



NOVA
UCSAL
UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR

Universidade Católica do Salvador
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

EFEITO DA PAISAGEM SONORA NA DETECTABILIDADE ACÚSTICA DE ANUROS

Salvador

2017

Francisco Péricles Branco Bahiense Guimarães

EFEITO DA PAISAGEM SONORA NA DETECTABILIDADE ACÚSTICA DE ANUROS

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre.

Orientador: Prof. Moacir Santos Tinoco, Ph.D.

Salvador

2017

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Mapa da região do Litoral Norte da Bahia. Em destaque, as duas áreas de estudo. Em verde, o Parque das Dunas, situado na cidade de Salvador na fronteira com o município de Lauro de Freitas e em vermelho o Parque Klaus Peters situado no distrito da Praia do Forte, município de Mata de São João..... 18**
- Figura 2- Lagoa da Vitória no Parque das Dunas, localizado na região de Stella Mares, possui a porção sudeste (SE) composta de casas residenciais e ao Norte (N) o Aeroporto Internacional de Salvador..... 20**
- Figura 3- Lagoa Timeantube no Parque Klaus Peters, situada numa das principais regiões turísticas do estado da Bahia, faz divisa em sua região sudeste (SE), por área antropizada, composta por residências, hotéis e diversos pontos comerciais e de entretenimento..... 21**
- Figura 4 - Gráfico do NMS (Escalonamento multidimensional não métrico) das espécies de anuros registradas em relação aos componentes da paisagem sonora. O ordenamento foi a partir das duas localidades, onde temos em vermelho o Parque Klaus Peters (PKP) e em Verde o Parque das Dunas (PDD). As amostras contidas na elipse I, foram agrupadas em relação as horas do dia, o bloco “A” (06:00hs às 14:00hs) predominante nesse agrupamento é referente ao horário da manhã, contendo tanto amostras do Parque Klaus Peters como do Parque das Dunas, baixa relação com a anurofauna e os componentes da paisagem sonora. A elipse II, se agruparam os horários do bloco “B” (14:00hs – 22:00hs) e “C” (22:00hs – 06:00hs) referentes exclusivamente ao Parque das Dunas, indicando uma baixa relação com a anurofauna e demais componentes da paisagem sonora. Na elipse III, agrupam –se os Blocos “B” e “C”, onde a relação da anurofauna e componentes da paisagem se apresenta com maior relevância, é predominante as amostras do Parque Klaus Peters, porem estão também presentes amostras do Parque das Dunas, esse agrupamento de amostras apresenta relação importante com a biofonia de insetos e antropofonia de atividade humana em geral, exatamente por isso apresentou os maiores níveis de decibéis do total das amostras. Na elipse IV, agruparam-se predominantemente amostras do bloco “A” das duas localidades, apresentando pouca presença da anurofauna, porém com significativa influência das biofonias de Aves..... 28**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Ocorrências de presença no total de gravações para as duas localidades de estudo. PKP representam as ocorrências no Parque Klaus Peters e PDD representam as ocorrências dos anuros no Parque Das Dunas. 27**
- Tabela 2 Resultados dos modelos testados no software Presence 10.9. a partir dos resultados do NMS ((Escalonamento multidimensional não métrico) do capítulo 2. O valor de “P” representa a detectabilidade das espécies, enquanto o “psi” representa a sua ocupação. 31**

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO GERAL	8
OBJETIVO GERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
REFERENCIAL TEÓRICO	11
CAPITULO 1: O EFEITO DA PAISAGEM SONORA SOBRE A DETECTABILIDADE DE ANUROS EM DOIS REMANESCENTES DE RESTINGA NA REGIÃO MTEROPOLITANA DE SALVADOR.	14
INTRODUÇÃO	14
METODOLOGIA	18
Área de Estudo	18
• Parque das Dunas	19
• Parque Klaus Peters	20
Material e Métodos	22
Dados de Ruído	23
Caracterização Sonora das Áreas de Estudo	23
• Agrupamento Temporal das Amostras	23
• Quantificação de sons da paisagem	23
Análise de Dados	24
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS	41

RESUMO

A poluição sonora é um problema cada vez mais evidente no cotidiano das grandes cidades no mundo moderno, e o efeito desse ruído antrópico em áreas naturais e urbanas tem sido alvo de inúmeras investigações. O estudo da paisagem sonora vem se tornando uma ferramenta importante para o entendimento da dinâmica acústica ambiental. A determinação do efeito da paisagem sonora sobre a detectabilidade acústica de anuros na região metropolitana de Salvador-BA, identificando e analisando os componentes acústico da paisagem, através de gravações de áudio automatizadas. 14 anuros em atividade acústica foram identificados em duas estações distintas, seca e chuvosa. O Escalonamento multidimensional não métrico (NMS) demonstrou como os componentes da paisagem sonora se organizam e relacionam com as espécies de anuros identificadas nas gravações. Nessa análise podemos observar a relação de algumas espécies de anuros com a covariante decibel (dBA), testamos modelos de detectabilidade a partir dessa variável ambiental e encontramos valores bem distintas, *Pseudopaludicola mystacalis* apresentou maior detectabilidade entre os anuros estudados ($p = 100\%$), seguido do *Scinax auratus* (89,6%) e *Leptodactylus vastus* ($p = 70,83\%$). O efeito da paisagem sonora nos anuros foi diferente para cada espécie estudada, enquanto o *P.mystacalis* parece não se incomodar com o nível de ruído das localidades o *L. vastus* mudanças comportamentais em ambiente mais ruidoso. Os estudos de Paisagens Sonoras são registros permanentes de acontecimentos de uma determinada localidade, numa determinada época. O que torna as gravações desse trabalho ferramentas importantes para análises futuras dessas duas áreas de estudos.

Palavras chaves: Monitoramento acústico, bioacústica, ARBIMON, Detectabilidade acústica, assinatura acústica

ABSTRACT

Sound pollution is a problem increasingly evident in the daily life of large cities in the modern world, and the effect of this anthropic noise in natural and urban areas has been the subject of numerous investigations. The study of the sound landscape has become an important tool for the understanding of environmental acoustic dynamics. The determination of the sound landscape effect on the acoustic detectability of anurans in the metropolitan region of Salvador-BA, identifying and analyzing the acoustic components of the landscape through automated audio recordings. 14 anurans in acoustic activity were identified in two distinct seasons, dry and rainy. Multidimensional non-metric Scheduling (NMS) showed how the components of the sound landscape are organized and related to the species of anurans identified in the recordings. In this analysis we can observe the relation of some species of anurans with the decibel covariant (dBA), we tested models of detectability from this environmental variable and found very distinct values, *Pseudopaludicola mystacalis* presented greater detectability among the studied anurans ($p = 100\%$), followed by *Scinax auratus* (89.6%) and *Leptodactylus vastus* ($p = 70.83\%$). The effect of the sound landscape on the anurans was different for each studied species, while the *P. mysyialis* seems not to be disturbed by the noise level of the localities *L. vastus* behavioral changes in noisy environment. The studies of Sonorous Landscapes are permanent records of events of a certain locality, in a determined epoch. What makes the recordings of this work important tools for future analysis of these two areas of study.

Key words: Acoustic monitoring, bioacoustics, ARBIMON, Acoustic detection, acoustic signature

INTRODUÇÃO GERAL

A paisagem sonora em uma localidade é composta por uma elevada diversidade de ruídos. Todo ruído é um som que se encaixa em alguma faixa de frequência nessa paisagem. Para obter sucesso na comunicação um som precisa se estabelecer dentro dessa paisagem acústica, usualmente em uma frequência que esteja livre para soar. Dentro dessa perspectiva um som para se destacar no ruído de fundo, além de estar sendo produzido a uma intensidade maior que a do ruído de fundo, precisa estar em uma amplitude de frequência que esteja livre, para que não ocorra mascaramento do sinal emitido, gerando assim distorções na recepção e percepção do som. Esse fato torna a qualidade do som de fundo essencial para a manutenção de atividades para espécies que se utilizam dos sinais acústicos em suas interações, sejam essas de forma interespecífica ou intraespecíficas, como o que acontece, por exemplo, entre aves e anfíbios.

A comunicação nos anuros é de fundamental importância, através da emissão de som, um macho consegue estabelecer território durante fase reprodutiva. O som ainda é capaz de trazer um repertório de informações deste indivíduo para permitir à fêmea, a escolha pelo macho mais apto para reprodução. (DUELLMAN e TRUEB, 1986) Apesar da importância desses processos de comunicação entre anuros, ainda não se tem ideia da eficiência desta atividade em um cenário acústico adverso, como acontece com a ação antrópica e principalmente em ambientes urbanos. (BEE e SWANSON, 2007)

O efeito do ruído antrópico nas comunidades de anuros em ambientes naturais tem sido investigado, ainda que de maneira discreta, e algumas dessas teorias começam a ganhar força. Uma delas, como em Warren e Madhusudankatti (2006), diz que a intensidade do ruído de fundo gerado, pode não afetar a comunicação de anuros que possuam uma amplitude de frequência baixa, ou seja, possuam sinais acústicos concentrados em um estreito intervalo de frequências em Hertz. Isso ocorreria pelo fato do canto com uma faixa específica de frequência ter maior probabilidade de se destacar dentro do panorama acústico. Como cada espécie de anuro possui sinais acústicos específicos, as espécies que possuem esta característica de canto, com baixa amplitude de frequência, tendem a ter vantagem na comunicação em um ambiente ruidoso (WARREN e MADHUSUDANKATTI, 2006).

Outra teoria aponta para uma maior resiliência a influência do ruído antrópico, em indivíduos que vocalizavam em coro ou disputa. Esse comportamento estaria fazendo os indivíduos vocalizarem em um limite acima do normal para a espécie, já que estes precisam se esforçar para destacar seu chamado em meio à disputa natural interespecífica, ou seja, sobrepor seu chamado acima do ruído de fundo. (LENGAGNE, 2008)

Ainda com relação ao ruído antrópico, existem diversos tipos de ruídos de origem humana e com características acústicas diversas, sendo assim, se torna necessário uma investigação a respeito desses tipos distintos de sons e suas consequências na biodiversidade. Para isso um mapa acústico de modelagem e ocupação do ruído urbano e nas áreas naturais torna-se ferramenta importante na gestão do ruído urbano em proximidade a áreas naturais. (BARBER, CROOKS e FRISTRUP, 2010)

Atualmente a regulação que trata de poluição sonora no Brasil, não regimenta critérios específicos com relação a impactos em áreas naturais e muito menos em relação à biodiversidade. Sendo que a normativa que estabelece os parâmetros mínimos de poluição sonora, NBR 10.151 e NBR 10.152, apresentam apenas regulação para ambientes antropizados (sítios e fazendas, zonas industriais e urbanas) não trazendo parâmetros específicos para um controle da poluição sonora em ambientes naturais e nenhuma regulamentação a respeito do efeito desse ruído antropogênico na biodiversidade local. A lei municipal de poluição sonora, lei municipal nº5354/98 e 5503/99, estabelece um limite de 70 dB (A) das 07 h às 22 h, 60 dB (A) das 22h às 07h, porém não se tem ideia de que impactos essa quantidade de ruído pode causar aos animais que dependem do recurso da vocalização para completarem o ciclo da vida.

Diante desse panorama, a importância de se compreender melhor os efeitos causados pelo excesso de ruído nas áreas naturais precisam ser avaliados. Torna-se necessário, criar um modelo de gestão de ruído específico para áreas naturais que leve em consideração não apenas a quantidade de decibéis em uma localidade, mas a composição dos sons desse ambiente, bem como quais espécies estão presentes, para assim obter um resultado mais seguro de que tipo de influência os sinais acústicos podem impactar áreas de preservação ou refúgios da vida selvagem, em um panorama crescente de urbanização e ocupação das paisagens naturais.

