



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Adriana Catarina Werlang

Padrão temporal da atividade de vocalização de uma assembleia de anuros em uma lagoa de altitude na Mata Atlântica Subtropical

Florianópolis

2023

Adriana Catarina Werlang

Padrão temporal da atividade de vocalização de uma assembleia de anuros em uma lagoa de altitude na Mata Atlântica Subtropical

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Vítor de Carvalho Rocha
Coorientador: Professor Dr. Selvino Neckel de Oliveira

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pela autora, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Werlang, Adriana Catarina
Padrão temporal da atividade de vocalização de uma assembleia
de anuros em uma lagoa de altitude na Mata Atlântica
Subtítulo: Adriana Catarina Werlang ; orientador, Vítor de Carvalho
Rocha, coorientador, Selvino Neckel de Oliveira, 2023.
23 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,
Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Anfíbios. 3. Ecologia. 4.
Vocalização. I. Rocha, Vítor de Carvalho. II. Oliveira, Selvino
Neckel de. III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Adriana Catarina Werlang

Padrão temporal da atividade de vocalização de uma assembleia de anuros em uma lagoa de altitude na Mata Atlântica Subtropical

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 23 de novembro de 2023

Prof.^a. Dra. Daniela Cristina de Toni

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Vítor de Carvalho Rocha

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Guilherme Renzo Rocha Brito

Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

Me. Leonardo Leite Ferraz de Campos

Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2023

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer minha mãe que sempre fez de tudo por mim, também agradeço minhas irmãs que sempre me incentivaram a estudar e acreditaram que eu seria capaz, em especial minha irmã Vera que além disso foi um exemplo para mim, e sempre me ajudou em tudo o que eu precisava, essa conquista também é sua. Sou grata também ao meu pai que me ajudou de várias formas.

Agradeço também a minha grande amiga Vitória, que me ajudou não só com meu TCC, mas também na vida, me ajudando a enfrentar uma fase ruim. Eu também devo muito aos meus amigos Victor e Tâmela que fiz na graduação e que vou levar para a vida, obrigada por tudo. A minha amiga Amanda, obrigada por ter me amparado em momentos ruins.

Não posso deixar de agradecer a Cláudia, uma pessoa maravilhosa que me apoiou quando eu mais precisei, ao meu orientador Dr. Vítor de Carvalho Rocha, que teve paciência e me ajudou em todo o processo desse trabalho, além dos ensinamentos em campo e desde que cheguei ao LEAR. Também agradeço ao meu coorientador Professor Dr. Selvino Neckel de Oliveira que me recebeu no laboratório e sempre acreditou na minha capacidade.

Obrigada a todos do LEAR, em especial a Satyabhama que me recepcionou quando eu entrei no laboratório, e que sempre me incentivou e acreditou no meu potencial, ao Anderson que me ajudou no TCC, também agradeço a Sophia, Denise, Kauan, Leonardo e Guilherme.

Quero agradecer também meus companheirinhos Pets, que me deram forças para seguir, deixaram a minha vida mais alegre, graças a eles eu nunca estive sozinha, ao Munz, Bobby e a todos os ratinhos que passaram pela minha vida.

Por último, mas não menos importante, agradeço a assistência estudantil da Ufsc que me deu amparo, o que me deu oportunidade para ir atrás do meu sonho de me tornar Bióloga.

RESUMO

Fatores climáticos influenciam o padrão temporal de atividade de vocalização dos anuros, a temperatura é um deles, como são animais ectotérmicos eles dependem da temperatura ambiente para que seu metabolismo funcione corretamente. Além disso, para que as espécies coexistam, e para as chances de encontrar um parceiro para a reprodução sejam maiores, é importante que exista uma variação temporal. Neste estudo analisamos o padrão temporal da atividade vocal de anuros de uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ). Gravações feitas de janeiro até setembro de 2021 com um gravador automatizado para gravar um minuto a cada 15, durante 24 horas por dia, que foi instalado em uma lagoa dentro do PNSJ, nos campos de Santa Bárbara na cidade de Urubici-SC foram analisadas através do espectrograma e ouvindo as gravações para detectar as espécies. Ao total foram registradas 15 espécies vocalizando no período analisado, sendo que foi encontrado mais riqueza de espécies nos meses quentes do que nos frios. Nos meses quentes o pico da atividade de vocalização estava concentrado no período noturno das 20hrs até a 1h aproximadamente. Mas nos meses frios isso mudou, e o pico de atividade de vocalização ocorreu durante o período do dia, das 10hrs até as 15hrs. Isso se deve ao fato de que temperaturas mais frias no inverno, principalmente à noite, inibem a atividade dos anuros, então eles acabam ficando mais ativos durante o dia, quando o sol aumenta as temperaturas.

Palavras-chave: anfíbios; espécies; gravações.

ABSTRACT

Climatic factors influence the temporal pattern of vocalization activity in anurans, with temperature being one of them. As ectothermic animals, they depend on ambient temperature for their metabolism to function correctly. Additionally, for species to coexist and increase the chances of finding a partner for reproduction, temporal variation is important. In this study, we analyzed the temporal pattern of vocal activity in anurans from a high-altitude pond in PNSJ. Recordings made from January to September 2021, using an automated recorder capturing one minute every 15 minutes, 24 hours a day, installed in the pond in the city of Urubici, SC, were identified through spectrograms and by listening to recordings to detect the species. In total, 15 species were recorded vocalizing during the specific period, with greater species richness found in warmer months than in colder ones. During warmer months, the peak of vocalization activity was experienced during the nighttime from approximately 8:00 PM to 1:00 AM. However, in colder months, this changed, and the peak of vocalization activity occurred during the daytime, from 10:00 AM to 3:00 PM. This is because colder temperatures in winter, especially at night, inhibit the activity of anurans, leading them to be more active during the day when the sun increases temperatures.

