

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados

Gerson Muzzi Magalhães

**Efeito do ruído de rodovia na presença e atividade vocal de anuros**

Belo Horizonte, 28 de março de 2019

Gerson Muzzi Magalhães

**Efeito do ruído de rodovia na presença e atividade vocal de anuros**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Biologia de Vertebrados.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Barreto Nascimento

Co-orientadora: Marina Henriques Lage Duarte

Belo Horizonte, 28 de março de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M188e Magalhães, Gerson Muzzi  
Efeito do ruído de rodovia na presença e atividade vocal de anuros / Gerson Muzzi Magalhães. Belo Horizonte, 2019.  
50 f. : il.

Orientadora: Luciana Barreto Nascimento  
Coorientadora: Marina Henriques Lage Duarte  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados

1. Anuros - Coservação. 2. Poluição sonora. 3. Anuros - Vocalização. 4. Comportamento animal. 5. Animais - Sons - Cipó, Serra do (MG). I. Nascimento, Luciana Barreto. II. Duarte, Marina Henriques Lage. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados. IV. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 591.58

Ficha catalográfica elaborada por Fernanda Paim Brito - CRB 6/299

Gerson Muzzi Magalhães

**Efeito do ruído de rodovia na presença e atividade vocal de anuros**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Biologia de Vertebrados.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Luís Felipe de Toledo Ramos Pereira (UNICAMP)

---

Profa. Dra. Luciana Barçante Ferreira (Faculdade Pitágoras)

---

Profa. Dra. Luciana Barreto Nascimento (Orientadora PUC Minas)

Belo Horizonte, 28 de março de 2019

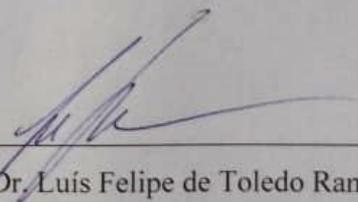
“O ruído de rodovia tem efeito na atividade vocal de anuros?”

**Gerson Muzzi Magalhães**

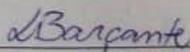
Defesa de Dissertação em 28/03/2019

Resultado: *Aprovado*

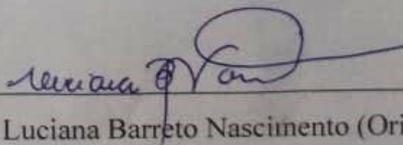
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luís Felipe de Toledo Ramos Pereira (UNICAMP)



Profa. Dra. Luciana Barçante Ferreira (Faculdade Pitágoras)



Profa. Dra. Luciana Barreto Nascimento (Orientadora PUC Minas)

## *AGRADECIMENTOS*

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados, em especial aos professores que compartilharam de suas experiências e conhecimentos.

A professora Angélica da Silva Vasconcellos por contribuir na correção do pré-projeto, suas dicas e sugestões foram essenciais.

Aos membros da banca por aceitarem o convite e pelas críticas e sugestões que certamente enriquecerão muito o trabalho.

Agradeço a Luciana B. Nascimento pela oportunidade, confiança, compreensão e carinho. Muito obrigado por todos os ensinamentos, você sim é a profissional no qual me espelho.

A Marina Duarte por me aceitar no Laboratório de Bioacústica do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas. Agradecido por todas conversas, ensinamentos, paciência e principalmente, pela confiança.

Aos funcionários do Parque Nacional da Serra do Cipó, em especial ao Celso Paiva, sempre solícito com o “rapaz dos sapos”.

Ao Fábio, caseiro do alojamento do Alto Palácio. Agradecido pela amizade e carinho. Sua disposição em sempre ajudar é louvável.

Agradecido imensamente a meus irmãos do “Vida de Campo”, Luiz, Kamila, Wallace e Ricardo. Sempre me lembrarei das ajudas em campo, vocês foram essenciais.

A minha grande amiga, Kamila Nayara pela amizade e compreensão, sei que posso contar com você a qualquer hora.

