno físico que possui três parâmetros: período, frequência e intensidade (SILVA e VIELLIARD, 2010). As ondas sonoras podem se propagar pelo ar e por meios gasosos, líquidos e sólidos, agitando as moléculas mais próximas desse meio (DANOSO, 2015). A frequência indica o número de vibrações que a onda sonora produz por segundo, medida em Hertz (Hz) — o som audível pelo ouvido humano está compreendido entre a faixa de 20Hz a 20000Hz (LACERDA & AGUIAR, 2018), faixa em que ocorre a maioria dos sons produzidos pelos animais (SILVA, 2017); o período é o tempo que uma onda sonora leva para se propagar no meio em que se encontra; e a intensidade significa que um som é fraco ou forte, indicando sua potência. A unidade utilizada para medir a intensidade é o decibel (dB) (DANOSO, 2015).

Considerada por Pijanowski *et al* (2011) uma nova ciência que estuda os sons de origem biótica e abiótica de um ambiente, a paisagem acústica, de acordo com Krause (1987), é composta pela biofonia, geofonia e antropofonia, como pode ser observado na Figura 1.1.

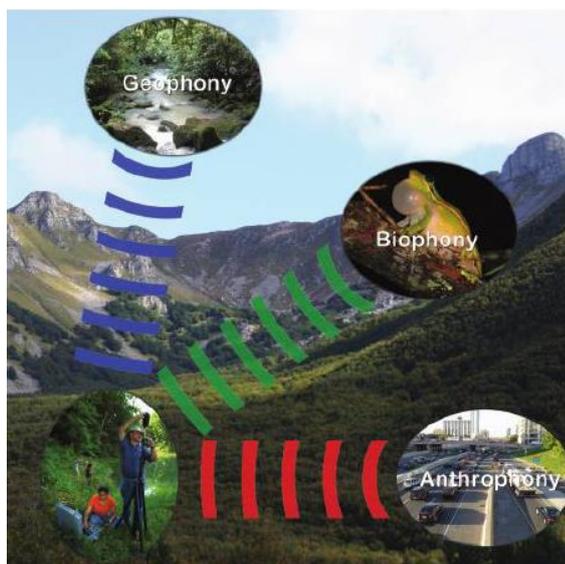


Figura 1.1 Paisagem acústica. Fonte: Pijanowski *et al* (2011).

A biofonia está relacionada aos sons produzidos pelos animais, como insetos, aves e mamíferos, enquanto a geofonia trata-se dos sons naturais do ambiente, como a chuva caindo num rio, o vento mexendo as folhas das árvores, som de trovoadas, etc. A antropofonia é constituída por sons produzidos por objetos construídos pelo homem, como exemplo dos veículos automotores (PIJANOWSKI *et al*, 2011). A biofonia representa funções biológicas diversificadas (BLUMSTEIN *et al*, 2011; PIJANOWSKI *et al*, 2011; VIELLIARD, 1987): utilizada para defesa do território; para a reprodução, atraindo parceiros; para localização de alimentos; comunicação com outros indivíduos de sua espécie; dentre outras.

A paisagem acústica é um fator único em qualquer lugar e através do monitoramento acústico é possível prever como um ecossistema pode ser afetado caso haja alteração de um de seus componentes (biofonia, geofonia ou antropofonia) (KRAUSE, 1987). *Ibidem* também propôs a Hipótese do Nicho Acústico¹, a qual a vocalização de um animal é imediatamente substituída por outra assim que cessa, ocupando a mesma faixa num espectro sonoro. Cada espécie possui um nicho acústico, fundamental para suas funções biológicas, e aguarda por faixas “vagas” para evitar sobreposição de sons e competições interespecíficas (*Id*, 1993). Sendo assim, quando ocorre desmatamento em um ambiente e animais tentam migrar para uma área próxima ao seu antigo *habitat*, o espectro sonoro, que já está consolidado, mascara o som do novo animal e dificulta a conquista de um nicho acústico vago para realização de suas funções biológicas (*Ibid.*).

¹ Tradução de Acoustic Niche Hypothesis – ANH

Da mesma forma, os animais competem com os sons antropogênicos e ambientais, como observado por Halfwerk *et al* (2010) e Slabbekoorn e Boer-Visser (2006), que afirmaram que os ruídos antrópicos interferem no sucesso reprodutivo de aves, mascarando os sons emitidos durante a corte, prejudicando a escolha da fêmea. O estresse causado pelo ruído exige maior atenção empregada aos predadores, diminuindo a atenção aos filhotes e a identificação e atendimento da necessidade dos mesmos (HALFWERK *et al*, 2010).

Pijanowski *et al* (2011) elaboraram um modelo conceitual acerca da possível relação entre os elementos da paisagem acústica. Como pode ser visualizado na Figura 1.2, os distintos ambientes apresentam diferentes níveis de ruído antrópico, e quanto mais elevado o nível dessa antropofonia, menor é o nível da biofonia.

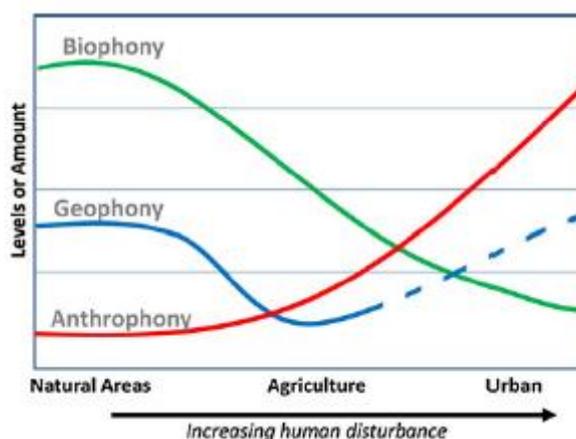


Figura 1.2 Relação entre os elementos da paisagem acústica. Fonte: Pijanowski *et al* (2011).

Com o desenvolvimento de tecnologias para captura dos sons (gravadores portáteis e outras) houve um avanço considerável neste ramo de pesquisa, possibilitando estudos referentes ao comportamento animal e à interação destes com seus *habitats* (BLUMSTEIN *et al*, 2011), porém, o custo dessas tecnologias ainda é bem elevado, como pode ser visto no Anexo A.

A princípio, a biofonia foi muito utilizada por pesquisadores interessados em capturar e reproduzir sons de animais de seus interesses de pesquisa, como ornitólogos, que estudam as aves, e primatólogos, que estudam os primatas (SILVA e VIELLIARD, 2010). Atualmente, tornou-se uma ferramenta importante e essencial para identificação de espécies e para os estudos etológicos, que envolvem os sinais de comunicação para entender os comportamentos animais (BLUMSTEIN *et al*, 2011).

Diversos pesquisadores pelo mundo utilizam esta ferramenta em diferentes campos de estudo: repertório vocal, que se trata da relação entre a o som emitido por um animal e o comportamento envolvido à ele; técnica do *play-back*, que é uma técnica utilizada para estudar os comportamentos animais, reproduzindo sons dos mesmos e avaliando suas reações; ontogênese, referente ao desenvolvimento do repertório vocal pelo animal; e filogenia, que estuda como o repertório de um indivíduo evoluiu e diferenciou-se dos seus ancestrais (SILVA e VIELLIARD, 2010). Dentre tantos, pode-se citar Krause, Pijanowski, Farina e Gustavino como referência. No Brasil, a ciência ainda é pouco difundida, entretanto, pode-se mencionar Silva e Vielliard (2010), realizando estudos sobre aves na floresta amazônica, e Guimarães e Tinoco (2016), que realizaram estudo em remanescente de restinga no estado da Bahia. O Laboratório de Dinâmica e Instrumentação da Universidade de São Paulo – LADIN, e o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), no Rio de Janeiro, realizam pesquisas sobre a paisagem acústica submarina no litoral do Estado de São Paulo (LADIN, 2017) e no município de Arraial do Cabo/RJ (CAMPBELL, *et al*, 2017), respectivamente.

Muitos pesquisadores realizam o monitoramento de fauna por meio de observação *in loco*, o que exige muito tempo e diversas visitas ao campo. As pesquisas de paisagem acústica permitem gravar os sons à distância evitando alterações no comportamento dos animais, o que se torna um grande benefício para os estudos comportamentais. Como exemplo, o uso do *playback* para atrair ou estimular animais, para avaliar suas reações (SILVA e VIELLIARD, 2010) pode ser considerado uma interferência humana no meio. Dessa forma, a gravação permite capturar os sons sem estímulos, de acordo com a rotina natural do animal. Assim, a análise da biofonia pode auxiliar no monitoramento de fauna, pode diminuir o número de visitas e reduzir custos de locomoção e de equipe, por exemplo. Esta é uma metodologia não invasiva para monitoramento dos ecossistemas, ainda mais interessante para ambientes sensíveis, de relevante interesse e Unidades de Conservação de Proteção Integral, que visam preservar ambientes naturais.

A biofonia costuma formar padrões, com maior intensidade biofônica nos períodos do amanhecer e do anoitecer, tanto no ambiente terrestre, quanto no ambiente marinho (PIJANOWSKI *et al*, 2011; CAMPBELL *et al*, 2017), como demonstram as Figuras 1.3 e 1.4. Com o desenvolvimento de um banco de dados da paisagem acústica de um local é possível identificar as alterações nos padrões da biofonia, realizar o monitoramento das dinâmicas e funções e avaliar a qualidade ambiental (BLUMSTEIN *et al*, 2011), além de permitir que as gerações futuras tenham acesso e conhecimento da paisagem acústica dos ambientes ainda

preservados atualmente, que correm risco de ser alterados e de não retornar ao seu estado de equilíbrio, devido às constantes pressões antrópicas.