Keywords: amphibians; species; recordings

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1. ÁREA DE ESTUDO	11
2.2. COLETA DE DADOS.....	12
2.3. ANÁLISE DE DADOS	12
3. RESULTADOS.....	13
4. DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

Muitos animais usam a comunicação vocal para encontrar parceiros para reprodução (Brumm, 2013). A comunicação por sons em anuros, por exemplo, é um comportamento muito relevante e possivelmente teve origem no início da história evolutiva desse grupo (Wells, 2007), na época reprodutiva, várias espécies de anuros se agregam em corpos d'água (Duellman e Trueb, 1994) onde machos vocalizam para atrair fêmeas, (Sugai.,et al, 2019). As espécies possuem diferentes tolerâncias a temperatura, isso faz com que apresentem diferentes tipos de padrão temporal de atividade de vocalização (Huey, 1991).

Existem 8.644 espécies de anfíbios conhecidas, das quais 7.619 são de anuros (Amphibia, Anura; Frost, 2023). Anuros possuem ampla distribuição, podendo ser encontrados desde as regiões temperadas aos trópicos (Duellman; Trueb, 1994). Os anfíbios estão em declínio em todo o mundo, e as principais causas estão relacionadas com a poluição, espécies invasoras, modificação e perda do habitat, mudanças atmosféricas, bem como uso de agrotóxicos (Hayes et al., 2010). Dentre as principais causas do declínio das populações desses animais está a perda e a fragmentação do habitat (Stuart et al., 2004; Gardner et al., 2007). Dessa forma, é importante a realização de estudos sobre a história natural e ecologia de anuros para propiciar melhores estratégias de conservação (Eterovick et al., 2005; Duarte et al., 2019).

As comunidades de anuros são influenciadas pelas condições ambientais (Toft, 1985), uma vez que são organismos ectotérmicos e com pele permeável (Duellman; Trueb, 1994). Isso faz com que suas atividades possam variar em função das variações de temperatura (Lemes et al., 2012; Morais et al., 2012) e umidade (Gambale; Bastos, 2014).

Os anuros usam estratégias de vocalização para evitar sobreposição do nicho acústico (Sinsch; Lumkemann; Rosar; Schwartz; Dehling, 2012) e essas estratégias podem ter diferenças em qualquer dimensão do nicho acústico, como o período da vocalização (Duarte et al. 2019). Eles podem ajustar o momento de vocalizar em uma escala temporal precisa, para evitar que a vocalização de outros machos se sobreponham (Gerhardt; Schwartz 1995) e permite que várias espécies coexistam e compitam pelo mesmo recurso (Giacomini, 2007). Apesar disso, pode haver uma sobreposição no período de utilização dos locais de reprodução, isso acontece principalmente por causa de fatores climáticos como a chuva e a temperatura que regulam a atividade vocal de muitas espécies de anuros e faz com que eles se agreguem nesses períodos para se reproduzirem (Duellman; Trueb, 1994).

Apesar de importante para reprodução, a vocalização tem um grande gasto de energia e expõe esses animais a predadores (Bradbury; Vehrencamp, 2011) e parasitas (Bernal and Pagel, 2023). Portanto, se espera que o tempo e duração da atividade de vocalização sejam limitados a períodos e lugares que exista maior probabilidade de encontrar um parceiro, para evitar gastos excessivos de energia e predação (Farina, 2014).

Os machos enfrentam uma competição intra e interespecífica ao vocalizar, e para tentar resolver esse problema, eles podem aumentar a taxa de repetição da vocalização, aumentar a complexidade da vocalização, ou defender os lugares em que estão vocalizando (Grafe, 2005). Evidências sugerem que a atividade de múltiplas espécies de anuros varia significativamente ao longo do ciclo de 24 horas do dia (Gaston, 2019; McCann et al., 2017), e sazonalmente (Bertoluci, 1998). Este particionamento temporal tem a função de promover a coexistência das espécies (Chesson, 2000; Kneitel; Chase, 2004).

O presente trabalho buscou, portanto, avaliar como que a atividade de vocalização das espécies de anuros que habitam uma lagoa de altitude varia ao longo do dia e ao longo do ano. Especificamente, buscou-se entender como que a riqueza de espécies e a abundância dos anuros em atividade reprodutiva muda em função das 24 horas do dia, dos dias do ano, e se possíveis padrões diários também variam ao longo do ano. Como a maioria das espécies de anuros são noturnos, espera-se que o número de espécies e de indivíduos vocalizando aumente à medida que anoiteça, diminuindo novamente à medida que for amanhecendo. Também é esperado uma maior riqueza de espécies e abundância nos meses iniciais do ano por serem mais quentes, e que esses valores decresçam no meio do ano, por serem meses mais frios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ), uma unidade de conservação com aproximadamente 49.300 hectares, localizado na região sul do estado de Santa Catarina, abrangendo as cidades de Urubici, Grão Pará, Orleans e Bom Jardim da Serra. O PNSJ foi criado em julho de 1961 com o objetivo principal de preservação da araucária, sua vegetação de Floresta Ombrófila e campos (Souza, 2004). Apresenta elevações

variando de 350 metros a 1.822 metros, precipitação média em torno de 1.400 mm por ano, temperatura média de 14°C (Fernandes; Omena, 2015).