OBJETIVO GERAL

Determinar o efeito da paisagem sonora sobre a detectabilidade acústica de anuros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a anurofauna através da detecção automatizada por bioacústica.
- Caracterizar a paisagem sonora nas localidades de interesse
- Analisar a detectabilidade da anurofauna em função da paisagem sonora.

Hipótese:

- Não existem alterações na detectabilidade acústica de anuros submetidos a diferentes paisagens sonoras da Região Metropolitana de Salvador

REFERENCIAL TEÓRICO

Reconhecendo-se que, como mencionado anteriormente, todo ruído é por essência um som que se propaga em dado ambiente, percebe-se então que através dos diversos séculos a vida selvagem vem se adaptando aos sons produzidos pela vida cotidiana dos grandes centros urbanos (BARBER, CROOKS e FRISTRUP, 2010). Visando compreender melhor como esses ruídos afetam o comportamento e adaptação da biodiversidade, alguns estudos foram realizados utilizando-se diversos táxons como modelos (FARINA, LATTANZI, *et al.*, 2011). Porém uma maior preocupação surgiu com os animais que necessitavam do recurso da vocalização para comunicação da espécie, principalmente quando esta comunicação é vital para a reprodução e assim a perpetuação das espécies. (FARINA e JAMES, 2016)

O ruído nas grandes cidades pode causar todo tipo de interferência e dano no mundo natural. As cidades, funcionando a pleno vapor, geram uma fonte de ruído inimaginável para o mundo animal. Esses ruídos antropogênicos são responsáveis por uma grande quantidade de adaptações nos tipos de chamadas em canto de aves e anuros. As fontes de ruído humano de origem antropogênica têm diversos geradores: ruído de transportes (aviões, carros e caminhões), ruído industrial (geradores de energia, máquinas de todo tipo) além de fontes de ruído intermitentes como obras, buzinas, festas populares, barulho de multidão (LENGAGNE, 2008)

A paisagem sonora, segundo alguns estudiosos (ALMO FARINA, 2014, p. 07-11) seria o estudo do repertório sonoro de uma determinada localidade. Sendo assim, é composta por todos os diversos sons presentes no ambiente. No intuito de facilitar a caracterização do tipo de som de uma localidade, ele caracterizou o som a partir da fonte emissora, e classificou o som em três (3) componentes da paisagem, igualmente como Metzger (2001), classificou os componentes da paisagem ecológica em seus estudos. O primeiro componente são os sons gerados a partir de um componente Geofônico, (cachoeiras, chuvas, ventos e terremotos) são denominados como **Geofonia**. Os sons gerados a partir de um componente biofônico (insetos, anfíbios, aves e mamíferos), são denominados como **Biofonia** e todos os sons gerados a partir de um componente

antropofônico (trânsito terrestre, trânsito aéreo, som de pessoas conversando, máquinas entre outros.) denominou-se como *Antropofonia*.

Os sons antropogênicos são os principais responsáveis pelas mudanças na paisagem sonora, uma vez que estes são os elementos novos causando distúrbios. Eles inibem a percepção do som, em um efeito chamado de mascaramento do sinal acústico, que naturalmente evoluiu em todas as paisagens, alguns estudos apontam uma mudança nas vocalizações das espécies que sofrem esse novo efeito do ruído, neste caso antrópico. (PIJANOWSKI, FARINA, *et al.*, 2011) As espécies animais passaram todo o tempo da sua existência se adaptando e evoluindo ao ruído de fundo e à paisagem acústica natural, porém, recentemente durante vários séculos, os ruídos produzidos por tecnologias humanas invadiram muitos habitats naturais e acrescentaram novas fontes sonoras estressoras ao ruído natural. (BARBER, CROOKS e FRISTRUP, 2010), este novo elemento da paisagem sonora, ainda está sendo compreendido pela biodiversidade que procura se adaptar a este. Enquanto o ruído, principalmente antropogênico, é considerado um problema para a vida dos seres humanos ao longo de décadas, este parece ter sido negligenciado na biologia da conservação, quanto aos seus efeitos juntos às espécies animais (PARRIS, VELIK-LORD e NORTH, 2009.), e principalmente como este afeta a composição da biodiversidade

Apesar da importância dos sinais acústicos nas atividades de reprodução de muitas espécies de anuros, poucos estudos investigam o potencial efeito negativo do ruído antrópico (LENGAGNE, 2008; WARREN e MADHUSUDANKATTI, 2006). Os machos de anuros vocalizam para atrair fêmeas para o acasalamento e para declarar a outros machos que um determinado território está ocupado. O chamado dos anuros é inato, diferentemente das aves que podem aprender (GIACOMA e CASTELLANO, 2001). O canto de anúncio ou acasalamento contém as principais informações sobre a identidade das espécies e motivação de um indivíduo para se reproduzir (GIACOMA e CASTELLANO, 2001)

As fêmeas de anuros tendem a selecionar os parceiros com base nas propriedades do canto, como frequência dominante (frequência com maior intensidade do canto), taxa de pulso (quantidade de pulso por segundos), amplitude (intervalo de frequência que o canto ocupa no espectro sonoro – ex:143Hz a 725Hz), taxa de canto (quantidade de pulso por segundos) e duração do canto (tempo de duração do canto em segundos), todas essas

informações acústicas em conjunto informam à fêmea sobre a “saúde” daquele macho e sua qualidade como reprodutor. As duas primeiras propriedades são consideradas estáticas, porque tendem a variar menos de indivíduo para indivíduo do que as outras propriedades do canto (GERHARDT e SCHWARTZ, 2001) Geralmente as fêmeas tendem a selecionar machos que emitem cantos mais difíceis de serem produzidos, indicando que o indivíduo é saudável e vigoroso, com acesso a qualidade de recursos (WALDMAN, 2001; RYAN e RAND, 2001)

Apesar do canto de anúncio ser geralmente uma propriedade estática, em disputas vocais, algumas espécies podem alterar certas características do canto como amplitude, duração e taxa de canto, porém não o fazem por longo período por ser energeticamente dispendioso (GERHARDT e SCHWARTZ, 2001). Muitos machos podem fazer esse tipo de manobra acústica, como forma de se sobrepôr ao ruído de fundo, como o de origem antrópica.

Estudos sugerem que espécies de anuros podem ser influenciadas de formas diferentes por um mesmo ruído (SUN e NARINS, 2005; WARREN e MADHUSUDANKATTI, 2006). Estes autores, ainda, demonstram que animais que possuem sua comunicação em uma largura de banda estreita (amplitude da frequência), têm melhor adaptação ao ruído antropogênico pelo fato desse som romper com mais facilidade o mascaramento do ruído de fundo. SUN e NARINS (2005), WARREN e MADHUSUDANKATTI, (2006) e LENGAGNE, (2008), observaram em seus estudos, que machos vocalizando em coro, estimulados pela disputa, são menos susceptíveis a influência de outras fontes de ruído. Isso, pois já estariam ajustando as suas estruturas de canto, temporais ou de frequência, para aumentar a eficiência na transferência de informação durante a disputa, a fim de melhorar sua comunicação, garantindo assim seu sucesso reprodutivo.

CAPITULO 1: O EFEITO DA PAISAGEM SONORA SOBRE A DETECTABILIDADE DE ANUROS EM DOIS REMANESCENTES DE RESTINGA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR.

INTRODUÇÃO

A *Antropofonia* é cada vez mais presente nos ambientes naturais, é o componente da paisagem sonora de maior impacto na geração de agentes estressores acústicos. (ALMO FARINA, 2014) Esse componente da paisagem sonora ocupa cada vez mais espaço dentro do espectro de frequência acústico, competindo com todos os outros componentes da paisagem sonora: *Geofonia* e *Biofonia*. (SUEUR e FARINA, 2015).

Os efeitos da exposição da fauna à poluição sonora, já foram estudados em diversos táxons como aves (SLABBEKOORN e PEET, 2003) (HERRERA-MONTES e AIDE, 2011), anuros (SUN e NARINS, 2005; LENGAGNE, 2008; PARRIS, VELIK-LORD e NORTH, 2009.) e insetos (MORLEY, JONES e RADFORD, 2013 ; COSTELLO e SYMES, 2014). Para os anuros, muito foi descrito sobre as estratégias desses animais em adaptar-se às condições ambientais ruidosas. Essa adaptação geralmente interfere na relação de gasto energético por obrigarem esses animais a um esforço extra para romper os sinais de ruído de fundo, obtendo sucesso assim na sua comunicação em uma determinada paisagem acústica.

A função ecológica dos sinais acústicos dos anuros, é bem conhecida, seguindo este pensamento, PARRIS, VELIK-LORD e NORTH, (2009), em seu estudo sobre a influência do ruído em anuros, concluíram que as espécies de anuros são influenciadas de forma diferente por um mesmo ruído de fundo, ocasionando adaptações específicas para cada espécie. Sendo assim, enquanto um ruído pode causar uma diminuição na atividade de canto de uma espécie, esse mesmo ruído pode causar um aumento da atividade de canto em outras, sendo este um aspecto importante para compreender esta dinâmica. Deste modo, o estudo dos efeitos do ruído ambiental na comunidade de anuros precisa ser melhor compreendido para que se possa propor maneiras mais eficientes de monitoramento junto às ferramentas de planejamento ambiental, principalmente em regiões onde a influência antrópica é mais marcante (Vide Apêndice I).

A restinga, enquanto ecossistema compoendo o bioma da Mata Atlântica, está inserida em uma paisagem costeira, sob forte pressão antrópica. Neste cenário possui uma riqueza significativa de espécies de anuros (TINOCO, 2014), apresentando uma das diversidades de espécies mais expressivas da região e maior que localidades com maiores extensões de habitat natural preservado (TINÔCO e GRIFFITHS, 2016)

Por apresentar, tamanha riqueza de espécies, 89 espécies de anfíbios (TINOCO e GRIFFITHS, 2016), sob forte fragmentação desse ecossistema pela atividade humana e a constante influência da presença antrópica na paisagem sonora deste bioma, torna-se necessário investigar a composição de espécies de anuros nas localidades de estudo, e principalmente compreender sua interação com a paisagem sonora. Essas investigações poderão viabilizar uma melhor compreensão e propor novas medidas para garantir a conservação deste ambiente tão diverso e tão exposto à atividade antrópica. A utilização de anuros como modelo de investigação parte do princípio desses animais precisarem estar próximo de corpos d'água para realizarem suas atividades ecossistêmicas e principalmente reprodutivas, além de utilizarem o canto (coaxar) como mecanismo social. Sendo assim, estão sujeitos a maior ação da atividade humana e do ruído gerado por essas atividades. (DUELLMAN e TRUEB, 1986, p. 97-103)

A investigação da composição acústica, utilizado um tipo de amostragem remota, já possui eficiência em amostragens de fauna de aves e anuros. (ACEVEDO, CORRADA-BRAVOC, *et al.*, 2009). Assim como foi utilizado por (CERQUEIRA e AIDE, 2016) na detecção e distribuição de uma espécie ameaçada. Essa metodologia, além de mais barata que inventários de procura visual por exemplo, que além de demandar muito tempo de levantamento com idas a campo. Ainda representam um registro permanente da atividade ecológica dos diversos tipos de táxons, podendo a qualquer momento ser acessada e novos estudos surgirem a partir das mesmas amostras (AIDE, CORRADA-BRAVO, *et al.*, 2013), sendo a principal vantagem o fato de ao mesmo tempo que registram a biodiversidade, também estão registrando os demais componentes da paisagem acústica. Esse tipo de metodologia, ainda tem a vantagem de não interferir no comportamento da comunidade de estudo em questão. As limitações relacionados a essa metodologia, dizem respeito a sazonalidade e condições ambientais, pois anuros tem ciclos de atividade acústica relacionados a períodos reprodutivos e condições ambientais, como por exemplo pluviosidade, o que torna difícil saber quando exatamente podem ser amostrados.

Entretanto, o ruído antrópico é responsável por causar alterações na dinâmica temporal, espacial e nos padrões diários da comunicação de animais, além de causar variações na composição das espécies em comunidades de animais afetada por sons antropogênicos (DUARTE, SOUSA-LIMA, *et al.*, 2015), desta forma sua investigação a partir de um estudo automatizado torna-se valioso.