Ao Ernesto Caliari pelas dicas e ajuda na utilização dos programas de Bioacústica.

Minha sincera gratidão aos meus amigos-irmãos da Coleção de Herpetologia do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas, sempre dispostos a me ajudar. Agradecido a cada um, Ana Frois, Rafaela, Jordane, Luiz, Sophia, Luana, Artur, Daniel e aos meus “filhos”, Iago e Lucas. Obrigado pelo companheirismo, vocês tornaram minhas manhãs prazerosas.

Aos meus amigos conquistados nos corredores do Museu, Victor Hugo, Felipe Datto e Marcelo Vasconcellos. Agradecido pelas conversas e palavras de incentivo em momentos difíceis.

A Nathalia Braga pela amizade e ensinamentos com a parte de estatística.

Agradecido a minha tia-madrinha, Lena Mara. Obrigado pelo apoio e incentivo, jamais esquecerei de tudo que fez por mim.

A Nina, minha grande irmã, obrigado por todo apoio, amor e paciência.

Ao Gabriel pelo apoio e amizade, além de compartilhar das minhas loucuras.

Agradeço a minha mãe pelo amor incondicional, apoio e companheirismo. A alegria e amor que você emana é o combustível da minha vida.

Agradeço imensamente ao meu pai, homem guerreiro, deixou muitos sonhos pessoais de lado para que eu pudesse ter uma educação adequada. Obrigado pelo amor incondicional, paciência e sacrifícios.

A minha irmã, pelo amor, apoio e paciência.

Por fim, a todos meus familiares pelo carinho, amor e por palavras que de alguma forma me incentivaram a ser uma pessoa melhor.

*“Com mil encantos, movimentos, silêncios,  
sons e infinitos tons, a natureza apresenta  
sempre o espetáculo mais lindo da Terra”.*

*Roseli de Abreu*

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Pontos de amostragem onde foram instalados os sensores de monitoramento acústico passivo na área próxima (P1-P4) e distante (P5-P8) da rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar, Minas Gerais. Fonte: Google Earth ..... 19
- Figura 2: Diferença dos valores totais dos níveis sonoros registrados na área próxima e distante da rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG)..... 24
- Figura 3: Espectrogramas dos ruídos registrados na rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG). (I) ruído provocado por carro, (II) caminhão e (III) moto ..... 25
- Figura 4: Média dos registros de ruídos em área próxima e distante da rodovia por hora, de janeiro a março de 2018. Cor branca para período diurno (06:00-17:59), e cinza para período noturno (18:00-05:59). ..... 27
- Figura 5: – Espectrograma do ruído de rodovia e do canto de espécies de anuros registradas na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG). A disposição dos cantos se encontra com valores de frequência e tempo aproximada dos valores reais. (I) ruído provocado por carro, (II) caminhão e (III) moto. Cantos: (A) *Boana albopunctata*; (B) *Boana cipoensis*; (C) *Dendropsophus minutus*; (D) *Ischnocnema juipoca*; (E) *Scinax squalirostris*; (F) *Scinax curicica*; (G) *Leptodactylus jolyi* ..... 30
- Figura 6: Média de registros de cantos por hora das espécies de anuros registradas na área próxima (A) e distante (B) de rodovia na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG), no período de janeiro a março de 2018. Cor branca representa o período diurno (06:00-17:59h) e cinza, o noturno (18:00-05:59h). Ba (*Boana albopunctata*), Bc (*Boana cipoensis*), Dm (*Dendropsophus minutus*), Ij (*Ischnocnema juipoca*), Lj (*Leptodactylus jolyi*), Ss (*Scinax squalirostris*) e Sc (*Scinax curicica*). ..... 32
- Figura 7: Média total do ruído de rodovia e de cantos por hora das espécies de anuros registradas na área próxima à rodovia na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG), no período de janeiro a março de 2018. Cor branca representa o período diurno (06:00-17:59h) e cinza, o noturno (18:00-05:59h). ..... 33