Ainda sobre as vantagens em realizar estudos acerca da paisagem acústica, Blumstein ratifica:

Com tal tecnologia, pode-se monitorar populações de forma remota e não invasiva, descrever a paisagem acústica, quantificar o som antropogênico, estudar a interação entre espécies, obter novos conhecimentos sobre a dinâmica social da produção de sons animais e buscar pistas para compreender os efeitos de fatores como mudança climática e fragmentação de habitat sobre a fenologia e a biodiversidade [Tradução própria]. (BLUMSTEIN, 2011, p.758)

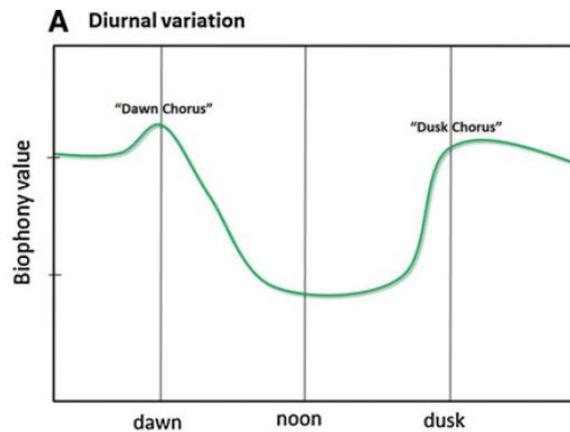


Figura 1.3 Variação diuturna da Paisagem Acústica terrestre (Fonte: Pijanowski *et al*, 2011)

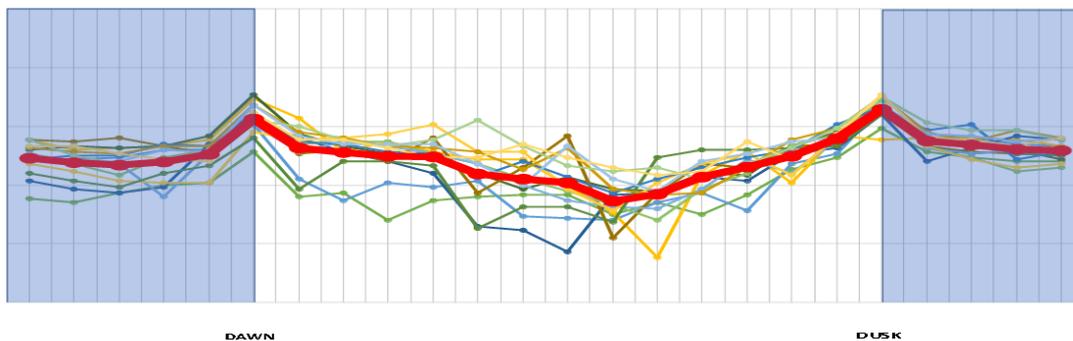


Figura 1.4 Variação diuturna da Paisagem Acústica submarina (Fonte: Campbell *et al*, 2017)

A perda de *habitats* motiva a conservação dos remanescentes ambientais para manutenção das espécies e dos serviços ecossistêmicos para a geração presente e para as futuras.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor uma metodologia para o estudo da paisagem acústica em ambientes de restinga.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um método com melhor custo-benefício para gravação da paisagem acústica.
- Fomentar um banco de dados acústicos de ambientes terrestres.
- Caracterizar a paisagem acústica de fragmentos de restinga da Região dos Lagos/RJ.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O estudo de caso foi realizado a partir de dados obtidos em remanescentes de restinga ainda preservados nos municípios de Arraial do Cabo e Cabo Frio (Figura 2.1), localizados na região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, apresentando superfícies planas e sedimentos inconsolidados gerados a partir da transgressão e regressão marinha que ocorreram no período Quaternário (CPRM, 2000). Estas áreas possuem características geomorfológicas e condições climáticas determinantes para a formação da vegetação, mais especificamente, a vegetação de restinga, que é definida pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 10, de 1º de outubro de 1993, em seu Art. 5º, inciso II, como:

vegetação que recebe influência marinha, presente ao longo do litoral brasileiro, também considerada comunidade edáfica, por depender mais da natureza do solo do que do clima. Ocorre em mosaico e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado (BRASIL, 1993, p.165).

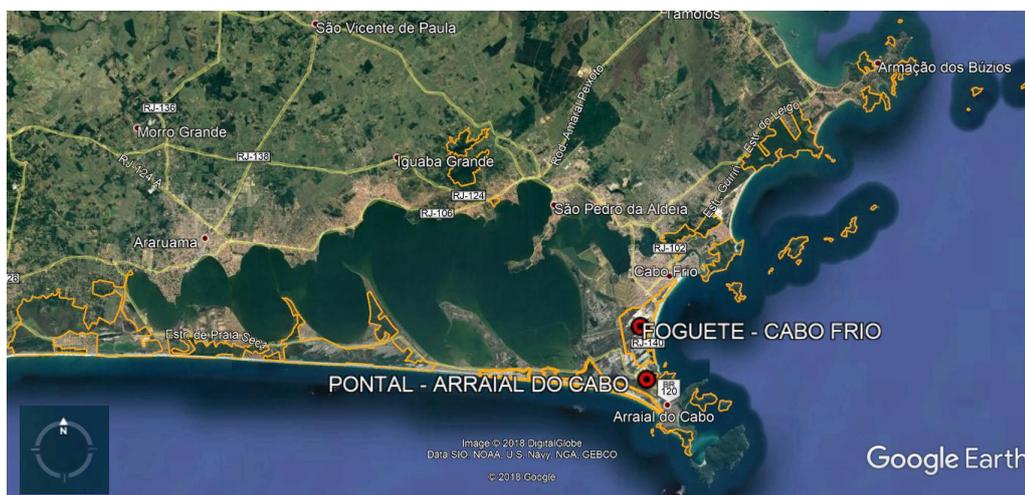


Figura 2.1 Fragmentos do PECS e as áreas de estudo referenciadas (Fonte: *Software Google Earth*).

O ecossistema de restinga possui grande relevância ambiental, devido à sua biodiversidade e características singulares. Pode-se observar um grande número de pesquisas

realizadas acerca da fitofisionomia e florística no Centro de Diversidade Vegetal² da região de interesse do presente trabalho, contudo não foram encontrados muitos estudos referentes à fauna associada à esta vegetação, portanto, é fundamental que sejam realizadas pesquisas sobre esta fauna para melhor compreensão das relações bióticas na restinga.

A constante pressão antrópica na Região dos Lagos, causada pela intensa especulação imobiliária, por queimadas e desmatamentos, aumenta a degradação ambiental e reduz os *habitats* dos animais silvestres associados aos seus ecossistemas, por isso, a importância de se realizar levantamentos sobre sua paisagem acústica, e, principalmente, de sua biofonia para registro, formação de banco de dados e observação das possíveis alterações nos padrões identificados.

Foram selecionadas duas áreas de estudo abrangidas pelo Parque Estadual da Costa do Sol (PECS), Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral que possui 43 fragmentos, criado pelo Decreto 42.929 de 18 de abril de 2011 e gerido pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). A UC tem o objetivo de proteger a fauna e flora ameaçadas dos remanescentes do bioma Mata Atlântica, considerado Patrimônio Nacional, e possuindo diversos ecossistemas na Região dos Lagos (Decreto 42.929/ 2011).

As áreas de estudo possuem vegetação arbustiva aberta, com adensamento urbano à aproximadamente 500m de distância, em média; à 57m de distância, aproximadamente, de salinas desativadas; em torno de 487m das rodovias e ambos locais são margeados por corpo hídrico. O fragmento localizado na Restinga do Foguete também se encontra à aproximadamente 1,5km do Aeroporto Internacional de Cabo Frio. As duas áreas de estudo podem ser melhor analisadas nas Figuras 2.2 e 2.3.

² O Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio foi apontado dessa forma pela IUCN (International Union for Conservation of Nature) e pela WWF (World Wide Fund for Nature) em 1997, por apresentar importante riqueza de espécies da flora na região de Cabo Frio, Rio de Janeiro (RODRIGUÉSIA, 2009).



Figura 2.2 Área 1 – Restinga do Piano / Praia do Pontal – Arraial do Cabo – UTM 23 k 803462.00 m E / 7459035.00 m N (Fonte: *Software Google Earth*).

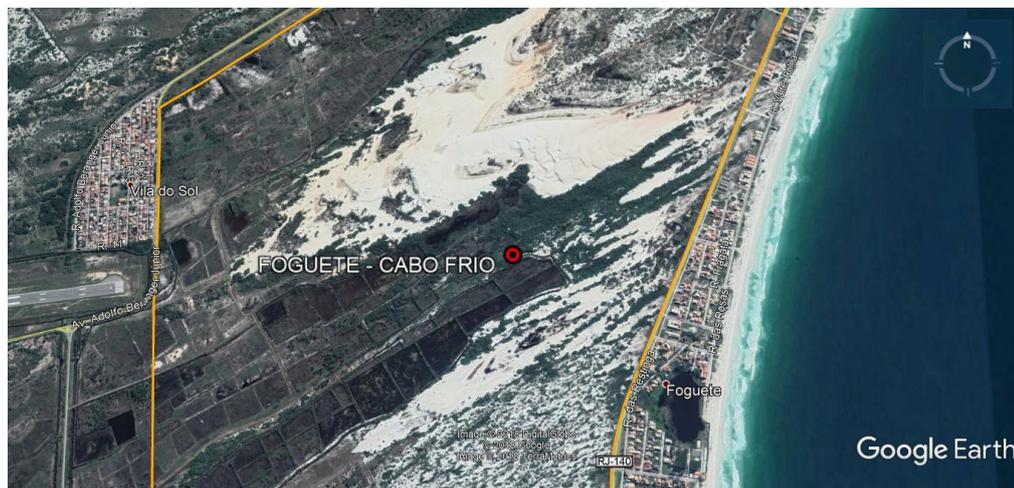


Figura 2.3 Área 2 – Restinga do Foguete – Cabo Frio – UTM 23 K 803099.00 m E / 7462629.00 m N (Fonte: *Software Google Earth*).

