

PRISCILLA SANTANA SILVA ARÃO

VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE
***Frostius pernambucensis* (ANURA, BUFONIDAE)**

SERRA TALHADA - PE

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE
Frostius pernambucensis (ANURA, BUFONIDAE)

PRISCILLA SANTANA SILVA ARÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Ecologia de Anfíbios e Répteis

Profa. Dra. EDNILZA MARANHÃO DOS SANTOS
Orientadora

SERRA TALHADA, PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A662v Arão, Priscilla Santana Silva
VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE *Frostius pernambucensis* (ANURA, BUFONIDAE) / Priscilla Santana
Silva Arão. - 2020.
65 f. : il.

Orientadora: Ednilza Maranhao dos Santos.
Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e
Conservação, Serra Talhada, 2020.

1. Bioacústica. 2. Especiação. 3. Vocalização. 4. Espécie ameaçada.. I. Santos, Ednilza Maranhao dos, orient. II. Título

CDD 338.95

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE
***Frostius pernambucensis* (ANURA, BUFONIDAE)**

PRISCILLA SANTANA SILVA ARÃO

Dissertação julgada adequada para
obtenção do título de mestre em
Biodiversidade e Conservação.

Defendida e aprovada em
20/08/2020 pela seguinte Banca
Examinadora.

Prof(a). Dr(a). Ednilza Maranhão dos Santos - Orientadora
[Biologia/ UFRPE]

Prof(a). Dr(a). Airton Torres Carvalho – Membro Interno
[Biologia/ UFRPE-UAST]

Prof(a). Dr(a). Maria Adélia Borstelmann de Oliveira – Membro Externo
[DMFA/ UFRPE]

Prof(a). Dr(a). André Laurênio de Melo – Membro Interno Suplente
[Biologia/ UFRPE- UAST]

Prof(a). Dr(a). Jozélia Maria de Souza Correia – Membro Externo Suplente
[Biologia/ UFRPE]

Dedico, ao meu Deus pela força e sabedoria que me concedeu e aos meus futuros filhos que um dia, vão ler isso.

Agradecimentos

Agradeço ao meu Deus por suas promessas em minha vida que me fez chegar até onde eu cheguei, sei que não foi fácil, mas ele me deu força, esperança e sabedoria para continuar na minha jornada, serei sempre grata a ti meu Pai.

Agradeço aos meus pais, e ao meu marido Heitor Arão, que ao longo desse tempo sempre me incentivaram a continuar me encorajando a não desistir, sempre me fornecendo apoio moral e financeiro, dedico essa Dissertação de mestrado, só tenho que agradecer-los.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco por ser a grande autora da minha base acadêmica até hoje e pelo transporte concedido a essa pesquisa científica.

Ao Programa de Pós-Graduação Biodiversidade e Conservação por essa oportunidade de aprendizagem e bagagem compartilhada, mesmo de forma virtual, nessa pandemia.

Agradeço a minha Orientadora Ednilza Maranhão dos Santos, pelo conhecimento repassado que me fez chegar onde estou, topou em me orientar nessa nova etapa, obrigada por seu apoio científico e por toda bagagem adquirida para a realização desse trabalho.

A Licença SISBio que me possibilitou entrar e executar meu trabalho nas Unidades de Conservação.

As Unidades de Conservação do Parque Estadual Dois irmãos por abrir a porta para a minha pesquisa, a Reserva Biológica de Saltinho que disponibilizaram alojamentos e me deixaram realizar minhas coletas, a Reserva Biológica de Caetés que permitiu o meu acesso para desenvolver esse projeto, agradeço o apoio concedido nesses estudos e pesquisas.

Agradeço ao Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (L.I.A.R) coordenado pelas professoras Ednilza Maranhão e Jozelia Correia, obrigado pelo companheirismo e por toda bagagem adquirida, principalmente agora nesse mestrado.

Ao professor Barnagleison S. Lisboa que disponibilizou dados acústicos e dados de campo de Murici para o enriquecimento desse trabalho, meu muito obrigado.

A banca avaliadora dessa dissertação, só gratidão por me fornecer vossas considerações.

Aos meus amigos mais chegados que irmão! A Flávia Castilho e Ricardo Castilho, que abriram as portas para mim, enquanto estava em aula em Serra Talhada, nossa convivência foi um grande presente de Deus e sempre direi que tenho uma outra família, meu muito obrigada!

Aos amigos de aula do mestrado, obrigado por toda bagagem compartilhada, estadia e toda ajuda financeira, Deus vos abençoe!

Aos meus amigos de Campo, que fizeram parte dessa história, Andrezza Pimentel, Erick Rocha, Flávio José, Igor Gonçalves, Adriane, Emerson Dias e Phillipe Knippel, se disponibilizando e me auxiliando na coleta, na análise e na elaboração desse *trabalho*.

Em todo o tempo ama o amigo e na hora da angústia nasce o irmão.

Provérbios 17:17

*Não a nós, Senhor, nenhuma glória para nós,
mas sim ao teu nome, por teu amor e por tua fidelidade!*

Salmos 115:1

RESUMO

Anfíbios anuros apresentam diferentes tipos de canto, com diferentes funções no contexto social, bem como variações acústicas apresentadas para algumas espécies dentro de uma mesma população ou populações diferentes. A atividade sonora é uma característica da maioria dos machos, que vocalizam em diversas situações e podem vir acompanhadas de posturas corporais com funções comportamentais específicas, por exemplo, pode ser composto por um repertório variado envolvendo situações de defesa territorial e acasalamento. O repertório acústico é formado principalmente pelo canto de anúncio em anuros, representado por apenas uma nota ou formado por uma série de notas idênticas, ou composto por uma complexa combinação de notas diferentes. É emitido para atrair fêmeas para o acasalamento, apresentando características físicas espectrais e temporais fundamentais para o reconhecimento de espécie, individualidade, sexo, tamanho e intenção. Pertencente à família Bufonidae, a espécie *Frostius pernambucensis* (Bokermann, 1962) é uma espécie endêmica da Mata Atlântica Nordestina, beneficiada pelo Plano de Ação Nacional para Conservação da Herpetofauna Ameaçada da Mata Atlântica Nordestina - PAN, por ser considerada vulnerável na lista de espécies ameaçadas do Estado de Pernambuco, e informações sobre o seu repertório acústico ainda não são bastante conhecido na literatura científica. O objetivo desse trabalho foi analisar o sítio de canto, repertório vocal e variação do canto de anúncio de *F. pernambucensis* em fragmentos de Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco. Dados abióticos como temperatura do ar, umidade relativa do ar e dados bióticos como postura corporal do indivíduo vocalizante, altura do poleiro e distância com o indivíduo vocalizador mais próximo foram registrados. As vocalizações foram gravadas através de um gravador digital Tascam DR-40, com um microfone unidirecional YOGA HT-81, formato não comprimido, apresentando uma taxa de amostragem de 44,1 kHz, 16 bits), mantendo uma distância padrão de 0,50 m do indivíduo no momento da amostragem. Foram analisados 10 parâmetros acústicos: duração do canto (s), intervalo entre cantos (s), número de notas por canto, a duração da nota (s), a taxa de emissão de notas (s), intervalo entre notas (s), frequência dominante (Hz), frequência Mínima (Hz), frequência Máxima (Hz) e amplitude da frequência (Hz). Todos os parâmetros, temporais e espectrais, foram analisados no programa RAVEN PRO 1.5. Os arquivos de som dos espécimes foram depositados na Sonoteca do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (L. I. A. R.) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como material testemunho, bem como as imagens dos indivíduos. Para testar diferenças acústicas entre as três populações foi utilizado o teste de variância Kruskal Wallis sobre os parâmetros analisados. Utilizamos o teste de Dunn para detectar entre quais populações as diferenças foram significativas. Foram coletados dados acústicos de 217 cantos de 19 espécimes de *F. pernambucensis* pertencentes a três populações estudadas nos Estados de Pernambuco (PEDI e REBioS) e Alagoas (ESECM). Obtivemos o registro de um novo tipo de canto para o repertório de *F. pernambucensis* do PEDI, que denominamos de canto de soltura. Ocorreram diferenças entre as populações quanto aos parâmetros acústicos do canto de anúncio, sendo a REBio-Saltinho a mais diferente nos parâmetros de Duração do canto (s), Intervalo entre cantos (s), Número de notas por canto (s), Duração da nota (s), Emissão de notas (s), Intervalo entre notas (s), Frequência dominante (Hz), Frequência Mínima (Hz), Frequência Máxima (Hz) e Amplitude da Frequência (Hz) comparadas às demais populações amostradas.

ABSTRACT

Anuran amphibians present different types of song, with different functions in the social context, as well as acoustic variations presented for some species within the same population or different populations. Sound activity is a characteristic of most males, who vocalize in various situations and may be accompanied by body postures with specific behavioral functions, for example, it may be composed of a varied repertoire involving situations of territorial defense and mating. The acoustic repertoire is formed mainly by the announcement chant in anurans, represented by just one note or formed by a series of identical notes, or composed by a complex combination of different notes. It is issued to attract females for mating, presenting spectral and temporal physical characteristics essential for the recognition of species, individuality, sex, size and intention. Belonging to the family Bufonidae, the species *Frostius pernambucensis* (Bokermann, 1962) is an endemic species of the Northeastern Atlantic Forest, benefited by the National Action Plan for the Conservation of the Threatened Herpetofauna of the Northeastern Atlantic Forest - PAN, as it is considered vulnerable in the list of threatened species of the State of Pernambuco, and information about its acoustic repertoire is not yet well known in the scientific literature. The objective of this work was to analyze the singing site, vocal repertoire and variation of the announcement song by *F. pernambucensis* in fragments of the Atlantic Forest north of the São Francisco River. Abiotic data such as air temperature, relative humidity and biotic data such as body posture of the vocalizing individual, height of the perch and distance with the closest vocalizing individual were recorded. The vocalizations were recorded using a Tascam DR-40 digital recorder, with a YOGA HT-81 unidirectional microphone, uncompressed format, presenting a sampling rate of 44.1 kHz, 16 bits), maintaining a standard distance of 0.50 m of the individual at the time of sampling. 10 acoustic parameters were analyzed: duration of the song (s), interval between songs (s), number of notes per song, the duration of the note (s), the rate of mission of notes (s), interval between notes (s), dominant frequency (Hz), Minimum frequency (Hz), Maximum frequency (Hz) and frequency amplitude (Hz). All parameters, temporal and spectral, were analyzed using the RAVEN PRO 1.5 program. The sound files of the specimens were deposited in the Sonoteca of the Interdisciplinary Laboratory of Amphibians and Reptiles (L. I. A. R.) of the Federal Rural University of Pernambuco, as testimony material, as well as the images of the individuals. To test acoustic differences between the three populations, the Kruskal Wallis test of variance was used on the analyzed parameters. We used Dunn's test to detect between which populations the differences were significant. Acoustic data were collected from 217 corners of 19 specimens of *F. pernambucensis* belonging to three populations studied in the states of Pernambuco (PEDI and REBioS) and Alagoas (ESECM). We obtained the registration of a new type of song for the repertoire of *F. pernambucensis* of PEDI, which we call the release song. There were differences between populations regarding the acoustic parameters of the announcement call, with REBio-Saltinho being the most different in the parameters of Call duration (s), Interval between calls (s), Number of notes per call (s), Duration of call grade (s), Grade (s) emission, Interval between grades (s), Dominant frequency (Hz), Minimum frequency (Hz), Maximum frequency (Hz) and Frequency amplitude (Hz) compared to the other sampled populations.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1** Indivíduo de *Frostius pernambucensis* vocalizando no ápice de uma folha, localizada na Reserva Biológica de Saltinho-Tamandaré-PE. **18**

ARTIGO CIENTÍFICO

- Figura 1** Mapa da região Nordeste, evidenciando o estado de Pernambuco e Alagoas em que ocorrem as três áreas de estudo: Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI)- Recife/PE, Reserva Biológica de Saltinho (REBioS)-Tamandaré/PE e Estação Ecológica de Murici (ESECM)- Murici/AL. **62**
- Figura 2** Indivíduos de *Frostius pernambucensis* em seus diferentes sítios de vocalização: A - Vocalização ocorrendo em troncos que tem depressões com acúmulo de água (PEDI/PE), fonte: Emerson Dias; B - Indivíduo dentro do bambu em seu sítio de canto (REBioS/PE), fonte: Emerson Dias; C - Bambus caídos no chão com acúmulos de água (REBioS/PE), fonte: Emerson Dias; D - Vocalização ocorrendo dentro da bromélia em chão com acúmulo de água (ESECM/AL), fonte: Barnagleison S. Lisboa e E - Vocalização ocorrendo em troncos e próximos a bromélias (ESEC/AL), fonte: Barnagleison S. Lisboa. **62**
- Figura 3** Oscilograma e Sonograma evidenciando variação nas chamadas de indivíduos de *Frostius pernambucensis* das áreas: A - Parque Estadual Dois Irmãos- Recife /PE, B - Estação Ecológica de Murici- Murici/AL e C - Reserva Biológica de Saltinho-Tamandaré /PE. **63**
- Figura 4** Canto de anúncio de *Frostius pernambucensis* da Reserva Biológica de Saltinho - Tamandaré /PE: A - Oscilograma da chamada de anúncio; B - Sonograma da chamada de anúncio; C - Oscilograma das notas do canto de anúncio e D - Sonogramadas notas do canto de anúncio. **63**
- Figura 5** Canto de soltura de *Frostius pernambucensis* do Parque Estadual Dois Irmãos- Recife /PE: A - Oscilograma da chamada de soltura; B - Sonograma da chamada de soltura e C - Gráfico harmônico do canto de soltura. **64**

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO

Tabela 1:	Varição intra e interindividual da população de <i>Frostius pernambucensis</i> na Reserva Biológica de Saltinho /Tamandaré – PE	58
Tabela 2:	Fatores bióticos e abióticos da população de <i>Frostius pernambucensis</i> na Reserva Biológica de Saltinho /Tamandaré – PE	59
Tabela 3:	Varição intra e interindividual de populações de <i>Frostius pernambucensis</i> em diferentes fragmentos de Mata atlântica	60
Tabela 4:	Parâmetros amostrados no Canto de Soltura de <i>Frostius pernambucensis</i> , PEDI- Recife- PE	61

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	13
2.	INTRODUÇÃO GERAL	13
3.	OBJETIVO	19
3.1.	Objetivo geral	19
3.2.	Objetivos específicos	19
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
5.	ARTIGO CIENTÍFICO	25
	INTRODUÇÃO	27
	MÉTODOS	29
	Área de estudo	29
	Procedimentos de coleta	30
	Procedimento de análise de dados	31
	RESULTADOS	32
	Populações amostradas e caracterização do sítio de canto	32
	Repertório vocal	34
	Variação do canto de anúncio e reconhecimento individual	35
	Influência de fatores bióticos e abióticos sobre o canto de anúncio	36
	Variação interpopulacional do canto de anúncio	36
	DISCUSSÃO	38
	Populações amostradas e caracterização do sítio de canto	38
	Repertório vocal	39
	Variação do canto de anúncio e reconhecimento individual	42
	Influência de fatores bióticos e abióticos sobre o canto de anúncio	42
	Variação interpopulacional do canto de anúncio	44
	AGRADECIMENTOS	47
	REFERÊNCIAS	48
	LISTA DE FIGURAS	57
	ANEXOS	58
	Tabelas	58
	Imagens	62

1. APRESENTAÇÃO

Essa Dissertação de Mestrado é composta inicialmente por uma Introdução Geral que está nas regras da ABNT e posteriormente é apresentado um artigo científico que será submetido à Revista Herpetological Journal, que apresenta todas as normas de redação e citação, doravante e atendem as normas estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma.