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Riqueza de espécies em uma área de campo rupestre na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar, Minas Gerais. ° espécies endêmicas do Espinhaço; \* registro em determinado mês apenas por busca ativa.....23
- Tabela 2: Níveis de ruído de rodovia [LZeq (dB)] registrados em oito pontos de amostragem no km 121 da rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG), durante três categorias de horários (1) 06:00-09:00; (2) 16:00-20:00; (3) 23:00-05:00. Cor cinza representa os pontos na área próxima à rodovia e a cor branca, distante. .... 24
- Tabela 3: Características espectrais dos ruídos registrados na rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG). Os valores são apresentados na forma de média e desvio padrão (média ± SD). Freq.= frequência .....24
- Tabela 4: Número de eventos de ruídos detectados por mês na área próxima e distante da rodovia MG10, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG).....26
- Tabela 5: Resultados do teste t Student realizado para comparar as médias de canto e ruído na área próxima e distante da rodovia na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG) .....27
- Tabela 6: Resultados do teste t pareado que comparou as médias de registros de cantos e ruído por mês e hora na área próxima e distante da rodovia, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG).....28
- Tabela 7: Resultado do teste t Student comparando as médias de cantos e ruídos durante os períodos diurno (06:00-17:59h) e noturno (18:00-05:59h) na área próxima e distante da rodovia na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG).....28
- Tabela 8: Características espectrais dos cantos das espécies de anuros registradas pela detecção automática em área de campo rupestre, na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG). Os valores são apresentados na forma de média e desvio padrão (média ± SD). Freq.= frequência; máx. = máxima; min.=mínima.....29

Tabela 9: - Número de cantos detectadas por espécie de anuro na área próxima e distante da rodovia MG10 na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG), nos períodos diurno (06:00 – 17:59h) e noturno (18:00 – 05:59h) .....31

Tabela 10: Média e desvio padrão (média  $\pm$  SD) de registros cantos por hora das espécies de anuros e ruído de rodovia, em área de campo rupestre na Serra do Cipó, município de Morro do Pilar (MG). Cor branca representa o período diurno (06:00-17:59h) e cinza, o noturno (18: 00-05:59h). Próx. = área próxima à rodovia; Dist.= área distante da rodovia. .... 34

## APRESENTAÇÃO DA REVISTA

Esta dissertação de mestrado seguiu as normas de artigo científico, como previsto no projeto pedagógico do Programa de Pós-graduação em Biologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, unidade Coração Eucarístico. O referido projeto instituiu que a dissertação poderá ser elaborada seguindo normas de publicação de periódico indexado, com Qualis avaliado acima de B1, na área de concentração do Curso (Biodiversidade).

O periódico escolhido foi “*Amphibia-Reptilia*”, que é publicado pela Societas Europaea Herpetologica. É uma revista multidisciplinar europeia, dedicada à aspectos da herpetologia, tais como ecologia, comportamento, evolução, conservação, fisiologia, morfologia, paleontologia, genética e sistemática. “*Amphibia-Reptilia*” publica artigos originais de alta qualidade, short-notes, resenhas, resenhas de livros e notícias da Societas Europaea Herpetologica (SEH). A revista “*Amphibia-Reptilia*” foi avaliada na área de Biodiversidade com Qualis A2, no evento de classificação de periódicos no quadriênio 2013-2016, e possui fator de impacto atual (2017) de 1.105.

O presente estudo encontra-se nas normas da revista em questão. Ressalta-se que alguns padrões encontrados, que podem não parecer comuns, são exigências indicadas nas instruções para os autores (*Instructions for authors*) da referida revista. Entretanto, optou-se pela apresentação das figuras ao longo do texto, bem como a manutenção da fonte (tamanho 12), e não na forma de submissão para facilitar a leitura e revisão da dissertação.