O som em uma determinada região, possui uma assinatura acústica única que a tornam componente fundamental da paisagem. Essa assinatura acústica sofre modificação em relação ao tempo pois os componentes da paisagem sonora também se alternam dependendo da sazonalidade. (FARINA e JAMES, 2016). Sendo assim, a compreensão das diversas assinaturas acústicas de uma dada localidade e nesta a composição da biodiversidade, somam valor aos estudos ecológicos da bioacústica e se tornam essenciais no planejamento ambiental visando a conservação da biodiversidade.

Deste modo FARINA e JAMES, (2016) definem comunidade acústica, como uma agregação de espécies que produzem som usando ferramentas de produção de som interna ou extra corporal. Nesse contexto a comunidade acústica também pode sofrer influência da sazonalidade da fauna e dos eventos geológicos, porém a atividade humana ainda é a principal causadora de mudanças na paisagem sonora natural. (PIJANOWSKI, VILLANUEVA-RIVERA, *et al.*, 2014)

Os estudos de nicho ecológico (acústico) como uma ferramenta para a compreensão dos padrões de distribuição geográfica e como essa distribuição influencia os organismos e a paisagem sonora dos ambientes naturais, são de vital importância para compreender a dinâmica local, gerando informações para tomadas de decisões e estratégias para seleção de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade ou para a mitigação dos impactos antrópicos. (FARINA, JAMES, *et al.*, 2014)

A pesquisas da paisagem sonora são cada vez mais frequentes, devido aos crescentes estudos demonstrarem as consequências ambientais da introdução de sons antropogênicos em ambientes naturais. Surgindo a necessidade de se criar modelos que possam prever a ocupação e distribuição das espécies e para tentar remediar os efeitos da exposição daquele sistema ao ruído antrópico deletério, buscando formas de compensar os efeitos dessas alterações ambientais antrópicas. (CERQUEIRA e AIDE, 2016)

Os métodos de modelagem de ocupação e detectabilidade de espécies são ferramentas matemáticas que associam um conjunto de variáveis ambientais à presença de determinada espécie, formulando algoritmos específicos que ajudam no entendimento de padrões de distribuição e detectabilidade se tornando uma importante ferramenta para tomadas de decisão (MACKENZIE, NICHOLS, *et al.*, 2002)

Na condição de últimos remanescentes urbanos de restinga, em seus municípios da Região Metropolitana do Salvador, o Parque das Dunas e o Parque Klaus Peters oferecem dois importantes substratos para estudos de ruído ambiental em ecossistemas preservados e em lagoas perenes, relacionando a comunidade de anuros local ao ruído antrópico típico de cada localidade. Este estudo visa investigar e compreender, juntamente, os efeitos da paisagem sonora no comportamento bioacústico da composição das assembleias de anuros em dois momentos distintos nesses dois remanescentes.

METODOLOGIA

O presente estudo, buscou encontrar padrões da paisagem sonora em áreas distintas com mesma fitofisionomia. Avaliou como os parâmetros ambientais e sonoros, através dos seus componentes, podem interferir ou não na comunidade de anuros dessas regiões. Sendo assim, investigamos a relação do ruído antrópico na comunicação e composição das duas comunidades de anuros.

Área de Estudo

Foram escolhidas duas áreas de restinga localizadas na região nordeste do estado da Bahia. Esta que se estende desde a região metropolitana da cidade do Salvador, até o limite com a região costeira do estado do Sergipe. Compreendendo uma fitofisionomia peculiar, com lagoas criadas pelo afloramento do lençol de águas subterrâneas e dunas de areias brancas derivadas do processo das transgressões e regressões marinhas ao longo dos milênios. Esta formação está inserida no domínio morfoclimático do bioma da Mata Atlântica.



Figura 1- Mapa da região do Litoral Norte da Bahia. Em destaque, as duas áreas de estudo. Em verde, o Parque das Dunas, situado na cidade de Salvador na fronteira com o município de Lauro de Freitas e em vermelho o Parque Klaus Peters situado no distrito da Praia do Forte, município de Mata de São João.

Analisamos duas localidades com fitofisionomia semelhante, uma em Salvador e outra Mata de São João. Essas áreas foram selecionadas a fim de gerar comparativo, entre áreas com urbanização diferenciadas e contextos históricos de ocupação distintos no território.

- **Parque das Dunas**

Dessas duas áreas, uma delas o Parque das Dunas (-12.917152; -38.31974), localizado no bairro de Stella Mares no município de Salvador, apresenta-se inserido na APA do Abaeté, composto pela bacia do rio Ipitanga (ao norte), e representa o último remanescente de restinga do município de Salvador, tem como principal característica a proximidade à oeste com o aeroporto internacional de Salvador. O parque tem a sua porção leste margeada pela rua José Augusto Tourinho Dantas, que separam a localidade de condomínios residenciais posicionados ao longo da costa do bairro de Stella Mares. O tráfego aéreo, terrestre e a proximidade dessas residências, e o fato de ser o último remanescentes da formação de restinga da cidade do Salvador, oferecem um cenário complexo e rico para os estudos em paisagem sonora.

Último remanescente urbano de bioma de restinga, com 600 hectares, oferece lagoas perenes, excelentes para estudos de ruído ambiental relacionados a comunidade de anuros, principalmente pela proximidade do Aeroporto Internacional Luiz Eduardo Magalhães, importante agente estressor. O corpo d'água escolhido foi a Lagoa da Vitória, que se encontra a menos de 800 m de distância da pista de pousos e decolagem do Aeroporto Internacional de Salvador e a uma distância inferior a 1000 m da praia de Stella Maris.



Figura 2- Lagoa da Vitória no Parque das Dunas, localizado na região de Stella Mares, possui a porção sudeste (SE) composta de casas residenciais e ao Norte (N) o Aeroporto Internacional de Salvador.

- **Parque Klaus Peters**

A outra aérea em questão, o Parque Klaus Peter (-12.575169; -38.009087), também é parte de uma unidade de conservação, a APA do Litoral Norte da Bahia, inserido na bacia do rio Pojuca. Situado na localidade da Praia do Forte, município de Mata de São João, é o principal destino turístico no litoral norte da Bahia e um dos principais no Brasil. A região apresenta-se cercada por habitações (ao norte), comércio, restaurantes e casas de espetáculos (à leste) e estrada BA-99 (à oeste), o que tornam os estudos da paisagem sonora ideais pela diversidade de sons antropogênicos.

O local é um parque municipal do município de Mata de São João, tem 253 hectares, encontra-se inserido em uma paisagem de restinga e um dos principais remanescentes do município. É cercado pela lagoa represada do rio Timeantube, corpo d'água perene que também serve de fonte de recurso hídrico para parte da comunidade e empreendimentos turísticos locais. Os pontos de amostragens foram a borda do parque que fica distante 130 metros da avenida do farol, via principal acesso à Praia do Forte.

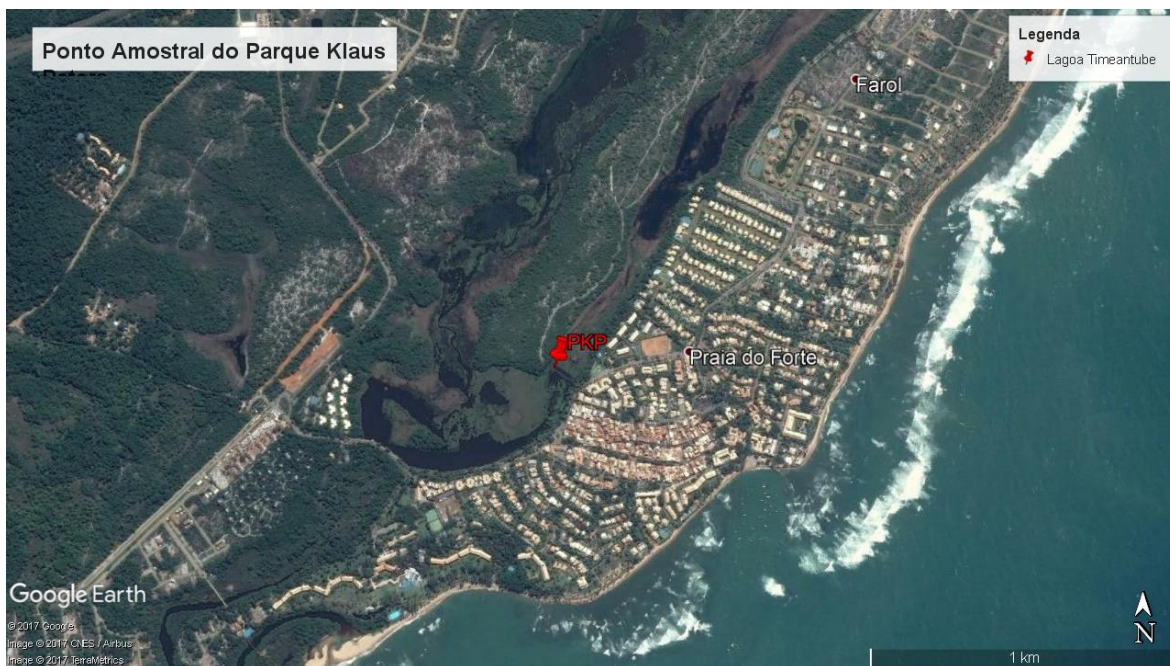


Figura 3- Lagoa Timeantube no Parque Klaus Peters, situada numa das principais regiões turísticas do estado da Bahia, faz divisa em sua região sudeste (SE), por área antropizada, composta por residências, hotéis e diversos pontos comerciais e de entretenimento.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em 2 campanhas distintas (estação seca e estação chuvosa) para cada localidade, de 01 a 07 de setembro de 2016 e 01 a 06 de novembro de 2016 no Parque das Dunas em Salvador e de 25 a 31 de agosto de 2016 e 11 a 15 de outubro de 2016, no Parque Klaus Peters em Mata de São João. Com gravações autônomas de 24 horas em 4 pontos amostrais distintos, com distância entre os pontos de 50 metros, para cada dia de amostragem.

As Gravações

As gravações foram realizadas com a utilização do aplicativo *ARBIMON touch*, (composto por um gravador smartphone fechado em uma caixa estanque com um conector externo ligado a um microfone externo omnidirecional e o aplicativo instalado para esta finalidade). As gravações foram armazenadas em arquivo com extensão WAV, função *Auto Gain* em + 20 dB e definições de amostragens ajustadas em intervalos de 10 minutos, com amostras de 1 minuto por 24 horas. Foram iniciadas sempre nos horários múltiplos de dez, portanto 0:00hs, 0:10hs, 0:20hs e assim por diante.

O período de gravação foi estabelecido em 24 horas de gravações por ponto de amostragens, assim cada ponto de amostragens produziu 144 gravações de 1 minuto por dia de amostragem. Todas as gravações foram depositadas na base de dados <https://arbimon.sieve-analytics.com/home>.

A análise destas gravações foi realizada pelo software *ARBIMON II*, de forma automatizada para minimizar o tempo de identificar a riqueza e abundância dos espécimes locais, nas muitas horas de gravação autônoma. O procedimento de análise automatizada, segue as diretrizes contidas no manual do *ARBIMON II* (<https://www.sieve-analytics.com/manuals-tutorial-workshops>).

Dados de Ruído

As amostras de ruído foram realizadas com a utilização do equipamento *Extech 407760 - Sound Level Meter USB Datalogger*, para as amostragens de dB (A), com taxa de amostragem de 1 em 1 minuto. O “*Call Adjust*” em -5, seguindo a recomendação do fabricante e fez leituras de ruído em períodos de 24 horas. O equipamento apresenta conformidade com os parâmetros para atender aos padrões ANSI e IEC 61672 Class 2.

