

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO EM COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL

Fernanda Marcondes Machado Silva

Mecanismos de defesa em *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes,
Viperidae) em cativeiro e suas interações intraespecíficas

Juiz de Fora

2016

Fernanda Marcondes Machado Silva

Mecanismos de defesa em *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes,
Viperidae) em cativeiro e suas interações intraespecíficas

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração: Comportamento Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Bernadete Maria de Sousa

Juiz de Fora

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Fernanda Marcondes Machado.
Mecanismos de defesa em *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae) em cativeiro e suas interações intraespecíficas / Fernanda Marcondes Machado Silva. -- 2016.
43 p. : il.

Orientadora: Bernadete Maria de Sousa
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Comportamento Animal, 2016.

1. Comportamento defensivo. 2. Cascavel. 3. Interação social. I. Sousa, Bernadete Maria de, orient. II. Título.

Fernanda Marcondes Machado Silva

Mecanismos de defesa em *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae) em cativeiro e suas interações intraespecíficas

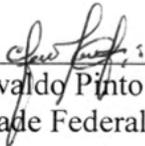
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração: Comportamento Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a. Dra. Bernadete Maria de Sousa (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho
Universidade Federal de Viçosa



Prof.^a. Dra. Aline Cristina Sant'Anna
Universidade Federal de Juiz de Fora

*À minha mãe por sempre estar ao meu lado,
me apoiando e incentivando diante das
dificuldades.*

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Juiz de Fora, pela estrutura oferecida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia e Comportamento Animal, pelo ensino e oportunidade de realização do estudo.

À CAPES, pelo fomento para a pesquisa.

À minha orientadora Bernadete Maria de Sousa, pela oportunidade e aprendizado.

Ao Prof. Marcio Roberto Silva, pela disponibilidade e assistência durante as análises estatísticas.

Aos Professores Fabio Prezoto, Aline C. Sant'Anna, Oswaldo P. Ribeiro Filho e Fabiano M. Vieira pelas sugestões e contribuições.

Ao CETAS, especialmente ao André Santos Neves e a Sarah Stutz Reis, pela ajuda e disponibilidade.

Ao Edmundo, Kamila, Caroline, Daniel e Taynara, pela colaboração e apoio durante os experimentos.

Aos colegas do Laboratório de Herpetologia – Répteis, pelas conversas e auxílio em todas as etapas que eu estive aqui.

Aos colegas do mestrado pelo companheirismo e amizade.

À minha mãe, Liz, e minha avó, Yolanda, que sempre acreditaram em meu potencial.

Ao meu querido Luiz, pelo amor, carinho, paciência, incentivo e dedicação sempre.

À Mariana, que sempre me encorajou e aconselhou.

Aos meus amigos de Guarujá e Viçosa, que mesmo à distância, estiveram presentes em todos os momentos.

À Jaque e Sabrina, pelo carinho e conversas estimulantes.

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Pag.

Tabela 1. Relação das análises realizadas combinando o Nível de contato, Período do dia e Ambiente de observação. Apr = Aproximação, PC = Preensão do corpo, PRPC = Preensão da região posterior à cabeça, M = manhã, T = tarde, N = noite, Ind = recinto individual, Col.T = recinto coletivo com total de espécimes, Col.P = recinto coletivo com parcial de espécimes, Col.Pr = recinto coletivo apenas com espécimes prendidos, *Valor de P unicaudal..... **28**

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Capítulo I	
Figura 1. Esquema da relação dos dias de testes comportamentais do experimento.....	6
Figura 2. Vista lateral do movimento de retração do corpo quando em posição solta.....	8
Figura 3. Vista superior do ato de esconder a cabeça de uma serpente em posição enrodilhada (A) e em posição solta (B).....	9
Figura 4. Vista lateral da sequência do ato de saltação, ilustrando a projeção do corpo.....	12
Figura 5. Vista superior do ato de debater-se em ondulações (A) e em chicote (B).....	13
Figura 6. Vista lateral do ato de girar o corpo ao prensar a parte posterior da cabeça da serpente.....	14
Figura 7. Vista frontal das variações das armações de bote entre os espécimes.....	15
Figura 8. Relação da diversidade dos atos comportamentais em cada fase do experimento. Traços azuis correspondem aos comportamentos passivos, enquanto os traços vermelhos aos ativos. I=imobilidade; R=retração do corpo; E=enrodilhar; EC=esconder a cabeça; RC=retração da cabeça; SC=suspensão da cabeça; VCC=virar o corpo e a cabeça; DL=dardejar a língua; A=afastar; S=saltar; AC=achatar o corpo; B=bufar; D=debater-se; DC=descarga cloacal; GC=girar o corpo; PS=posição sigmóide; VG=vibrar o guizo; AB=armar o bote; DB=desferir o bote; M=morder.....	17
Capítulo II	
Figura 1. Esquema dos dias de testes comportamentais do experimento.....	23
Figura 2. Esquema dos testes comportamentais realizado, com as três variáveis.....	24

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	Vi
LISTA DE FIGURAS	Vi
RESUMO	X
ABSTRACT	Xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
Capítulo I Comportamento defensivo de cascavel, <i>Crotalus durissus</i> (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae), em cativeiro.....	3
Abstract	3
Resumo	3
I. Introdução	4
II. Material e Métodos	5
1. Espécimes estudados.....	5
2. Testes comportamentais.....	5
3. Coleta de dados.....	7
III. Resultados e Discussão	7
1. Comportamentos passivos.....	7
2. Comportamentos ativos.....	12
3. Análise dos atos.....	16
IV. Considerações Finais	17
V. Referências Bibliográficas	18
Capítulo II Influência da temperatura, de situações estressantes e de agrupamentos em diferentes recintos nas respostas defensivas de <i>Crotalus durissus</i> (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae) em cativeiro.....	21
Abstract	21