2.2. COLETA DE DADOS

Para coletar informações da atividade dos anuros, nós selecionamos uma lagoa permanente do PNSJ, situada a 1.300 metros de elevação. A lagoa possui cerca de 300 m² e 1,5 m de profundidade, com vegetação de entorno composta por gramíneas e plantas herbáceas, inserida em uma área de floresta com Araucárias (Rocha, 2016).

A coleta de dados foi realizada utilizando-se o método de Monitoramento Acústico Passivo (MAP). A utilização de MAP tem aumentado desde a década de 1990, quando principalmente foi usado para estudo de morcegos, e hoje é amplamente utilizado para estudar outros grupos de animais, como os anfíbios anuros (Sugai; Silva; Ribeiro; Llusia, 2018). Uma vantagem de se utilizar o MAP é que ele permite que gravações sejam feitas 24 horas por dia, durante vários dias, e é uma forma menos invasiva de coletar dados (Pieretti et al., 2015). Além disso, o uso de MAP propicia uma maior capacidade de detecção de espécies quando comparado a outros métodos, como a busca ativa, por exemplo (Melo; Llusia; Bastos; Signorelli, 2021). As gravações foram feitas utilizando um gravador automático Song Meter SM4 (Wildlife acoustics®), instalado na margem da lagoa, a uma altura aproximada de 1,5 m do solo. O gravador foi configurado com uma taxa de amostragem de 44.1 kHz, resolução de profundidade de 16 bits com 16 dB de ganho do lado esquerdo e 10 dB de ganho do lado direito para evitar possíveis distorções nas gravações. Cada gravação consistiu em um período de 1 min intercalados de 14 min com o gravador desligado, totalizando 96 gravações a cada período de 24 horas. No momento de cada gravação também foi registrada a atual temperatura do ar, a partir de um sensor interno do gravador.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

As espécies foram identificadas auditivamente e pelo padrão do espectrograma. Foram analisadas gravações de 04 de janeiro de 2021 até 28 de setembro de 2021, onde foi escolhido um dia de gravação por semana para a análise, com intervalo de sete dias entre cada dia selecionado. Na falta de gravações no dia selecionado, foi escolhido o dia mais próximo em que todas as gravações do dia (i.e. 96 gravações de 1 min) estivessem completas. Essa

abordagem foi adotada uma vez que entre os dias 23 de abril de 2021 a 10 de maio de 2021 não foi possível recuperar nenhuma gravação.

Cada gravação de 1 min foi analisada manualmente por uma mesma pesquisadora (Adriana Werlang), utilizando o programa Audacity (versão 2.4.2; <https://www.audacityteam.org/>). As espécies de anuros presentes nas gravações foram então identificadas auditivamente e/ou visualmente pelo padrão gerado em seu respectivo espectrograma. Para cada gravação foram calculadas duas métricas: 1) riqueza de espécies de anuros vocalizando, e 2) abundância total de indivíduos. Os valores de riqueza indicam o número de espécies que tiveram sua vocalização detectada na gravação. Já a abundância total foi estimada baseada no índice de atividade de vocalização de cada espécie detectada. Especificamente, esse índice de atividade foi baseado no sistema NAAMP (*North American Amphibian Monitoring Program*), com adaptações conforme especificado pelo grupo de trabalho em Ecologia de Anfíbios do Instituto Nacional de Ciência & Tecnologia em Ecologia, Evolução e Conservação da Biodiversidade. Assim, o índice de atividade de cada espécie apresentou valor 0 para nenhuma atividade de vocalização, 1 para vocalizações não sobrepostas, 2 para vocalizações com sobreposição de alguns indivíduos e 3 para coro constante. Por fim, o valor de abundância total correspondeu ao somatório dos valores dos índices de atividade de vocalização das espécies detectadas em cada gravação. Os dados da planilha foram transformados para ficarem adequados para a análise. Cada dia de gravação tinha um número de 1 a 272, sendo 1 o primeiro dia do ano e 272 o último dia de gravações analisadas. O horário das gravações foi transformado em números decimais, onde 00:00 foi convertido em 0; 00:15 foi convertido em 0,25; 00:30 convertido em 0,5; 00:45 em 0,75; 01:00 em 1 e assim sucessivamente.

3. RESULTADOS

Foram analisadas 3648 gravações de 1 min, totalizando 60,8 horas de gravações. Nestas, foi possível registrar 15 espécies de anuros vocalizando, pertencentes a quatro famílias: Hylidae (9 espécies), Leptodactylidae (3), Odontophrynidae (2) e Bufonidae (1) (Tabela 1). Apenas *Boana leptolineata* e *Boana prasina* foram registradas vocalizando todos os meses analisados, *Boana bischoffi* não teve atividade vocal nos meses de maio e setembro, *Leptodactylus plaumanni* vocalizou todos os meses exceto abril e julho. *Pseudis cardosoi*

vocalizou exceto em maio e junho onde temos dias mais frios. *Dendropsophus minutus* apenas não vocalizou nos meses mais frios (maio, junho, julho). *Scinax granulatus* estava ativa vocalmente em janeiro, fevereiro, junho, agosto e setembro. *Ololygon berthae* apenas nos meses mais quentes (janeiro, fevereiro, março, agosto e setembro). *Physalaemus gracilis* e *Dendropsophus nahdereri* vocalizaram somente nos meses mais quentes (janeiro, agosto e setembro), e *Odontophrynus americanus* em maio, junho e setembro. *Proceratophrys brauni* foi o único registrado vocalizando somente no mês de março. *Rhinella ictérica* teve atividade vocal em agosto e setembro, enquanto *Aplastodiscus perviridis* e *Physalaemus cuvieri* exclusivamente em janeiro e fevereiro. O mês com maior riqueza de espécies foi janeiro, com 12 espécies registradas, seguido de agosto e setembro ambos com 11 espécies e em quarto fevereiro com 10 espécies. Maio e julho foram os meses que apresentaram riqueza, ambos com apenas 4 espécies registradas. Não foi observada nenhuma espécie ativa exclusivamente nos meses frios (Tabela 1).