2.2 EQUIPAMENTO DE COLETA

Foi desenvolvido um sistema autônomo de aquisição de sinais acústicos composto por um microfone *Yoga HT-320A* com cápsula condensada e resposta de frequência *flat* entre 100 a 1600Hz, uma placa de áudio da marca *Creative Labs SB1290 Sound Blaster*, modelo 70SB129000000 (Frequência de amostragem de 44.1kHz), um microcomputador da marca *Raspberry PI 3-B*, e dois *power banks* da marca *Pineng*, modelo PN-999, 20000 mAh e saída 5V 2.1ª, conforme pode ser visto na Figura 2.4.

O sistema foi acoplado à uma placa de alumínio para melhor dissipação do calor, caso houvesse superaquecimento do sistema, e inserido num cano PVC de 100mm. Como forma de proteção contra a chuva, um colar elisabetano também foi adaptado em uma das extremidades para proteção do microfone, resultando num equipamento de aproximadamente 2,200kg e 60 cm, batizado de Estetoscópio Ambiental 1 (EA-1) que pode ser observado no item 4 da Figura 2.5, onde aparece o equipamento finalizado.

O *software* do EA-1 foi escrito em linguagem de *scripts* (*shell*) e utiliza uma ferramenta do *Linux* que permite agendamento de comandos ou execução de processos em horários preestabelecidos (nesse caso, aquisição de áudio). Além disso, ele possui um sistema emergencial de correção de falhas (*watch dog*) que reinicia o sistema de gravação quando algum erro de processamento é detectado.

O sistema desenvolvido consiste em um protótipo, em que, devido ao curto período em que foi desenvolvido e à falta de recursos, não foi calibrado, resultando em valores de medição não absolutos.

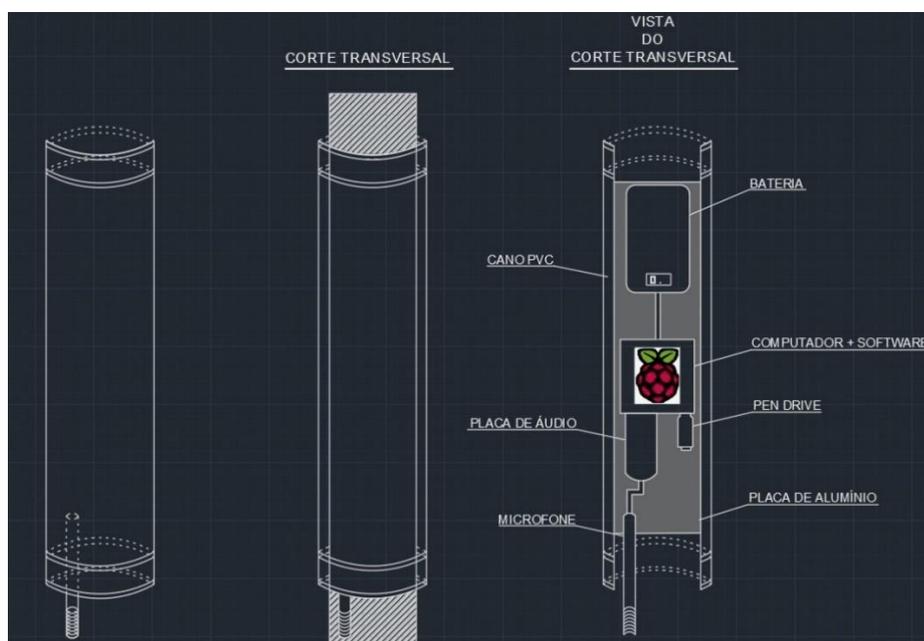


Figura 2.4 Esquema do EA-1.



Figura 2.5 Fases de montagem do EA-1.

2.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O EA-1 foi instalado no fragmento de restinga conhecido como Restinga do Piano, no bairro Praia do Pontal, em Arraial do Cabo, para verificação de sua funcionalidade (teste piloto), e posteriormente o equipamento foi instalado na Restinga do Foguete, em Cabo Frio, para efetivação das gravações.

A Restinga do Piano foi selecionada para realização do Teste Piloto devido à proximidade a um quartel do Corpo de Bombeiros, o que deu maior segurança para deixar o equipamento em campo. Para seleção da Restinga do Foguete como área de estudo também levou-se em consideração a segurança do equipamento, pois sua localização permitiu que o equipamento fosse verificado diariamente pela equipe. Na Figura 2.6 consta a imagem da Restinga do Foguete e, em evidência, está circulada a moita em que o equipamento foi instalado.

Nas Figuras 2.7 e 2.8 é possível verificar a forma como o equipamento foi instalado, com o microfone voltado para baixo para protegê-lo da chuva, fixado com corda à vegetação, para evitar seu movimento e pancadas em galhos, o que poderia gerar ruídos desnecessários. Na Restinga do Piano o EA-1 foi instalado à aproximadamente 1,70m do solo e na Restinga do Foguete, por volta de 40cm do solo. Para a altura em que o equipamento foi instalado, levou-se em conta a altura da vegetação encontrada nos locais, na primeira área o equipamento foi instalado em uma árvore exótica com mais de 3m (*casuarina sp.*) e na Restinga do Foguete, o EA-1 foi fixado em uma moita de vegetação nativa, um arbusto de aproximadamente 2m de altura.



Figura 2.6 Local da instalação – Restinga do Foguete



Figura 2.7 EA-1 na Restinga do Piano



Figura 2.8 EA-1 na Restinga do Foguete

O EA-1 foi programado para realizar as gravações por 1 minuto, a cada 5 minutos (12 min/h). Portanto, uma gravação iniciada às 08:00h, encerrou-se às 08:01h. Após um intervalo de 4 minutos entre as gravações, iniciou-se a seguinte às 08:05, finalizando às 08:06, e assim sucessivamente.

Os áudios foram gravados num intervalo de 72 horas e 20 minutos nos dois períodos de coleta (16 a 17 de julho de 2018 na Restinga do Piano e 21 a 24 de setembro de 2018 na Restinga

do Foguete), totalizando, aproximadamente, 17 horas de gravação (1011 minutos, equivalente à 20% de permanência no campo).

Após a retirada do equipamento dos locais de coleta houve a recuperação dos dados, com sua transferência para o computador para análise. Em seguida, todos os áudios foram reproduzidos com amplificação de 30dB para correlação audiovisual, para classificação primária da paisagem acústica observada e para a formação de um mini catálogo.

Além disso, foi realizada uma análise da evolução temporal da potência média da paisagem acústica da Restinga do Foguete na faixa entre 0,1kHz a 1,5kHz, através do *software Raven Pro 1.5*, que é um programa desenvolvido pela Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, para análise de paisagens acústicas (BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3.1 mostra a variação da potência média na faixa de 0,1kHz a 1,5kHz no período de 21 a 24 de setembro de 2018, na Restinga do Foguete. Essa faixa de frequência foi selecionada por estar relacionada à resposta de frequência do microfone utilizado. Como os áudios evidenciaram maior ocorrência de antropofonia e geofonia na faixa selecionada, nota-se que os picos (dB) se relacionaram, na maioria das vezes, à estas duas fontes de sinal.

Na mesma figura pode-se observar picos de potência média entre 0h e 12h do dia 22/09, que coincidiram com a grande ocorrência de sons antrópicos observados, como os frequentes sobrevoos de helicópteros que ocorreram nesse período e, no período das 12h do dia 22/09, às 0h do dia 23/09, os picos coincidiram com aumento do fluxo de motocicletas que passaram pela rodovia próxima da área de estudo. O pico de potência média do dia 23/09, no período de 12h às 0h do dia 24/09, também está relacionado à intensidade dos sons dos helicópteros e motocicletas que foram gravados.

Na faixa de frequência demonstrada nesta figura, há o ruído quase permanente de vento, no entanto não ocorreu nenhum episódio atípico que revelasse pico de potência. Os ruídos de origem biótica não ocorrem em quantidade significativa nessa mesma faixa de frequência.

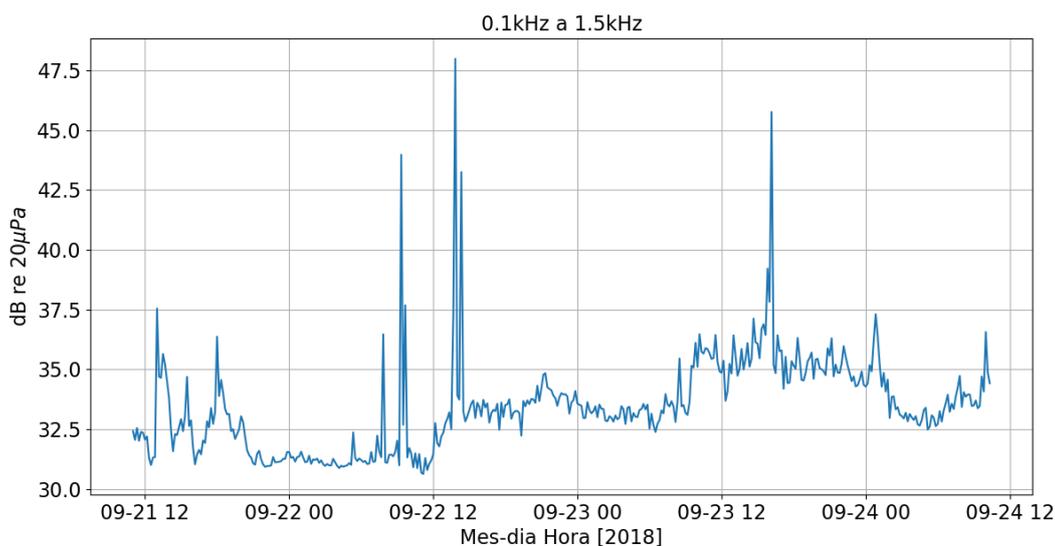


Figura 3.1 Variação da potência média na faixa de 0,1 - 1,5kHz (período de 21 - 24 de setembro de 2018).