2. INTRODUÇÃO GERAL

A ciência que estuda os diferentes aspectos da comunicação acústica ou especificamente as vocalizações e os sons emitidos pelos seres vivos é conhecido como bioacústica (VIELLIARD, 1987). A vocalização pode ser compreendida como um fenômeno em que o som é produzido por meio da inalação do ar e no seu movimento entre os pulmões e a cavidade oral. Esse movimento de vai e vem do ar, passando pela laringe, faz vibrar as cordas vocais. Muitos machos possuem sacos vocais na região gular que inflam e podem ser únicos ou duplos, amplificando o som (LIMA *et al.*, 2005). Segundo Wells (2007), os bubonídeos e microhilídeos apresentam vocalizações também chamadas de “chamadas”, maiores e longas, por apresentar um sistema de inalação e expiração mais complexo para a emissão de chamadas.

O som como sinal acústico de comunicação é considerado bem eficiente, provavelmente devido a sua rápida dispersão através de longas distancias, e de sua curta duração, garantindo a emissão e assimilação quase imediata da mensagem. Os sinais acústicos em anfíbio estão relacionados com o isolamento reprodutivo e a comunicação social e é a principal forma de comunicação, principalmente para anuros de hábitos noturnos, sendo eficaz na transmissão de informações (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007).

A atividade sonora é uma característica na maioria dos machos, eles vocalizam em diversas situações e podem vir acompanhado de posturas corporais com funções comportamentais específicas, ou seja, pode ser composto por um repertório comportamental variado envolvendo situações de defesa territorial e acasalamento (BOGERT, 1960). Podemos dizer que as espécies podem organizar esses sons de formas diversas, codificando informações que vão além do reconhecimento específico, chegando ao nível de reconhecimento individual, que é mais eficiente, quanto maior forem as diferenças nas características vocais (AVELINO, 2003). Os parâmetros acústicos das vocalizações evidenciam suas especificidades, sendo utilizados nos estudos taxonômicos e evolutivos (KOHLER *et al.*, 2017).

O repertório acústico é formado principalmente pelo canto de anúncio em anuros (“advertisement call”, WELLS, 1977), que pode ser representado por ser simples, representado por apenas uma nota ou formado por uma série de notas idênticas, ou composto, formado por uma complexa combinação de notas diferentes (DUELLMAN, 1970; DUELLMAN & PYLES 1983). É emitido para atrair fêmeas para o acasalamento, apresentando características físicas espectrais e temporais fundamentais para o reconhecimento da espécie ou do indivíduo (WELLS, 2007). Esse canto é capaz de fornecer várias informações como espaçamento entre machos, comportamento de defesa, alerta (WELLS, 1977, GERHARDT, 1994, GIASSON & HADDAD, 2006, WELLS, 2007). Os machos de algumas espécies podem alterar a frequência das notas, aumentar a taxa de repetição das notas e pulsos, a duração do canto, modificar a estrutura física das notas com o intuito de emitir um sinal agressivo, modificando o canto de anúncio (WELLS, 2007; TOLEDO & HADDAD, 2009).

São conhecidas 13 tipos de chamadas distintas nos anfíbios anuros, sendo essas classificadas como subcategorias das três principais categorias que são: chamadas

reprodutivas, agressivas e defensivas (TOLEDO *et al.*, 2015a). As chamadas reprodutivas são as chamadas que se podem ouvir por diversas vezes por serem usadas para atrair parceiros sexuais, denominada por isso de canto de anúncio (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007; TOLEDO *et al.*, 2014a). Esse canto tem o objetivo de levar a uma possível reprodução, e pode estar associado a defesa de territórios; e por tanto ao canto territorial (MARTINS & HADDAD, 1988). Além de algumas vezes ser utilizada também durante combates, e assim ao canto de estresse (TOLEDO & HADDAD, 2005). As chamadas agressivas e defensivas, conferem aos anuros um comportamento em momentos de estresse, seja por brigas, predação e até mesmo uma medida de soltura de algum confinamento (TOLEDO *et al.*, 2015a).

As variações no canto das espécies estão sujeitas a um conjunto de fatores de pressões que ocorrem de maneira natural e também por fatores sexuais como estágios de maturidade e motivação sexual no período da reprodução, podendo ocorrer em indivíduos que ocupam uma mesma população de forma interindividual ou ocorrer com o mesmo canto de um espécime de forma intraindividual (BEVIER *et al.*, 2008). Em anuros essas variações podem trazer benefícios quando machos alteram os sinais acústicos de seu canto em circunstâncias interindividual como atração de fêmeas no momento da corte, lutas por territórios e briga entre machos, atuando na organização social (GERHARDT, 1994; DUELLMAN & TRUEB, 1986; WELLS & SCHWARTZ, 2007). Porém há outros fatores que podem causar vários tipos de ameaças.

O canto pode ter variação atribuída ao comprimento rostro-cloacal (CRC), massa corporal e até mesmo o tamanho do saco vocal do indivíduo (ASQUITH *et al.*, 1988; WELLS, 2007) influenciando algumas características do sinal sonoro, como a modulação de frequência (DUDLEY & RAND, 1991). Os fatores abióticos, como mudanças na temperatura, no vento, na umidade relativa do ar e na intensidade e qualidade da chuva

são conhecidos por se incluírem na lista de influência que podem modificar o canto (BELLIS, 1962; CASTELLANO e GIACOMA, 2000; OSEEN & WASSERSUG, 2002). Além disso, o habitat e micro-habitat podem sim, ser a causa da variação acústica, dependendo do local onde o anuro irá vocalizar, por exemplo a altura do poleiro, ápice de bromélias ou nas axilas de plantas. Há muitas investigações para se saber como o canto é propagado, se ecoa de forma mais intensa ou não, dentro das características do habitat (RYAN *et al.*, 1990; RYAN e WILCZYNSKY, 1991; PREININGER *et al.*, 2007).

O não reconhecimento vocal de indivíduos de uma mesma espécie, pode dar início a um processo evolutivo, denominado de especiação simpátrica, que pode ser frequente em espécies de anuros, por decorrência de barreiras geográficas, associado ou não a outros fatores bióticos e abióticos. Isso pode ser outro ponto importante para responder as diferenças do canto que estão sendo demonstrada de forma convincente, em especial em anuros que ocupam as árvores (HOSKIN *et al.*, 2005; LITTLEJOHN & LOFTUS-HILLS, 1968). Isso pode ocorrer dentro de uma mesma localização geográfica, ou seja, em uma mesma população, originando um isolamento acústico que dificulta a comunicação e conseqüentemente a reprodução, e está relacionado as situações de ameaças de alguns táxons (CASTELLANO *et al.*, 2002, SMITH *et al.*, 2003).

São registradas no Brasil 1137 espécies de anfíbios anuros (FROST, 2019), dessas 41 espécies estão ameaçadas de extinção, a maioria no domínio da Floresta Atlântica (SBH, 2012), ressaltando-se as espécies especialistas de habitat, como exemplo as bromelígenas (JUNCÁ, 2006). Destaca-se a Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco, que atualmente conta com menos de 9% de sua cobertura original, (TABARELLI, 2006) considerando um ambiente hiper fragmentado. Essa região, conhecida como Centro de Endemismo de Pernambuco, é uma das mais biodiversas e com alto grau de endemismo do país e a quem detém o maior número de espécies

ameaçadas (BROOKS & RYLANDS, 2003, RODRIGUES *et al.*, 2004). Na lista estadual de avaliação de espécie ameaçadas de extinção, foram avaliadas 80 espécies, incluído *Frostius pernambucensis* que teve seu status de categoria para vulnerável (VU) (SEMAS, 2015). Essa mesma espécie é beneficiada pelo Plano de Ação Nacional de anfíbios e répteis ameaçados de extinção da mata atlântica nordestina.

A família Bufonidae é cosmopolita (exceto regiões polares e extremamente áridas) e composta por anfíbios anuros conhecidos por sapos verdadeiros (FROST, 2016). Essa família tem como característica principal a presença de glândulas paratóides macroscópicas localizada atrás dos olhos, pele rugosa e seca. As glândulas produzem secreção que contém substâncias bioativas com propriedades farmacológicas. Essa família aqui no Brasil é composta por oito gêneros e cerca de 87 espécies (FROST, 2019).

O gênero *Frostius* é composto apenas por duas espécies, o *Frostius pernambucensis* e o *Frostius erytrophthalmus*, sendo esse gênero restrito apenas a Floresta Atlântica, (BOKERMANN, 1962). Sendo encontrados na Paraíba (PIMENTA e CARAMASCHI, 2007), Pernambuco (BOKERMANN, 1962), Alagoas (PEIXOTO e FREIRE, 1998) e Bahia (JUNCÁ e FREITAS, 2001; PIMENTA e CARAMASCHI, 2007).

Segundo a avaliação da International Union for Conservation of Nature (IUCN) em 2008, *F. pernambucensis* encontra-se como em menor preocupação (LC). Na avaliação do ICMBio (2012), como em menor preocupação (LC), e para a lista estadual (Pernambuco), como em vulnerabilidade (VU). A espécie é então, beneficiada (BE) dentro do Plano de Ação Nacional (PAN) para as espécies ameaçadas de extinção e atividades de pesquisas devem ser prioridade para a conservação da mesma.

A espécie de *Frostius pernambucensis* (BOKERMANN, 1962) é endêmica da Mata Atlântica Nordestina e que possui apenas duas espécies. Estudos sobre *Frostius*

pernambucensis apresentam informações sobre aspectos reprodutivos (CRUZ e PEIXOTO, 1982; JUNCÁ e BORGES, 2002), cuidado parental (DIAS *et al.*, 2016; COSTA, 2018) e vocalização (JUNCÁ *et al.*, 2012; COSTA, 2018; DIAS, 2016). Há baixa disponibilidade de dados na literatura quanto a sua ocupação ambiental, características reprodutivas e comportamentais (JUNCÁ *et al.*, 2012).

Frostius pernambucensis é encontrado habitando fitotelmos de bromélias arborícolas e terrestres e em fitotelmos de troncos oco (DIAS *et al.*, 2016). Onde se reproduz e eliminam seus ovos até seus girinos se desenvolverem dentro desses fitotelmos (CRUZ e PEIXOTO, 1982; JUNCÁ e BORGES, 2002). Estudos sobre a espécie em questão apresentam informações sobre alguns aspectos reprodutivos (CRUZ e PEIXOTO, 1982; JUNCÁ e BORGES, 2002), cuidado parental (DIAS *et al.*, 2016), aspectos da história de vida (COSTA, 2018) e vocalização (JUNCÁ *et al.*, 2012; COSTA, 2018). De um modo geral, ainda há incipiência de dados disponíveis na literatura sobre *F. pernambucensis* (JUNCÁ *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 2016), principalmente no que diz respeito a atividade reprodutiva, como os sítios de canto e repertório vocal e variação intra e interespecífica.

Figura 01



3. OBJETIVO

3.1. Objetivo Geral

Analisar o repertório vocal e variação do canto de anúncio de *Frostius pernambucensis* em fragmentos de Mata Atlântica.