Resumo.....	21
I. Introdução.....	22
II. Materiais e Métodos.....	23
1. Espécimes estudados.....	23
2. Testes comportamentais.....	23
3. Coleta dos dados.....	25
4. Análise dos dados.....	25
4.1. Características dos animais e do ambiente.....	25
4.2. Combinações entre variáveis dependentes.....	26
4.3. Característica do ambiente combinados às variáveis dependentes.....	26
III. Resultados.....	26
1. Características dos animais e do ambiente.....	26
2. Combinações entre variáveis dependentes.....	27
3. Característica do ambiente combinados às variáveis dependentes.....	28
IV. Discussão.....	29
V. Conclusão.....	30
VI. Referência Bibliográfica.....	31

RESUMO

Não sendo clara a diversidade de respostas defensivas e as influências que exercem sobre estas, é vantajoso se obter cada vez mais informações sobre a espécie. Assim, elaborou-se uma relação dos comportamentos defensivos e a descrição de cada ato. Também se relacionou fatores abióticos, corporais e sociais com as respostas exibidas. Foram observados 54 espécimes adultos, divididos em grupos de cinco e mantidos por 10 dias consecutivos. Os experimentos foram realizados em três fases (Aproximação, Preensão e Manuseio), excluindo o Manuseio as fases foram repetidas em três horários e em dois recintos. Na Preensão realizou-se o pinçamento dos indivíduos em dois locais do corpo para exercer níveis diferentes de estresse. Foram identificadas 20 atos comportamentais, classificados como passivos e ativos, sendo que na fase de aproximação observou-se menor diversidade de atos defensivos (10) do que nas fases de preensão (17) e de manuseio (18). Analisando os três níveis de estresse, foi observada maior frequência de respostas ativas na Preensão do pescoço do que na Preensão do corpo e este do que na Aproximação. Com relação aos recintos, foi encontrada maior frequência de comportamentos passivos nos indivíduos inseridos em um ambiente coletivo do que quando individualizados. Havendo uma pequena influência da temperatura nas respostas exibidas, porém sem alterar a significância dos resultados dos recintos. Esse estudo caracterizou o repertório comportamental defensivo da serpente *Crotalus durissus*, sendo identificados e descritos dois novos atos antipredatórios (saltar e bufar). Assim, podemos compreender seus padrões de ação e também auxiliar nas precauções contra acidentes durante as atividades no campo e em laboratório. O estudo também confirmou a influência da temperatura nas respostas defensivas e registrou a diferença de comportamento quando os indivíduos estavam sozinhos e com outros espécimes. Com isso, podemos inferir algum grau de interação entre os indivíduos, não tendo sido descrito antes nessa espécie.

Palavras-chave: cascavel, comportamentos defensivos, interações sociais.

ABSTRACT

The variety of defensive responses and the influence they exert on these are not being clear, because of that it is advantageous to obtain more information about the species. Thus, it was elaborated a list of defensive behavior and the description of each act. We also related abiotic, physical and social factors with the displayed answers. We observed 54 adult specimens and divided into groups of five and kept for 10 consecutive days. The experiments were carried out in three phases (approach, apprehension and handling), excluding the handling, the phases were repeated three times and in two enclosures. On apprehension it held clamping of individuals in two locations of the body to exert different levels of stress. We identified 20 behavioral acts, classified by passive and active, and in the approach phase there were less diversity of defensive actions (10) than in apprehension phase (17) and handle phase (18). Analyzing the three levels of stress, we observed higher frequency of active responses at prehension of posterior region of the head follow by body prehension and the lower frequency during approach. Regard to the enclosures, it was found more passive behavior at individuals into a collective enclosure than in individualized. There was a small influence of temperature on responses, the layers analyzed set the model for the significance of the results of the enclosures. This study characterized the defensive behavioral repertoire of *Crotalus durissus* snake, identified and described two new anti predatory acts (jump and hiss). So, we can understand their patterns of action and also assist at preventive measures to avoid accidents during the activities in the field and in the laboratory. The study also confirmed the influence of abiotic factors on the defensive responses and recorded the difference in behavior when individuals were being individualized and with other specimens. Therefore, we can infer some interaction between the specimens, this had not been described before in this species.

Keywords: rattlesnake, defensive behaviors, social interactions.

INTRODUÇÃO GERAL

No reino animal há os oportunistas, sendo abrangentes durante seu forrageio, e os especialistas a uma dieta. A maioria das espécies cria uma relação de exclusividade quanto sua presa. O que acarreta no desenvolvimento de táticas para obtenção de seu alimento. Assim, apenas os indivíduos com habilidades de driblar seus predadores e produzirem descendentes com os traços hereditários vantajosos se dispersarão. Com essa pressão seletiva, o animal precisa se aperfeiçoar para superar as novas defesas adquiridas pelas suas presas. Deste modo, ocorre o que chamamos de “corrida armamentista” (ALCOCK, 2011).