O período em que o EA-1 permaneceu na Restinga do Piano não foi suficiente para realização de uma análise temporal similar à realizada na Restinga do Foguete, porém, em sua análise audiovisual, foi possível fazer algumas considerações.

No dia 16 de julho de 2018, às 16:35h, na Restinga do Piano, foram detectados ruídos de insetos entre 4,5 e 7,5kHz, de anfíbios entre 2 e 4,5kHz e o som do vento na faixa até 1kHz aproximadamente, como pode ser observado na Figura 3.2, através de seu espectrograma, onde a frequência é dada pelo eixo y, o tempo pelo eixo x e a cor indica a potência média. Na Figura 3.3 há o espectrograma da paisagem acústica da Restinga do Piano, no mesmo dia, às 19:50h, onde pode-se verificar a presença de ruídos de insetos na faixa entre 4,5 e 7kHz, de anfíbios entre 1 e 5kHz, o som do vento na faixa até 1kHz e o som de motocicleta entre 1 e 2kHz, por volta dos 32 - 60 segundos da gravação. Todos os áudios analisados neste capítulo podem ser escutados no CD que acompanha este trabalho (Faixas 1 a 7).

Cada “desenho” que um ruído forma num espectrograma, é chamado de assinatura acústica (PIJANOWSKI, 2011). O *software Raven Pro 1.5* permite selecionar cada assinatura do espectrograma, para reprodução do áudio apenas do intervalo selecionado, assim, as outras fontes sonoras não interferem na interpretação dos elementos da paisagem acústica. Essa é uma forma de facilitar a análise quando há muitas fontes sonoras numa mesma paisagem, sendo necessário isolá-las para que possam ser ouvidas e identificadas corretamente.

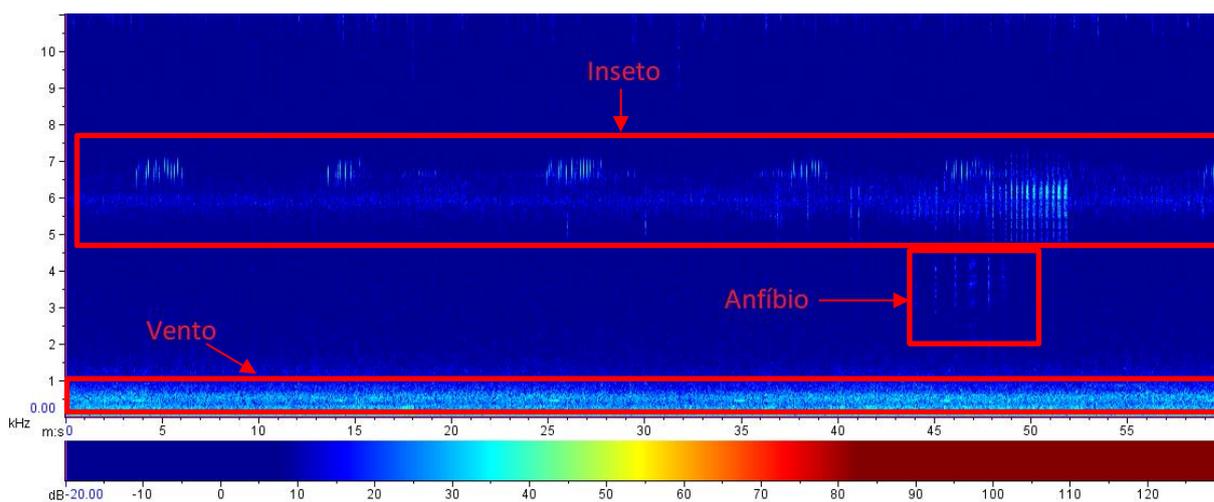


Figura 3.2 (Faixa 1) Espectrograma da Restinga do Piano, às 16:35h do dia 16/07/2018, com predominância da biofonia entre 2 e 7,50kHz. Abaixo encontra-se a escala de cores da Potência (dB).

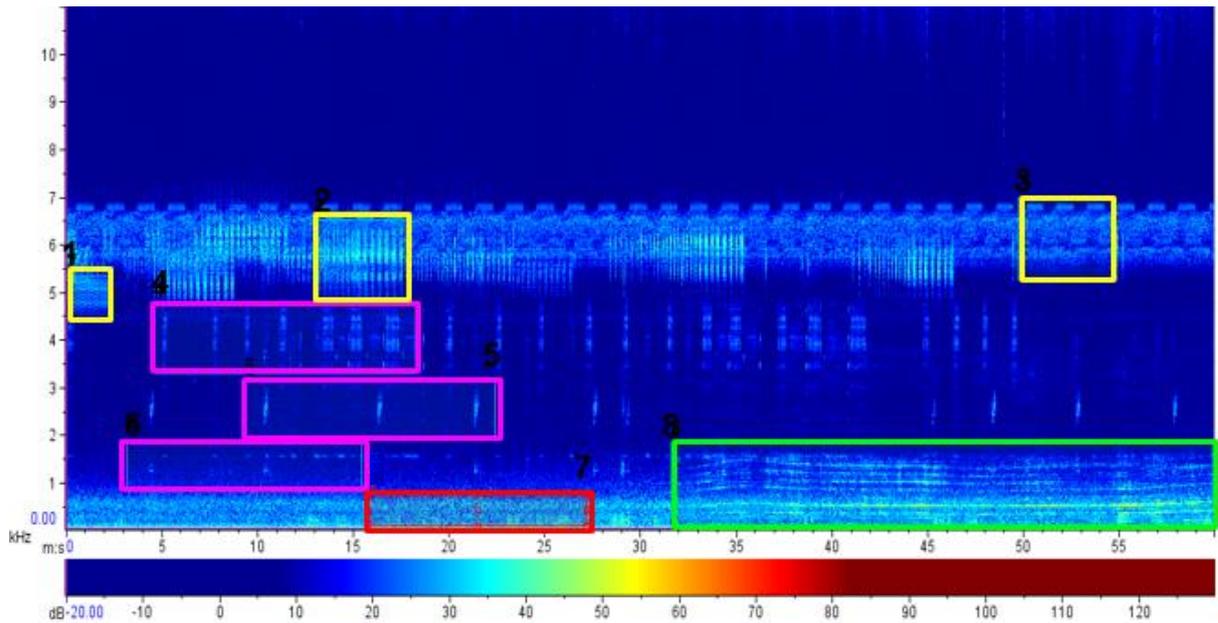


Figura 3.3 (Faixa 2) Espectrograma da Restinga do Piano, às 19:50h do dia 16/07/2018, com a escala de cores abaixo. Pode-se observar a presença de 8 diferentes assinaturas acústicas, sendo 1, 2 e 3 de insetos, 4, 5 e 6 de anfíbios, 7 de geofonia (vento) e 8 de antropofonia (motocicleta).

No dia 21 de setembro de 2018, às 13:45h, na Restinga do Foguete, como pode ser visualizado na Figura 3.4, foi verificado que entre 5,5 e 7kHz houve a expressão sonora de insetos e na faixa até 1,5kHz consta a frequência do som do vento.

Ao observar a Figura 3.5, onde há o espectrograma da paisagem acústica da Restinga do Foguete, às 14:40h do dia 21 de setembro de 2018, é possível identificar duas assinaturas bioacústicas, em que aos 15 - 20 segundos, na faixa entre 2 e 8kHz há a biofonia de uma ave (aparentemente uma gaivota) e entre 45 - 60 segundos, na faixa 6,5 - 7kHz há a assinatura de um inseto, que não foi possível ser identificado, e que, no entanto, apareceu diversas vezes em outros espectrogramas do mesmo local.

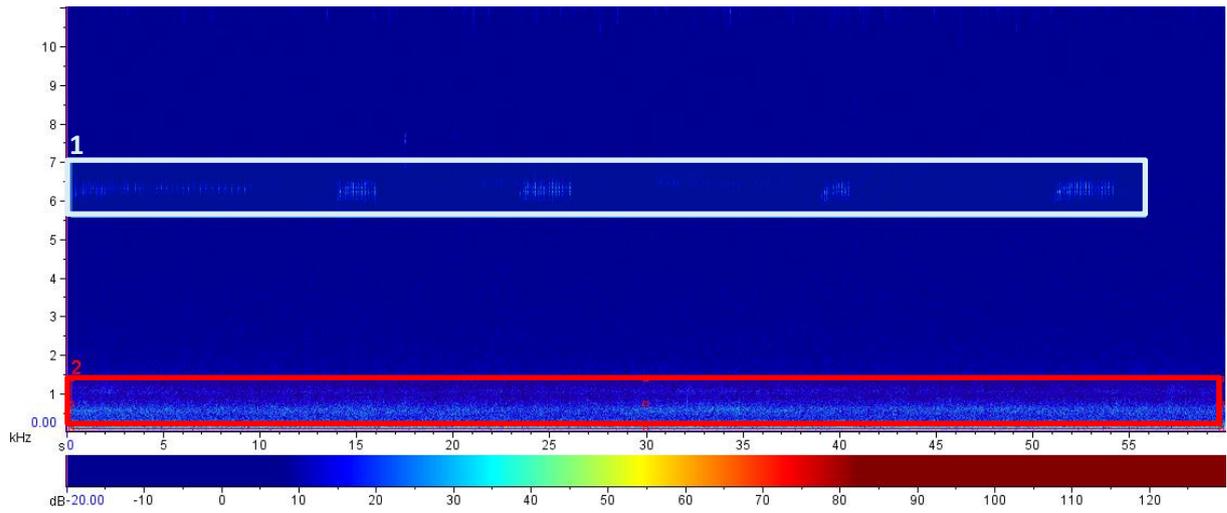


Figura 3.4 (Faixa 3) Espectrograma da Restinga do Foguete, às 13:45h do dia 21/09/2018. A faixa superior (entre 5,5 e 8kHz) apresenta insetos e a faixa inferior (0 à 1,5kHz) apresenta a geofonia (vento).