## *SUMÁRIO*

Resumo .....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Materiais e métodos.....	16
Área de estudo.....	16
Coleta de dados.....	17
Análise de dados.....	19
Caracterização do ruído da rodovia.....	19
Caracterização dos cantos dos anuros.....	19
Dinâmica da comunicação acústica dos anuros e do ruído de rodovia.....	20
Análises estatísticas.....	20
Resultados.....	21
Riqueza de anuros.....	21
Caracterização do ruído de rodovia.....	22
Dinâmica do ruído de rodovia.....	25
Caracterização espectral dos cantos dos anuros.....	27
Características espectrais – ruído X cantos dos anuros.....	28
Dinâmica da comunicação acústica dos anuros.....	30
Discussão.....	34
Riqueza de espécies.....	34
Dinâmica da comunicação acústica dos anuros e ruído de rodovia.....	35
Atividade vocal X ruído de rodovia.....	39
Referências.....	41

## RESUMO

A expansão da urbanização, do desenvolvimento industrial e, conseqüentemente, da exploração ambiental, torna a poluição sonora fator comum em áreas naturais. O ruído pode impactar aspectos ecológicos, fisiológicos e comportamentais de animais que comunicam acusticamente. Investigamos o efeito do ruído de rodovia no canto de anuros em campo rupestre, Serra do Cipó (Brasil). Caracterizamos e comparamos a atividade vocal em áreas próxima e distante da rodovia MG10, em oito pontos amostrais, cada um com um sensor de monitoramento acústico passivo, gravando dois dias intercalados/mês: quatro nas margens e quatro distantes dela. Para riqueza de anuros, utilizamos quatro gravadores em outubro, novembro e dezembro de 2017 e oito, em janeiro, fevereiro e março de 2018, assim como busca ativa como método complementar. Avaliamos a dinâmica do ruído e do canto dos anuros, utilizando gravações de janeiro a março. Mensuramos os níveis de ruído em cada ponto e a dinâmica temporal vocal dos anuros. Características espectrais de ruído e das vocalizações de sete espécies foram analisadas em espectrogramas no Raven Pro 1.5. Registramos 21 espécies (oito endêmicas da Serra do Espinhaço). A área próxima foi mais ruidosa e com registros de ruídos à noite. A atividade acústica foi maior à noite e diferente nas duas áreas. *Ischnocnema juipoca*, *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus jolyi* e *Scinax squalirostris* apresentaram maior atividade na área próxima e *Boana albopunctata*, *Boana cipoensis* e *Scinax curicica*, na área distante. Concluimos que a poluição sonora antropogênica pode ter impactos sobre os anuros em áreas-chave para conservação.

*Palavras-chave:* conservação, mascaramento, monitoramento acústico passivo, Serra do Espinhaço, vocalização.

## *Abstract*

The urbanization expansion, industrial development and, consequently, environmental exploitation, makes noise pollution a common factor in natural areas. Noise can impact ecological, physiological and behavioral aspects of animals that communicate acoustically. We investigated the effect of highway noise on anuran vocalization in *campo rupestre*, Serra do Cipó (Brazil). We characterized and compared the vocal activity in areas near and far from the MG10 highway, in eight sample points, each with a passive acoustic monitoring sensor, recording two intercalated days/month: four on the margins and four distant ones. For anurans richness, we used four recorders in October, November, and December of 2017 and eight in January, February, and March of 2018, as well as active search as complementary method. We evaluated the dynamics of noise and vocalization of the anurans, using recordings from January to March. We measured the noise levels at each point and the vocal temporal dynamics of the anurans. Spectral noise characteristics and vocalizations of seven species were analyzed in spectrograms in Raven Pro 1.5. We recorded 21 species (eight endemic to Espinhaço). The next area was noisier with noisy night records. The acoustic activity was higher at night and different in the two areas. *Ischnocnema juipoca*, *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus jolyi*, and *Scinax squalirostris* showed greater activity in the nearby area and *Boana albopunctata*, *Boana cipoensis*, and *Scinax curicica* in the distant area. We conclude that anthropogenic noise pollution could have impacts on anurans in key areas for conservation.

*Keywords:* conservation, masking, passive acoustic monitoring, Serra do Espinhaço, vocalization.