A área de vida do animal está intimamente ligado com as táticas antipredatórias que este irá usar, tanto durante a defesa primária quanto durante a defesa secundária diante do predador. Para que a probabilidade de detecção seja menor as presas se utilizam de defesas primárias, não necessitando de um confronto direto, e investem em estratégias como a camuflagem, o aposematismo e o mimetismo, aumentando o tempo de procura pela presa ou chame a atenção para sua impalatibilidade, sendo esta verdadeira ou de outra espécie fenotipicamente similar. Quando ocorre o ataque físico, a presa ativa suas defesas secundárias, aumentando o tempo de manipulação pelo predador e possibilitando que a presa tenha maior chance de sobreviver. Podemos citar como alguns destes tipos de defesa a tanatose, a fuga, o comportamento deimático e a retaliação. O predador irá investir na caçada pela presa quando este possuir um benefício líquido, ou seja, quando a energia absorvida pelo consumo do animal for maior do que a energia gasta pela procura e manipulação da mesma. (KREBS; DAVIS, 1996)

Entre os répteis se faz necessário um diverso repertório de táticas antipredatórias por possuírem predadores com técnicas de captura diferentes (GREENE, 1988). As serpentes também consideram o ataque dos seus agressores para decidir qual resposta mais apropriada para sua defesa (KLAUBER, 1982). Assim, podem existir dois tipos de defesas secundárias, sendo categorizados em comportamentos passivos e comportamentos ativos dependendo da resposta com relação aos predadores (CITADINI, 2011).

Informações sobre os hábitos e comportamentos da nossa fauna acrescentam imensamente no conhecimento acerca sua influência na cadeia ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOCK, John. **Comportamento animal: uma abordagem evolutiva**. 9 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- CITADINI, Jessyca Michele. **A influência da temperatura no comportamento defensivo em *Tomodon dorsatus* (Serpente , Dipsadidae)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GREENE, Harry W. Antipredator mechanisms in reptiles. In: GANS, C.; HUEY, R. B. (Eds.). **Biology of the Reptilia**. 16 v. New York: Alan R. Liss, 1988. p. 1–152.
- KLAUBER, Laurence M. **Rattlesnakes: their habits, life histories and influence on mankind**. Los Angeles, CA: University of California Press, 1982.
- KREBS, J. R.; DAVIS, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996.

Capítulo I

Comportamento defensivo de cascavel, *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae), em cativeiro

Fernanda Marcondes Machado¹ & Bernadete Maria de Sousa^{2,3}

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Comportamento e Biologia Animal, Juiz de Fora, MG, Brasil.

²Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Zoologia, Campus Universitário, São Pedro, CEP 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil.

³autor correspondente: Bernadete Maria de Sousa, email:bernadete.sousa@gmail.com.

Abstract: Considering diversity of defensive responses with no clear description of the Neotropical rattlesnake and its urban proximity, it is advantageous to obtain more and more information about it. Thus, we elaborated a defensive behavioral catalog of *Crotalus durissus*, analyzing each antipredatory act. We observed 54 adult specimens and they were divided into groups of 5 and maintained for 10 consecutive days. The behavioral tests were conducted in three different phases and they were also recorded to be analyzed frame-by-frame. We identified 20 behavioral acts, characterized as passive and active. In the approach phase we observed lower variety of defensive actions (10) than the apprehension phase (17) and handle phase (18). There was also a slight increase in the percentage of active display as increases the observer's proximity to the snake. This study characterized the defensive behavioral repertoire of *Crotalus durissus*, identifying two new anti-predatory acts (saltation and hiss). Therefore, we can understand their patterns of action and also take preventive measures to avoid accidents during activities in field and laboratory.

Keywords: anti-predatory tactics, defensive behavior, Neotropical rattlesnake.

Resumo: Considerando a diversidade de respostas defensivas sem que haja descrição clara da cascavel e sua proximidade urbana, é vantajoso se obter cada vez mais informações. Assim, elaborou-se um catálogo comportamental defensivo da *Crotalus durissus*, analisando cada ato antipredatório. Foram observados 54 espécimes adultos, divididos em grupos de 5 e mantidos por 10 dias consecutivos. Os experimentos foram realizados em três fases diferentes, sendo gravados para posterior análise frame-by-frame. Foram identificadas 20 categorias comportamentais, classificadas como passivos e ativos. Na fase de aproximação observou-se

menor diversidade de atos defensivos (10) do que nas fases de apreensão (17) e de manuseio (18). Também houve um aumento no percentual de exibição dos mecanismos ativos conforme aumenta a proximidade do observador em direção à serpente. Esse estudo caracterizou o repertório comportamental defensivo da serpente *Crotalus durissus*, sendo identificados e descritos dois novos atos antipredatórios (saltar e bufar). Assim, podemos compreender seus padrões de ação e também tomar medidas preventivas para evitar acidentes durante as atividades no campo e em laboratório.

Palavras-chave: cascavel, comportamentos defensivos, táticas antipredatórias.

Introdução

Aspectos dos fatores abióticos, como temperatura e umidade, podem influenciar diretamente as táticas antipredatórias utilizadas pelas serpentes, tanto durante sua defesa primária quanto durante sua defesa secundária, devido à quantidade de energia disponível nos indivíduos (TOZETTI; MARTINS, 2008). Para que a probabilidade de detecção seja menor as presas investem em estratégias como a camuflagem, o que faz com que aumente o tempo de procura por elas, sendo essa a primeira fase de defesa dos espécimes. Quando há o ataque, a presa ativa suas defesas secundárias, aumentando o tempo de manipulação pelo predador, bem como suas chances de sobrevivência (KREBS; DAVIS, 1996).