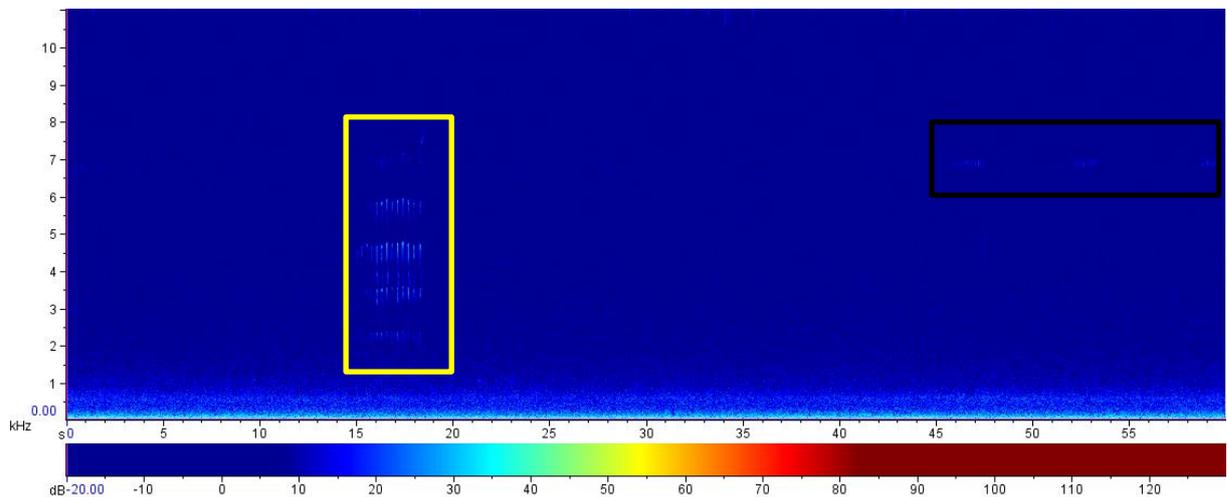


Figura 3.5 (Faixa 4) Duas assinaturas bioacústicas às 14:40h do dia 21/09/2018, na Restinga do Foguete. Em amarelo, a biofonia de uma ave e em preto, de um inseto.

Na Figura 3.6, no dia 22 de setembro de 2018, às 17:25h, foi identificada ao menos três assinaturas biofônicas (itens 1, 2 e 3) e uma motocicleta foi identificada até os 25 segundos, aproximadamente, na faixa de 0,5 - 2kHz (item 4). Na Figura 3.7 pôde ser verificada a presença de uma espécie de ave na faixa entre 3 e 7kHz e a assinatura de um helicóptero, na faixa até 1,5kHz, no espectrograma do dia 23 de setembro de 2018, às 05:15h, na Restinga do Foguete.

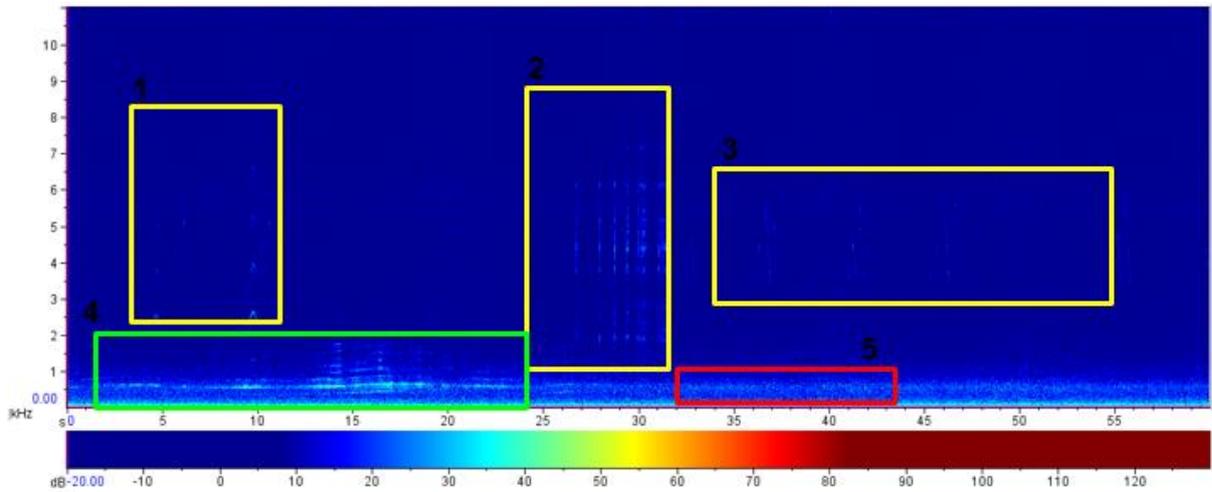


Figura 3.6 (Faixa 5) Espectrograma da Restinga do Foguete, às 17:25h do dia 22/09/2018, demonstrando a biofonia nos itens 1, 2 e 3, a antropofonia (moto) no item 4 e a geofonia (vento) no item 5.

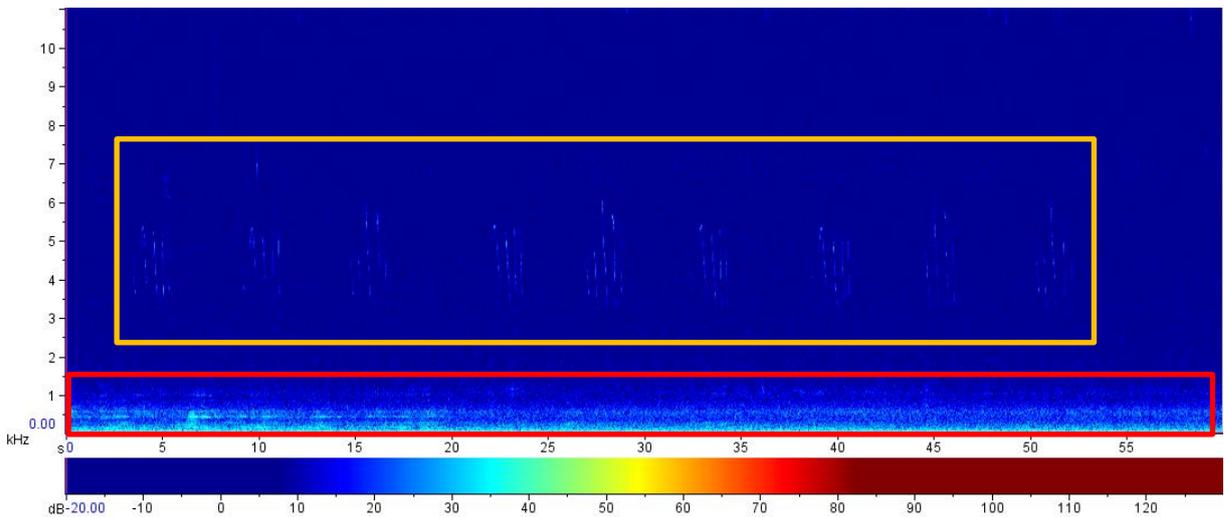


Figura 3.7 (Faixa 6) Ave (bioacústica) na faixa amarela e helicóptero (antropofonia) na faixa vermelha. Restinga do Foguete, às 05:15h do dia 23/09/2018.

Ainda no dia 23 de setembro de 2018, às 16:15h, na Restinga do Foguete (Figura 3.8), foi constatada a ocorrência de uma intensa assinatura, que foi identificada como um avião, aos 5 - 22 segundos e na faixa de 0 - 9kHz. Na faixa de 6,6 - 7,5kHz houve a identificação de um inseto, porém seu ruído foi interrompido aos 7 segundos da gravação, aproximadamente, devido à presença do avião que, aparentemente, ocupou sua faixa de frequência. Pôde-se observar, também, que alguns segundos após a desocupação desta frequência o inseto retornou sua atividade acústica.