Tabela 1 – Padrão temporal da atividade de vocalização das 15 espécies de anfíbios anuros registrados em uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC, entre os meses de janeiro e setembro de 2021. O X indica que a espécie estava ativa naquele mês.

Família	Espécie	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Hylidae	<i>Boana leptolineata</i> (Braun e Braun 1977)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Boana prasina</i> (Burmeister, 1856)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Boana bischoffi</i> (Boulenger, 1887)	X	X	X	X		X	X	X	
	<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	X	X	X	X				X	X
	<i>Dendropsophus nahdereri</i> (Lutz e Bokermann, 1963)	X							X	X
	<i>Pseudis cardosoi</i> (Kwet, 2000)	X	X	X	X			X	X	X
	<i>Scinax granulatus</i> (Peters, 1871)	X	X				X		X	X
	<i>Ololygon berthae</i> (Barrio, 1962)	X	X	X					X	X
	<i>Aplastodiscus perviridis</i> (Lutz, 1950)	X	X							
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus plaumanni</i> (Ahl, 1936)	X	X	X		X	X		X	X

Família	Espécie	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
	<i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1883)	X							X	X
	<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	X	X							
Odontophrynidae	<i>Odontophrynus americanus</i> (Duméril e Bibron, 1841)					X	X			X
	<i>Proceratophrys brauni</i> (Kwet e Faivovich, 2001)			X						
Bufonidae	<i>Rhinella ictérica</i> (Spix, 1824)								X	X
	Riqueza Total	12	10	8	5	4	6	4	11	11

A riqueza de anuros vocalizando apresentou variação ao longo das horas do dia (Figura 1a; Tabela 2). Há um pico das 20 horas até 1 hora da manhã, que vai diminuindo gradativamente até as 6 horas da manhã (Figura 1a). Também foi observado variação da riqueza ao longo dos dias do ano (Figura 1b; Tabela 2). Ao observar a riqueza ao longo do período estudado, a maior riqueza de espécies ocorreu nos meses quentes do ano (Figura 1b).

A abundância apresentou padrão similar ao observado para a riqueza (Figura 2; Tabela 3). Ao longo do dia há um pico de abundância das 20 horas até 1 hora aproximadamente, que vai decaindo até as 6 da manhã (Figura 2a). A abundância também foi maior nos meses mais quentes do ano (Figura 2b).

Tanto para a riqueza quanto para a abundância observamos variação no período de atividade diário ao longo do ano (Figuras 1c e 2c; Tabelas 2 e 3). A abundância e riqueza de indivíduos vocalizando durante todo o período analisado teve um padrão diferente nos meses mais quentes e nos meses mais frios. Nos meses de janeiro até começo de abril aproximadamente, a abundância e riqueza de indivíduos vocalizando foi maior à noite, e então começa a diminuir, e durante o dia poucos ou nenhum indivíduo vocalizando. No mês de abril esse padrão começa a mudar e abundância e riqueza vão variando, começamos a encontrar mais indivíduos e espécies cantando no período diurno. (Figura 1c e 2c).