3.2. Objetivos Específicos

1. Descrever o repertório vocal e avaliar se há variação no canto de anúncio de *F. pernambucensis* capaz de apontar algum grau de reconhecimento interindividual;
2. Analisar os parâmetros acústicos, correlacionando-os com os fatores abióticos, tamanho e peso de cada macho vocalizador;
3. Analisar se a diferenças de cantos em diferentes populações de *F. pernambucensis*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASQUITH, A., ALTIG, R., ZIMBA, P. (1988): Geographic variation in the mating call of the green tree frog *Hyla cinerea*. *Am. Midl. Nat.* 19: 101-110.
- AVELINO, M. F. (2003). Análise bioacústica e tratamento multimídia do canto do tico tico *Zonotrichia capensis* (Aves, Emberizidae) das populações das regiões entre campinas e botucatu. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios) - Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BELLIS, E. D. (1962). The influence of humidity on wood frog activity. *American Midland Naturalist*, v. 68, n. 1, p. 139-148.
- BEVIER, C. R.; GOMES, F. R.; NAVAS, C. A. (2008). Variation in call structure and calling behavior in tree frogs of the genus *Scinax*. *South American Journal of Herpetology*, v. 3, n. 3, p. 196-206.
- BOGERT, C. M. (1960). The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In: Lanyon, W.E. & Tavolga, W.N. (Eds.) *Animal sounds and communication*. AIBS, Washington, DC, pp. 137–320.
- BOKERMANN, W. C. A. (1962). Una nueva especie de *Atelopus* del nordeste de Brasil (Amphibia, Salientia, Brachycephalidae) *Neotropica* 8: 42-44.
- BROOKS, T. & RYLANDS, A. B. (2003). Species on the brink: critically endangered terrestrial vertebrates. Pp. 360-371. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (Eds.). *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. CABS & Island Press, Washington.
- CASTELLANO, S., GIACOMA, C. (2000). Morphometric and advertisement call geographic variation in polyploid green toads. *Biol. J. Linn. Soc.* 70: 341-360.

- CASTELLANO, S., CUATTO, B., RINELA, R., ROSSO, A., GIACOMA, C. (2002). The advertisement call of europeantreefrogs (*Hyla arborea*): a multilevel study of variation. *Ethology* 108: 75-89.
- COSTA, E. F. (2018). Aspectos da história natural de *Frostius pernambucensis* Bokermann, 1962 (Amphibia, Anura, Bufonidae), em um remanescente de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil / Elvira Florentino da Costa. – Serra Talhada, 2018. 89 f.: il.
- CRUZ, C A G, PEIXOTO, OL (1982). Sobre a biologia de *Atelopus pernambucensis* Bokermann, 1962 (Amphibia, Anura, Bufonidae) *Rev Bras Biol* 42: 627-629
- DIAS, E. G., SILVA, P. S., PEREIRA, E. N., SANTOS, E. M. (2016): *Frostius pernambucensis* (Frost's Toad). Parental care *Herpetological Review* 47: 277–278
- DUDLEY, R. & RAND, A. S. (1991). Sound production and vocal sac inflation in the Túngara frog, *Physalaemus pustulosus* (Leptodactylidae). *Copeia*, 1991, 460-470. <https://doi.org/10.2307/1446594>
- DUELLMAN, W. E. (1970). The Hylid Frogs of Middle America. Monographs of the Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, v. 2, pp. 753.
- DUELLMAN, W. E.; PYLES, R. A. (1983). Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia*, v. 1983, n. 3, p. 639-649.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. (1986). *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York, 670 p.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. (1994). *Biology of Amphibians*. New York: McGraw Hill, 670p.
- FROST, D. R. (2016). *Amphibian Species of the World: na Online Reference*. Version 6.0. Disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/index.html>> . Acesso em 03 de junho.

- Frost, D.R. (2019). Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.0. (Access February 26, 2019). Electronic Database accessible at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GERHARDT, H. C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 25, p. 293-324.
- GIASSON, L.O.M., & HADDAD, C.F.B. (2006). Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. *Journal of Herpetology*, 40: 171-180.
- HOSKIN, C.J., HIGGIE, M., MCDONALD, K.R. & MORITZ, C. (2005) Reinforcement drives rapid allopatric speciation. *Nature*, 437, 1353–1356.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. (2008). Conservation International & Nature Serve. Global Amphibian Assessment. <http://www.globalamphibians.org> (último acesso em 03/03/2009).
- JUNCÁ, F. A. e FREITAS, M. (2001). Geographic Distribution of *Frostius pernambucensis*. *Herpetological Review*, 32(4): 270-271.
- JUNCÁ, F. A., BORGES, C. L. S. (2002). Fauna associada a bromélias terrícolas da Serra da Jibóia, Bahia. *Sitentibus SCB* 2: 73-81.
- JUNCÁ, F. A. (2006). Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota Neotrop.* 6(2): 1–17
- JUNCÁ, F. A.; RÖHR, D. L.; LOURENÇO-DE-MORAES, R.; SANTOS, F. J. M.; PROTÁZIO, A. S.; MERCÊS, E. A., SOLÉ, M. (2012). Advertisement call of species of the genus *Frostius Cannatella* 1986 (Anura: Bufonidae). *Acta Herpetologica*, v. 7, n. 2, p. 189-201.

KÖHLER, J.; JANSEN, M.; RODRÍGUEZ, A.; KOK, P. J. R.; TOLEDO, L. F.; EMMRICH, M.; GLAW, F.; HADDAD, C. F. B.; RÖDEL, M. O.; VENCES, M. (2017). The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, pp. 001-124.

LIMA, A. P.; Magnusson, W. E.; MENIN, M.; ERDTMANN, L. K.; RODRIGUES, D. J.; KELLER, C e HÖDL, W. (2005). Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central = Guide to the frogs of Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia / Albertina Pimentel Lima ...[et al.]. – Manaus: Áttema Design Editorial, 2005. 168 p.: il. ISBN: 85-99387-01-4.

LITTLEJOHN, M. J. & LOFTUS-HILLS, J. J. (1968). An experimental evaluation of premating isolation in the *Hylaewingi* complex (Anura: Hylidae). *Evolution*, 22, 659–663. <https://doi.org/10.2307/2406893>.

MARTINS, M.; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 9, n. 1, p. 49-60, 1988.

OSEEN, K. L.; WASSERSUG, R. J. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *O ecologia*, v. 133, n. 4, p. 616-625, 2002.

PEIXOTO, O. L. e FREIRE, E. M. X. (1998). Geographic Distribution *Frostius pernambucensis* *Herpetological Review*, 29 (3): 172.

PIMENTA, B. V. S., CARAMASCHI, U. (2007). New species of toad, genus *Frostius Cannatella*, 1986, from the Atlantic Rain Forest of Bahia, Brazil (Amphibia, Anura, Bufonidae) *Zootaxa* 1508: 61-68

PREININGER, D., BÖCKLE, M., HÖDL, W. (2007). Comparison of anuran acoustic communities of two habitat types in the Danum Valley Conservation Area, Sabah, Malaysia. *Salamandra* 43: 129-138.

RODRIGUES, A. S. L.; ANDELMAN, S. J.; BAKARR, M. I.; BOITANI, L.; BROOKS, T. M.; Cowling, R. M.; FISHPOOL, L. D. C.; FONSECA, G. A. B.; GASTON, K. J.; HOFFMANN, M.; LONG, J. S.; MARQUET, P. A.; PILGRIM, J. D.; PRESSEY, R. L.; SCHIPPER, J.; SECHREST, W.; STUART, S. N.; UNDERHILL, L. G.; WALTER, R.W.; WATTS, M. E. J. & YAN, X.(2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428: 640-643.

RYAN, M. J., COCROFT, R. B., WILCZYNSKI, W. (1990). The role of environmental selection in intraspecific divergence of mate recognition signals in the cricket frog, *Acriscrepitans*. *Evolution* 44: 1869-1872.

RYAN, M. J., WILCZYNSKI, W. (1991). Evolution of intraspecific variation in the advertisement call of a cricket frog (*Acriscrepitans*, Hylidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 44: 249-271.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA - SBH. (2012). Lista de anfíbios do Brasil. <http://www.sbherpetologia.org.br / lista / anfibios.htm> (Último Acesso em 09/07/2013).

SMITH, M.J., OSBORNE, W., HUNTER, D. (2003). Geographic variation in the advertisement call structure of *Litoria verreauxii* (Anura: Hylidae). *Copeia* 2003: 750-758.

TOLEDO, L. F.; CASTANHO, L. M.; HADDAD, C. F. B. (2005). Recognition and distribution of *Leptodactylus mystaceus* (Anura: Leptodactylidae) in the state of São Paulo, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 1.

TOLEDO, L. F. & HADDAD, C. F. B. (2009). Defensive vocalizations of Neotropical anurans. *South American Journal of Herpetology*, 4, 25–42.

TOLEDO, L. F; MARTINS, I. A; BRUSCHI, D. P; PASSOS, M. A; ALEXANDRE, C; HADDAD, C. F. B. (2014). The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, v. 2, pp. 87-99, 2014

- TOLEDO, L. F., MARTINS, I. A., BRUSCHI, D. P., PASSOS, M. A., ALEXANDRE, C. & HADDAD, C. F. B. (2015a). The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, 18, 87–99.
- VIELLIARD, J. M. E. (1987). Uso da bioacústica na observação de aves. In: Coelho, E.P. (Ed.), II Enc. Nac. Anilhad. Aves. UFRJ, Rio de Janeiro: 98-121.
- WELLS, K. D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25: 666-693.
- WELLS, K. D. (2007). *Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 1148.
- WELLS, K. D., SCHWARTZ, J. J. (2007). The Behavioral Ecology of Anuran Communication. In: *Hearing and Sound Communication in Amphibians*, p. 44-86.
- NARINS, P. M.; FENG, A. S.; FAY, R. R.; POPPER, A. N. (2007). New York, Ed. Springer Handbook of Auditory Research.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

REPERTÓRIO ACÚSTICO E VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE *Frostius pernambucensis* (ANURA, BUFONIDAE)

Artigo a ser submetido à Revista Herpetological Journal

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma.

VARIAÇÃO DO CANTO DE ANÚNCIO DE *Frostius pernambucensis* (ANURA, BUFONIDAE)

ARÃO, P. S. S.^{1,2} & SANTOS, E. M.²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal Rural de Pernambuco- UAST.

² Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis da UFRPE

RESUMO

Anuros através de sinais acústicos e visuais se comunicam entre seus pares, cuja principal função estar relacionada à reprodução. Atualmente o sistema de comunicação acústica vem apresentando variação entre as populações, que podem estar ligadas as questões evolutivas. *Frostius pernambucensis* pertencem à família Bufonidae, é um anuro endêmico da Mata Atlântica e encontra-se como espécie beneficiada do PAN e ameaçada na lista da herpetofauna do Estado de Pernambuco. Possui localidade tipo no Parque Estadual de Dois Irmãos e estudos mais detalhados sobre a vocalização dessa espécie ainda precisa ser realizado. O presente trabalho objetivou oferecer informações sobre características sobre sítio de canto, o repertório acústico, bem como avaliar diferenças nos parâmetros acústicos dentro da população e entre populações. Foram avaliadas três populações: Estação Ecológica de Murici- AL, Reserva Biológica de Saltinho- PE e Parque Estadual Dois Irmãos- PE (localidade tipo) e 217 chamadas de canto de anúncio de 19 indivíduos. A espécie demonstrou maior plasticidade na escolha dos sítios de canto, todavia em atividade acústica na época chuvosa. A população de REBio-Saltinho foi a que apresentou um maior número de indivíduos no sítio de canto, conseqüentemente com menor espaçamento entre machos. Observamos variação do canto de anúncio e reconhecimento individual entre os parâmetros acústicos: duração do canto (s), intervalo entre cantos (s), número de notas por canto (s), a duração da nota (s), a taxa de emissão de notas (s), intervalo entre notas (s), frequência dominante (Hz), frequência Mínima (Hz), frequência Máxima (Hz) e amplitude da frequência (Hz), além de ter influência de fatores bióticos e abióticos sobre o canto de anúncio. O repertório foi composto por canto de anúncio e canto de soltura. Ocorreu diferenças entre as populações referente à parâmetros

acústicos do canto de anúncio, sendo a REBio- Saltinho a mais diferente em vários parâmetros das demais populações amostradas.

Palavras-chave: bioacústica, especiação, vocalização, espécie ameaçada.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre repertório acústico em anfíbios anuros vem apontando uma variedade de tipos de canto com funções distintas (Bogert, 1960; Wells, 2007; Köhler *et al.*, 2017). Esses estudos são importantes, pois ajudam a entender as diferentes relações da espécie com o ambiente (Köhler *et al.*, 2017). Esses dados revelam que parâmetros acústicos têm relação com fatores abióticos (temperatura, pluviosidade, umidade do ar, altitude, tipo e altura do sítio de canto) e bióticos (Tamanho do animal, massa e comportamento) (Ryan, 2001, Köhler *et al.*, 2017).

São descritos 13 tipos de canto em anuros esses distribuídos três categorias, são elas: chamadas reprodutivas, agressivas e defensivas. O canto de anúncio (“advertisement call” Wells, 1977), é o mais descrito na literatura (Toledo *et al.*, 2014). Esse canto pode ser composto uma série de notas idênticas (simples) ou por uma combinação complexa de notas (composto) (Köhler *et al.*, 2017). De uma maneira geral os machos que vocalizam, apesar de existir registro de fêmeas que emitem algum som (revisão de Preininger *et al.*, 2016), e esse canto emitido por machos tem como principal função atrai fêmeas para o acasalamento e apresentam características físicas únicas (Wells, 1977). Dentre os cantos que compõe o repertório de anuros temos o canto de soltura (*release corner*) que geralmente é descrito em chamadas defensivas, quando se tem o objetivo de se soltar de algum predador (Caorsi *et al.*, 2011).

Além desses aspectos gerais dentro de uma população, alguns estudos vêm mostrando variação bioacústica que pode acontecer de várias maneiras, como: variação do canto entre indivíduos; em indivíduos de uma mesma população, por motivo de

vocalização próxima a outro indivíduo (Gerhardt & Huber, 2002, Ryan & Kime, 2002); entre populações da mesma espécie, separada geograficamente por apresentar influências bióticas e abióticas do local encontrado (Castellano *et al.*, 2002; Cocroft & Ryan, 1995; Smith & Hunter, 2005) ou até mesmo entre linhagens evolutivas de maneira independente que originaram outra espécie, ocasionando o isolamento bioacústico (Köhler *et al.* 2017).