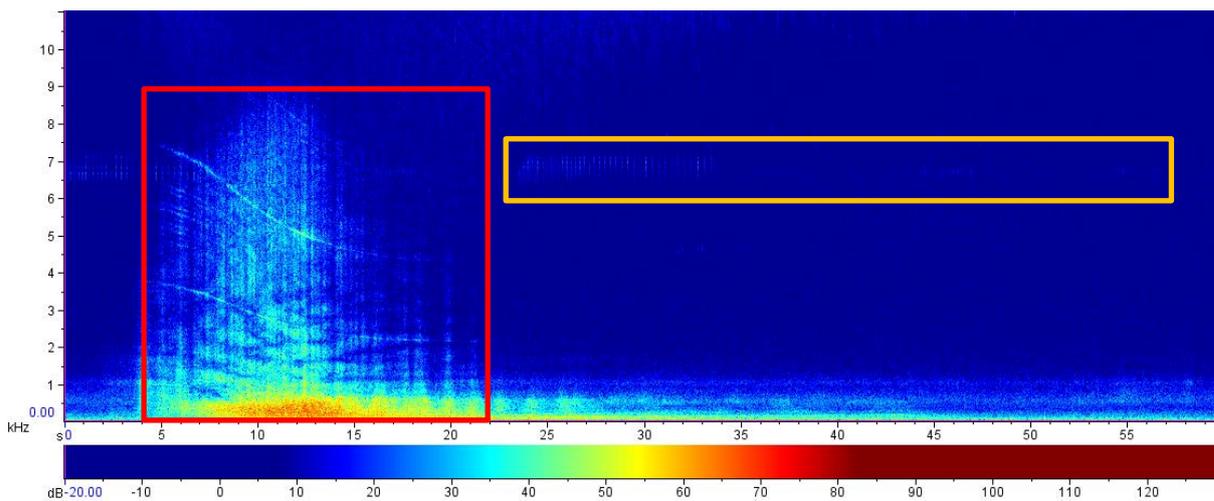


Figura 3.8 (Faixa 7) Indicação da biofonia (inseto) em amarelo e da antropofonia (avião), em vermelho, formando a paisagem acústica da Restinga do Foguete às 16:15h do dia 23/09/2018.

Através da análise dos espectrogramas foi possível identificar as assinaturas acústicas de algumas classes de animais, bem como de elementos da geofonia e da antropofonia. A identificação visual das assinaturas permitiu a associação destas à cada áudio, o que tornou a análise mais confiável, dando melhor suporte às informações sonoras.

Foi notado que algumas fontes sonoras ocupavam constantemente determinadas faixas de frequência, como exemplo, os anfíbios costumavam ocupar a faixa entre 2 e 8kHz, o som do vento, a faixa até 1kHz, normalmente, e motocicletas ocupavam entre 0,5 e 2kHz, aproximadamente. Essa observação corrobora com a Hipótese do Nicho Acústico, de Krause (1987), pois ficou evidente a ocupação das faixas sonoras por determinadas espécies.

Tabela 3.1 Mini Catálogo contendo as informações obtidas nos áudios das áreas de estudo.

Elementos	Piano / Praia do Pontal	Foguete
Biofonia	Anfíbios e insetos	Aves e insetos
Geofonia	Vento	Vento e chuva
Antropofonia	Motocicleta	Motocicleta, automóvel, helicóptero, avião

Fonte: Dados obtidos a partir dos áudios das áreas de estudo.

Não foi possível caracterizar detalhadamente a biofonia das áreas de estudo no curto período em que foi realizada a pesquisa, porém, foi elaborado um mini catálogo com o que foi observado. Na Restinga do Piano houve predominância de anfíbios e insetos em sua biofonia,

e na Restinga do Foguete, os dados demonstraram a predominância de aves e insetos em sua biofonia e presença frequente de antropofonia, como aeronaves e veículos automotores, devido à proximidade com o Aeroporto de Cabo Frio e à Rodovia Estadual (RJ-140).

Essa catalogação juntamente a outras técnicas de quantificação de poluição sonora é importante para avaliação de ambientes impactados. Por exemplo, Farina e Morri desenvolveram o Índice de Complexidade Acústica (ICA), que é uma medida que extrai da paisagem sonora a informação acerca de alterações em sua composição, monitorando sua dinâmica e permitindo verificar a extensão do impacto antrópico sobre a mesma (PIERETTI, FARINA, MORRI, 2011). *Ibidem* utilizaram o mesmo índice para isolar a biofonia da paisagem acústica e conseguiram identificar um número de espécies de aves menor do que o esperado para o ambiente que analisaram, devido ao sobrevoo de aeronaves na região, que ocasionou a redução do número de vocalizações, e que aparentemente não seriam influenciadas se não houvesse a perturbação. Esse índice, representa um importante avanço para a Ecologia Acústica, pois permite gerar informações matemáticas a partir da paisagem acústica de um ambiente, monitorar a biodiversidade e compreender os impactos na biofonia, causados pela antropofonia.

Nos anexos C e D encontram-se as listas das espécies endêmicas e ameaçadas do Estado do Rio de Janeiro elaborada por Rocha *et al* (2003). Muitas das espécies encontradas na restinga podem ocorrer em outras formações vegetais da Mata Atlântica ou mesmo em outros biomas (CERQUEIRA, 2000; ROCHA *et al* 2003), porém, a partir dos estudos de Rocha *et al* (2003) e Reis & Gonzaga (2000), foi possível destacar algumas espécies com ocorrência restrita às restingas do referido estado, com grande possibilidade de ocorrência no Parque Estadual da Costa do Sol, e, principalmente, nas áreas de estudo, sendo: *Liolaemus lutzae*, *Scinax littoreus*, *Formicivora littoralis* e *Mimus gilvus antelius* (Anexo B).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das gravações obtidas foi possível gerar a caracterização primária da paisagem acústica dos fragmentos analisados, em que foi observada a predominância de insetos, aves e anfíbios, na biofonia, aeronaves e motocicletas na antropofonia, além de chuva e vento, na geofonia. É importante salientar que a caracterização realizada refere-se à paisagem acústica dos áudios obtidos nos períodos em que houve coleta dos dados para elaboração desta pesquisa, portanto, para caracterização definitiva das paisagens acústicas, seria necessário um monitoramento prolongado e uma pesquisa mais aprofundada para que fosse possível caracterizar os locais e até mesmo definir as paisagens acústicas.

A experimentação do Estetoscópio Ambiental 1 (EA-1) confirmou sua eficácia em obter dados acústicos, transformando-o rapidamente numa opção de melhor custo-benefício para a coleta de informações acústicas e seus estudos, sendo uma alternativa de menor custo em comparação aos equipamentos que existem no mercado. Esta pesquisa fomenta a formação de um banco de dados das áreas de restinga, através da relevância demonstrada na realização dos estudos acerca da paisagem acústica, para que no futuro seja possível fazer o monitoramento e a análise ambiental dessas áreas.

Associando o EA-1 aos inúmeros *softwares* existentes para a análise dos dados obtidos, é possível equipar-se de uma ferramenta acessível para diversas áreas de estudo. A metodologia empregada pode ser associada a diferentes tipos de pesquisa, como o monitoramento ambiental, a investigação dos impactos que a antropofonia pode ocasionar à biofonia, mensurando o impacto sonoro causado por visitação desordenada em Unidades de Conservação de Proteção Integral, por exemplo.

Através da presente pesquisa sugere-se que a Hipótese do Nicho Acústico, de Krause (1987) também ocorre em ambientes de restinga, onde as espécies animais ocuparam faixas diferentes para suas expressões sonoras, evitando esforços desnecessários através da sobreposição com outros ruídos.

Como sugestões de trabalhos futuros aponta-se a utilização da metodologia empregada para:

- Levantamento e identificação das espécies da fauna da restinga para geração de informações faunísticas mais consistentes, tendo em vista o pequeno número de trabalhos sobre a fauna da Região dos Lagos;

- Elaboração de um catálogo acústico como ferramenta para educação e conscientização ambiental, com a construção de material audiovisual para todas as faixas etárias, podendo ser utilizado em escolas ou em exposições culturais, trabalho que pode ser iniciado com as gravações já obtidas. Esta é uma forma da população conhecer melhor a biofonia da restinga, de valorizá-la mais, reconhecer sua importância, e, somando esforços aos órgãos ambientais, passem a preservá-la ainda mais;
- Dar prosseguimento às coletas iniciadas nas áreas de estudo para monitoramento ambiental, pois como as áreas encontram-se em fragmentos de restinga, toda sua borda expõe-se aos impactos antrópicos, e devido a elevada antropofonia observada são necessários estudos aprofundados acerca dos efeitos da poluição sonora sobre a biofonia, como forma de conservação destes remanescentes. Ademais, para melhor compreensão dos impactos causados pela antropofonia, sugere-se ainda que sejam identificados os agentes causadores da poluição sonora, para melhor compreensão de seus efeitos e para adoção de medidas que minimizem estes impactos;
- Investigar a biofonia para compreender melhor o comportamento de espécies ainda pouco estudadas, bem como a forma que algumas espécies apreendem as vocalizações ou a emissão de ruídos;
- Investigar como os estudos da geofonia podem auxiliar a compreender eventos climáticos ou as relações biológicas com esses eventos;
- Ampliar os estudos sobre a paisagem acústica submarina, devido a mesma vantagem já apontada, acerca do menor custo do equipamento, através da adaptação do EA-1 para ambientes aquáticos;
- Associar o sistema autônomo desenvolvido à armadilha fotográfica para melhor correlação audiovisual, auxiliando na identificação das espécies que estão ocupando a paisagem acústica, contribuindo para o levantamento da fauna, para diagnósticos faunísticos ou consultorias de animais silvestres, por exemplo, podendo auxiliar na identificação e monitoramento de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção;
- Definir as paisagens acústicas de ambientes preservados para monitoramento e auxílio da restauração dos mesmos quando necessário. Se houver essa definição, caso haja degradação ambiental de uma área, ao realizar a recomposição florestal e dos serviços ecossistêmicos, é possível monitorar se sua paisagem acústica realmente retornou ao estado anterior à degradação, comparando as paisagens acústicas e buscando medidas que contribuam para sua restauração.

- O registro sonoro das espécies animais dos ambientes de restinga para que as futuras gerações tenham o direito de conhecer os sons que a mesma pode (ou poderia) proporcionar para a população, trazendo bem-estar e relaxamento, por exemplo, considerando o acelerado crescimento populacional e urbano, em que a especulação imobiliária impacta diretamente nestes ambientes, ocasionando grande risco de degradação e conseqüente desaparecimento desses ecossistemas.