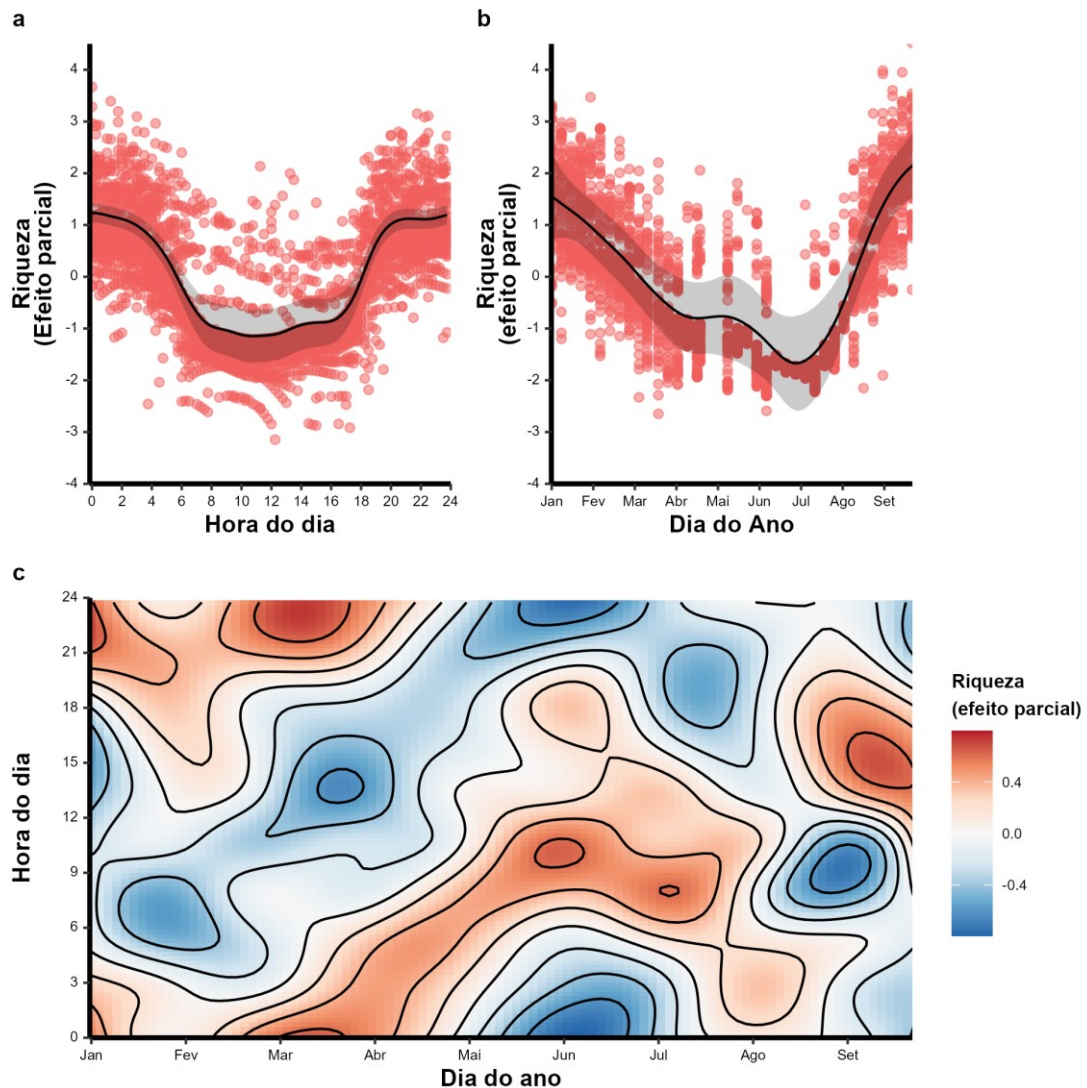


Figura 1: Padrões temporais de riqueza de anuros registrados vocalizando em uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC. (a) Variação de riqueza ao longo das horas do dia; (b) Variação de riqueza ao longo dos dias do ano; (c) Variação da riqueza em função das horas do dia e dos dias do ano. Valores de riqueza são apresentados em escala do efeito parcial do modelo. Círculos vermelhos em (a) e (b) representam os resíduos do modelo, enquanto que a parte sombreada representa o intervalo de credibilidade de 95%. Aumento da intensidade das cores vermelho e azul em (c) representam aumento ou diminuição dos valores de riqueza, respectivamente, enquanto que a cor branca indica valores que não diferem da média.

Tabela 2 – Resultados do modelo aditivo generalizado utilizado para avaliar o padrão temporal diário e anual da **riqueza** de anfíbios anuros em atividade de vocalização registrados em uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici. GLE: grau de liberdade efetivo; GLR: grau de liberdade referência.

Termos paramétricos				
	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	-13,561	0,1166	-11,63	<2e-16
Termos de suavização				

	GLE	GLR	Chi-quadrado	<i>p</i>
Hora	11,536	18	617,1	<2e-16
Dia	5,786	19	5352,6	0,00000255
Hora*Dia	36,922	72	345,7	<2e-16
Data	27,732	37	276,9	<2e-16