O gênero *Frostius* com apenas duas espécies descritas, possui distribuição restrita à Mata Atlântica nordestina, ao norte do São Francisco. *Frostius pernambucensis* (Bokermann, 1962) pertence à família Bufonidae, possui como localidade tipo o Parque Estadual de Dois Irmãos, em Recife/PE (Bokermann, 1962; Pimenta e Caramaschi, 2007), mas ocorre em fragmentos de floresta atlântica de Alagoas, Bahia, Paraíba e Sergipe (Peixoto e Freire, 1998; Frost, 2002; Juncá e Freitas, 2001). Sua avaliação pela IUCN (2008) e ICMBio (2012) encontra-se para a lista estadual (Pernambuco) na situação de vulnerabilidade (VU) e está inserido dentro do Plano de Ação Nacional que trabalha com as espécies beneficiadas.

O canto de anúncio de *F. pernambucensis* foi descrito por Juncá *et al.*, (2012) para uma população da Bahia e Costa (2018) descreveu o canto para a localidade tipo, essa última autora registrou que o canto de anúncio é composto por notas multipulsonada, sendo esse canto harmônico. Todavia as análises ocorreram de maneira preliminar e ainda são bem incipientes no que se refere ao repertório acústico dessa espécie. Com isso o objetivo desse trabalho foi descrever o repertório acústico, com a inclusão do canto de soltura, bem como, analisar a variação acústica do canto de anúncio de *Frostius pernambucensis*, em diferentes populações de Mata Atlântica, correlacionando-os com os fatores abióticos, (temperatura, altura do poleiro), tamanho do animal, bem como verificar se há diferenças de cantos ente os indivíduos.

MÉTODOS

Área de Estudo

Para o desenvolvimento do estudo foi coletado dados de três localidades (Figura 1), uma delas é localidade tipo, segue abaixo a descrição de cada área:

PARQUE ESTADUAL DOIS IRMÃOS (PEDI): Uma Unidade de Conservação de proteção integral de floresta atlântica ombrófila, urbana, gerenciada pelo estado, localizada na região metropolitana do Recife, Pernambuco ($8^{\circ}7'30''S$ e $34^{\circ}52'30''W$; 19 m de altitude), área de 1.157,74 hectares (distribuídos em uma floresta mais madura e outra, bem maior de uma floresta jovem), desses, 14 hectares está situado o Zoológico do Recife. O relevo é acidentado e no entorno do PEDI estão distribuídos quatro recursos hídricos que se interligam entre si, Açude do Prata, Açude do Meio, Açude de Dentro e Açude Dois Irmãos (Machado *et al.*, 1998).

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MURICI (ESECM): É uma Unidade de Conservação Federal na categoria de Estação Ecológica, de proteção integral, com a maior área de Mata Atlântica ombrófila da região do Nordeste, localizada no estado de Alagoas, abrangendo os municípios de Messias, Flexeiras e Murici, ocupa uma área de 6.116,43 ha, com as coordenadas aproximadas de Planalto da Borborema, entre as coordenadas geográficas de $09^{\circ}15' S$ e $35^{\circ}50' W$ e altitude entre 150 a 600m (MMA, 2006). A área estudada do registro do *F. pernambucensis* foi a localidade da Mata das Bananeiras, essa área possui maior altitude da localidade com 609m (MMA, 2006).

RESERVA BIOLÓGICA DE SALTINHO (REBioS): Uma Unidade de Conservação de Mata Atlântica de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Sistema Secundário, localizado no município de Tamandaré-PE ($08^{\circ}44'13''S$ e $08^{\circ}43'09''W$), compreende uma área de 475,21785 hectares, Perímetro 10.174,285 metros, sendo limitados especialmente por canaviais de engenhos vizinhos. Essa UC abrange os municípios de Rio Formoso

(6,34%) e Tamandaré (93,66%), coordenadas geográficas 08°44'13" e 08°43'09" Latitude Sul 35°10'11" e 35°11'02" Longitude Oeste. Há recursos hídricos dentro da UC, que possui linhas de Transmissão e cabo ótico que cortam a Reserva e Açude para abastecimento de água em Tamandaré (MMA, 1983).

Procedimento de Coleta

Os registros das vocalizações ocorreram na época chuvosa em anos diferentes para as localidades (PEDI nas excursões de 15 de dezembro de 2014, 22 de fevereiro de 2015, 02 à 12 de junho de 2015 e 01 de agosto de 2015; REBioS nas excursões de 05 de abril de 2018, 31 de julho de 2019 à 02 de agosto de 2019, 11 de setembro de 2019 à 16 de setembro de 2019 e 13 a 17 de janeiro de 2020 e ESECM 30 de abril de 2013 e 29 a 31 de maio de 2013.

Os espécimes capturados foram fotografados no seu sítio de vocalização, medidos e pesados (comprimento rostro- cloacal- CRC, e massa corporal), utilizando paquímetro digital (0,1mm) e a balança de precisão digital (0,1 g). Os indivíduos adultos obtiveram marcações através de polímeros de elastômero coloridos (Fitzgerald *et al.*, 2004), que são considerados atóxicos e apropriados para a marcação individual que foi aplicada subcutaneamente na face interna da coxa, sendo permitido informar quais indivíduos pertenciam à população analisada e por fim esses animais foram soltos nos seus respectivos locais de captura.

Dados abióticos (temperatura do ar, umidade relativa do ar) e bióticos (postura corporal do indivíduo vocalizante, altura do poleiro e distância com o indivíduo vocalizador mais próximo foram registrados.

As vocalizações foram gravadas através de um gravador digital Tascam DR-40 com um microfone unidirecional YOGA HT-81 formato não comprimido apresentando uma taxa de amostragem = 44,1 kHz, 16 bits), ambos foram acoplados para um melhor

manuseio, mantendo uma distância padrão de 0,50 m do indivíduo, seguindo sugestões de Duellman & Trueb (1986) e Gerhardt (1998).

Procedimento de Análise de dados

Para as vocalizações gravadas de *Frostius pernambucensis*, foram analisados 10 parâmetros acústicos: duração do canto (s), intervalo entre cantos (s), número de notas por canto, a duração da nota (s), a taxa de emissão de notas (s), intervalo entre notas (s), frequência dominante (Hz), frequência Mínima (Hz), frequência Máxima (Hz) e amplitude da frequência (Hz). Todos os parâmetros, temporais e espectrais, foram analisados no programa RAVEN PRO 1.5, permitindo gerar representações gráficas do oscilograma, espectrograma e espectro de potência usados na descrição dos sons.

Os arquivos de som dos espécimes foram depositados na Sonoteca do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (L. I. A. R.) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como material testemunho, bem como as imagens.

A distribuição e homocedasticidade dos dados foi testado no Shapiro Wilk evidenciando que os dados não apresentaram uma distribuição normal, onde optamos por utilizar testes estatísticos não paramétricos equivalentes a paramétricos. Nesse sentido, para correlacionar influência de fatores abióticos e bióticos sobre variáveis acústicas, usamos a Correlação de Spearman (r_s), considerando $p < 0,05$ (Moore, 2007).

A variabilidade do canto de anúncio dentro de uma população foi analisada de acordo com a classificação de Gerhardt (1991), que categorizou em Coeficiente de Variação intraindividual (CV_i), considerado estático, quando menor ou igual a 4%; intermediários, entre 5 e 12% e dinâmicos (mais variáveis), acima de 12%. O CV_i se baseia nas médias e desvios padrão calculado para cada macho vocalizante [CV: $(DP/x) * 100$]. Para calcular o Coeficiente de Variação interindividual (CV_e) será utilizada a

média e desvio padrão da população estudada, considerando os parâmetros com variação menor do que 10%, estáticos; entre 10-20%, intermediários; e maiores do que 20%, dinâmicos. Quanto a determinação do reconhecimento individual, para tal, calcula-se a razão dos coeficientes inter e intraindividual (CVe/CVi), considerado o $CVe/CVi > 1.0$ como positivo para reconhecimento individual e o $CVe/CVi \leq 1.0$ como não sensível para o reconhecimento. Para testar se houve diferenças significativas entre os valores dos parâmetros acústicos exibidos na população, usamos Kruskal wallis, seguido do teste de Dunn, considerando $P < 0,05$.

Para testar diferenças acústicas entre as três populações estudadas, usamos o teste de variância Kruskal wallis sobre os parâmetros analisados; caso confirmasse diferença entre as amostras em relação ao parâmetro analisado ($P < 0,05$), utilizamos o teste de Dunn para detectar entre quais populações as diferenças foram significativas. O teste foi usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes (Zar, 1996).

Todos os testes estatísticos foram realizados no programa Biostat 5.0, com significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Populações amostradas e Caracterização do sítio de canto

Foram coletados dados acústicos de 217 cantos de 19 espécimes de *Frostiust pernambucensis* pertencentes a três populações estudadas entre o estado de Pernambuco e Alagoas (PEDI- dois indivíduos, 20 chamadas; ESCM- cinco indivíduos, 67 chamadas; REBioS- 12 indivíduos, 130 chamadas). Os indivíduos foram gravados vocalizando empoleirados em troncos de árvores e arbustos próximos a fitotelmo em troncos (PEDI) folhas de epífitas e bromélias terrestres (ESCM) e troncos de arbustos e bambus

(REBioS). (Figura 2). A altura do poleiro, sítio de vocalização variou entre 15 cm até 2,30 m, com atividades vocais entre 1800h as 2400 h. Todos os registros ocorreram em época chuvosa, mas não durante as chuvas.

Foram registrados poucos indivíduos no PEDI (n=14) em seu sítio de vocalização em um período de quatro excursões de 15 de dezembro de 2014, 22 de fevereiro de 2015, 02 à 12 de junho de 2015 e 01 de agosto de 2015, mas apenas dois indivíduos foram possíveis obter uma sequência de canto. O espaçamento entre macho variou de 3m a 6 m de distância mínima, todos foram registrados em um raio de 50 metros apenas na área da floresta madura, vocalizando em troncos de árvores, folhas de plantas, próximos a sítio de desova nas depressões de tronco de arbustos, a altura de 10 cm à 2,15 m, CRC (Média=24,10 mm), esses indivíduos exibiam postura vertical apoiados na superfície com as patas anteriores, vocalizando.

A REBio-Saltinho, apresentou no seu sítio de canto uma população maior (n= 20), no período de excursões de 05 de abril de 2018, 31 de julho de 2019 à 02 de agosto de 2019, 11 de setembro de 2019 à 16 de setembro de 2019 e 13 de janeiro de 2020 à 17 de janeiro de 2020, com quatro excursões. Os tamanhos dos indivíduos eram em tono de 20,11 mm de comprimento rostro-cloacal. Todavia apenas 12 foi obtido o canto. A distância entre machos variou entre 60 cm a 3m e alturas. A postura corporal dos machos no sítio de canto também foi bem variada, como posicionamentos verticais e horizontais, ocupando troncos de arbustos, ápices de folhas, mas principalmente os bambus (*Bambus avulgaris* - Moreira) entre 15 cm a 1,60 m de altura, com a região posterior arqueada para frente para melhor exibição do saco vocal e próximo ao sítio de reprodução com fitotelmo a espera.

ESEC Murici, na Mata da Bananeira, excursões de 30 de abril de 2013 e 29 a 31 de maio de 2013, os indivíduos foram encontrados ocupando árvores cobertas de plantas

trepadeiras', musgos e bromeliáceas, vocalizando empoleirado em folhas de trepadeiras assim como bromélias, rupícolas e epífitas. Os machos cantavam em frente ao tronco ou dentro de bromélias ou ápice da folha em altura de 28 cm do solo a 1.80 m, os machos iniciavam a atividade vocal final da tarde, em geral às 1700-1730h ainda com o sol se pondo e paravam em torno de 0000h e em dias mais chuvosos (junho e julho) machos iniciaram a atividade vocal em torno 1630h e paravam totalmente às 0200h (Média=21,9 mm).

Repertório vocal

Obtivemos o registro de dois tipos de cantos diferentes para a população de *F. pernambucensis* do PEDI, canto de anúncio e de soltura.

A chamada de anúncio do *F. pernambucensis* demonstrou ser multipulsada (Figura 4), apresentando duração média de 3.47 ± 1.08 segundos (s) (0.29-5.35 s, n=130) intercalados em intervalos de 25.94 ± 27.73 s (0.21-232.88 s, n=130). As chamadas foram compostas por um conjunto de notas variando entre 4-39 (26.04 ± 7.93) emitidas à uma taxa de 7.54 ± 1.06 notas por segundo (4-14.94 notas/s, n=130). As notas apresentaram duração média de 0.05 ± 0.01 s (0.04-39.35s, n=3322) com intervalos de 0.09 ± 0.01 s (0.04-18.21 s, n=3192). Em relação aos parâmetros espectrais de canto, os indivíduos apresentaram uma frequência dominante na faixa de 3299.3 ± 693.31 Hz (86.1-11800.2 Hz, n=130); frequência mínima 3246.35 ± 300.31 Hz (86.10-10077.50 Hz, n=130); e frequência máxima 3738.26 ± 581.02 Hz (3359.2-21705.5 Hz, n=130), com uma amplitude média de 3898.16 ± 1488.81 Hz (911-12022Hz, n=130).

O canto de soltura do *F. pernambucensis* foi obtido durante o manuseio de um espécime macho para aferição de dados biométricos. Este foi composto por uma única nota multipulsada e harmônica (Figura 5). O canto durou cerca de 0.031 segundos e chegou a atingir uma frequência dominante de 2584.0 Hz. Sua frequência mínima ficou

em 2411.7 Hz enquanto a máxima marcou 4909.6 Hz, definindo a amplitude de frequência na faixa de 2497.9 Hz. A vocalização foi composta por 6 harmônicos (Figura 5, y e z), onde os harmônicos fundamental e dominante atingiram a frequência máxima de 2574.0 Hz e 5081.8 Hz, respectivamente (Tabela 4).