Caracterização Sonora das Áreas de Estudo

- **Agrupamento Temporal das Amostras**

O período diário de 24 horas, foi dividido em 3 blocos iguais de 8 horas (sendo estes componentes acústicos diários). O início e fim de cada bloco foi definido de acordo com os parâmetros da atividade humana diária em dias úteis, sendo caracterizados como principalmente: horário comercial, meio de tarde e noite, e madrugada. Sendo assim, o bloco A compreende o período das 06:00 h até as 14:00 h, o bloco B das 14:00 h até as 22:00 h e o bloco C de 22:00 h até as 06:00 h.

- **Quantificação de sons da paisagem**

As gravações foram analisadas manualmente, identificando os sons ambientais a partir do seu agente emissor, foram separadas nas 3 categorias de som ambiental, Biofonia (Anfíbio, inseto, mamífero, aves), Geofonia (Vento e chuva) e Antropofonia (Atividade humana (vozes), trânsito terrestre; trânsito aéreo; máquinas). Nas gravações foram quantificadas a presença (1) ou ausência (0) de cada som específico em cada minuto de gravação, sendo assim não se quantificou o número de vezes que se repetiu em uma mesma amostra nas gravações daquele dia ou período amostral.

Analise de Dados

A partir da análise da paisagem sonora e das detecções dos anuros, após a aplicação dos métodos propostos acima, foram organizadas duas matrizes de dados. Uma matriz primária foi gerada a partir da soma das presenças de anuros (em atividade de canto apenas), identificados pela vocalização de forma autônoma, categorizados nos blocos de agrupamento temporal. Assim, a matriz principal da anurofauna contou com 48 objetos (blocos de horários por localidades e coletas) e 15 argumentos (anurofauna identificada nas gravações). O objetivo desta matriz é compreender o comportamento da organização da anurofauna nos diferentes blocos temporais e espaciais.

Foi igualmente produzida uma matriz secundária, que foi organizada a partir da soma das presenças dos componentes da paisagem sonora, *biofonias*, *antropofonias* e *geofonias*, além das médias das variáveis sonoras: decibéis e índice de complexidade acústica (ICA), agrupados nos blocos de agrupamento temporal. Sendo assim, a matriz secundária compõe-se de 48 objetos, referente aos blocos temporais por coleta e por localidade e 12 argumentos referente aos componentes da paisagem sonora e das variáveis acústicas coletadas: decibéis e ICA.

Utilizamos o software *PCORD6*, onde realizamos as análises de MRPP (Procedimento de Permutação e Respostas Múltiplas). Este procedimento de permutação é o mais indicado para comparar a composição de comunidades ecológicas, uma vez que não considera a necessidade de homocedasticidade nas amostras, condição dificilmente encontrada em comunidades ecológicas naturais. Foi empregado para testar a hipótese da existência de diferença estatística entre as composições e anuros entre as unidades amostrais, constituídas pelos blocos amostrais descritos acima. Para performance deste procedimento de permutação não paramétrico, utilizamos a matriz de distância Euclidiana, por considerar tratarmos aqui de dados discretos. O valor de alfa (p) foi considerado significativo quando menor ou igual a 0,05, e os valores de A (diferenças intragrupais) e T (diferenças intergrupais), foram considerados importantes quando $A \geq 0,30$ e $T > - 5,00$ (MCCUNE e GRACE, 2002).

Com o objetivo de compreender o padrão de organização da composição de riqueza de anuros nas duas localidades e em relação aos blocos temporais e principalmente como

esta organização se sobrepõe à paisagem sonora, foi utilizado o modelo de Escalonamento Multidimensional não Métrico (NMS). Esta análise multidimensional objetiva explicar o padrão da comunidade a partir da redução do número de eixos explicando esta variação e assim servindo de fonte de geração de parâmetros para a construção dos modelos de detectabilidade na paisagem sonora. Para esta análise multivariada foi utilizada a matriz de distância Euclidiana, e considerou-se um estresse médio de 25% com saudável, tendo em vista o comportamento não paramétrico das comunidades ecológicas naturais.

Para a modelagem de ocupação e detectabilidade (MACKENZIE, NICHOLS, *et al.*, 2002), foi gerada uma matriz de dados contendo as presenças e ausência individuais das espécies de anuros e criados modelos a partir dos parâmetros da paisagem sonora que apresentaram autovalores superiores a $\pm 0,500$, para a análise de escalonamento anterior, e que mostraram associação com as diferentes espécies nas análises anteriores. Para esta análise foram utilizados modelo de espécie única no software *Presence 10.9*. Foram considerados importantes os modelos com delta AIC (Akaike Information Critirium) entre 0 e 3,0, e que possuam número de parâmetros informativos até 10.

Como os componentes da paisagem sonora são influenciados principalmente pela biofonia e que está apresenta influência da sazonalidade, componentes da paisagem sonora e ambiental podem influenciar positivamente ou negativamente a detecção acústica dos anuros estudados.

Partindo do princípio de que a amostragem acústica acusa presença da espécie quando o anuro emite som, tratamos a detecção (P) nesse estudo como sempre constante (não influenciada pelas variáveis) nesse método de modelagem, visto que o anuro poderá ser detectado pelo método toda vez que emitir canto, ou seja, sempre que presente. Assim os anuros presentes nas localidades, apresentam, em tese, ocupação de 100% nas amostras.

O efeito dos elementos da paisagem sonora na ocupação (vocalização do anuro) resultará em valores de detecção variável em função dessas covariantes (espaciais ou temporais), modelamos então a relação das variáveis ambientais, a partir daquelas que melhor apresentaram ou revelaram um padrão na análise de NMS, na ocupação (psi) para determinar qual dessas variáveis podem nos informar sobre a detecção dos anuros pela vocalização. Deste modo propondo que a ocupação, mesmo que seja constante, terá sua detectabilidade alterada pela presença de algum ruído deletério.

RESULTADOS

Após finalização das duas campanhas por localidade, foram contabilizados apenas os anuros que apresentaram atividade de canto nas amostras. Foram realizadas 1500 gravações de 1 minuto para cada localidade, totalizando cinquenta horas de esforço amostral total. Foram utilizados 14 modelos de canto de anuros presentes na região do litoral norte da Bahia, e estes totalizaram a busca automática de anuros, nas duas áreas com a utilização do aplicativo ARBIMON II. Os modelos foram formados como descrito na metodologia, a partir de gravações realizadas nos diferentes pontos no litoral norte, e nas amostras deste estudo.

A partir da análise automatizada o aplicativo indicou a presença ou ausência de anuros no total de gravações. A atividade de canto foi registrada como um registro de presença naquela determinada amostra/gravação, não foi analisada a quantidade de vezes que uma determinada espécie emitiu chamado vocal. Sendo assim os resultados resumidos aqui não refletem a densidade de espécies de cada localidade, mais o percentual da presença da atividade de canto de cada espécie em todas as amostras.

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ANUROS NAS GRAVAÇÕES

ESPÉCIES	LOCALIDADE	
	PKP	PDD
Family Bufonidae		
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	12,3%	15,1%
Family Craugastoridae		
<i>Pristimantis ramagii</i> (Boulenger, 1888)	5,1%	4,9%
Family Hylidae (Hylinae)		
<i>Boana albomarginata</i> (Spix, 1824)	0,9%	1,7%
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	10,7%	8,6%
<i>Dendropsophus cruzi</i> (Pombal & Bastos, 1998)	0,5%	0,3%
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	29,6%	26,8%
<i>Oloolygon agilis</i> (Cruz and Peixoto, 1983)	81,1%	86,0%
<i>Phyllodytes luteolus</i> (Wied-Neuwied, 1824)	33,6%	61,4%
<i>Scinax auratus</i> (Wied-Neuwied, 1821)	36,2%	15,3%
<i>Scinax cretatus</i> Nunes and Pombal, 2011	8,9%	11,7%
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	29,2%	29,3%
<i>Scinax similis</i> (Cochran, 1952)	0,0%	0,6%

ESPÉCIES	LOCALIDADE	
	PKP	PDD
Family Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	1,7%	4,1%
<i>Leptodactylus natalensis</i> Lutz, 1930	29,2%	21,4%
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	83,0%	35,2%
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	16,7%	20,2%

Tabela 1 - Ocorrências de presença no total de gravações para as duas localidades de estudo. PKP representam as ocorrências no Parque Klaus Peters e PDD representam as ocorrências dos anuros no Parque Das Dunas.

A partir da análise de permutação, MRPP, utilizando como argumentos os 14 modelos (espécies) de busca automática e como objetos as 48 amostras subdivididas em seus blocos. Encontrou-se uma diferença estatística extremamente significativa entre as localidades, $p = 0.00000280$ ($T = -9.7317252$; $A = 0.06896545$), estes resultados indicam que as unidades amostrais são bastante diferentes em relação a composição da anurofauna. Quando avaliamos a composição da anurofauna em relação aos meses de amostragens, os resultados mostram um $p = 0.03311414$ ($T = -2.3029062$; $A = 0.11973984$), onde estes também apresentam diferenças significativas, ressaltando diferença importante na composição acústica dos anuros nas localidades entre cada período de amostragens. Quando organizamos as categorias em função dos blocos de horas, essas diferenças se mantiveram extremamente significativas ($p = 0.00000014$; $T = -9.8430896$; $A = 0.09973804$), deste modo, observamos diferenças estatísticas significativas na composição dos anuros ao longo do dia, entre as estações de coleta e entre as localidades.

O Escalonamento multidimensional não métrico (NMS), quando agrupamos as categorias pelas localidades (Figura 8), observamos como os componentes da paisagem sonora se organizam e relacionam com as espécies de anuros identificadas nas gravações. Nessa análise podemos observar a relação de algumas espécies de anuros com a covariante decibel (dBA), como por exemplo o *Pseudopaludicola mystacalis* (pse_mys), *Leptodactylus vastus* (Lep_fus), *Scinax auratus* (Sci_aur) e *Rhinella jimi* (Rhi_jim). (Figura 8)