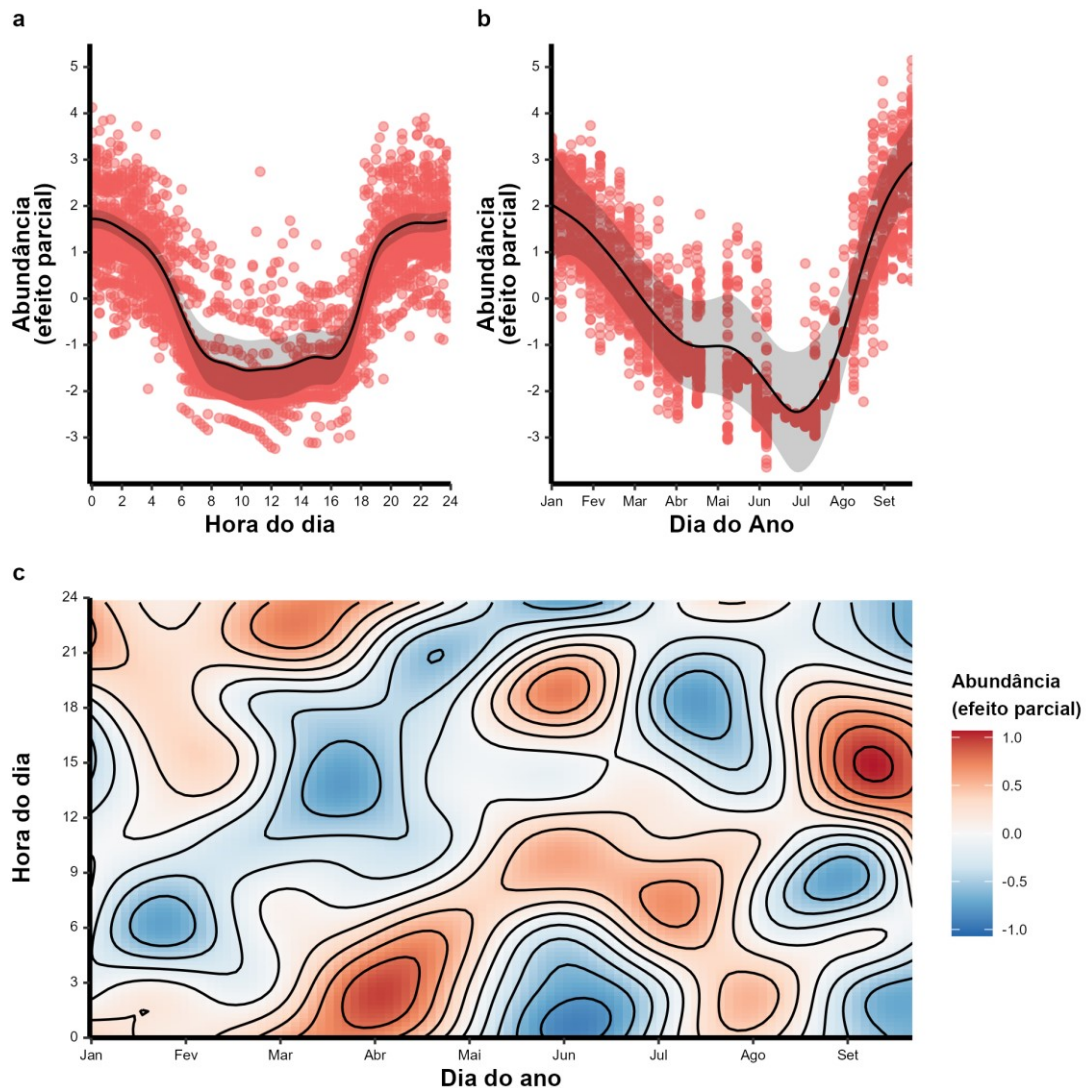


Figura 2: Padrões temporais da abundância de anuros registrados vocalizando em uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC. (a) Variação de abundância ao longo das horas do dia; (b) Variação de riqueza ao longo dos dias do ano; (c) Variação da abundância em função das horas do dia e dos dias do ano. Valores de abundância são apresentados em escala do efeito parcial do modelo. Círculos vermelhos em (a) e (b) representam os resíduos do modelo, enquanto a parte sombreada representa o intervalo de credibilidade de 95%. Aumento da intensidade das cores vermelho e azul em (c) representam aumento ou diminuição dos valores de abundância, respectivamente, enquanto a cor branca indica valores que não diferem da média.

Tabela 3 – Resultados do modelo aditivo generalizado utilizado para avaliar o padrão temporal diário e anual da **abundância** de anfíbios anuros em atividade de vocalização registrados em uma lagoa de altitude no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici. GLE: grau de liberdade efetivo; GLR: grau de liberdade referência.

Termos paramétricos				
	Estimado	Erro padrão	z	p
Intercepto	-15,059	0,1763	-8,542	<2e-16
Termos de suavização				
	GLE	GLR	Chi-quadrado	p
Hora	13,207	18	705,8	<2e-16
Dia	5,408	19	3262,1	0,00000266
Hora*Dia	39,761	72	734,7	0,000473
Data	28,697	37	434	<2e-16

4. DISCUSSÃO

Em termos de riqueza de espécies e abundância de indivíduos tivemos um padrão onde o pico de atividade de vocalização ocorria no período da noite durante os meses quentes, e durante os meses mais frios esse padrão muda e o pico de atividade se concentra durante as horas do período diurno. Uma explicação para esse padrão é que nos meses mais frios, as temperaturas caem muito no sul do Brasil (Ximenez e Tozetti, 2015), principalmente à noite, por isso é comum que anuros e outros animais ectotérmicos não estejam ativos nos períodos mais frios do dia já que temperaturas baixas inibem a atividade desses animais (Bertoluci, 1998). No entanto, as temperaturas do dia são geralmente mais altas pela presença do sol. Portanto, pode ser uma boa estratégia vocalizar de dia em locais com invernos mais rigorosos. Mesmo assim, a maior riqueza e abundância foi encontrada nos meses mais quentes, como esperado, um padrão parecido foi encontrado por (Santos et al., 2020; Ximenez; Tozetti, 2015), onde o pico de atividade de vocalização também ocorreu nos meses quentes. Esses resultados indicam que a atividade de vocalização foi influenciada pela temperatura, como se espera em ambientes subtropicais (Bertoluci; Rodrigues, 2002). O pico da atividade noturna aconteceu das 20:00 horas até 1:00 hora aproximadamente, padrão parecido foi encontrado por (Santos et al, 2020).

Outros estudos já foram realizados na mesma lagoa que coletamos. Rosa *et al.* (2022), por exemplo, encontrou uma diversidade parecida, com 16 espécies registradas vocalizando. Mas existem algumas diferenças entre os dois estudos, onde *Leptodactylus latrans* e *Rhinella ornata* que foram registradas em suas análises, não foram registradas nas nossas, e

Proceratophrys brauni foi encontrado exclusivamente em nossas análises, essas variações podem ter acontecido pelas diferentes amostragens usadas nos trabalhos. Rosa *et al.* (2022) analisou mais meses, e focou nos horários de maior atividade vocal dos anuros, das 17 hrs até às 3:45 do dia seguinte, já neste trabalho foram analisadas as 24 horas do dia.

A maioria dos estudos de atividade de vocalização de anuros é focada em analisar apenas o período noturno, que é quando a maioria das espécies desse grupo está ativa vocalmente (Rocha *et al.*, 2015; Bevier, 1997), porém existem espécies de anuros que apresentam atividade vocal durante o dia (Santos, 2023; Dias-Terceiro, 2015). Os resultados desse trabalho mostraram que a assembleia de anuros de uma lagoa de altitude mudou o período do pico de atividade de vocalização entre os meses frios e quentes, isso mostra a importância de se analisar as 24 horas do dia, mesmo quando temos poucas espécies e indivíduos vocalizando. Esses padrões sugerem que a atividade vocal dos anuros está relacionada com a temperatura do ar, uma vez que não são capazes de regular a temperatura do corpo, então dependem que a temperatura do ambiente esteja adequada para que seu metabolismo funcione corretamente.