Apesar de haver diferenças individuais dentro de uma espécie, no que se refere ao ímpeto de ataque (KLAUBER, 1982), pode-se categorizar os comportamentos defensivos em ativos e passivos, de acordo com o tipo de enfrentamento frente ao predador (CITADINI; NAVAS, 2013). Descrições dos comportamentos de defesa foram realizadas para algumas espécies de cascavéis norte-americanas (CARPENTER, 1977; KLAUBER, 1982; MOON, 2014) e alguns atos registrados apenas para diferentes gêneros (ARAÚJO; MARTINS, 2006; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2008; CITADINI; NAVAS, 2013). Para a cascavel nativa do Brasil, foi encontrado somente menções das respostas defensivas exibidas (SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008).

A *Crotalus durissus* pertence à família Viperidae, podendo ser encontrada desde o México ao longo da América Central e do Sul, exceto no Equador e Chile. Essa espécie habita vegetações de cerrado e caatinga, contudo, pela sua alta adaptabilidade, também é vista em áreas antropizadas. Essa serpente terrícola é facilmente identificada pela sua estrutura de quitina no final da cauda, o guizo (CAMPBELL; LAMMAR, 1989). Por ser uma espécie que

vive em regiões urbanas (FERREIRA JÚNIOR; BARRAVIEIRA, 2004) o risco de acidentes é grande (SALOMÃO; SANTOS; PUORTO, 1995; LUIS; LUCIA; BRITES, 2012). Portanto é de extrema importância se obter mais informações sobre o comportamento defensivo deste grupo de serpentes periantrópicas.

Assim, objetivou-se relacionar e descrever os atos comportamentais defensivos dos espécimes em cativeiro.

Material e Métodos

1. Espécimes estudados

Os animais foram cedidos pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Juiz de Fora e permaneceram poucos dias na instituição antes de serem transportados para a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), sendo realizado o manejo no mesmo dia, no período da tarde. Foram utilizados 54 espécimes adultos, sendo 23 fêmeas (comprimento total = $89,0 \pm 12,51$ cm; massa corporal = $425,0 \pm 203,61$ g) e 31 machos (comprimento total = $87,5 \pm 10,32$ cm; massa corporal = $391,2 \pm 132,24$ g). Os experimentos foram executados no Laboratório Avançado de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFJF e todos os animais retornaram ao CETAS após as observações. Esse estudo foi aprovado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob o número 44835-2 e também aprovado pelo comitê de Ética no Uso de Animais da UFJF sob o protocolo 023/2014.

2. Testes comportamentais

O estudo ocorreu no período entre março e agosto de 2015. Os testes comportamentais foram divididos em três diferentes fases: aproximação, preensão e manuseio. Em cada fase foi simulado um intervalo de risco para uma pessoa em campo ou para o pesquisador em laboratório, permitindo identificar a diversidade e quantidade de cada tipo de comportamento.

Grupos de cinco espécimes ficavam sob observação durante 10 dias consecutivos, as fases de aproximação e preensão foram repetidas em três períodos do dia (manhã, tarde e noite) e em dois recintos diferentes (Figura 1). Portanto, ocorreram 6 repetições de aproximação, 3 ou 4 de preensão e 1 de manuseio para cada animal.

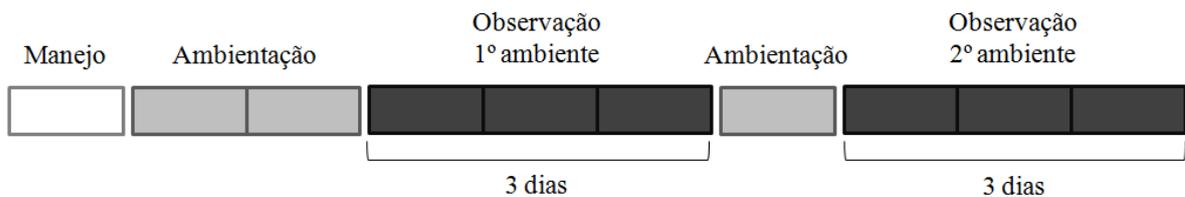


Figura 1. Esquema da relação dos dias de testes comportamentais do experimento.

A fase de aproximação se deu de forma frontal ao recinto a uma velocidade de aproximadamente 0,4m/s. A distância estabelecida para segurança do observador foi de 1 m dos espécimes de cascavéis, já que o alcance máximo para o seu bote, descrito por Klauber (1982), é de metade do comprimento de seu corpo.

A fase de prensão foi realizada com o observador localizado a 1m de distância do terrário com a tampa aberta e se utilizando de um pinção. Foi definida a parte medial do corpo e da região posterior à cabeça (RPC) para realizar o contato do pinção com o corpo do animal, por serem os locais de maior injúria em serpentes segundo Gouveia e colaboradores (2015), e seguradas por aproximadamente 5 s.

A fase do manuseio foi realizada durante o manejo, mensurando o comprimento através de uma fita métrica de escala 0,1 cm, a massa corporal com uma balança digital de precisão 0,001 g e identificando o sexo por meio de um sexador de metal. As serpentes foram identificadas com marcações nas escamas da cabeça se utilizando de tinta atóxica. Como métodos de precaução, os espécimes eram mantidos em tubo plástico transparente para contenção durante a manipulação, com a exceção dos momentos de marcação.