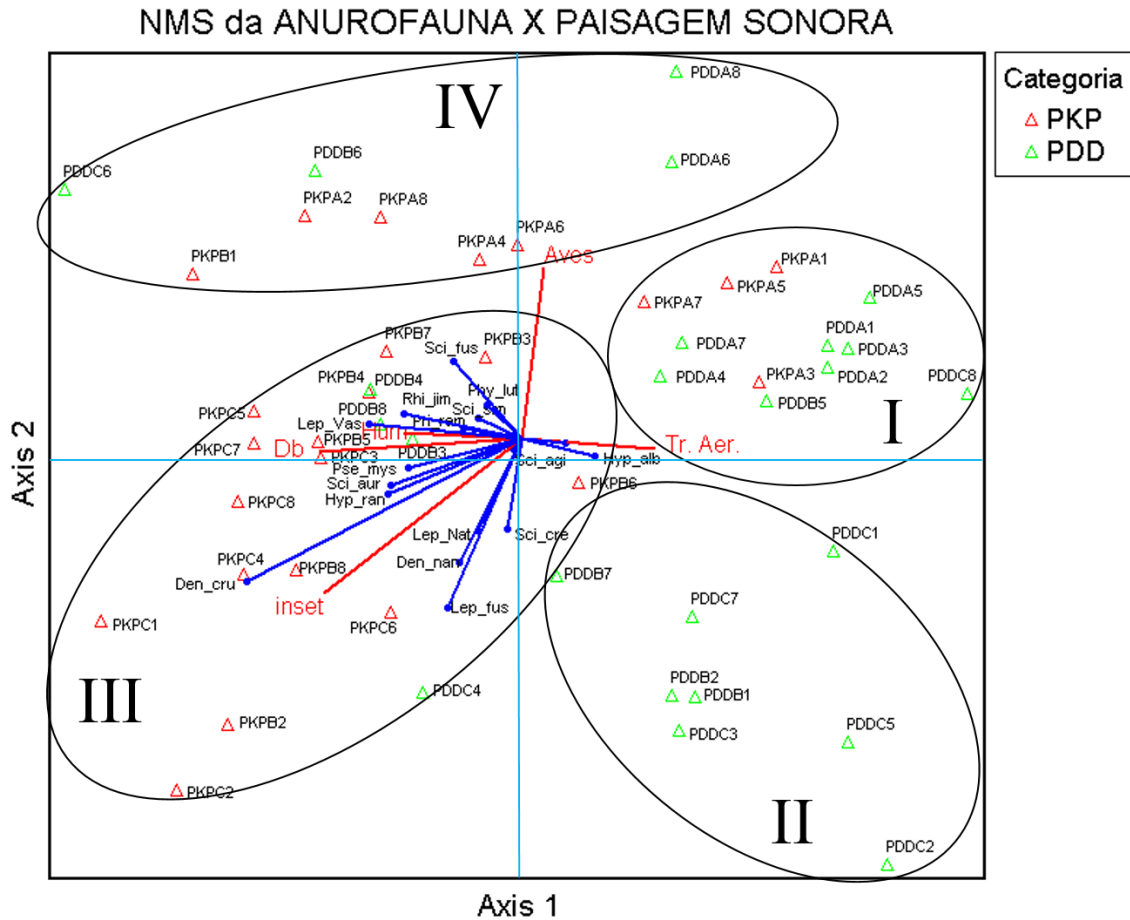


Figura 4 - Gráfico do NMS (Escalonamento multidimensional não métrico) das espécies de anuros registradas em relação aos componentes da paisagem sonora. O ordenamento foi a partir das duas localidades, onde temos em vermelho o Parque Klaus Peters (PKP) e em Verde o Parque das Dunas (PDD). As amostras contidas na elipse I, foram agrupadas em relação as horas do dia, o bloco “A” (06:00hs às 14:00hs) predominante nesse agrupamento é referente ao horário da manhã, contendo tanto amostras do Parque Klaus Peters como do Parque das Dunas, baixa relação com a anurofauna e os componentes da paisagem sonora. A elipse II, se agruparam os horários do bloco “B” (14:00hs – 22:00hs) e “C” (22:00hs – 06:00hs) referentes exclusivamente ao Parque das Dunas, indicando uma baixa relação com a anurofauna e demais componentes da paisagem sonora. Na elipse III, agrupam –se os Blocos “B” e “C”, onde a relação da anurofauna e componentes da paisagem se apresenta com maior relevância, é predominante as amostras do Parque Klaus Peters, porem estão também presentes amostras do Parque das Dunas, esse agrupamento de amostras apresenta relação importante com a biofonia de insetos e antropofonia de atividade humana em geral, exatamente por isso apresentou os maiores níveis de decibéis do total das amostras. Na elipse IV, agruparam-se predominantemente amostras do bloco “A” das duas localidades, apresentando pouca presença da anurofauna, porém com significativa influência das biofonias de Aves.

No NMS, ainda podemos observar o agrupamento das amostras em relação aos blocos de horas, mais do que em relação aos meses das coletas. Podemos observar que o bloco A referente ao horário da manhã e início da tarde, apresenta uma distribuição quase inexpressiva na ocupação acústica de anuros nas amostras, percebe-se que como esperado, a biofonia “aves” se agrupou perfeitamente a este bloco de hora. Os anuros se agrupam com maior intensidade ao bloco B, referente ao horário do meio ao fim da tarde e início da noite e com menor intensidade no Bloco C, referente ao horário da madrugada e início do dia seguinte.

A partir dos resultados do NMS (Escalonamento multidimensional não métrico), que ordenou a presença de todos os anuros, acusticamente ativos das duas localidades, com os parâmetros das variáveis ambientais e de decibéis por blocos de agrupamento temporal, esta resultou em espécies se relacionando com o nível de decibéis das amostras, o que pode indicar que elas encontram-se de alguma maneira susceptíveis aos efeitos positivos ou negativos dessa covariante, ou que a espécie está relacionada à própria geração de ruído na paisagem.

A ocupação (psi) em relação a variável dB(A) foi considerada constante em todos os modelos produzidos, pelos motivos já explicados anteriormente para todos as espécies de anuros testadas. O *Pseudopaludicola mystacalis* (2,8KHz - 7,0KHz) em sua taxa de ocupação constante, obteve detecção de 100% para uma média de decibéis de 36 dB(A), ou seja é detectado nesse nível médio de dB(A) independente de outros fatores. Isso indica que nos níveis de decibéis apresentados em todo o estudo, não foram determinantes para alterar o poder detecção do canto dessa espécie para este algoritmo.

Seguindo essa lógica, testamos modelos de detecção em outras 2 espécies de anuros com características de vocalização em coro como o *Scinax auratus* (2,2KHz - 4,8KHz) e *Scinax cretatus* (1KHz – 5,3 KHz) da família Hylidae, Subfamília Scinaxinae. Ao aplicar o algoritmo do modelo de detecção do *Scinax auratus* utilizando como covariante o nível de decibel, este modelo demonstrou que a espécie tem relação positiva com essa variável, a espécie pode ser encontrada em atividade de canto 89,5%, quando o decibel ambiental estiver em um índice médio de 36 dB(A). Por outro lado, o *Scinax cretatus* produziu uma taxa de detecção inferior para essa mesma média de decibel, ficando em 68,7%, indicando que esta espécie parece ser mais afetada por esta covariante.

A família dos Leptodactylidae, Subfamília Leptodactylinae, foram produzidos modelos de três (3) espécies que possuem características de cantos que ocupam regiões de baixa frequência distintamente estabelecidas. Esses anuros vocalizam em um intervalo de 143 Hz a 2500 Hz, região onde se concentra grande parte do som antropogênico (atropofonia). Sendo assim, a estimativa de detecção do *Leptodactylus vastus*, que possui seu canto (143Hz -725Hz) mais sobreposto pelas antropofonias, foi produzida e apresentou detectabilidade de 70,83% para os níveis médios totais das amostras de decibéis em 36 dB(A). O *Leptodactylus fuscus* (658Hz – 2412Hz) que possui, dentre os 3, canto com uma maior amplitude de frequência, apresentou uma taxa de detectabilidade de 91,6%. Por fim, o *Letodactylus natalensis* (631 – 2268 Hz) apresentou detectabilidade de 70% nesse modelo testado, indicando ser dentre as 3 espécies de Leptodactylidae testada, a menos detectada quando a ocupação for influenciada pelo decibel.

Por fim, testamos o *Dendropsophus nanus* (3741 – 7428 Hz), família: Hylidae Subfamília Dendropsophinae, que possui seu canto em uma região de frequência distante das baixas frequências geradas pelas antropofonias, foi produzido um modelo de detecção a partir deste nível de decibel. Podemos observar que sua detecção tem 66,6% de chance de ser encontrado nos níveis médios de decibel que ocorreram nas amostras, indicando ser uma espécie que pode ser mais influenciada negativamente pela covariante dB(A) ou outra variante. Ouve uma baixa detecção acústica desse anuro no período de amostragens o que pode indicar que, para essa espécie, as condições ambientais seriam mais relevantes para a emissão dos seus chamados do que a qualidade sonora do ambiente.

RESULTADOS DOS MODELOS TESTADOS

<i>Pse_mys</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	Psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	55.05	0.00	100.00	100.00	2	0.00	100.00	100.00
<i>Lep_vastus</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	Psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	99.52	0.00	0.2342	100.00	2	95.52	100.00	0.7083
<i>Sci_aur</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	Psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	68.16	0.00	100.00	100.00	2	64.16	100.00	0.8958
<i>Sci_cre</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	123.25	0.00	100.00	100.00	2	119.25	100.00	0.6875
<i>Sci_fus</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	59.07	0.00	0.5000	100.00	2	55.07	100.00	0.9167
<i>Lep_nat</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no.Par.	=- 2*LogLike	psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	119.90	0.00	100.00	100.00	2	115.90	100.00	0.7083
<i>Den_nan</i>	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Likelihood	no,Par,	=- 2*LogLike	psi	P
psi(dB(A.)),p(.)	126.21	0.00	0.2048	100.00	2	122.21	100.00	0.6667

Tabela 2 Resultados dos modelos testados no software Presence 10.9. a partir dos resultados do NMS ((Escalonamento multidimensional não métrico) do capítulo 2. O valor de “P” representa a detectabilidade das espécies, enquanto o “psi” representa a sua ocupação.

DISCUSSÃO

A diferença no período de vocalização das espécies altera significativamente a assinatura acústica da paisagem sonora. Pesquisas de PIJANOWSKI, FARINA, *et al.*, (2011) evidenciam que a introdução de novos componentes na paisagem sonora pode provocar ajustes nos sinais acústicos dos animais dessa localidade no intuito de minimizar a interferência desses sons pela competição dos espaços acústicos Krause (1987).

O *Leptodactylus vastus*, que aparece mais associado ao Parque Klaus Peters, apresenta igualmente relação com a variável decibel, porém, aparentemente com uma baixa a mediana influência dessa variável. Isto pode ser explicado pelo fato da espécie não apresentar um comportamento de canto em coro, sendo geralmente encontradas vocalizando em poças e isoladamente. A espécie foi detectada em alguns momentos, mostrando mudanças no horário de vocalização. Estes deixaram de emitir chamados em períodos com presença de sons antropogênicos de baixa frequência como por exemplo o som ao vivo de algumas casas de show nos períodos de final de semana, onde temos a atividade turística humana elevada na região de Praia do Forte, por exemplo. Vale ressaltar que esta localidade apresentou picos de decibéis superiores ao Parque das Dunas nos finais de semana.

Fato similar foi observado por (ZINA e HADDAD, 2005), que em condições de chuva forte, acompanhada de ventos e trovões, fizeram os indivíduos param de vocalizar, retornando após seu término. A atividade de vocalização do *L. vastus* no Parque Klaus Peters nos períodos de maior atividade turística, encerrou as 10:00hs, resultado que difere do encontrado por (ZINA e HADDAD, 2005) que registrou, durante os meses mais ativos, o termino da atividade de vocalização em torno das 04:00hs. Como a espécie em questão, possui um canto formado por uma única nota, ocupando um intervalo de frequência entre 143Hz a 725Hz, fica mais susceptível a sofrer o mascaramento de sinal por sons antrópicos dessa atividade turística, assim isto explica esta alteração dramática de comportamento, visto que nos finais de semana as casas de show podem permanecer em atividade até períodos próximos as 3 da manhã.

Devemos ter em mente que o som produzido pela atividade antrópica, em especial o som de bandas ao vivo em áreas naturais, atividade muito comum no estado da Bahia, possuem características de sons onde as baixas frequências são dominantes. Pereira e Castanheira (PEREIRA e CASTANHEIRA, 2011) fazem um relato muito minucioso de como a estética sonora colocou mais sons de baixa frequência nas músicas contemporâneas, o som de baixa frequência tem características próprias que o fazem se propagar com maior intensidade pelo ambiente, percorrendo distâncias maiores do que as frequências de média e alta (BRESSANE, SANTARINE e MAURÍCIO, 2010), desta forma estes sons precisam ser monitorados e manejados. Contudo isto, este fato faz com que o *Leptodactylus vastus*, seja talvez uma espécie chave para entender o efeito do ruído antropogênico na biodiversidade, partindo das influências de baixa frequência, por exemplo dos shows ao ar livre, o que até aqui foi considerado como inofensivo. A simples mudança de horários na sua atividade de chamados precisa ser melhor investigada, pois já pode indicar uma adaptação local da espécie, buscando evitar a competição pelo espaço acústico decorrente do mascaramento dos seus sinais bioacústicos, desta maneira essa atividade humana, representa um elemento de competição, assim como seria um outro indivíduo ou outra espécie.