5. CONCLUSÃO

A análise da atividade de vocalização da assembleia de anuros apresentou um padrão que demonstrou um pico de atividade vocal no período noturno das 20:00hrs às 1:00hr aproximadamente nos meses mais quentes, mas que mudou nos meses mais frios, onde o pico de atividade de vocalização aconteceu durante o período diurno das 10:00hrs às 15:00hrs. Isso pode ocorrer porque as temperaturas são mais amenas durante o dia e mais baixas durante a noite, chegando a temperaturas negativas. Apesar dessa mudança no período de vocalização, a riqueza e abundância foram menores nos meses frios. Isso demonstra uma relação entre a temperatura e a atividade de vocalização, já que os anuros são ectotérmicos e dependem de condições ideais de temperatura para que possam iniciar a vocalização. Esse estudo avaliou as 24 horas do dia, mesmo nos horários em que existem poucas espécies de anuros ativas, e isso foi fundamental para ver como o padrão muda nos meses frios e quentes. Estudos futuros necessitam usar uma maior quantidade de dados a serem analisados para podermos entender melhor como fatores ambientais modulam as assembleias de anuros em ambientes subtropicais não apenas diariamente e sazonalmente, mas também através de vários anos.

6. REFERÊNCIAS

- BERNAL, Ximena E.; PAGE, Rachel A. Tactics of evasion: strategies used by signallers to deter eavesdropping enemies from exploiting communication systems. **Biological Reviews**, v. 98, n. 1, p. 222-242, 2023.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 161-167, 2002. Brill. <http://dx.doi.org/10.1163/156853802760061804>.
- BERTOLUCI, Jaime. Annual patterns of breeding activity in Atlantic rainforest anurans. *Journal of Herpetology*, v. 32, n. 4, p. 607-611, 1998.
- BEVIER, Catherine Robb. Utilization of energy substrates during calling activity in tropical frogs. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 41, p. 343-352, 1997.
- BRUMM, Henrik. Animal Communication and Noise. **Animal Signals And Communication**, Seewiesen, v. 2, p. 1-453, dez. 2013. Springer Berlin Heidelberg. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-41494-7>.
- CHESSON, Peter. Mechanisms of maintenance of species diversity. **Annual Review Of Ecology And Systematics**, [s. l.], v. 31, p. 343-366, nov. 2000.
- DIAS-TERCEIRO, Randolpho G. *et al.* A Matter of Scale: historical and environmental factors structure anuran assemblages from the upper madeira river, amazonia. **Biotropica**, [S.L.], v. 47, n. 2, p. 259-266, 13 fev. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12197>.
- DUARTE, Marina H.L.; CALIARI, Ernesto P.; VIANA, Yasmin P.; NASCIMENTO, Luciana B.. A natural orchestra: how are anuran choruses formed in artificial ponds in southeast brazil?. *Amphibia-Reptilia*, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 373-382, 2019. Brill. <http://dx.doi.org/10.1163/15685381-20191079>.
- DUELLMAN, William E.; TRUEB, Linda. *Biology of Amphibians*. 2. ed. [S. L.]: The Johns Hopkins University Press, 1994. 670 p.
- ETEROVICK, Paula Cabral; CARNAVAL, Ana Carolina Oliveira de Queiroz; BORGESNOJOSA, Diva Maria; SILVANO, Debora Leite; SEGALLA, Magno Vicente; SAZIMA, Ivan. Amphibian Declines in Brazil: an overview1. *Biotropica*, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 166-179, jun. 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00024.x>.
- Farina, A. (2014): *Soundscape Ecology: Principles, Patterns, Methods and Applications*, 1st Edition. Springer, New York.
- FERNANDES, L. A; OMENA, M. Caracterização básica. Urubici: Ministério do Meio Ambiente. p.55, 2015
- FROST, Darrel Richmond. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. 2023. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- GAMBALE, P. G.; BASTOS, R. P. Vocal repertoire and bioacoustic analyses in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) from southern Brazil. *Herpetological Journal*, v. 24, n. 1, p. 31–39, 2014.
- GARDNER, Toby A.; RIBEIRO-JÔNIO, Marco Antônio; BARLOW, Jos; ÁVILA-PIRES, Teresa Cristina Sauer; HOOGMOED, Marinus S.; PERES, Carlos A.. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology*, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 775-787, 12 mar. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>.
- GASTON, K. J. (2019). Nighttime ecology: The ‘nocturnal problem’ revisited. *The American Naturalist*, 193, 481–502. <https://doi.org/10.1086/702250>
- GERHARDT, H. C; Gerhardt, SCHWARTZ, J. J. 1995. Interspecific interactions in anuran courtship. In H. Heatwole & B. K. Sullivan (Eds.), *Amphibian biology: Social behaviour* (Vol. 2, pp. 603–632). Chipping Norton: Surrey Beatty and Sons.
- GIACOMINI, H. C. 2007. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. *Oecologia Brasiliensis* 11: 521-543.