Durante as fases de aproximação e prensão os espécimes permaneceram individualizados durante três dias consecutivos em terrários de vidros com dimensões de 60 x 30 x 40 cm (comprimento x largura x altura), sendo fechados por tampas teladas com tela de mosquiteiro branca, e durante três dias os cinco indivíduos de cada grupo eram mantidos juntos em um recinto com dimensões 3,0 x 2,2 x 1,5 m. Cada teste em um dos ambientes era realizado em um período do dia diferente, de manhã (7 h), de noite (19 h) e no período mais quente do dia (13 h). A fase de manuseio se deu em uma sala de 12 m² contendo um balcão de mármore, na qual se realizava a manipulação dos animais.

3. Coleta dos dados

Os espécimes foram observados através de rota de amostragem focal, com registro contínuo (DEL-CLARO, 2004). As observações comportamentais totalizaram 15 horas, as quais foram filmadas com uma câmera Nikon Coolpix L810 e posteriormente analisados os atos quadro por quadro. Os atos eram registrados e então classificados em passivos e ativos.

Resultados e Discussão

1. Comportamentos Passivos: posturas de imobilidade e atos em direção oposta ao agente agressor.

1.1. Imobilidade (I): ausência de movimentação, podendo estar em posição solta ou enrodilhada.

Observada durante as três fases, o indivíduo permaneceu na mesma posição em que se encontrava antes do encontro ou exibiu o reflexo de leve abertura do enrodilhamento para em seguida permanecer imóvel, com a cabeça suspensa. Mesmo com agressões leves sem danos significativos durante a apreensão e manuseio a serpente ainda permaneceu imóvel.

Essa imobilidade sugere que é preferível não se mover e não chamar a atenção para sua presença, caso o agente agressor o tenha feito sem intenção. No momento de um ataque mais intenso ou mais repetitivo a serpente poderia realizar outros atos, como o enfrentamento ou a fuga. Pois a camuflagem depende da I para não ser detectada, na qual em conjunto com sua coloração críptica o predador gasta mais tempo ou nem o localiza (STEVENS; MERILAITA, 2009).

1.2. Retração do corpo (R): contração dos músculos ao longo de todo o corpo.

Estando em posição enrodilhada a serpente aperta as espirais e quando em posição solta ela diminui sua área de ocupação levando a RPC e a região caudal em direção ao meio do corpo, que permanece esticado (Figura 2). Isso ocorre sem que haja enrodilhamento ou qualquer outro ato comportamental. Essa foi uma resposta exibida a partir da vibração do ambiente próxima a ela.

Esse retesamento sugere que ela se sente ameaçada, também poderia indicar uma preparação para um mecanismo defensivo de deslocamento passivo (fuga) ou ativo (bote).

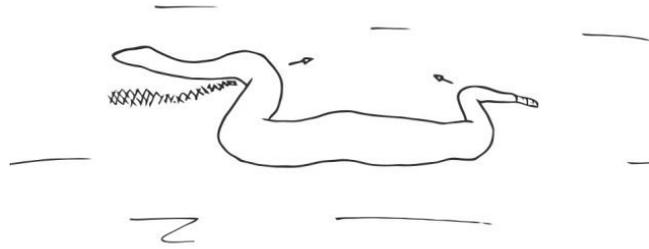


Figura 2. Vista lateral do movimento de retração do corpo quando em posição solta.

1.3. Enrodelamento (E): curvatura corporal suficiente a proporcionar uma sobreposição das espirais.

Foram vistos de 1,5 a 2 espirais completos, sendo o superior levemente mais fechado, com a cauda voltada para o centro e a cabeça virada para fora e repousada sobre a volta superior. Observado durante a aproximação, adjunta com a I, exercendo a camuflagem como primeira fase de defesa. Observado também após a retirada do pinção, associada com o afastamento, na qual o indivíduo se locomoveu para o fundo do terrário e se enrodelou.

Apenas a parte posterior do seu corpo da serpente fica em contato com o substrato, o que é vantajoso contra a perda de calor quando a superfície está abaixo da sua temperatura corpórea. Essa postura também causa uma disruptura do formato singular do seu corpo, quebrando com a imagem de procura dos predadores, e em conjunto com a coloração críptica a torna mais difícil de ser localizada (BRISCHOUX; PIZZATTO; SHINE, 2010).

1.4. Esconder a cabeça (EC): posicionamento da cabeça, parte dela ou RPC no espaço entre as espirais do seu enrodelamento e cobrindo-a com a volta superior do corpo (Figura 3).

Foi observado em todas as fases do experimento. A serpente se encontrava em posição enrodelada e ao detectar a presença do potencial agressor ou sofrer o contato físico ela exibia o comportamento de EC.

Isso evitaria danos graves em partes do corpo mais críticas e vulneráveis. Não cobrir a cabeça totalmente pode ser uma tática vantajosa, já que ainda se manteria protegida, continuando a receber informações químicas, térmicas, visuais do ambiente e do predador, o que possibilitaria de deferir um bote como último recurso.