Variação do canto de anúncio e reconhecimento individual

A população da REBioS, apresentou números variáveis acima de 12%, no Coeficiente de Variação Intraindividual (CVi). Nos parâmetros de duração do canto (s) com (Cvi = 17.38), intervalo entre cantos (s) com (Cvi = 52.20), número de notas por canto com (Cvi = 14.56), frequência dominante (Hz) com (Cvi de 21.96), frequência Mínima (Hz) com (Cvi = 20.96) e amplitude da frequência (Hz) com (Cvi = 29.23). (Tabela 1)

Para os parâmetros de duração da nota (s) com (Cvi = 8.91), intervalo entre notas (s) com (Cvi = 5.46) e frequência Máxima (Hz) com (Cvi = 8.64), apresentando dados intermediários de 5 a 12%, estando na margem de uma possível variação futura. (Tabela 1).

A população da REBioS, apresentou números variáveis acima de 20%, no Coeficiente de Variação Interindividual (Cve). Nos parâmetros de duração do canto (s) com (Cve = 31.02), intervalo entre cantos (s) com (Cve = 106.89), número de notas por canto com (Cve = 30.44), frequência dominante (Hz) com (Cve de 21.01) e amplitude da frequência (Hz) com (Cve = 38.19). (Tabela 1)

A análise do (Cvi/ Cve), apresentou números positivo para o Reconhecimento Individual por ser > que 1,0, nos parâmetros de duração do canto (s) com (Cvi/Cve = 1.79), intervalo entre cantos (s) com (Cvi/Cve = 2.05), número de notas por canto com (Cvi/Cve = 2.09), a duração da nota (s) com (Cvi/Cve = 2.00), a taxa de missão de notas (s) com (Cvi/Cve = 3.31), intervalo entre notas (s) com (Cvi/Cve = 2.74), frequência

Máxima (Hz) com ($C_{vi}/C_{ve} = 1.80$) e amplitude da frequência (Hz) com ($C_{vi}/C_{ve} = 1.31$).

Para os parâmetros de frequência dominante (Hz) com ($C_{vi}/C_{ve} = 0,96$) e frequência Mínima (Hz) com ($C_{vi}/C_{ve} = 0,45$), esses não foram sensíveis para o Reconhecimento Individual por ser $<$ que 1,0. (Tabela 1)

Influência de fatores bióticos e abióticos sobre o canto de anúncio

A população de da REBioS, foi possível verificar influência do Comprimento rostro-cloacal (CRC) dos indivíduos de *Frostius pernambucensis* na Frequência Dominante (Hz) do canto, com ($r_s = 0.6504$) e ($P = 0.022$). (Tabela 2).

A distância do macho próximo dos indivíduos de *F. pernambucensis* não apresentou influência. Todavia a altura do substrato onde os indivíduos de *F. pernambucensis* foram encontrados, apresentou influência na Duração do canto (s), com ($r_s = 0.738$) e ($P = 0.0095$).

A temperatura em que os indivíduos de *F. pernambucensis* foram encontrados, apresentou influência na Amplitude da frequência (Hz), com ($r_s = -0.5997$) e ($P = 0.0392$). No entanto a umidade relativa do ar (URL) dos indivíduos de *F. pernambucensis* apresentou influência na Frequência mínima (Hz) do canto, com ($r_s = 0.6504$) e ($P = 0.0354$) e na Amplitude da frequência (Hz), com ($r_s = 0.7234$) e ($P = 0.0078$) (Tabela 2).

Variação interpopulacional do canto de anúncio

Nessa análise foi demonstrado que as três populações são diferentes entre si, em diversos parâmetros amostrados (Tabela 3)

As populações foram categorizadas com iniciais do alfabeto, sendo a REBioS (População A), o PEDI/PE (População B) e a ESECM (População C).

A Duração do canto (s) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B\neq C$; H2: Dunn: $P<0,05$); Intervalo entre cantos (s) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B$ e C ; H2: Dunn: $P<0,05$); Número de notas por canto apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B$ e C ; H2: Dunn: $P<0,05$); Duração da nota (s) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B$ e C ; H2: Dunn: $P<0,05$); Emissão de notas (s) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B\neq C$; H2: Dunn: $P<0,05$); Intervalo entre notas (s) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B\neq C$; H2: Dunn: $P<0,05$); Frequência dominante (Hz) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B\neq C$; H2: Dunn: $P<0,05$); Frequência Mínima (Hz) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B\neq C$; H2: Dunn: $P<0,05$); Frequência Máxima (Hz) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B$ e C ; H2: Dunn: $P<0,05$); Amplitude da Frequência (Hz) apresentou diferença ($K=P<0,001$) entre as três populações ($A\neq B$ e C ; H2: Dunn: $P<0,05$). (Tabela 3)

De forma geral, foi possível perceber que a população de REBioS foi diferente das outras populações da amostragem em todos os parâmetros do canto, apenas o PEDI, apresentavam similaridade com a ESECM em alguns parâmetros, e também foi possível ver que nos parâmetros de Duração do canto (s), Emissão de notas (s), Intervalo entre notas (s) e Frequência dominante (Hz), foram diferentes entre as populações, apresentando uma característica única na amostragem.

DISCUSSÃO

Populações amostradas e Caracterização do sítio de canto

Os Indivíduos de *Frostius pernambucensis* foram observados, nesse presente trabalho, vocalizando empoleirados em troncos de árvores (Costa, 2018), axilas de plantas, ápice de folhas, bromélias epífitas e terrestres (Juncá *et al.*, 2012) e em bambus (a qual nunca foi descrito antes). Nesse trabalho documentamos mais um sítio de canto e de ovoposição, considerado inusitado, para *F. pernambucensis* em colônia de bambus (*Bambusa vulgaris*). Essa planta exótica acumula bastante água nos seus nós, local perfeito para depositar os ovos e criar suas larvas. Apesar de ser uma unidade de conservação, espécies exóticas e invasoras não deveriam fazer parte do cenário dessas áreas protegidas, por ser apontada como prejudicial para as espécies nativas (Leão *et al.*, 2011). No entanto, algumas espécies exóticas e invasoras vêm se incorporando no sistema de vida silvestre como Algaroba (*Prosopis juliflora*), Dendezeiro (*Elaeis guineenses*) e Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*). Inicialmente *F. pernambucensis* foi caracterizada como bromeligena por (Peixoto e Freire, 1998) e na realidade a espécie utiliza diferentes fitotelmos, como depressões em arbustos, árvores e bromélias, evidenciando uma plasticidade.

O sítio de vocalização foi diferente nas áreas avaliadas, isso mostra o quanto essas espécies se adaptam ao seu habitat, garantindo a perpetuação da espécie. Na REBioS, uma área ainda não amostrada de ocorrência para a espécie (Costa, 2018), essa espécie encontrou outra possibilidade de ocupação, o que levanta a questão sobre a microbiota desses fitotelmos. O que aponta para uma investigação sobre o que esses fitotelmo oferece em termo de alimento para as larvas, além de sítio de oviposição e canto (Fish, 1983). Sabemos da importância das bromélias para o ciclo de vida e microhabitat para muitas espécies, funciona como um verdadeiro microecossistema (Benzing, 2000). Em os

bambus na localidade se beneficiam pela proximidade de riachos e cachoeiras, comum cair as toras dos bambus no chão, que se abrem-se e acumulam água em seu interior.

Os fitotelmos são formados através do acúmulo de água da chuva, armazenada em depósitos naturais da floresta, como depressões em troncos ocos, ápice de folhas, cavidades, bromélias, bambus (Fish, 1983). E são esses fitotelmos que abrigam vida, através da oviposição em sítios de reprodução de anuros e de insetos (Leme & Marigo, 1993; Rocha *et al.*, 2004), o que atribui as espécies a fase da eclosão das larvas até chegar à fase adulta, sobrevivendo através de detritos orgânicos presentes nessa água (Fish, 1983, Benzing, 2000).

Repertório vocal

As chamadas incluídas em uma das subcategorias de chamadas agressivas nem sempre são fáceis de distinguir da chamada de anúncio, pois muitas vezes a chamada de anúncio confere sinais de interação e territoriais e pode ser composta por diferentes tipos de notas, respectivamente função em atrair fêmeas ou sinalizar para outros machos (Narins & Capranica 1978; Toledo *et al.*, 2015a). Alguns autores também usaram o termo “chamada agressiva” para se referir a chamadas defensivas / de socorro quando estas são emitidas enquanto retalia a um predador Toledo et al. (2015a).

O modelo do canto de anúncio de *F. pernambucensis* avaliado neste estudo é parecido ao descrito por Juncá *et al.*, (2012) com indivíduos da Bahia, e parecido ao descrito por Costa (2018) com indivíduos da localidade tipo do Parque Estadual Dois Irmãos- Recife/ Pernambuco, a duração das chamadas dos indivíduos desse estudo foi sim semelhante aos descritos por Juncá *et al.*, (2012) e Costa (2018) com chamadas com duração de 7 a 8 segundos, porém com diferenças nas quantidades de notas, nas diferentes áreas desse estudo. No PEDI, foi possível perceber a maior quantidade de notas em

relação à ESEC- Murici e a REBio- Saltinho. O que leva a discussão possíveis fatores abióticos, bióticos e tamanho desse indivíduo.

As duas chamadas descritas neste trabalho divergiram de um padrão de semelhança estrutural, o canto de soltura até então pouco se conhece sobre informações acústicas para a população pertencente a localidade tipo, sendo o canto de soltura descrito pela primeira vez para a espécie. Além do contexto comportamental intimista que o canto de soltura necessita para ser exibido (Toledo *et al.*, 2015a), nesse canto, resulta num menor empenho energético por parte do macho, as limitações morfológicas do aparato vocal também podem ser uma resposta a tais diferenças (Kohler *et al.*, 2017).

O canto de anúncio de *F. pernambucensis* é semelhante ao canto de anúncio de *F. erythrophthalmus* na duração do canto de anúncio, na quantidade de notas por chamada, taxa de emissão por segundo, sendo esses cantos diferente na frequência dominante e frequências fundamentais, sendo altas para o *F. erythrophthalmus*. Ambas as espécies desse gênero são semelhantes na morfologia, sendo diferente a cor da íris, alguns na cor vermelho e outros na cor amarelo na região de Itacaré e Ilhéus na Bahia; apenas íris cor amarelo para a região de Igrapiuna para a espécie de *F. erythrophthalmus* e para o *Frostius pernambucensis* apresentou íris na cor amarela (Juncá *et al.*, 2012). Sugere-se novos estudos comparativos com maior número de amostra para reavaliar se tratar-se de uma ou duas espécies.

O canto de soltura é emitido em comportamento reprodutivo com o ato do amplexo, acontece que esse canto pode ser emitido tanto por fêmeas e por machos em determinadas espécies ou em determinadas situações (McClelland & Wilczynski, 1989; Köhler *et al.*, 2017). Por medidas contra gastos de energia de um amplexo errado com machos (Batista *et al.*, 2017), esse canto é liberado como um sinal de alerta, sendo esse canto, diferente do canto de anúncio da espécie (Caorsi *et al.*, 2011). Sendo assim, o

indivíduo de *Frostius pernambucensis* liberou esse canto de soltura em um momento de manuseio em um processamento de dados biométricos (n=5 vezes), a qual sugere-se que o indivíduo possa ter confundido o toque de nossas mãos, associando a um amplexo, executando uma medida de soltar-se ou ser um tipo de chamada de alarme. Pouco se sabe sobre esse tipo de chamada (Guerra *et al.*, 2020 e Guerra *et al.*, 2011), por se ocorrer de maneira rara pois necessita de determinados comportamentos das espécies na oviposição (Toledo *et al.*, 2015a).

Outros bubonídeos do gênero *Atelopus*, o mais próximo da espécie *Frostius pernambucensis* emitiram também esse canto nomeado como Canto de liberação pelos autores (Lötters *et al.*, 2019) que trabalharam com as espécies *Atelopus carbonerensis*, *Atelopus mucubajiensis* e *Atelopus tamaense*, e (Carvajalino-Fernández *et al.*, 2017) que trabalhou com a espécie *Atelopus nahumae*, acontece que esse tipo de canto pode se apresentar de maneiras variadas, que alternam em uma situação comportamental diferente, como exemplo, temos a chamada tons puros, que é uma chamada longa e geralmente é emitida em uma chamada categorizada como agressiva (Lötters *et al.*, 2019), há também as chamadas curtas e pulsadas atribuída a chamadas de liberação (Lötters *et al.*, 2019) A chamada de liberação ocorre como um sinal agonístico emitido pelo macho, sendo acompanhado de vibrações do corpo (Duellman e Trueb, 1986). Essa chamada é bastante emitida em época de reprodução explosiva, a qual o macho agarra outro macho erroneamente e o canto é emitido para impedir gastos energético.

Em bufonídeos conforme Wells (2007), possui chamadas muito extensas pelo sistema de inalação-exalação na emissão de chamadas que é mais complexo. Porém algumas espécies tendem a apresentar a frequência dominante associados ao seu habitat, que tendem a ser baixa ou alta por algum fator de influência no habitat, como exemplo existe o gênero *Rhinella* que tendem a apresentar frequência dominante mais baixas em

floresta com número de concentração elevada de componentes do substratos que pode mediar esse canto, então essa frequência baixa no canto permite que sofra menos efeito e por isso lhes atribui vantagens na comunicação e reprodução (Nicholls & Goldizen, 2006).

Variação do canto de anúncio e reconhecimento individual

Em *F. pernambucensis* da REBioS, os parâmetros do canto proporcionaram uma maior variante entre os indivíduos (intraindividual) do que variação com outros indivíduos (interindividual), possivelmente seja por motivo de menor distancia de aproximação dentro de um coro, com outro indivíduo vocalizador, ocorrendo a modulação no canto de anúncio para se destacar de machos próximos, Schwartz *et al.*, (1984) e obter sucesso na reprodução (Gerhardt, 1994; Duellman & Trueb, 1986 e Bevier *et al.*, 2008). A variação intraindividual não é muito comum em uma população, o que contradiz com os dados de Costa, (2018); Bee *et al.*, (2001); Castellano *et al.*, 2002; Briggs, 2010 e Gerhardt, 1991), relatou que poucos parâmetros são distinguidos como estáticos, pois podem passar por influencias variadas que podem alterar esse canto por inúmeros fatores. (Asquith *et al.*, 1988, Castellano *et al.*, 2002). Com os dados foi possível saber que os indivíduos mesmo modulando o canto se reconheciam, isso é visto também em Bee *et al.*, (2001), que relata que propriedades de chamada de anúncio podem permitir que indivíduos específicos identifiquem um chamador individual.