- GRAFE, T. Ulmar. Anuran choruses as communication networks. *Animal Communication Networks*, [S.L.], p. 277-299, 31 mar. 2005. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511610363.017>.
- HAYES, T. B. et al. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. *Journal Of Experimental Biology*, [s.l.], v. 213, n. 6, p.921- 933, 26 fev. 2010. The Company of Biologists.
- HUEY, Raymond B. Physiological consequences of habitat selection. **The American Naturalist**, v. 137, p. S91-S115, 1991.
- KNEITEL, Jamie M.; CHASE, Jonathan M.. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. **Ecology Letters**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 69-80, jan. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00551.x>.
- LEMES, Priscila; TESSAROLO, Geiziane; MORAIS, Alessandro R.; BASTOS, Rogério P. Acoustic Repertoire of *Barycholos ternetzi* (Anura: strabomantidae) in central brazil. *South American Journal of Herpetology*, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 157-164, ago. 2012. Brazilian Herpetological Society. <http://dx.doi.org/10.2994/057.007.0205>.
- LLUSIA, Diego; MÁRQUEZ, Rafael; BELTRÁN, Juan Francisco; MOREIRA, Catarina; AMARAL, José Pedro do. Environmental and social determinants of anuran lekking behavior: intraspecific variation in populations at thermal extremes. **Behavioral Ecology And Sociobiology**, [S.L.], v. 67, n. 3, p. 493-511, 13 jan. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00265-012-1469-2>.
- MCCANN, N. P., Zollner, P. A., & Gilbert, J. H. (2017). Temporal scaling in analysis of animal activity. *Ecography*, 40, 1436–1444. <https://doi.org/10.1111/ecog.02742>
- MELO, Isabella et al. Active or passive acoustic monitoring? Assessing methods to track anuran communities in tropical savanna wetlands. **Ecological Indicators**, v. 132, p. 108305, 2021.
- MORAIS, A. R. et al. Acoustic communication in a Neotropical frog (*Dendropsophus minutus*): Vocal repertoire, variability and individual discrimination. *Herpetological Journal*, v. 22, n. 4, p. 249–257, 2012
- MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, [S.L.], v. 403, n. 6772, p. 853-858, fev. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>.
- NAVAS CA (1996a) The effect of temperature on the vocal activity of tropical anurans: a comparison of high and low-elevation species. *Journal of Herpetology*, 30, 488–497.
- OSEEN, Kerri L.; WASSERSUG, Richard J.. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia*, [S.L.], v. 133, n. 4, p. 616-625, dez. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-002-1067-5>.
- PIRETTI, N.; DUARTE, M.H.L.; SOUSA-LIMA, R.s.; RODRIGUES, M.; YOUNG, R.J.; FARINA, A.. Determining Temporal Sampling Schemes for Passive Acoustic Studies in Different Tropical Ecosystems. *Tropical Conservation Science*, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 215-234, mar. 2015. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/194008291500800117>.
- PROTÁZIO, Arielson dos Santos; ALBUQUERQUE, Ralph Lacerda; FALKENBERG, Laura Martini; MESQUITA, Daniel Oliveira. Acoustic ecology of an anuran assemblage in the arid Caatinga of northeastern Brazil. **Journal Of Natural History**, [S.L.], v. 49, n. 15-16, p. 957-976, jul. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2014.931482>.
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, v.4.0.3. <https://www.R-project.org/>
- ROCHA, C. F. D. et al. Differential success in sampling of Atlantic Forest amphibians among different periods of the day. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 261-267, 2015.
- ROCHA, Vítor de Carvalho. Variação interindividual na dieta e padrão no uso de recursos alimentares em três espécies de anfíbios anuros da Mata Atlântica. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/167972/340432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ROSA, Anderson da. **VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL NA FENOLOGIA REPRODUTIVA E NO PADRÃO DE VOCALIZAÇÃO DE COMUNIDADE DE ANFÍBIOS ANUROS EM LAGOAS NA SERRA CATARINENSE**. 2022. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

RYAN, Michael J.. *Anuran Communication*. Washington: Smithsonian, 2001.

SANTOS, Maurício Beux dos et al. Climatic dependence in the daily and seasonal calling activity of anurans from coastal wetlands of southernmost Brazil. **Journal of Natural History**, v. 54, n. 31-32, p. 2037-2052, 2020.

SANTOS, Paulo Mateus Cruz. **Sapos na metrópole: como os anuros diurnos respondem às mudanças da paisagem causadas pela urbanização na Região Metropolitana de Manaus**. 2023. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

SEGALLA, Magno V. et al. List of Brazilian Amphibians. *Herpetologia Brasileira*, [S. L.], v. 10, n. 1, p. 121-216, 30 abr. 2021. Disponível em: <https://storage.builderall.com/franquias/2/6437879/editor-html/9025935.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SINSCH, Ulrich; LÜMKEMANN, Katrin; ROSAR, Katharina; SCHWARZ, Christiane; DEHLING, Maximilian. Acoustic niche partitioning in an anuran community inhabiting an Afromontane wetland (Butare, Rwanda). **African Zoology**, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 60-73, abr. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15627020.2012.11407524>.

SOUZA, Bianca de. Aspectos fitogeográficos do Parque Nacional de São Joaquim. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

STUART, Simon N. et al. Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science*, [S.L.], v. 306, n. 5702, p. 1783-1786, 3 dez. 2004. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1103538>.

SUGAI, Larissa Sayuri Moreira et al. Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspectives. **BioScience**, v. 69, n. 1, p. 15-25, 2019.

TOFT, Catherine A.. Resource Partitioning in Amphibians and Reptiles. *Copeia*, [S.L.], v. 1985, n. 1, p. 1, 11 fev. 1985. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/1444785>.

XIMENEZ, Simone da Silva; TOZETTI, Alexandro Marques. Seasonality in anuran activity and calling season in a Brazilian subtemperate wetland. **Zoological Studies**, [S.L.], v. 54, n. 1, p. 235-243, 17 jun. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40555-015-0125-8>.

WELLS, Kentwood D. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago: University of Chicago Press, 2007. 1148 p.