Os estudos sobre a paisagem acústica contribuem e ainda poderão contribuir de forma inimaginável para a conservação, preservação e recuperação ambiental e auxiliarão a compreender ambientes ainda pouco estudados no aspecto faunístico ou sobre os impactos sonoros num determinado ambiente.

REFERÊNCIAS

AMAZON. **Sony PCMD100**. Disponível em: < https://www.amazon.com/Sony-PCMD100-Portable-Resolution-Recorder/dp/B00FAY1LQ8#HLCXComparisonWidget_feature_div > Acesso em 09 de maio de 2018.

ARAÚJO, D. S. D. de et al. **Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio De Janeiro: Caracterização Fitofisionômica e Florística**. Revista Rodriguesia, Niteroi, 2009.

BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM. **Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5)** [Computer software]. Ithaca, NY: The Cornell Lab of Ornithology. 2014. Disponível em: <<http://www.birds.cornell.edu/raven>> Acesso em 23 de novembro de 2017.

BLUMSTEIN, D. T. et al. **Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: applications, technological considerations and prospectus**. Journal of Applied Ecology. n.48, 758–767, 2011.

BOHRER, C. B. A. *et al.* **Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil**. Revista Rodriguesia, Niteroi, 2009.

BRASIL. Resolução CONAMA. **Biomás – Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica**. n.10, p. 163-166, 1993.

BRÜEL & KJÆR. **Hand-held analyzer 2250-S**. Disponível em: <<https://www.bksv.com/en/products/sound-and-vibration-meters/sound-level-meters-and-vibration-meters/Type-2250-S>> Acesso em 09 de maio de 2018.

CAMPBELL, D. *et al.* **A Variabilidade Diuturna Da Paisagem Acústica Submarina da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ, Brasil**. XXVII Encontro da SOBRAC. Brasília/DF, 2017.

CERQUEIRA, R. **Biogeografia das Restingas**. p.65-75. *In*: Esteves, F. A. & Lacerda, L. D. (eds). Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2000.

DANOSO, J. P. **Som e Acústica: Ondas sonoras.** Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica_arquitetura/12_som_acustica_1.pdf> Acesso em 12 de outubro de 2018.

GUIMARÃES, F. P. B. B.; TINOCO, M. S. **Estudos preliminares da paisagem sonora do Parque das Dunas, remanescente de restinga da cidade do Salvador.** 19ª Semana de Mobilização Científica da UCSAL, 2016.

HALFWERK, W. et al. **Negative impact of traffic noise on avian reproductive success.** Journal of Applied Ecology, n.48, p.210–219, 2011.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** Brasília, DF, 2016.

KRAUSE, B. L. **Bio-Acoustics: Habitat ambience and Ecological Balance.** Whole Earth Review, n.57, Winter, 1987.

_____. **The Niche Hypothesis: A virtual symphony of animal sounds, the origins of musical expression and the health of habitats.** The Soundscape Newsletter. n.06, 1993.

LACERDA, F. L.; AGUIAR, C. E. **Qualidade acústica da sala de aula.** Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2018_Marcio_Lacerda/material_instrucional_marcio_lacerda-1.pdf> Acesso em 12 de outubro de 2018.

LADIN – LABORATÓRIO DE DINÂMICA E INSTRUMENTAÇÃO. Disponível em: <<http://www.ladin.usp.br/ROBAS.html>> Acesso em 05 de dezembro de 2017.

MAXIMINIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem.** UFPR. Curitiba: n.8, p. 83-91, 2004.

PIERETTI, N.; FARINA, A.; MORRI, D. **A new methodology to infer the singing activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI).** In: Ecological Indicators. p. 868–873. Elsevier, 2011.

PIJANOWSKI, B. C. *et al.* **What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science.** Landscape Ecol, 2011.

_____. **Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape**. American Institute of Biological Sciences, 2011.

REIS, H. B. R.; GONZAGA, L. P. **Análise da Distribuição Geográfica das Aves das Restingas do Estado do Rio de Janeiro**. In: Esteves, F. A. & Lacerda, L. D. (eds). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2000. p.165-178.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 42.929 de 18 de abr. de 2011. **Cria o Parque Estadual da Costa do Sol e dá outras providências**, Rio de Janeiro, RJ, abr 2011.

ROCHA, C. F. D. *et al.* **A Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: RiMa, 2003.

RODRIGUÉSIA. **Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Vol.60, n.l. 2009.

SALEME, F.; KURTZ, B. C. **Fichas dos Seres do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio: A Restinga de Massambaba**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Biodiversidade, 2016.

SILVA, M. L. **Comunicação sonora animal**. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/lobio/AulasAnimaliaIeIIIdpdf/AnimaliaIII/aula%20comunicacao.pdf>> Acesso em 15 de agosto de 2017.

SILVA, M. L.; VIELLIARD, J. **A Bioacústica como ferramenta de pesquisa em Comportamento animal**. In: Grauben Assis, Regina Brito e William Lee Martin. (Org.). *Estudos do Comportamento II*. UFPA, v.II, p.141-156, Belém, 2010.

SLABBEKOORN, H.; BOER-VISSER, A. **Cities Change the Songs of Birds**. Leiden: Elsevier, 2006.

VIELLIARD, J. M. E. **O Uso da Bio-Acústica na Observação de Aves**. II Encontro Regional de Anilhadores de Aves. UFRJ. Rio de Janeiro, 1987.

WILDLIFE ACOUSTICS. **Song Meter SM4**. Disponível em: <<https://www.wildlifeacoustics.com/store#song-meter-sm4>> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

ANEXO A – Alguns equipamentos existentes no mercado.

Para realização dos estudos sobre a paisagem acústica é necessário capturar, registrar e analisar os sons capturados, em que existe no mercado uma grande variedade de equipamentos que podem ser utilizados para captura e registro dos sons. Abaixo pode-se observar as especificações de alguns equipamentos e seus valores, baseados na cotação média do dólar (R\$ 3,73) no mês de Outubro de 2018.

Item	Gravador	Memória integrada	Entrada para SD	Resposta de frequência do microfone integrado	Valor
1	Song Meter SM4	Não	Sim	20 Hz – 48000 Hz	R\$ 3.166,77
2	Hand-held Analyzer 2250-S	Não	Sim	0,5 Hz – 20000 Hz	R\$ 42.961,94
3	Sony PCMD100	32 GB	Sim	20 Hz – 20000 Hz	R\$ 2.890,71

Fonte: 1 – Wildlife acoustics; 2 - Brüel & Kjær; 3 – Amazon.

ANEXO B – Algumas espécies que podem ser encontradas nas áreas de estudo e sua classificação quanto ao risco de extinção.

Item	Táxon	Nome-comum	Categoria
1	<i>Mimus gilvus antelius</i>	Sabiá-da-praia	Não há
2	<i>Liolaemus lutzae</i>	Lagartinho-branco-da-praia	Criticamente em Perigo (CR)
3	<i>Scinax littoreus</i>	Perereca-da-bromélia	Não há
4	<i>Formicivora littoralis</i>	Formigueiro do litoral	Em Perigo (EN)

Fonte: ICMBio, 2016.



Fonte: 1, 2 e 3 – SALEME E KURTZ, 2016; 4 – Acervo do PECS/INEA.

ANEXO C – Lista das espécies de vertebrados terrestres endêmicas do Estado do Rio de Janeiro.

AMPHIBIA

ORDEM ANURA

Família Brachycephalidae

Brachycephalus vertebralis Pontal, 2001

Brachycephalus didactylus (Izecksohn, 1971)

Família Bufonidae

Melanophryniscus moreirae (Miranda-Ribeiro, 1920)

Família Dendrobatidae

Colosthetus carioca (Bokermann, 1967)

Família Hylidae

Gastrotheca albolineata (A. Lutz & B. Lutz, 1939)

Hyla carvalhoi Peixoto, 1981

Hyla fluminea Cruz & Peixoto, 1985 “1984”

Hyla gouveai Peixoto & Cruz, 1992

Hyla musica B. Lutz, 1948

Hyla pseudomeridiana Cruz, Casamaschi & Dias, 2000

Scinax albicans (Bokermann, 1967)

Scinax cardosoi (Carvalho e Silva & Peixoto, 1991)

Scinax humilis (B. Lutz, 1954)

Scinax littorea (Peixoto, 1989)

Família Leptodactylidae

Crossodactylus grandis B. Lutz, 1951

Crossodactylus pintoii Cochran, 1938

Cycloramphus carvalhoi Heyer, 1983

Cycloramphus ohausi (Wandolleck, 1907)

Cycloramphus stejnegeri (Noble, 1924)

Eleutherodactylus erythromerus Heyer, 1984

Eleutherodactylus gualteri B. Lutz, 1974

Eleutherodactylus holti Cochran, 1948

Eleutherodactylus otavioi Bokermann, 1965
Euparkerella brasiliensis (Parker, 1926)
Euparkerella cochranæ Izecksohn, 1988
Hylodes charadranaetes Heyer & Cocroft, 1986
Hylodes glaber (Miranda-Ribeiro, 1926)
Hylodes nasus (Lichtenstein, 1823)
Hylodes regius Gouvêa, 1979
Megaelosia lutzæ Izecksohn & Gouvêa, 1987 “1985”
Paratelmatobius lutzii B. Lutz & Carvalho, 1958
Physalaemus soaresi Izecksohn, 1965

REPTILIA

SUBORDEM LACERTILIA

Família Tropicariidae

Liolaemus lutzæ Mertens, 1938

Família Teiidae

Cnemidophorus littoralis Rocha, Araújo, Vrcibradic & Mamede, 2000

SUBORDEM AMPHISBAENIA

Família Amphisbaenidae

Leposternon scutigerum (Hemprich, 1829)

SUBORDEM SERPENTES

Família Anomalepididae

Liotyphlops guentheri (Boulenger, 1889)

AVES

ORDEM PASSERIFORMES

Família Formicariidae

Myrmotherula fluminensis Gonzaga, 1988

Formicivora littoralis Gonzaga & Pacheco, 1990

Formicivora erythronotos Hartlaub, 1852

Família Cotingidae

Tijuca condita Snow, 1980

Calyptura cristata (Vieillot, 1816)

MAMMALIA

ORDEM DIDELPHIMORPHIA

Monodelphis theresa Thomas, 1921

ORDEM PRIMATES

Leontopithecus rosalia (Linnaeus, 1766)

ORDEM RODENTIA

Trinomys eliasi (Pessoa, Oliveira & Reis, 1992)

Fonte: A Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica (ROCHA, C. F. D. *et al.*, 2003, p. 54).