Influência de fatores bióticos e abióticos sobre o canto de anúncio

O comprimento rostro- cloacal (CRC) revelou influência na frequência dominante dos indivíduos, os indivíduos da REBioS apresentaram comprimento menores aos indivíduos do PEDI e da ESEC. Castellano *et al.*, (2002), relata que quanto maiores e mais robustos os músculos pulmonares, maior quantidade de ar é necessária para a

produção de chamadas, resultando em um aumento na duração das chamadas, o que torna a frequência dominante mais baixa; e em indivíduos com tamanho pequeno, a morfologia do trato vocal tende a variar pouco entre os indivíduos (Napoli, *et al.*, 2009).

A distância entre o macho mais próximo não mostrou nenhuma influência, porém é necessária uma maior atenção a esses dados, devido a menor distância em que esses indivíduos se encontravam um do outro no coro de vocalização, levantando também variáveis comportamentais.

A altura do substrato demonstrou uma influência na duração do canto desses indivíduos, ou seja, que quanto maior for o substrato desse indivíduo, maior será a duração do canto, devido a maior possibilidade de propagação desse canto (Ryan *et al.*, 1990; Ryan e Wilczynsky, 1991; Preininger *et al.*, 2007).

A temperatura influenciou na amplitude da frequência (Hz), que podem ocorrer por diversos critérios, um deles é a ocorrência de espécies em altitudes maiores e, portanto, expostos a uma maior variação térmica, Janzen (1967); Llusia, D. *et al.*, (2013). Normalmente, a temperatura tem grande influência nas propriedades temporais dos sinais acústicos dos anuros (Navas e Bevier, 2001, Lingnau e Bastos, 2007), enquanto o CRC (comprimento rostro cloacal) influencia as propriedades espectrais (Castellano *et al.*, 2002, Giasson e Haddad, 2006). Essa relação também foi registrada em *Frostius pernambucensis*, onde a variação da frequência dominante e a frequência fundamental da chamada publicitária estavam relacionadas ao tamanho do macho, enquanto a taxa de emissão da chamada estava relacionada à temperatura do ar.

A Umidade, indicou influência na frequência mínima e na amplitude da frequência.

Variação interpopulacional do canto de anúncio

As populações amostradas são diferentes entre si, cada população em si apresenta o seu perfil fenotípico, mesmo sendo a mesma espécie, e o que lhes conferem essa diferença são fatores abióticos e bióticos específicos de cada população que são separadas geograficamente. Dessa maneira ocorre o fluxo genético em cada uma dessas populações que impede delas manter-se em um único perfil fenotípico, o que lhes confere uma identidade fenotípica proveniente da genética assim como do habitat em que tem ocorrência (Schluter, 2000). Segundo Alexandrino *et al.*, (2005), relata que as pressões seletivas de uma população agem diretamente na estrutura fenotípica do canto de anúncio de uma determinada espécie, mas que é importante para aspecto evolutivo dessa população, assim como também é importante a variação fenotípica desse canto para acontecer o isolamento histórico ou adaptação a determinado ambiente.

A Duração do canto (s) variou entre as três populações; a Frequência mínima (Hz) variou entre as três populações e Frequência máxima (Hz) variou entre duas populações, ambas apresentam importantes propriedades do canto, explicando assim essas variações (Pröhl *et al.*, 2007, Tessarolo *et al.*, 2016). O que poderia ser a causa dessa variação seria a possível amplificação do som, através de vocalização na altura de substrato ou em tocas, fazendo esse som se propagar mais e ter uma maior duração dessa chamada.

Segundo Gerhardt, 1991; Bee (2007), relata que propriedades dinâmicas como duração do canto e emissão de notas do canto, costumam variar de forma considerável, o que evidencia a variação entre as três populações ($A \neq B \neq C$), no parâmetro da emissão de notas, cada população apresentou quantidade de notas por segundo variadas entre populações, mas em cada população essa taxa se manteve igual para todos os cantos analisados. A alternância de um canto pode depender da influência entre essas

propriedades, sugerindo uma possível aptidão dos machos para as fêmeas (Gerhardt, 1991).

A Frequência dominante (Hz) é o parâmetro que possui importância para a diferença entre as três populações, o que deixa intrigante o fato desse parâmetro ser imprescindível no reconhecimento espécie-específico, sendo assim, é esperado que ocorra pouca variação dentro da espécie (Castellano *et al.*, 2002; Tárano, 2001; Smith & Hunter, 2005). Não é o que os dados amostrados indicam e sim, relata diferenças na frequência dessas populações, e que chega a ser preocupante pelo fato de fêmeas não vir a reconhecer o canto dos machos e não vir a reproduzir-se, fazendo com que essa variação seja uma pré-adaptação para uma possível especiação.

Para um indivíduo evitar uma sobreposição temporal entre as chamadas, ele tende a alterar as chamadas com outros machos concorrentes próximos (Grafe, 1995), diante desse comportamento, ele tende a aumentar as taxas de chamadas para sobrepor outra chamada próxima (Schwartz & Wells, 1985; Lopez e Narins, 1991), passando essa chamada a apresentar mais notas, ocasionando também uma diminuição entre os intervalos entre cantos (s) que na amostragem evidenciou variação entre as populações REBioS=A e PEDI=B, porém o PEDI=B foi semelhante a ESECM=C.

Esse número de notas aumentando, conseqüentemente altera a duração dessa nota assim como os intervalos dessa nota. No parâmetro de Número de notas por canto e Duração da nota (s), apresentaram diferença entre as populações REBioS=A e PEDI=B, porém o PEDI=B foi semelhante a ESECM=C. Já o Intervalo entre notas (s) apresentou diferença nas três populações ($A \neq B \neq C$).

A variação na amplitude da frequência (Hz), está relacionado ao local onde é emitido esse canto, seja ele emitido acima do solo ou aqueles emitidos apoiados no solo, sendo assim a degradação desse canto tende a ser menor em indivíduos que vocalizam

acima do solo, como árvores, troncos, e essa frequência tende a variar menos em habitats abertos quando comparados com habitats de floresta (Kime *et al.*, 2000; Silva, 2008), garantindo assim a fidelidade e eficiência dos sinais acústicos desse canto. Na análise, houve variação da amplitude entre as populações REBioS=A e PEDI=B, porém o PEDI=B foi semelhante a ESECM=C.

A população REBioS=A, é a mais diferente entre as demais populações, variando em todos os parâmetros analisados assim como o sonograma, espectrograma; sugerindo ainda mais atenção a esse local de estudo para obter ainda mais embasamento sobre tanta variação acústica.

A vocalização dos anuros abrange elementos importantes para uma melhor interação dentro de uma população. Porém há fatores que modulam esses elementos dentro do canto e torna-se uma barreira para esse indivíduo de obter uma certa interação, barreiras como distanciamento geográfico (Bernal *et al.*, 2005); mudanças climáticas e umidades (Sullivan e Malmos, 1994; Lingnau & Bastos, 2007; Kok, & Means, 2013), ruídos por influências antrópicas e variações temporais pode ocasionar uma mudança nos parâmetros das chamadas (Smith & Hunter, 2005; Bee & Swanson (2007); assim como a massa e o comprimento do macho pode ser um fator intrínseco influenciando no canto desse indivíduo (Sanabria e Quiroga, 2012; Castellano *et al.*, 1999); além disso, comportamentos podem modular o canto de anúncio para que ocorra vantagens reprodutivas sobre outros indivíduos próximos (Schwartz & Wells, 1984).

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão a Universidade Federal Rural de Pernambuco por ser a grande autora da minha base acadêmica e pelo transporte concedido a essa pesquisa; ao Programa de Pós-Graduação Biodiversidade e Conservação por essa oportunidade de aprendizagem; à Ednilza Maranhão dos Santos que topou em me orientar nessa nova etapa, por seu apoio científico e por toda bagagem adquirida, pelo qual esse trabalho não seria executado; à Licença SISBio que me possibilitou entrar e executar meu trabalho nas UCs; As Unidades de Conservação que abriram as portas para o meu projeto e disponibilizaram alojamentos; a Barnagleison S. Lisboa que disponibilizou dados acústicos e dados de campo de Murici para o enriquecimento desses trabalho e aos meus amigos de campo que se disponibilizaram e me auxiliaram na coleta e elaboração desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, J.; FERRAND, N.; ARNTZEN, J. W. (2005). Morphological variation in two genetically distinct groups of the Golden Striped Salamander, *Chioglossa lusitanica* (Amphibia: Urodela). *Contributions to Zoology* 74:213-222.
- ASQUITH, A., ALTIG, R., ZIMBA, P. (1988). Geographic variation in the mating call of the green tree frog *Hylacinerea*. *Am. Midl. Nat.* 19: 101-110.
- BATISTA, V. G., ODA, F. H., AMARAL, D. F., COSTA, N. D. Q., MACIEL, N. M., & BASTOS, R. P. (2017). Release and distress calls of *Rhinella abei* (Baldiisera, Caramaschi & Haddad, 2004) and *Rhinella icterica* (Spix, 1824). *Herpetozoa*. 30. 100-105.
- BEE, M. A.; GERHARDT, H. C. (2001). Neighbour–stranger discrimination by territorial male bullfrogs (*Rana catesbeiana*): I. Acoustic basis. *Animal Behaviour*, v. 62, n. 6, p. 1129-1140.
- BEE, M. A., & SWANSON, E. M. (2007). Auditory masking of anuran advertisement calls by road traffic noise. *Animal Behaviour*, 74(6), 1765-1776.
- BENZING, D. H. 2000. Bromeliaceae: profile of na adaptative radiation. Cambridge University Press. New York. 690p.
- BERNAL, X. E., GUARNIZO, C. & LÜDDECKE, H. (2005). Geographic variation in the advertisement call and genetic structure of the Andean frog *Colostethus palmatus*. *Herpetologica*, 61, 395–408.
- BEVIER, C. R.; GOMES, F. R.; NAVAS, C. A. (008). Variation in call structure and calling behavior in tree frogs of the genus *Scinax*. *South American Journal of Herpetology*, v. 3, n. 3, p. 196-206.
- BOKERMANN, W. C. A. (1962). Una nueva especie de *Atelopus* del nordeste de Brasil (Amphibia, Salientia, Brachycephalidae) *Neotropica* 8: 42-44.

- BOGERT, C. M. (1960). The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In: Lanyon, W.E. & Tavalga, W.N. (Eds.) Animal sounds and communication. AIBS, Washington, DC, pp. 137–320.
- BRIGGS, V. S. (2010): Call trait variation in Moretelli's tree frog, *Agalychnis moreletii* of Belize. *Herpetologica* 66 (3): 241–249.
- CARVAJALINO-FERNÁNDEZ, J. M.; PORRAS, M. F.; CHINCHILLA, J. E. O. e BARRIENTOS, L. (2017). Vocalizations of an Endangered Species: Description of Release Calls of *Atelopus nahumae*, an Endemic Species from the Masiff Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Herpetological Review* · June 2017.
- CAORSI, V. Z. (2011). Comportamento reprodutivo de *Melanophryniscus cambaraensis* (Anura: Bufonidae) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho de conclusão de graduação: <http://hdl.handle.net/10183/35327>.
- CASTELLANO, S., ROSSO, A., DOGLIO, S., & GIACOMA, C. (1999). Body size and calling variation in the green toad (*Bufo viridis*). *Journal of Zoology*, 248(1), 83-90.
- CASTELLANO, S.; CUATTO, B.; RINELLA, R.; ROSSO, A.; GIACOMA, C. (2002). The advertisement call of the European Treefrogs (*Hyla arborea*): a multilevel study of variation. *Ethology* 108:75–89.
- COSTA, E. F. (2018). Aspectos da história natural de *Frostius pernambucensis* Bokermann, 1962 (Amphibia, Anura, Bufonidae), em um remanescente de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil / Elvira Florentino da Costa. – Serra Talhada, 2018. 89 f.: il.
- COCROFT, R. B. & RYAN, M. J. (1995). Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour* 49: 283-303.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. (1986). *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York, 670 p.

- FISH, D. (1983). Phytotelmata; flora and fauna. In: FRANK, J.H. & LOUNIBOS, L.P. Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities. Medford: Plexus. p.1-27.
- FITZGERALD, J.L.; SHEEHAN, T. F.; KOCIK, J. F. (2004). Visibility of visual implant elastomer tags in Atlantic salmon reared for two years in marine net-pens. North American Journal of Fisheries Management, 24, 222–227.
- FROST, W. D. (2002). Amphibians species of the world An online reference <http://researchamnh.org/herpetology/amphibia/>
- GERHARDT, H. C. (1991). Female choice in tree frogs: static and dynamic acoustic criteria. Anim. Behav. 42: 615-635.
- GERHARDT, H. C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 25, p. 293-324.
- GERHARDT, H. C. (1998). Acoustic signals of animals: Recording, Field Measurements, Analysis ad Description. In: HOPP, S. L.; OWREN, M. J.; EVANS, C. S. Animal Acoustic Communication. Springer Verlag. p.1-25.
- GERHARDT, H. C. & HUBER, F. (2002). Acoustic communication in insects and anurans:common problems and diverse solutions. The University of Chicago press, Chicago, 531p.
- GIASSON, L. O. M; HADDAD, C. F. B. (2006). Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. Journal of Herpetology, v. 40, pp. 171-180.
- GRAFE, T. U. (1995). Graded aggressive calls in the African painted reed frog *Hyperolius marmoratus* (Hyperoliidae). Ethology 101:67–81.
- GUERRA, C., BALDO, D., ROSSET, S., BORTEIRO, C., & KOLENC, F. (2011). Advertisement and release calls in Neotropical toads of the *Rhinella granulosa* group and

evidence of natural hybridization between *R. bergi* and *R. major* (Anura: Bufonidae). *Zootaxa*, 3092(1), 26-42.