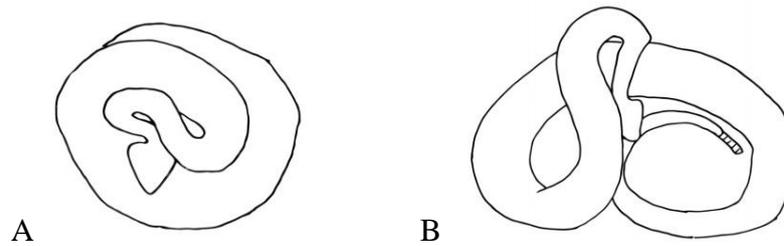


Figura 3. Vista superior do ato de esconder a cabeça de uma serpente em posição enrodilhada (A) e em posição solta (B).

1.5. Recuar a cabeça (RC): contração da região anterior do corpo através de ondulações, formando um S para o centro do enrodilhamento, ou forçando-a em direção oposta ao contato.

O RC foi frequentemente observado durante o manejo, ao tentar introduzi-las no tubo de contenção, mesmo com um terço do corpo já no interior do tubo muitos espécimes conseguiram sair. Durante as observações, o prensamento da RPC da serpente com o pinção gerou por diversas vezes o comportamento de retrainr ou empurrar a cabeça com o primeiro terço do corpo suspenso e distendido. A força exercida tinha como ponto de apoio o corpo enrodilhado ou as ondulações. Associado a esse último comportamento também se pode observar a rotação de sua cabeça em 45° a 90° , combinando essa angulação com a parte achatada das pontas do pinção, o que levou a uma posição de mais fácil soltura.

O comportamento poderia ser útil para um afastamento rápido da cabeça, como uma resposta imediata. Pode-se também supor que o comportamento de torcer, retrainr e empurrar a cabeça possua outras funções excluindo a adaptação antipredatória, como técnicas para exploração do ambiente ou para a caça em espaços estreitos, na qual a serpente poderia ficar presa.

1.6. Suspender a cabeça do chão (SC): elevação da cabeça e/ou parte da RPC e do corpo, permanecendo paralela a alguns centímetros do substrato.

Pode-se registrar a serpente exibindo SC estando tanto em posição enrodilhada quanto esticada. Observou-se também esse ato com associação outros como, por exemplo, a posição sigmóide.

Sugere-se a possibilidade de ser um indício de que a serpente esteja desperta, já que há uma dificuldade de se identificar uma serpente alerta pela ausência de pálpebras. O ato de SC também permite uma melhor posição para captura de informações ao seu entorno, sendo vantajoso para identificação de indivíduos próximos à serpente e para exploração do ambiente.

1.7. Virar o corpo e a cabeça (VCC): direcionamento da cabeça para o pinção ou para potenciais predadores.

Foi identificada em todas as fases do experimento. Observou-se na fase de apreensão uma divergência na direção em que a serpente avistava, parte dos espécimes virou o corpo e a cabeça para o pinção (agente agressor) e a outra parte para o observador com o equipamento (agente liberador de calor e odor). Após a apreensão, alguns espécimes realizaram um comportamento similar à inspeção alimentar no pinção, com a serpente tocando-o com a ponta do focinho a fim de capturar mais informações sobre o objeto.

O ato em si de virar o corpo e a cabeça pode indicar que a serpente detectou o animal, permitindo que ela adquira mais informações sobre a sua periculosidade para, assim, ter uma eficácia na tática defensiva a ser utilizada. Isso pode ser vantajoso em áreas antropizadas, onde o encontro e o conflito com pessoas e animais domésticos agressores são maiores. O comportamento similar à inspeção alimentar observado mostra que apesar do indivíduo estar sendo prensado ele não se sentiu ameaçado. A inspeção é normalmente visto para distinguir a região cefálica da presa, na qual a serpente começa a ingeri-lo de forma mais eficaz (SCARTOZZONI; MOLINA, 2004).

1.8. Dardejamento da língua (DL): projeção da língua bifurcada para fora da boca, por uma reentrância na escama rostral, com oscilamento vertical por alguns segundos até retorná-la à boca.

Na fase de aproximação e de apreensão foi observado o dardejamento da língua voltado tanto para o gancho quanto para o observador. Na fase de manuseio se pôde notar menos oscilamentos da língua, em média dois, e mais lentos, chegando a permanecer por mais de 20 s fora da boca, enquanto era realizada a marcação do indivíduo. Nas demais ocorrências foram registrados mais oscilamentos da língua, pelo menos três, e mais rápidos, permanecendo no máximo por 5 s fora da boca.

O dardejamento da língua indica a detecção do observador durante o experimento, já que é amplamente conhecido pela função de capturar informações químicas do ambiente pelo ar, possibilitando a identificação de animais a certa distância (KLAUBER, 1982). No assoalho bucal há duas aberturas, nas quais a serpente introduz cada bifurcação da língua, o sinal será recebido pelo órgão de Jacobs que indicará a direção de maior concentração de odor da sua presa, do predador ou de algo a ser identificado (MASON; PARKER, 2010). Greene e colaboradores (2002) relatam um dardejamento mais rápido e frequente em momentos de

maior estresse, o que está de acordo com as observações do presente estudo. O prolongamento do ato DL no momento da marcação pode estar associado com o cheiro mais pungente do esmalte e por ter sido realizado na parte cefálica.

1.9. Afastamento (A): distanciamento em relação ao observador, com a cabeça e a parte anterior do corpo virado ou não em direção a ele.

Os espécimes foram vistos em sua maioria realizando o deslocamento serpentino, com exceção de um caso de alças laterais. O ato A também pôde ser visto em combinação com comportamentos ativos, na qual a cascavel se afastava com o bote armado e virado para o agressor, assim, apenas a metade posterior do corpo realizava movimentos ondulatórios, havendo dificuldade e lentidão no deslocamento devido à postura.