Mesmo que os outros leptodactylidae modelados tenham apresentado uma alta detecção quando a ocupação era influenciada pela variável dB(A) o *Leptodactylus vastus* mostrou-se diretamente afetado, o que pode estar acontecendo com outras espécies e outros grupos. Como seu canto ocupa as baixas frequências é facilmente sobreposto por um som antropogênico qualquer o que dificultaria sua detecção na paisagem sonora especialmente por uma fêmea (CERQUEIRA e AIDE, 2016) (BEE e SWANSON, 2007). Entretanto, que em contra ponto os níveis de dB(A) das amostras são baixos, já que testamos a detecção das espécies contra esta covariante, em um ambiente que se apresenta dentro dos limites de dB(A) para conforto acústico, segundo as NBR 10151 e NBR 10152. O que este resultado demonstra, é que apesar dos limites “aceitáveis” para as NBRs, há prejuízos para a biodiversidade.

Argumentos semelhantes foram feitos por BARBER, CROOKS e FRISTRUP (2010) que enfatizaram a importância reprodutiva desses sinais acústicos e que esses, devem

evoluir para aumentar a eficácia da comunicação. Desse modo o tempo, a localização espacial e a frequência de ocupação acústica desses chamados, tendem a adaptar-se para reduzir a interferência acústica de sons de outras espécies ou de outras categorias. Assim o fato de *Leptodactylus vastus*, estar cantando no início da manhã na Praia do Forte, pode significar uma tentativa de alteração comportamental no sinal sonoro de corte, a fim de “fugir” do efeito do ruído de fundo. Obviamente um efeito que deve ser aprofundado.

Nos estudos de SUN e NARINS (2005) onde eles testaram os efeitos do ruído ambiental em diferentes espécies de anfíbios, seus resultados mostraram que espécies que vocalizam em grandes agrupamentos de indivíduos, seriam menos afetados pelo ruído externo. O gênero *Pseudopaludicola*, apresenta comportamento de canto em grandes agrupamentos intra-específico de indivíduos, ocorrendo formas simpátricas em algumas regiões (GIARETTA e FACURE, 2009). Os resultados encontrados no presente estudo indicam que a relação positiva da espécie com a variável dB(A), evidenciada no NMS, pode ter relação com as vocalizações desses anuros. Ou seja, o *Pseudopaludicola mystacalis* faz contribuição importante na biofonia das duas localidades de estudo e representa justamente uma espécie que, como reforçado por Sun e Narins (2005), se faz valer do canto em coro para “driblar” o ruído de fundo.

O fato do *Pseudopaludicola mystacalis* apresentar 100% de detecção no modelo, indica que essa espécie pode estar também contribuindo diretamente para a assinatura sonora dessa paisagem e conseqüentemente sendo parte do ruído ambiental dessa localidade. Com isso, não podemos dizer que ele não é influenciado pela variável dB(A), porque na verdade ele contribui com ela. Duarte e colaboradores (DUARTE, SOUSA-LIMA, *et al.*, 2015) em seus resultados, encontraram influências no comportamento de espécies que vocalizam em coro (grupo) aumentando sua taxa de canto em resposta ao elevado ruído externo, ou seja aumentaram o número de canto por minuto sobre o efeito de ruídos emitidos próximos a 66 dB(A) (SUN e NARINS, 2005) (WARREN e MADHUSUDANKATTI, 2006). Isso pode significar, que um estudo mais detalhado sobre o efeito da paisagem sonora no coro do *Pseudopaludicola mystacalis* deverá explicar como funciona o equilíbrio biofônico de uma localidade, já que a espécie pode responder ao decibel devolvendo ainda mais ruído à paisagem. Apesar de seus chamados de

acasalamento contribuírem com os níveis de decibéis da paisagem, em ambientes equilibrados os arranjos adaptativos das biofonias ocorreram ao longo de muitos anos., o que tornaria as relações de disputa pelo espaço sonoro menos agressiva (BARBER, CROOKS e FRISTRUP, 2010). Em contraponto, anuros invasores podem competir acusticamente com as espécies locais causando desordem nesses arranjos adaptativos, podendo causar interferências nos chamados da biofonia nativa, como ocorrido em São Paulo, Brasil, onde uma espécie de anuro exótica, *Eleutherodactylus johnstonei*, foi responsável por gerar grandes quantidades de som na localidade, onde foi relatado moradossufrendo de estresse crônico devido ao ruído produzido pelo anuro (MELO, LYRA, *et al.*, 2014)

O *Dendropsophus nanus* e o *Scinax cretatus* apresentaram a menor taxa de detectabilidade, em um ambiente com baixo ruído ambiental. Isso poderia indicar uma influência negativa do dB(A), colocando essas espécies como propensas a sofrerem mudanças comportamentais ou de ajuste de canto quando o ruído ambiental estiver em um nível mais alto do que a média de 36dB(A) como nas amostras desse trabalho. Para testar se essas espécies de fato respondem negativamente seria necessário investigar essas mesmas espécies em um ambiente com mais dB(A) na paisagem sonora. A competição por espaço acústico deve ser levada em consideração, principalmente com relação a presença de diversas espécies de insetos em atividade sonora nas localidades, e essa biofonia apresenta relação positiva no espaço tridimensional da análise com as duas espécies. O *Dendropsophus nanus* (3741 – 7428 Hz) apresenta uma relação de sobreposição de sinais com um inseto não identificado, provavelmente Orthoptera (6.2KHz à 6.8KHz). Oliveira (OLIVEIRA, 2014) diz que o nicho acústico dos grilos é caracterizado por processos de alteração da atividade acústica por segregação de frequências sonoras. Isso porque influenciado pela semelhança nos componentes temporais do som de chamado, as espécies tendem a estridular em diferentes momentos, evitando a sobreposição entre seus sinais acústicos, algumas espécies se distribuem em horários diferentes exatamente para evitar a competição nos horários de maior ocupação acústica. Os chamados desses insetos que se sobrepõem a chamados de anuros em intervalo de frequência, precisam de estudos mais direcionados para verificar uma possível relação de influência na sua emissão de sinal em

função da emissão de sinal desse inseto, deste modo a influência antropogênica na paisagem alterando os ambientes naturais em favor da presença dos insetos produtores de biofonia, pode também afetar a detectabilidade desses anuros.

Outras espécies como *Scinax auratus* e de novo o *Scinax cretatus*, também apresentam características de comportamento de canto em coro, e ocupam seus nichos acústicos de forma relativamente constante. Porém essas espécies tiveram associação distintas com a variável decibéis. Enquanto o *Scinax auratus* apresenta uma relação de afinidade com a variável dB(A), ou seja não parece ser afetado, o *Scinax cretatus* não se associa diretamente, mostrando sofrer algum tipo de efeito entre baixo e médio de impacto. Os valores de detecção em 68,75% podem indicar que a espécie seria menos detectada pela bioacústica em ambientes com elevado ruído ambiental, ou porque o sistema de detecção automática não o identifica em ambientes ruidosos ou a espécie não utiliza o ambiente acústico quando os níveis de ruído ambiental são mais elevados em decibel. Nesse caso específico poderíamos observar comportamento similar ao visto no *Leptodactylus vastus*, que interrompe sua atividade de canto ao ser sobreposto acusticamente. Willacy e colaboradores (WILLACY, MAHONY e NEWELL, 2015) dizem que o ruído associado aos eventos de chuva diminuiu a capacidade do aplicativo de reconhecimento para detectar chamadas. Isso se deveu à semelhança na faixa de frequência de chamadas de *Phyllorhina richmondensis* e ruído de fundo (0,1KHz - 1KHz) durante a precipitação.

O que pode evidenciar que essa espécie, assim como dito por Vasconcelos e Rossa-Feres (VASCONCELOS e ROSSA-FERES, 2008) pode estar competindo pelo espaço acústico com algum componente da paisagem, que no caso seria a biofonia de insetos. Porém, como as duas espécies possuem intervalo de frequência dos seus chamados bastantes distintos, é possível que o componente da paisagem sonora que esteja competindo ou mascarando o sinal do *Scinax cretatus* (1KHz - 5,3KHz) seja uma antropofonia, como o tráfego aéreo (0,1KHz - 3,4KHz) ou uma geofonia como o vento (0,1KHz - 1KHz), ambos com intervalo predominante em baixa frequência (BARBER, CROOKS e FRISTRUP, 2010)

Com os *Dendropsophus nanus* existiu pouca distinção de presença por localidade, estando presente uniformemente nas duas áreas estudada, essa espécie tem a característica de vocalizar tanto em coro quanto isoladas em seus sítios de vocalização. Aparentemente é uma espécie que não apresenta sobreposição de sons na sua vocalização. Por apresentar sua vocalização em um intervalo de frequências (3,7KHz -7,4KHz) distante das principais fontes de baixa frequência originada pelos antropofonia (BEE e SWANSON, 2007)

Nessa investigação, fizemos uma modelagem da detecção dessas espécies, criando os modelos a partir das covariantes resultantes do NMS, e que pareceram apresentar influência sobre espécies de anuros. Deste modo, foi possível apresentar resultados mais robustos sobre a influência da geofonia, antropofonia e biofonia em diferentes espécies de anuros, como o decibel, a chuva e as outras espécies animais, sobre a atividade de canto dessas espécies. Um ponto a ser observado é a necessidade de futuros estudos exigirem uma maior amostragem ao longo de todas estações do ano, a fim de entender os processos relacionados à sazonalidade, já que durante as amostragens espécies de anuros foram detectadas visualmente sem estar em atividade de canto durante esse trabalho, como por exemplo o *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926. Além de aspectos temporais, uma vez que os shows em áreas naturais não são uma atividade permanente nos territórios de interesse. Igualmente insetos e outros animais também alteram seus períodos de canto, sendo assim, afetam diferentemente a competição. O fato é que evidenciamos existir um efeito da paisagem sonora sobre a detecção de anuros.

CONCLUSÃO FINAL

As investigações do ruído ambiental na paisagem sonora são fundamentais para o entendimento da dinâmica ecológica de uma determinada região. Através do estudo da paisagem sonora e dos componentes dessa paisagem, foi possível fazer um comparativo dos componentes de duas paisagens sonoras distintas, uma urbana central e outra urbana periférica e identificar os efeitos da paisagem sonora na anurofauna. Observamos que a variável decibel influencia a detectabilidade acústica de anuros diferentemente, e que espécies como o *Pseudopaludicola mystacalis* e *Leptodactylus vastus* foram respectivamente as mais afetadas positivamente e negativamente por essa variável.

Utilizando os modelos de detecção, podemos intuir que eles demonstraram ser bons algoritmos para escolha de espécies que sejam mais sensíveis ao ruído ambiental, tornando essa ferramenta um ponto de partida robusto para investigações a respeito dos limites de influência do dB(A) ou outra variável, para cada uma das espécies de uma comunidade de anuros. Essa ferramenta também evidenciou, espécies que tem relação positiva com o ruído ambiental, espécies que tornam o ambiente “barulhento” como foi o caso do *Pseudopaludicola mystacalis*.

Conseguimos através exclusivamente da análise da paisagem sonora, concluir que que a paisagem sonora do Parque das Dunas é menos diversa em biofonias que o Parque Klaus Peters. Essa qualidade de possuir uma maior presença de biofonias torna a paisagem sonora do Parque Klaus Peters uma paisagem muito mais complexa e diversa, indicando um melhor estado de preservação dessa localidade. A composição de anuros das localidades também apresentou diferenças estatísticas significativas entre as duas áreas de estudo, demonstrando também que existe diferença na composição da anurofauna, em atividade de canto, entre as campanhas (meses do ano) e entre os blocos de agrupamento temporal (horas do dia). Significa dizer, que a paisagem sonora é dinâmica, e que amostragens com maiores repetições sazonais poderiam obter padrões de comportamento acústico (assinatura acústica) para cada uma das localidades de estudo.