ANEXO D – Lista das espécies de vertebrados terrestres ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro.

AMPHIBIA

ORDEM ANURA

Família Leptodactylidae

Thoropa petropolitana (Wandolleck, 1907)

Paratelmatobius lutzii B. Lutz & Carvalho, 1958

Holoaden bradei B. Lutz, 1958

Holoaden luederwaldti Niranda-Ribeiro, 1920

REPTILIA

SUBORDEM LACERTILIA

Família Tropiduridae

Liolaemus lutzae Mertens, 1938

SUBORDEM SERPENTES

Família Viperidae

Bothrops bilineatus (Wied, 1825)

Lachesis muta rhombeata (Linnaeus, 1766)

SUBORDEM COCODILIA

Família Alligatoridae

Caiman latirostris (Daudin, 1802)

AVES

ORDEM TINAMIFORMES

Família Tinamidae

Titamus solitarius (Vieillot, 1819)

Crypturellus variegatus (Gmelin, 1789)

Crypturellus noctivagus (Wied, 1820)

ORDEM PELICANIFORMES

Família Anhingidae

Anhinga anhinga (Linnaeus, 1766)

ORDEM CICONIFORMES

Família Ardeidae

Tigrisoma fasciatum (Such, 1825)

Família Threskiornitidae

Eudocimus ruber (Linnaeus, 1758)

Família Ciconidae

Ciconia maguari (Gmelin, 1789)

ORDEM ANSERIFORMES

Família Anatidae

Dendrocygna bicolor (Horsfield, 1824)

Cairina moschata (Linnaeus, 1758)

Sarkidiornis melanotos (Pennant, 1769)

ORDEM CATHARTIFORMES

Família Cathartidae

Sarcoramphus papa (Linnaeus, 1758)

ORDEM FALCONIFORMES

Família Accipitridae

Accipiter poliogaster (Temminck, 1824)

Leucopternis lacernulata (Temminck, 1827)

Busarellus nigricollis (Latham, 1790)

Morphnus guianensis (Daudin, 1800)

Harpia harpyja (Linnaeus, 1758)

Spizastur melanoleucus (Vieillot, 1816)

Spizaetus ornatos (Daudin, 1801)

Falco deiroleucus (Temminck, 1825)

ORDEM GALLIFORMES

Família Cracidae

Crax blumenbachii (Spix, 1825)

Pepile jacutinga (Spix, 1825)

ORDEM GUIFORMES

Família Rallidae

Heliornis fulica (Boddaert, 1783)

ORDEM CHARADRIIFORMES

Família Laridae

Larus maculipennis (Lichtenstein, 1823)

Phaetusa simplex (Gmelin, 1789)

ORDEM COLUMBIFORMES

Família Columbidae

Columba speciosa Gmelin, 1789

Claravis godefrida (Temminck, 1811)

ORDEM PSITTACIFORMES

Família Psittacidae

Ara araruana (Linnaeus, 1758)

Ara chloroptera (Gray, 1859)

Aratinga auricapilla (Kuhl, 1820)

Pyrrhura cruentata (Wied, 1820)

Pyrrhura leucotis (Kuhl, 1820)

Touit melanonota (Wied, 1820)

Touit surda (Kuhl, 1820)

Amazona rhodocorytha (Salvadori, 1890)

Amazona vinacea (Kuhl, 1820)

Amazona farinosa (Boddaert, 1783)

Triclaria malachitacea (Spix, 1824)

ORDEM CUCULIFORMES

Família Cuculidae

Dromococcyx pavoninus Pelzeln, 1870

Nemorhus geoffroyi (Temminck, 1820)

ORDEM CAPRIMULGIFORMES

Família Nyctibidae

Nyctibius grandis (Gmelin, 1788)

ORDEM PICIFORMES

Família Bucconidae

Manasa morphoeus (Hahn & Küster, 1823)

Chelidoptera tenebrosa (Pallas, 1782)

Família Galbulidae

Jacamaralcyon tridactyla (Vieillot, 1817)

Família Rhamphastidae

Pteroglossus aracari (Linnaeus, 1758)

Família Picidae

Piculus chrysochloros (Vieillot, 1818)

ORDEM PASSERIFORMES

Família Formicariidae

Dysithamnus plumbeus (Wied, 1831)

Myrmotherula minor Salvadori, 1867

Myrmotherula urosticta Sclater, 1857

Formicivora littoralis Gonzaga & Pacheco, 1990

Formicivora erythronotos Hartlaub, 1852

Família Furnariidae

Thripophaga macroura (Wied, 1821)

Sclerurus mexicanus Sclater, 1857

Família Dendrocolaptidae

Xiphorhynchus picus (Gmelin, 1788)

Família Tyrannidae

Onychorhynchus coronatus (Müller, 1776)

Ornithion inerme Hartlaub, 1853

Phylloscartes oustaleti (Sclater, 1887)

Phylloscartes sylviolus (Cabanis & Heine, 1859)

Rhynchocyclus olivaceus (Temminck, 1820)

Platyrrinchus leucoryphus Wied, 1831

Família Pipridae

Pipra rubrocapilla Temminck, 1821

Pipra pipra (Linnaeus, 1758)

Neopelma aurifrons (Wied, 1831)

Família Cotingidae

Pyroderus scutatus (Shaw, 1792)

Carpornis melanocephalus (Wied, 1820)

Cotinga maculata (Müller, 1776)

Xipholena atropurpurea (Wied, 1820)

Lipaugus lanioides (Lesson, 1844)

Piprites pileatus (Temminck, 1822)

Família Muscicapidae

Ramphocaenus melanurus Vieillot, 1819

Polioptila láctea Sharpe, 1885

Família Mimidae

Mimus gilvus (Vieillot, 1807)

Família Emberezidae

Schistochlamys melanopis (Latham, 1790)

Tangara velia (Linnaeus, 1758)

Tangara mexicana (Linnaeus, 1766)

Chlorophanes spiza (Linnaeus, 1758)

Sporophila frontalis (Verreaux, 1869)

Sporophila falcirostris (Temminck, 1820)

Sporophila collaris (Boddaert, 1783)

Oryzoborus maximiliani Cabanis, 1851

Oryzoborus angolensis (Linnaeus, 1766)

Amauropiza moesta (Hartlaub, 1853)

Passerina brissonii (Lichtenstein, 1823)

MAMÍFEROS

ORDEM DIDELPHIMORPHIA

Família Didelphidae

Lutreolina crassicaudata (Desmarest, 1804)

Monodelphis theresa Thomas, 1921

ORDEM XENARTHRA

Família Myrmecophagidae

Myrmecophaga tridactyla Linnaeus, 1758

Família Bradypodidae

Bradypus torquatus Illige, 1811

Família Dasypodidae

Priodontes maximus (Kerr, 1792)

ORDEM CHIROPTERA

Família Phyllostomidae

Artibeus cinereus (Gervais, 1856)

Chiroderma doriae Thomas, 1891

Diaemus youngi (Jentink, 1893)

Lonchophylla bokermanni Sazima, Vizotto & Taddei, 1978

Mimon bennettii (Gray, 1838)

Mimon crenulatum (É. Geoffroy, 1810)

Phylloderma stenops Peter, 1865

Platyrrhinus recifinus (Thomas, 1901)

Família Natalidae

Natalus stramineus Gray, 1838

Família Thyropteridae

Thyroptera tricolor Spix, 1823

Família Vespertilionidae

Myotis ruber (É. Geoffroy, 1806)

ORDEM PRIMATES

Família Callitrichidae

Callithrix aurita (É. Geoffroy, 1812)

Leontopithecus rosalia (Linnaeus, 1766)

Família Cebidae

Brachyteles arachnoides (É. Geoffroy, 1806)

Callicebus nigrifrons (Spix, 1823)

ORDEM CARNIVORA

Família Mustelidae

Pteronura brasiliensis (Gmelin, 1788)

Família Felidae

Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758)

Leopardus wiedii (Schinz, 1821)

Panthera onca (Linnaeus, 1758)

Puma concolor (Linnaeus, 1771)

ORDEM PERISSODACTYLA

Família Tapiridae

Tapirus terrestris (Linnaeus, 1758)

ORDEM ARTIODACTYLA

Família Tayassuidae

Pecari tajacu (Linnaeus, 1758)

Tayassu pecari (Link, 1795)

Família Cervidae

Mazama americana (Erxleben, 1777)

Mazama gouazoubira (G. Fischer, 1814)

ORDEM RODENTIA

Família Muridae

Blarinomys breviceps (Winge, 1887)

Phaenomys ferrugineus (Thomas, 1894)

Rhagomys rufescens (Thomas, 1886)

Thaptomys nigrita (Lichtenstein, 1829)

Família Agoutidae

Agouti paca (Linnaeus, 1766)

Família Echimyidae

Kannabateomys amblyonyx (Wagner, 1845)

Trinomys eliasi (Pessoa, Oliveira & Reis, 1992)

Fonte: Adaptação de A Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica (ROCHA, C. F. D. *et al.*, 2003, p. 60).