As duas locomoções observadas indicam serem as mais eficientes ou de menor gasto energético para a serpente. Há quatro tipos de locomoção registrados que as cascavéis podem utilizar, sendo elas serpentina, alças laterais (“*sidewinding*”), concertina e retilínea (KLAUBER, 1982).

1.10. Salto (S): impulsionamento com a parte posterior do corpo em direção oposta ao potencial predador, em que o espécime se retira totalmente do contato com o substrato (Figura 4).

O ato S foi exibido por três indivíduos, um macho (391,2 g de massa corporal e 90 cm de comprimento), uma fêmea jovem (109,1 g e 61 cm) e outra fêmea adulta (650 g e 100 cm). O início do comportamento foi realizado com a serpente estando tanto na posição enrodilhada quanto já em afastamento do observador. As situações em que os indivíduos se encontravam também foram diversas, desde a tentativa de preensão até no momento de ser introduzida em um tubo de contenção.

Esse é o primeiro registro na espécie *C. durissus*, o S foi descrito apenas por Bartholomew e Nohavec (1995) para *Crotalus scutulatus*, na qual eles observaram a serpente saltar com a boca fechada e em direção oposta ao agente agressor, assim, se confirmando a associação ao comportamento de fuga do animal. Os indivíduos observados que não estavam enrodilhados apresentaram uma maior projeção do corpo, provavelmente por estarem em uma posição mais propícia para o impulsionamento do salto, pois este ocorre a partir da região posterior do corpo.

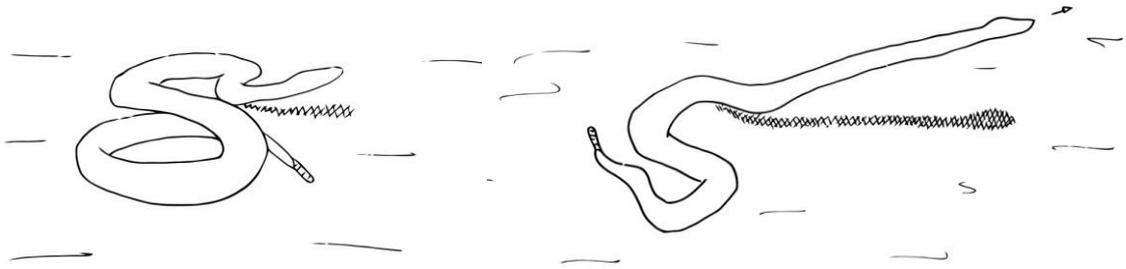


Figura 4. Vista lateral da sequência do ato de saltação, ilustrando a projeção do corpo.

2. *Comportamentos Ativos*: posturas que exibem sinais de alerta ou atos agressivos em direção ao agente agressor.

2.1. Achatar o corpo (AC): compressão dorso-ventral ao longo do corpo ou apenas em sua região posterior.

Os espécimes exibiram o comportamento durante as fases de aproximação e apreensão. Tal ato também dificultou o prensamento do corpo da serpente com o pinhão.

Esse comportamento pode ser vantajoso para a serpente devido à dificuldade de sua captura pelo predador, além de proporcionar uma melhor base de apoio para um possível bote ou salto. Essa posição também faz com que o animal pareça ter um tamanho maior do que realmente tem, tornando-se uma pose de intimidação, também descrita em diversas outras espécies de serpentes (MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2008).

2.2. Bufar (B): silvo baixo e curto.

Foi observado durante todas as fases do experimento e em muitos casos sendo de difícil identificação devido ao chocalhar do guizo.

Ele é inédito na espécie *Crotalus durissus*. O ato B é produzido através da liberação do ar dos pulmões através da epiglote, gerando esse som (KLAUBER, 1982). Esse ato já foi descrito em outras espécies de serpentes (GREENE, 1988) e pode ser considerado um mecanismo de alerta sonoro para os predadores. Assim como a vibração da cauda é um comportamento inato para serpentes do gênero *Bothrops* (SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008), o B pode ser uma resposta de caráter ancestral.

2.3. Debater-se (D): agitação de todo o corpo ou apenas da parte anterior.

Durante as observações foram identificadas duas variações (Figura 5), ambos somente durante a fase de apreensão. A primeira variação se deu pela cascavel agitar violentamente todo o corpo em ondas horizontais, enquanto a segunda pelo indivíduo se apoiar na parte média do corpo e lançar a parte anterior para o lado, exercendo um movimento similar a um chicote. Na maioria dos casos em que ocorreu este ato a serpente conseguiu se soltar do pinção.

Esse é um ato já registrado para a cascavel *C. durissus* (SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008), porém não houve nem a descrição do ato e nem o registro dessa segunda variação. A força do movimento de ambas as variações permitem à serpente se liberar de fortes apreensões, sendo vantajoso contra um agente agressor.