GUERRA, V. (2020). Relationship between body size and release call parameters in *Rhinella* species (Anura: Bufonidae), and description of the release call of *Rhinella ocellata* (Günther, 1858). *Herpetology Notes*, v. 13, p. 191-197.

JANZEN, D. H. (1967). Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist*, 101, 233–249.

JUNCÁ, F. A. e FREITAS, M. (2001). Geographic Distribution *Frostius pernambucensis* *Herpetological Review*, 32(4): 270-271

JUNCÁ, F. A.; ROHR, L. D.; LOURENCO-DE-MORAES, R. ; SANTOS, F. J. M.; PROTAZIO, A. S. ; MERCES, E. A.; SOLÉ, M. (2012). Advertisement call of species of the genus *Frostius Cannatella* 1986 (Anura: Bufonidae) *ACTA HERPETOL*, v 7, p 189-201.

KIME, N.M, TURNER, W.R. & RYAN, M.J. 2000. The transmission of advertisement calls in Central American frogs. *Behavioral Ecology* 11(1):71-83

KÖHLER, J.; JANSEN, M.; RODRÍGUEZ, A.; KOK, P. J. R.; TOLEDO, L. F.; EMMRICH, M.; GLAW, F.; HADDAD, C. F. B; RÖDEL, M. O; VENCES, M. (2017). The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, pp. 001-124.

KOK, P. J. R., WILLAERT, B. & MEANS, D. B. (2013). A new diagnosis and description of *Anomaloglossus roraima* (La Marca, 1998) (Anura: Aromobatidae: Anomaloglossinae), with description of its tadpole and call. *South American Journal of Herpetology*, 8, 29–45. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-12-00021.1>

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. (2011). Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas

/ Tarciso C. C. Leão, Walkíria Regina Almeida, Michele Dechoum, Sílvia Renate Ziller
– Recife: Cepan, 2011.

LINGNAU, R. & BASTOS, R. P. (2007). Vocalizations of the Brazilian Torrent Frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): repertoire and influence of temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History*, 41, 1227–1235.

LEME, E. C.; MARIGO, L. C. (1993). Bromélias na natureza. Rio de Janeiro: Marigo Comunicações, 183pp.

LINGNAU, R. & BASTOS, R. P. (2007). Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History* 41, 1227–1235.

LOPEZ, P. T. e NARINS. P. M. (1991). Mate choice in the neotropical frog, *Eleutherodactylus coqui*. *Anim. Behav.* 41:757–772.

LÖTTERS, S., MEBS, D., KÖHLER, G., VARGAS, J., LA MARCA, E. (2019). The voice from the hereafter: vocalisations in three species of *Atelopus* from the Venezuelan Andes, likely to be extinct. *Herpetozoa* 32: 267-275.
<https://doi.org/10.3897/herpetozoa.32.e39192>.

LLUSIA, D., MÁRQUEZ, R., BELTRÁN, J. F., BENÍTEZ, M., & AMARAL, J. P. (2013). Calling behaviour under climate change: geographical and seasonal variation of calling temperatures in ectotherms. *Global Change Biology*, 19(9), 2655–2674.
doi:10.1111/gcb.12267

MACHADO, I. C.; LOPES, A.V.; PÔRTO, K.C.(1989).Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudo em um remanescente de mata atlântica em área urbana. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 326p.

MCCLELLAND, B. E., & WILCZYNSKI, W. (1989). Release call characteristics of male and female *Rana pipiens*. *Copeia*, v. 1989, n. 4, p. 1045-1049, 1989.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Saltinho. Fase 2.

MMA/IBAMA/Prevfogo. Plano operativo de prevenção e combate a incêndios florestais da Estação Ecológica de Murici, 2006, p. 4. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/documentos/planos-operativos-em-ucs-federais> . Acesso em: 28.09.2012.

MOORE, D. S. (2007). The Basic Practice of Statistics. New York, Freeman.

NAPOLI, M. F., ANANIAS, F., FONSECA, P. M., SILVA, A. P. Z. (2009). Morphological and karyotypic contributions for a better taxonomic definition of the frog *Ischnocnema ramagii* (Boulenger, 1888) (Anura, Brachycephalidae). South American Journal of Herpetology 4(2): 164–172.

NARINS, P. M. & CAPRANICA, R. R. (1978). Communicative significance of the two-note call of the tree frog *Eleutherodactylus coqui*. J. comp. Physiol., 127, 1-9.

NAVAS C. A. & BEVIER C. R. (2001). Thermal dependency of calling performance in the eurythermic frog, *Colostethus subpunctatus*. Herpetologica 57: 384-95. 2001.

NICHOLLS, J. A. & GOLDIZEN, A. W. (2006). Habitat type and density influence vocal signal design in satin bowerbirds. Journal of Animal Ecology 75:549–558.

PEIXOTO, O. L. e FREIRE, E. M. X. (1998). Geographic Distribution *Frostius pernambucensis* Herpetological Review, 29(3): 172

PIMENTA, B. V. S., CARAMASCHI, U. (2007). New species of toad, genus *Frostius Cannatella*, 1986, from the Atlantic Rain Forest of Bahia, Brazil (Amphibia, Anura, Bufonidae) Zootaxa 1508: 61-68

PREININGER, D., HANDSCHUH, S., BOECKLE, M., SZTATECSNY, M. & HÖDL, W. (2016). Comparison of female and male vocalization and larynx morphology in the

size dimorphic foot-flagging frog species *Staurois guttatus*. *Herpetological Journal*, 26, 187–197.

PREININGER, D., BÖCKLE, M., HÖDL, W. (2007). Comparison of anuran acoustic communities of two habitat types in the Danum Valley Conservation Area, Sabah, Malaysia. *Salamandra* 43: 129-138.

PRÖHL, H.; HAGEMANN, S.; KARSCH, J. & HÖBEL, G. (2007). Geographic Variation in Male Sexual Signals in Strawberry Poison Frogs (*Dendrobates pumilio*). *Ethology* 113: 825–837.

RAND, A. S. e RYAN, M. J. (1981). The adaptive significance of a complex vocal repertoire in a neotropical frog. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 57:209–214.

ROCHA, C. F. D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA-PESSOA, T. C.; DIAS, A. S.; ARIANI, C. V.; MORGADO, L. (2004). Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de bromeliácea. *Vidalia* 2(1):52-68.

RYAN, M. J., COCROFT, R. B., WILCZYNSKI, W. (1990). The role of environmental selection in intraspecific divergence of mate recognition signals in the cricket frog, *Acris crepitans*. *Evolution* 44: 1869-1872.

RYAN, M. J., WILCZYNSKI, W. (1991). Evolution of intraspecific variation in the advertisement call of a cricket frog (*Acris crepitans*, Hylidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 44: 249-271.

RYAN, M. J. (2001). *Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press, Washington, London, p. 252.

RYAN, M. J. & KIME, N. M. (2002). Selection on long distance acoustic signals. In: SIMMONS, A. M.; POPPER A. N.; FAY, R. R. (eds). *Acoustic Communication*. New York: Springer-Verlag. p. 225-274. 2002.

- SANABRIA, E. A.; QUIROGA, L. B. (2012). The release call of *Rhinella bernardoi* (Anura: Bufonidae). *Herpetology Notes*, v. 5, p. 255-258.
- SCHWARTZ, J. J., & Wells, K. D. (1984). Vocal behavior of the neotropical treefrog *Hyla phlebodes*. *Herpetologica*, 452-463.
- SCHWARTZ, J. J. e WELLS, K. D. (1985). Intra-and interspecific vocal behavior of the neotropical tree frog *Hyla microcephala*. *Copeia* 1985:27–38.
- SCHLUTER, D. (2000). *The Ecology of Adaptive Radiation*. 4^a ed. Editora: Oxford University Press, New York. 288p.
- SILVA, R. A., MARTINS, I. A. & ROSSA-FERES, D. C. (2008). Bioacoustics and calling site in anuran assemblages of open area in the northwest of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01608032008>.
- SMITH, M. J.; HUNTER, D. (2005). Temporal and geographic variation in the advertisement call of the booroolong frog (*Litoria booroolongensis*: Anura: Hylidae). *Ethology*, v. 111, n. 12, p. 1103-1115, 2005.
- SULLIVAN, B. K.; MALMOS, K. B. (1994). Call variation in the Colorado river toad (*Bufo alvarius*): behavioral and phylogenetic implications. *Herpetologica*, p. 146-156.
- TÁRANO, Z. (2001). Variation in male advertisement calls in the Neotropical frog *Physalaemus enesefae*. *Copeia* 4: 1064-1072.
- TESSAROLO, G., MACIEL, N. M., MORAIS, A. R., BASTOS, R. P. (2016): Geographic variation in advertisement calls among populations of *Dendropsophus cruzi* (Anura: Hylidae). *Herpetological Journal* 26: 221-226.
- TOLEDO, L. F; MARTINS, I. A; BRUSCHI, D. P; PASSOS, M. A; ALEXANDRE, C; HADDAD, C. F. B. (2014). The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, v. 2, pp. 87-99.

TOLEDO, L. F., MARTINS, I. A., BRUSCHI, D. P., PASSOS, M. A., ALEXANDRE, C. & HADDAD, C. F. B. (2015a). The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, 18, 87–99.

WELLS, K. D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25: 666-693.

WELLS, K. D. (2007). *Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 1148.

ZAR, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

LEGENDAS DAS FIGURAS

- Figura 01: Mapa da região Nordeste, evidenciando o estado de Pernambuco e Alagoas em que ocorrem as três áreas de estudo: Parque Estadual Dois Irmãos- Recife/PE, Reserva Biológica de Saltinho- Tamandaré/PE e Estação Ecológica de Murici- Murici/AL.
- Figura 02 Indivíduos de *Frostius pernambucensis* em seus diferentes sítios de vocalização: A- vocalização ocorrendo em troncos que tem depressões com acúmulo de água (PEDI/PE), fonte: Emerson Dias; B-Individuo dentro do bambu em seu sítio de canto (REBioS/PE), fonte: Emerson Dias; C- bambus caídos no chão com acúmulos de água (REBioS/PE), fonte: Emerson Dias; D- vocalização ocorrendo dentro da bromélia em chão com acúmulo de água (ESECM/AL), fonte: Barnagleison S. Lisboa e E- vocalização ocorrendo em troncos e próximos a bromélias (ESEC/AL), fonte: Barnagleison S. Lisboa .
- Figura 03 Oscilograma e Sonograma evidenciando variação nas chamadas de indivíduos de *Frostius pernambucensis* das áreas: A- Parque Estadual Dois Irmãos- Recife/ PE, B- Estação Ecológica de Murici- Murici/AL e C- Reserva Biológica de Saltinho- Tamandaré /PE.
- Figura 04 Canto de anúncio de *Frostius pernambucensis* do Reserva Biológica de Saltinho - Tamandaré /PE: A-Oscilograma da chamada de anúncio; B- Sonograma da chamada de anúncio; C-Oscilograma das notas do canto de anúncio e D-Sonogramadas notas do canto de anúncio.
- Figura 05 Canto de soltura de *Frostius pernambucensis* do Parque Estadual Dois Irmãos- Recife /PE: A- Oscilograma da chamada de soltura; B- Sonograma da chamada de soltura e C- Gráfico harmônico do canto de soltura.

Tabela 1: Variação intra e interindividual da população de *Frostius pernambucensis* na Reserva Biológica de Saltinho /Tamandaré - PE

Parâmetros	Média	DP	Mínimo	Máximo	Cvi	Cve	Cve/Cvi	Kruskal wallis	
								H	P
Duração do canto (s)	3.47	1.08	0.29	5.35	17.38	31.02	1.79	69.8297	< 0.001
Intervalo entre cantos (s)	25.94	27.73	0.21	232.88	52.20	106.89	2.05	45.9946	< 0.001
Número de notas por canto	26.04	7.93	4	39	14.56	30.44	2.09	75.6112	< 0.001
Duração da nota (s)	0.05	0.01	0.04	39.35	8.91	17.85	2.00	95.6982	< 0.001
Taxa de missão de notas (s)	7.54	1.06	4.00	14.94	4.26	14.11	3.31	94.3772	< 0.001
Intervalo entre notas (s)	0.09	0.01	0.04	18.21	5.46	14.93	2.74	108.0082	< 0.001
Frequência dominante (Hz)	3299.30	693.31	86.10	11800.20	21.96	21.01	0.96	96.9556	< 0.001
Frequência Mínima (Hz)	3246.35	300.31	86.10	10077.50	20.57	9.25	0.45	64.8052	< 0.001
Frequência Máxima (Hz)	3738.26	581.02	3359.20	21705.50	8.64	15.54	1.80	82.5989	< 0.001
Amplitude da frequência (Hz)	3898.16	1488.81	911.00	12022.00	29.23	38.19	1.31	90.0825	< 0.001

Tabela 2: Fatores bióticos e abióticos da população de *Frostius pernambucensis* na Reserva Biológica de Salinho /Tamandaré - PE