Apesar de contribuir para o entendimento das questões levantadas durante esse estudo, outras questões relacionadas a paisagem sonora surgem. Como por exemplo,

entender a competição pelos dos nichos de frequência, ou estudar a influência de uma espécie barulhenta na comunidade. Estudos com outros táxons precisam ser aperfeiçoados e conduzidos para avaliar se esses mesmos parâmetros se aplicariam a insetos ou aves, por exemplo, e como estes efetivamente competem pelo espaço acústico. Por fim, o trabalho de identificação pela bioacústica demanda a necessidade de sonotecas especializadas que possam servir de referência para a correta identificação das espécies, pois como não temos a imagem da espécie vocalizando, muitas vezes deixamos de registrar uma nova ocorrência pela falta de ferramentas bibliográficas seguras para a correta inclusão de espécies nas análises. Entretanto uma das principais vantagens de estudos deste tipo é a capacidade de manter uma base de dados sobre a assinatura acústica de uma dada paisagem.

A partir desse estudo, podemos dizer que apesar da proximidade com o Aeroporto Internacional de Salvador, o Parque das Dunas ainda apresenta uma paisagem sonora segura para a biodiversidade e humanos, não apresentando níveis de decibéis superiores aos recomendados pela NBR 10.121 e NBR 10.122. No Parque Klaus Peters, que apresentou níveis de ruído ambiental maiores que o Parque das Dunas, ainda apresentam níveis de ruído dentro da conformidade das recomendações das normas da ABNT, que estabelecem o valor 55 dB(A) no período diurno e 50 dB(A) no período noturno, o que não significa ausência de influência na biodiversidade como demonstrado. Apesar da baixa incidência de decibéis no parque das dunas a velocidade dos ventos foi superior, o que poderia indicar que esse decibel vindo do aeroporto fosse levado em função de sua direção.

Por fim, gravações de áudio são registros permanentes de acontecimentos de um determinado território, numa determinada época. O que torna as gravações desse trabalho ferramentas importantes para análises futuras dessas duas áreas de estudos. Ferramentas importante em especial para o Parque das Dunas que sofre constante pressão política pela duplicação de parte do Aeroporto Internacional de Salvador que além da supressão de áreas do último remanescente de restinga, ainda colocará a duplicação da pista mais próximas da comunidade de Stella Mares, expondo a população humana e a fauna a uma nova dinâmica na paisagem Sonora.

Afim de garantir que o estudo da paisagem sonora ocorra de forma padronizada, propomos o “ÍNDICE DE COMPLEXIDADE ACÚSTICA E SUA APLICABILIDADE NO MONITORAMENTO DE DUAS PAISAGENS SONORAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR” (Anexo 1) como um método válido para se investigar e avaliar a qualidade acústica ambiental

REFERÊNCIAS

- A.FARINA; P.SALUTARI. Applying the Ecoacoustic Event Detection and Identification (EEDI) Model to the Analysis of Acoustic Complexity. **Journal of Mediterranean Ecology**, 14, 2016. 13-42.
- ACEVEDO, M. A. et al. Automated classification of bird and amphibian calls using machine learning: A comparison of methods. **Ecological Informatics**, 20 Jun 2009.
- AIDE, T. M. et al. Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification. **PEERJ**, 16 July 2013. Disponível em: <<https://peerj.com/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- ALMO FARINA. **Soundscape Ecology Principles, Patterns, Methods and Applications**. ISBN 978-94-007-7374-5 (eBook). ed. [S.l.]: Springer Science, 2014.
- BARBER, J. R.; CROOKS, K. R.; FRISTRUP, K. M. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. **Biofísica**, 25, March 2010. p180–189.
- BAYNE, E. M.; HABIB, L.; BOUTIN, S. Impacts of Chronic Anthropogenic Noise from Energy-Sector Activity on Abundance of Songbirds in the Boreal Forest. **Conservation Biology**, v. 22, n. 5, p. 1186–1193, October 2008. ISSN ISSN: 1523-1739.
- BEE, M. A.; SWANSON, E. M. Auditory Masking of Anuran Advertisement Calls by Road Traffic Noise. **ANIMAL BEHAVIOUR**, November 2007. 1765 - 1776. Disponível em: <www.sciencedirect.com>.
- BRANDES, T. S. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. **Bird Conservation International**, 18, September 2008. 163-173. Disponível em: <<https://www.cambridge.org>>.
- BRESSANE, A.; SANTARINE, G. A.; MAURÍCIO, J. C. POLUIÇÃO SONORA: SÍNTESE DE PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA TEORIA ACÚSTICA. **HOLOS ENVIRONMENT**, Rio Claro, SP, Brasil, p. 223-237, 2010. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/issue/view/834>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- CERQUEIRA, M. C.; AIDE, T. M. Improving distribution data of threatened species by combining acoustic monitoring and occupancy modelling. **Methods in Ecology and Evolution**, 7, n. ISSN 2041-210X, 11 July 2016. 1340–1348.
- COSTELLO, R. A.; SYMES, L. B. Effects of anthropogenic noise on male signalling behaviour and female phonotaxis in *Oecanthus* tree crickets. **Animal Behaviour**, p. 15e22, 2014.
- DUARTE, M. H. L. et al. The impact of noise from open-cast mining on Atlantic forest biophony, 2015. Disponível em: <[journal homepage: www.elsevier.com/locate/bioc](http://journal.homepage: www.elsevier.com/locate/bioc)>.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. [S.l.]: The Johns Hopkins University Press, 1986. Disponível em: <www.press.jhu.edu>. ISBN 0-8018-4780-X.
- FARINA, A. et al. Avian soundscapes and cognitive landscapes: theory, application and ecological perspectives. **Landscape Ecol**, 11 June 2011.

FARINA, A. et al. Low cost (audio) recording (LCR) for advancing soundscape ecology towards the conservation of sonic complexity and biodiversity in natural and urban landscapes. **Urban Ecosyst**, New York, 04 May 2014.

FARINA, A. et al. The Application of the Acoustic Complexity Indices (ACI) to Ecoacoustic Event Detection and Identification (EEDI) Modeling. **Biosemiotics**, 22 May 2016.

FARINA, A.; JAMES, P. The acoustic communities: Definition, description and ecological role. **Biosystems**, 2016. 11-20.

GERHARDT, H. C.; SCHWARTZ, J. J. Auditory Tuning and Frequency Preferences in Anurans. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. ISBN 1-56098-973-4. ed. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, 2001. Cap. 7, p. 73-86.

GIACOMA, C.; CASTELLANO, S. Adversiment Call Variation and Speciation in the *Bufo viridis* complex. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. p. 205-220.

GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G. Habitat, egg-laying behaviour, eggs and tadpoles of four sympatric species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leiuperidae). **Journal of Natural History**, v. 43, p. 995-1009, 2009.

HALFWERK, W.; SLABBEKOORN, H. A behavioural mechanism explaining noise-dependent frequency use in urban birdsong, 2009.

HERRERA-MONTES, M. I.; AIDE, T. M. Impacts of traffic noise on anuran and bird communities. **Urban Ecosyst**, 16 Feb 2011.

HEYER, W. R.; SÁ, R. O. D.; RETTIG, A. SIBLING SPECIES, ADVERTISEMENT CALLS, AND REPRODUCTIVE ISOLATION IN FROGS OF THE *Leptodactylus pentadactylus* SPECIES CLUSTER (AMPHIBIA, LEPTODACTYLIDAE). **Herpetologia Petropolitana**, 2005. 35 - 39. Disponível em: <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/6460/Heyer_de_Sa_Rettig_SEH12OGM.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HILJE, B.; AIDE, T. M. Recovery of amphibian species richness and composition in a chronosequence of secondary forests, northeastern Costa Rica. **Biological Conservation**, 142, 2012. 170 - 176. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/biological-conservation>>. ISSN: 0006-3207.

KELLER, A. et al. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblage structure in Bornean stream frogs. **Journal of Animal Ecology**, p. 305–314, 2009.

LENGAGNE, T. TRAFFIC NOISE AFFECTS COMMUNICATION BEHAVIOUR IN A BREEDING ANURAN, *Hyla arborea*, 2008.

MACKENZIE, D. I. et al. ESTIMATING SITE OCCUPANCY RATES WHEN DETECTION PROBABILITIES ARE LESS THAN ONE. **Ecology**, 83, 1 August 2002. 2248–2255.

- MELO, M. A. et al. First record of the invasive frog *Eleutherodactylus johnstonei* (Anura: Eleutherodactylidae) in São Paulo, Brazil. **SALAMANDRA**, n. 50(3), 30 October 2014. 177–180. Disponível em: <<http://www.salamandra-journal.com>>.
- MORLEY, E. L.; JONES, G.; RADFORD, A. N. The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. **The Royal Society**, 20 nov. 2013. Disponível em: <rspb.royalsocietypublishing.org>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- OLIVEIRA, G. L. Processos ecológicos e evolutivos na comunicação acústica entre grilos: partição de nicho acústico e seleção de sítios de chamado, 14 fev. 2014. Acesso em: 18 dez. 2017.
- PARRIS, K. M.; VELIK-LORD, M.; NORTH, J. M. A. Frogs Call at a Higher Pitch in Traffic Noise. **Ecology and Society**, 14, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art25/>>.
- PARRIS, K.; VELIK-LORD, M.; NORTH, J. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. **Ecology and Society**, 14, 2009.
- PEREIRA, V. A.; CASTANHEIRA, J. C. MAIS GRAVE! COMO AS TECNOLOGIAS MIDIÁTICAS AFETAM AS SENSORIALIDADES AUDITIVAS E OS CÓDIGOS SONOROS CONTEMPORÂNEOS. **Revista CONTRACAMPO**, Niterói, v. nº 23, p. 130-143, dezembro 2011. Disponível em: <<http://www.contracampo.uff.br/index.php/revista/article/view/88>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- PIJANOWSKI, B. C. et al. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape Ecol**, 01 May 2011. 1213–1232.
- PIJANOWSKI, B. C. et al. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape Ecol**, 1 May 2011. 1213-1232.
- PIJANOWSKI, B. C. et al. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. **BioScience**, 61, 14 Set 2014. 203-216.
- PROTÁZIO, A. D. S.; ALBUQUERQUE, R. L.; FALKENBERG, L. M. A. M. D. O. Acoustic ecology of an anuran assemblage in the arid Caatinga of northeastern Brazil. **Journal of Natural History**, 18 June 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/toc/tnah20/current>>.
- RYAN, M. J.; RAND, A. S. Feature Weighting in Signal Recognition and Discrimination by Túngara Frogs. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. ISBN 1- 56098-973. ed. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. Cap. 8, p. 86-102.
- SCHAFER, R. M. **A afinação do Mundo**. Tradução de Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. ISBN: 9788539301287. ed. [S.l.]: Editora Unesp, 1977. Disponível em: <<http://editoraunesp.com.br/>>.
- SLABBEKOORN, H.; PEET, M. Birds sing at a higher pitch in urban noise - Great tits hit the high notes to ensure that their mating calls are heard above the city's din. **NATURE**, 424, 17 JULY 2003. 267 -268. Disponível em: <[|www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature)>.
- SUEUR, J.; FARINA, A. Ecoacoustics: the Ecological Investigation and Interpretation of Environmental Sound. **Biosemitics**, 26 August 2015.

- SUN, J. W. C.; NARINS, P. M. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. **Biological Conservation**, February 2005. 419 – 427. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/biocon>.
- THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **PREVENTION OF NOISE-INDUCED HEARING LOSS**. [S.l.], p. 28-30. 1997.
- TINOCO, M. **Atlantic forest deforestation and reptile conservation on coastal Bahia, Brazil**. [S.l.]: [s.n.]. 2014. p. 3-6.
- TINÔCO, M.; GRIFFITHS, R. **A NOVEL HERPETOFAUNA BIODIVERSITY HOTSPOT ON THE NORTH COAST OF BAHIA, BRAZIL**. [S.l.]: [s.n.]. 2016.
- VASCONCELOS, T. D. S.; ROSSA-FERES, D. D. C. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. **Phyllomedusa**, v. ISSN 1519-1397, n. 7(2), p. 127-142, December 2008.
- VASCONCELOS, T. D. S.; ROSSA-FERES, D. D. C. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. **Phyllomedusa - Jornal of Herpetology**, 7, 2008. 127-142.
- WALDMAN, B. Kin Recognition, Sexual Selection, and Mate Choice in Toads. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. Cap. 17, p. 232-245.
- WARREN, P. S.; MADHUSUDANKATTI, M. E. & A. B. URBAN BIOACOUSTICS: ITS NOT JUST NOISE. **Animal Behaviour**, March 2006. 491-502.
- WILLACY, R. J.; MAHONY, M.; NEWELL, D. A. If a frog calls in the forest: Bioacoustic monitoring reveals the breeding phenology of the endangered Richmond Range mountain frog (*Philoria richmondensis*). **Austral Ecology**, 2015. 625–633. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aec.12228/epdf>>.
- ZINA, J.; HADDAD, C. F. REPRODUCTIVE ACTIVITY AND VOCALIZATIONS OF LEPTODACTYLUS LABYRINTHICUS (ANURA: LEPTODACTYLIDAE) IN SOUTHEASTERN BRAZIL. **Biota Neotropica**, n. Versão on-line ISSN 1676-0611, 07 jan. 2005. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00605022005>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- A.FARINA; P.SALUTARI. Applying the Ecoacoustic Event Detection and Identification (EEDI) Model to the Analysis of Acoustic Complexity. **Journal of Mediterranean Ecology**, 14, 2016. 13-42.
- ACEVEDO, M. A. et al. Automated classification of bird and amphibian calls using machine learning: A comparison of methods. **Ecological Informatics**, 20 Jun 2009.

- AIDE, T. M. et al. Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification. **PEERJ**, 16 July 2013. Disponível em: <<https://peerj.com/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- ALMO FARINA. **Soundscape Ecology Principles, Patterns, Methods and Applications**. ISBN 978-94-007-7374-5 (eBook). ed. [S.l.]: Springer Science, 2014.
- BARBER, J. R.; CROOKS, K. R.; FRISTRUP, K. M. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. **Biofísica**, 25, March 2010. p180–189.
- BAYNE, E. M.; HABIB, L.; BOUTIN, S. Impacts of Chronic Anthropogenic Noise from Energy-Sector Activity on Abundance of Songbirds in the Boreal Forest. **Conservation Biology**, v. 22, n. 5, p. 1186–1193, October 2008. ISSN: 1523-1739.
- BEE, M. A.; SWANSON, E. M. Auditory Masking of Anuran Advertisement Calls by Road Traffic Noise. **ANIMAL BEHAVIOUR**, November 2007. 1765 - 1776. Disponível em: <www.sciencedirect.com>.
- BRANDES, T. S. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. **Bird Conservation International**, 18, September 2008. 163-173. Disponível em: <<https://www.cambridge.org>>.
- BRESSANE, A.; SANTARINE, G. A.; MAURÍCIO, J. C. POLUIÇÃO SONORA: SÍNTESE DE PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA TEORIA ACÚSTICA. **HOLOS ENVIRONMENT**, Rio Claro, SP, Brasil, p. 223-237, 2010. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/issue/view/834>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- CERQUEIRA, M. C.; AIDE, T. M. Improving distribution data of threatened species by combining acoustic monitoring and occupancy modelling. **Methods in Ecology and Evolution**, 7, n. ISSN 2041-210X, 11 July 2016. 1340–1348.
- COSTELLO, R. A.; SYMES, L. B. Effects of anthropogenic noise on male signalling behaviour and female phonotaxis in *Oecanthus* tree crickets. **Animal Behaviour**, p. 15e22, 2014.
- DUARTE, M. H. L. et al. The impact of noise from open-cast mining on Atlantic forest biophony, 2015. Disponível em: <journal homepage: www.elsevier.com/locate/bioc>.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. [S.l.]: The Johns Hopkins University Press, 1986. Disponível em: <www.press.jhu.edu>. ISBN 0-8018-4780-X.
- FARINA, A. et al. Avian soundscapes and cognitive landscapes: theory, application and ecological perspectives. **Landscape Ecol**, 11 June 2011.
- FARINA, A. et al. Low cost (audio) recording (LCR) for advancing soundscape ecology towards the conservation of sonic complexity and biodiversity in natural and urban landscapes. **Urban Ecosyst**, New York, 04 May 2014.
- FARINA, A. et al. The Application of the Acoustic Complexity Indices (ACI) to Ecoacoustic Event Detection and Identification (EEDI) Modeling. **Biosemiotics**, 22 May 2016.

FARINA, A.; JAMES, P. The acoustic communities: Definition, description and ecological role. **Biosystems**, 2016. 11-20.

GERHARDT, H. C.; SCHWARTZ, J. J. Auditory Tuning and Frequency Preferences in Anurans. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. ISBN 1-56098-973-4. ed. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, 2001. Cap. 7, p. 73-86.

GIACOMA, C.; CASTELLANO, S. Adversiment Call Variation and Speciation in the *Bufo viridis* complex. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. p. 205-220.

GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G. Habitat, egg-laying behaviour, eggs and tadpoles of four sympatric species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leiuperidae). **Journal of Natural History**, v. 43, p. 995-1009, 2009.

HALFWERK, W.; SLABBEKOORN, H. A behavioural mechanism explaining noise-dependent frequency use in urban birdsong, 2009.

HERRERA-MONTES, M. I.; AIDE, T. M. Impacts of traffic noise on anuran and bird communities. **Urban Ecosyst**, 16 Feb 2011.

HEYER, W. R.; SÁ, R. O. D.; RETTIG, A. SIBLING SPECIES, ADVERTISEMENT CALLS, AND REPRODUCTIVE ISOLATION IN FROGS OF THE *Leptodactylus pentadactylus* SPECIES CLUSTER (AMPHIBIA, LEPTODACTYLIDAE). **Herpetologia Petropolitana**, 2005. 35 - 39. Disponível em: <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/6460/Heyer_de_Sa_Rettig_SEH12OGM.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HILJE, B.; AIDE, T. M. Recovery of amphibian species richness and composition in a chronosequence of secondary forests, northeastern Costa Rica. **Biological Conservation**, 142, 2012. 170 - 176. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/biological-conservation>>. ISSN: 0006-3207.

KELLER, A. et al. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblage structure in Bornean stream frogs. **Journal of Animal Ecology**, p. 305–314, 2009.

LENGAGNE, T. TRAFFIC NOISE AFFECTS COMMUNICATION BEHAVIOUR IN A BREEDING ANURAN, *Hyla arborea*, 2008.

MACKENZIE, D. I. et al. ESTIMATING SITE OCCUPANCY RATES WHEN DETECTION PROBABILITIES ARE LESS THAN ONE. **Ecology**, 83, 1 August 2002. 2248–2255.

MELO, M. A. et al. First record of the invasive frog *Eleutherodactylus johnstonei* (Anura: Eleutherodactylidae) in São Paulo, Brazil. **SALAMANDRA**, n. 50(3), 30 October 2014. 177–180. Disponível em: <<http://www.salamandra-journal.com>>.

MORLEY, E. L.; JONES, G.; RADFORD, A. N. The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. **The Royal Society**, 20 nov. 2013. Disponível em: <rsos.royalsocietypublishing.org>. Acesso em: 17 nov. 2017.

OLIVEIRA, G. L. Processos ecológicos e evolutivos na comunicação acústica entre grilos: partição de nicho acústico e seleção de sítios de chamado, 14 fev. 2014. Acesso em: 18 dez. 2017.

PARRIS, K. M.; VELIK-LORD, M.; NORTH, J. M. A. Frogs Call at a Higher Pitch in Traffic Noise.

Ecology and Society , 14, n. 1, 2009. Disponível em:

<<https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art25/>>.

PARRIS, K.; VELIK-LORD, M.; NORTH, J. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. **Ecology and Society**, 14, 2009.

PEREIRA, V. A.; CASTANHEIRA, J. C. MAIS GRAVE! COMO AS TECNOLOGIAS MIDIÁTICAS AFETAM AS SENSORIALIDADES AUDITIVAS E OS CÓDIGOS SONOROS CONTEMPORÂNEOS. **Revista**

CONTRACAMPO, Niterói, v. nº 23, p. 130-143, dezembro 2011. Disponível em:

<<http://www.contracampo.uff.br/index.php/revista/article/view/88>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PIJANOWSKI, B. C. et al. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape Ecol** , 01 May 2011. 1213–1232.

PIJANOWSKI, B. C. et al. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape Ecol**, 1 May 2011. 1213-1232.

PIJANOWSKI, B. C. et al. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. **BioScience**, 61, 14 Set 2014. 203-216.

PROTÁZIO, A. D. S.; ALBUQUERQUE, R. L.; FALKENBERG, L. M. A. M. D. O. Acoustic ecology of an anuran assemblage in the arid Caatinga of northeastern Brazil. **Journal of Natural History**, 18 June 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/toc/tnah20/current>>.

RYAN, M. J.; RAND, A. S. Feature Weighting in Signal Recognition and Discrimination by Túngara Frogs. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication**. ISBN 1- 56098-973. ed. [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. Cap. 8, p. 86-102.

SCHAFER, R. M. **A afinação do Mundo**. Tradução de Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. ISBN: 9788539301287. ed. [S.l.]: Editora Unesp, 1977. Disponível em: <<http://editoraunesp.com.br/>>.

SLABBEKOORN, H.; PEET, M. Birds sing at a higher pitch in urban noise - Great tits hit the high notes to ensure that their mating calls are heard above the city's din. **NATURE** |, 424, 17 JULY 2003. 267 -268. Disponível em: <www.nature.com/nature>.

SUEUR, J.; FARINA, A. Ecoacoustics: the Ecological Investigation and Interpretation of Environmental Sound. **Biosemiotics**, 26 August 2015.

SUN, J. W. C.; NARINS, P. M. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate.

Biological Conservation, February 2005. 419 – 427. Disponível em:

<www.elsevier.com/locate/biocon>.

THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **PREVENTION OF NOISE-INDUCED HEARING LOSS**. [S.l.], p. 28-30. 1997.

TINOCO, M. **Atlantic forest deforestation and reptile conservation on coastal Bahia, Brazil.** [S.l.]: [s.n.]. 2014. p. 3-6.

TINÔCO, M.; GRIFFITHS, R. **A NOVEL HERPETOFAUNA BIODIVERSITY HOTSPOT ON THE NORTH COAST OF BAHIA, BRAZIL.** [S.l.]: [s.n.]. 2016.

VASCONCELOS, T. D. S.; ROSSA-FERES, D. D. C. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. **Phyllomedusa**, v. ISSN 1519-1397, n. 7(2), p. 127-142, December 2008.

VASCONCELOS, T. D. S.; ROSSA-FERES, D. D. C. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. **Phyllomedusa - Jornal of Herpetology**, 7, 2008. 127-142.

WALDMAN, B. Kin Recognition, Sexual Selection, and Mate Choice in Toads. In: RYAN, M. J. **Anuran Communication.** [S.l.]: Smithsonian Institution Press, v. ISBN 1-56098-973-4, 2001. Cap. 17, p. 232-245.

WARREN, P. S.; MADHUSUDANKATTI, M. E. & A. B. URBAN BIOACOUSTICS: ITS NOT JUST NOISE. **Animal Behaviour**, March 2006. 491-502.

WILLACY, R. J.; MAHONY, M.; NEWELL, D. A. If a frog calls in the forest: Bioacoustic monitoring reveals the breeding phenology of the endangered Richmond Range mountain frog (*Philoria richmondensis*). **Austral Ecology**, 2015. 625–633. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aec.12228/epdf>>.

ZINA, J.; HADDAD, C. F. REPRODUCTIVE ACTIVITY AND VOCALIZATIONS OF LEPTODACTYLUS LABYRINTHICUS (ANURA: LEPTODACTYLIDAE) IN SOUTHEASTERN BRAZIL. **Biota Neotropica**, n. Versão on-line ISSN 1676-0611, 07 jan. 2005. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00605022005>>. Acesso em: 18 dez. 2017.