Parâmetros	CRC		Dist. do macho mais próximo		Altura do substrato		Temperatura		Umidade relativa do ar	
	r_s	P	r_s	P	r_s	P	r_s	P	r_s	P
Duração do canto (s)	0.3077	0.3305	-0.1482	0.6829	0.738	0.0095	-0.2822	0.3741	0.4149	0.1798
Intervalo entre cantos (s)	0.0559	0.8629	0.389	0.2666	0.0182	0.9576	-0.2787	0.3804	0.0874	0.7872
Número de notas por canto	0.3287	0.2908	-0.1976	0.5843	0.5558	0.0758	-0.067	0.8360	0.1856	0.5636
Duração da nota (s)	1.188	0.5585	0.0199	0.9565	0.0543	0.8725	-0.1067	0.7414	0.0611	0.8503
Taxa de missão de notas (s)	0.3626	0.2464	-0.5466	0.102	0.3584	0.2791	-0.0402	0.9012	-0.2038	0.5253
Intervalo entre notas (s)	-0.4028	0.1941	-0.0068	0.9851	-0.0564	0.8692	-0.33	0.2948	0.4789	0.1151
Frequência dominante (Hz)	0.6504	0.022	-0.2956	0.407	0.1351	0.692	0.179	0.5778	-0.0923	0.7754
Frequência Mínima (Hz)	-0.1951	0.5434	0.3483	0.324	0.1941	0.5674	0.0844	0.7943	0.6093	0.0354
Frequência Máxima (Hz)	0.4804	0.11139	-0.2956	0.407	0.5011	0.1163	-0.1322	0.6822	0.3182	0.3134
Amplitude da frequência (Hz)	0.0431	0.1364	-0.1133	0.7553	0.3988	0.2243	-0.5997	0.0392	0.7234	0.0078

Tabela 3: Variação intra e interindividual de populações de *Frostius pernambucensis* em diferentes fragmentos de Mata atlântica

Parâmetros	Reserva Biológica de Saltinho (REBio) Tamarandé – PE(A)		Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI) Recife – PE(B)		Estação Ecológica de Murici (ESEC) Murici – AL(C)		Kruskal Wallis		
	Média (DP)	Mínimo-Máximo	Média (DP)	Mínimo-Máximo	Média (DP)	Mínimo-Máximo	H ₂	P	Dunn P < 0.05
Duração do canto (s)	3.47 (DP=1.8)	0.29 - 5.35	4.82 (DP=1.32)	1.48 - 7.42	6.37 (DP=1.34)	2 - 8.53	124.0117	p<0.0001	A ≠ B ≠ C
Intervalo entre cantos (s)	25.94 (DP=27.73)	0.21-232.88	68.10 (DP=58.59)	5.45 - 242.33	30.24 (DP=20.12)	6.32 - 139-41	54.9596	p<0.0001	A ≠ B e C
Número de notas por canto	26.04 (DP=7.93)	4-39	42.1 (DP=11.52)	13 - 64	38.10 (DP=7.25)	12-51	92.8429	p<0.0001	A ≠ B e C
Duração da nota (s)	0.05 (DP=0.01)	0.04 - 39.35	0.043 (DP=0.01)	0.03 - 0.05	0.08 (DP=0.08)	0.05 - 0.71	96.4249	p<0.0001	C ≠ A e B
Emissão de notas (s)	7.54 (DP=1.6)	4 - 14.94	8.95 (DP=0.22)	8 - 9	6.39 (DP=0.49)	6 - 7	144.5833	p<0.0001	A ≠ B ≠ C
Intervalo entre notas (s)	0.09 (DP=0.01)	0.04 - 18.21	0.073 (DP=0.01)	0.06 - 0.09	0.23 (DP=0.6)	0.07 - 3.39	96.7194	p<0.0001	A ≠ B ≠ C
Frequência dominante (Hz)	3299.30 (DP=93.31)	86.1 - 11800.20	2444.03 (DP=43.1)	2411.7 - 2497.9	3046.77 (DP=100.4)	2928.5 - 3273	103.8464	p<0.0001	A ≠ B ≠ C
Frequência Mínima (Hz)	3246.35 (DP=300.31)	86.1 - 21705.50	1787.25 (DP=1015.5)	86.1 - 2411.7	2960.65 (DP=100.39)	2842.4 - 3186.90	131.3147	p<0.0001	A ≠ B ≠ C
Frequência Máxima (Hz)	3738.26 (DP=581.02)	3359.2 - 21705.50	2519.42 (DP=47.38)	2411.7 - 2584	3114.00 (DP=111.05)	3014.6 - 3359.20	147.3758	p<0.0001	A ≠ B e C
Amplitude da Frequência (Hz)	3898.16 (DP=1488.8)	911 – 12022	10559.4 (DP=5500.5)	7057 - 32764	17851.99 (12821.86)	8172 - 111825	141.6015	p<0.0001	A ≠ B e C

Tabela 4: Parâmetros amostrados no Canto de Soltura de

Frostius pernambucensis, PEDI- Recife- PE

Parâmetros do Canto de Soltura	
Duração do canto (s)	0.031
Nº de Harmônicos	6
Frequência dominante (Hz)	2584.0
Frequência Mínima (Hz)	2411.7
Frequência Máxima (Hz)	4909.6
Amplitude da frequência (Hz)	2497.9

Fig:01

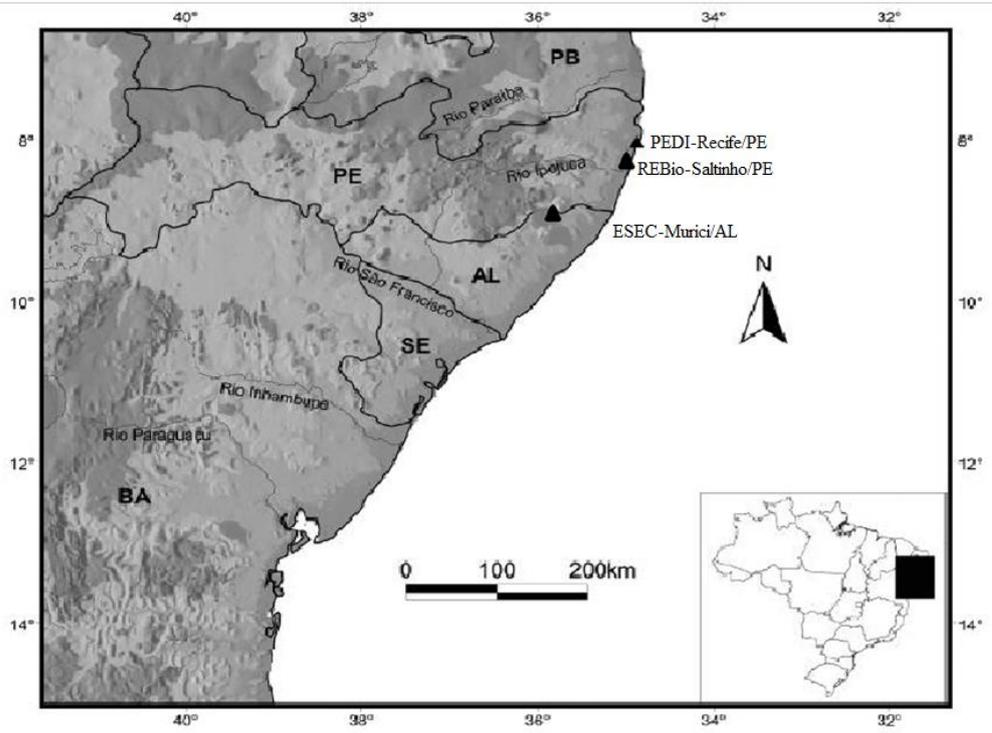


Fig.02

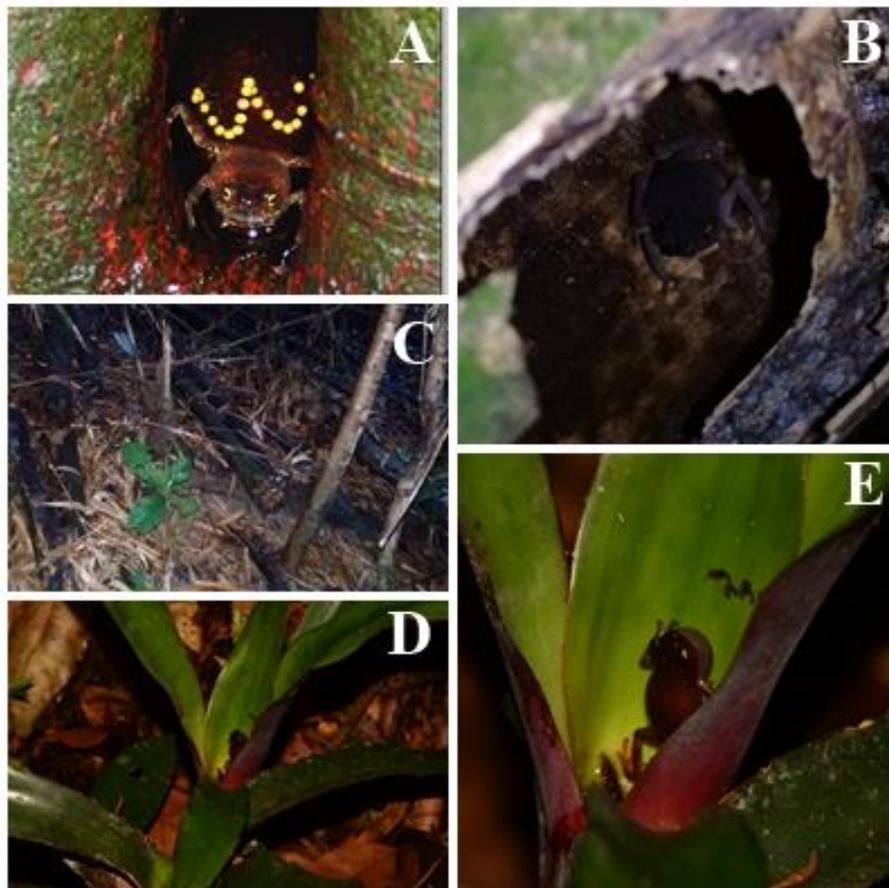


Fig. 03

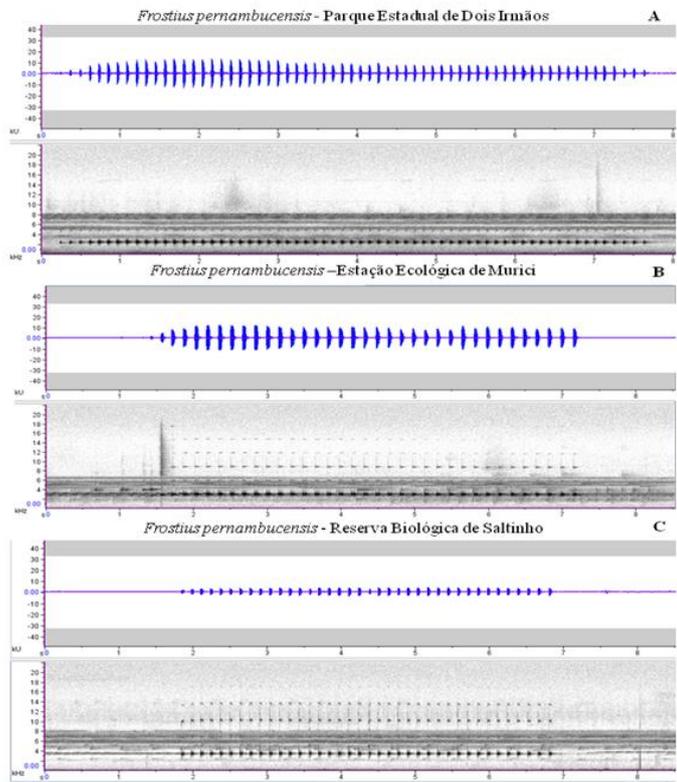


Fig.04

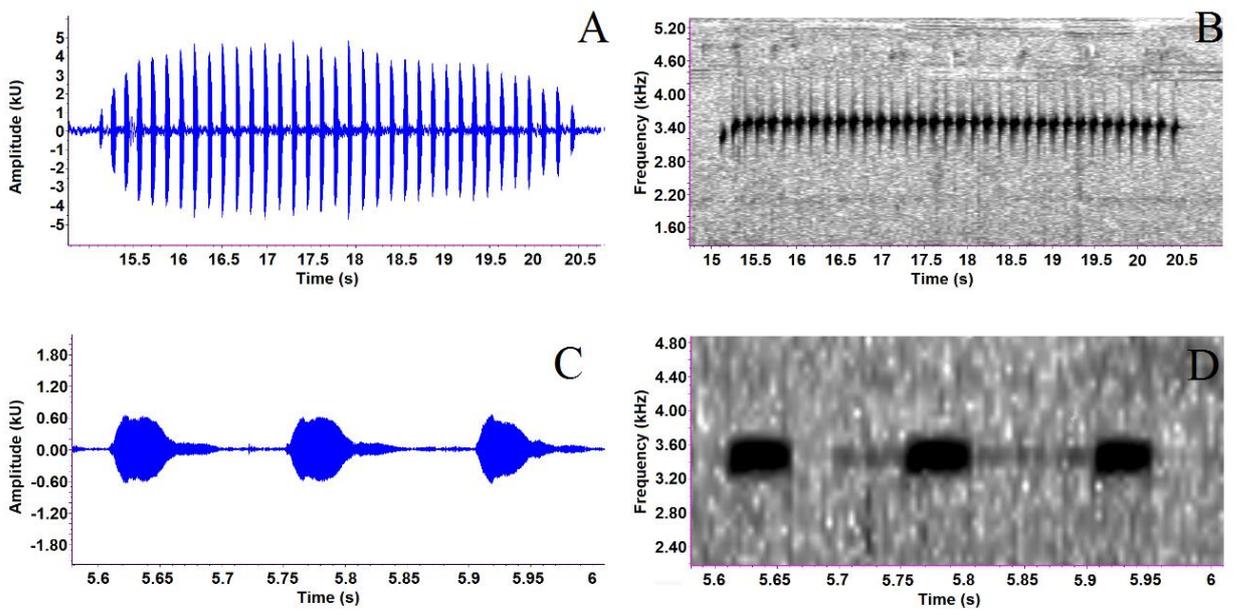


Fig.05