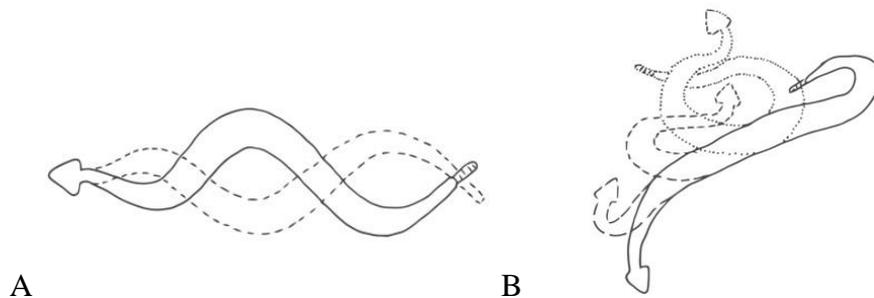


Figura 5. Vista superior do ato de debater-se em ondulações (A) e em chicote (B).

2.4. Descarga cloacal (DC): liberação de substância amarelada translúcida, de cheiro forte e almiscarada.

Houve apenas dois indivíduos, ambos machos, que exibiram esse comportamento em todas as observações, ocorrendo durante a fase de manuseio. Concomitantemente com a DC, ambos exibiam o vibrar do guizo, indicando uma situação de alto estresse para os animais.

A maioria das serpentes possui um par de glândulas odoríferas na parte caudal, porém suas funções ainda não foram completamente esclarecidas (KLAUBER, 1982). Quando a serpente se sente ameaçada ela pode realizar esse ato como possível estratégia para espantar o predador. Como foi relatado em um registro específico, a serpente ejetou o líquido em direção ao rosto do observador durante sua manipulação (SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008).

2.5. Girar o corpo (GC): torção do corpo se iniciando na região anterior, posterior ou ambos e virando 180° ou mais.

O comportamento GC foi observado durante as fases de apreensão e manuseio. Quando pressionada mais próxima à cabeça, a serpente promovia uma torção, para então ter um apoio e gerar uma força de rotação na cabeça a fim de se soltar (Figura 6), o que se fazia eficiente na maioria das ocorrências. No caso de permanecer presa, seu corpo se torcia novamente produzindo um enroscamento no agente agressor, similar às constrições de serpentes da Família Boidae, porém sem a mesma potência muscular.

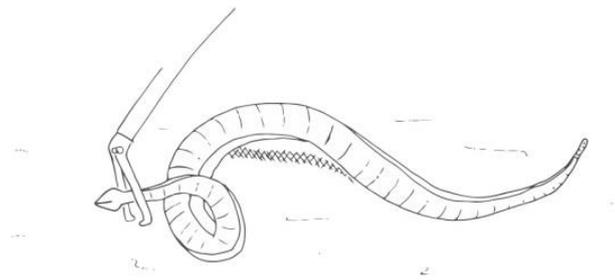


Figura 6. Vista lateral do ato de girar o corpo ao pressionar o pescoço da serpente.

2.6. Posição sigmóide (PS): retração em ondas da cabeça e RPC, adquirindo formato de S.

Este ato antecedeu não apenas mecanismos ativos, como desferir o bote e morder, mas também comportamentos passivos, como esconder a cabeça e salto. Observou-se em todas as fases do experimento, com a serpente estando enroscada ou em posição solta.

Esta é uma posição amplamente conhecida entre serpentes, pois geralmente precede tanto o bote de defesa quanto o de predação (ARNOLD; BENNETT, 1984; SCARTOZZONI; MOLINA, 2004). Apesar de ser um bom indicador para comportamentos agressivos, não é seguro afirmar o seguimento de bote para esse ato.

2.7. Vibrar o guizo (VG): vibração da cauda com o guizo, produzindo som alto.

Foi observado em todas as fases do experimento, sendo mais frequente e intenso na fase de manuseio. Notou-se que a cauda permanecia sempre voltada para cima.

O som é produzido pelo contato entre os anéis do chocalho e, quando em posição vertical, fornece uma melhor eficiência de acústica com menor gasto de energia (KLAUBER, 1982). O ato ocorre quando a serpente se sente ameaçada (MOON, 2014) e o fato de não ouvirem este som evidencia que esta não é uma forma de comunicação intraespecífica e sim de alerta para

outros animais antes de um possível ataque (GLAUDAS; WINNE, 2007). O balançar da cauda pode ser indicado como um comportamento ancestral, pois essa ação é observada não apenas em serpentes com a estrutura produtora do som, mas também em outras espécies da Família Viperidae (ARAÚJO; MARTINS, 2006). O ato de balançar a cauda é igualmente eficaz quando serpentes sem guizo se encontram em um local de serrapilheira e o som é produzido pelo movimento das folhas.

2.8. Armar o bote (AB): posicionamento circular da parte posterior do corpo, com a parte anterior suspensa formando um arco e a RPC descendendo em “S”.

Essa é uma postura que foi observada em todas as fases do experimento, em situações em que a serpente se sentia ameaçada, geralmente acompanhada pela vibração do guizo. Este ato ocorreu com variações entre os espécimes, como a altura da armação do bote, o arqueamento do corpo e o declínio da cabeça (Figura 7).

Pode-se supor que essas variações em relação à armação do bote de cascavéis possam ser observadas novamente e exibindo outras posturas corporais que não se teve registro no presente estudo, já que Brodie e Russell (1999) confirmam encontrar divergências individuais em comportamentos de outras espécies de serpentes. As serpentes do gênero *Crotalus* possuem uma armação de bote bem característico, sendo uma vantajosa tática antipredatória, pois a posição elevada da cabeça permite uma visualização melhor do ambiente e do predador, a posição vertical do corpo fornece uma rápida mudança na orientação e a formação circular da parte posterior concede uma base para o bote e um recuo para uma possível fuga (KLAUBER, 1982).

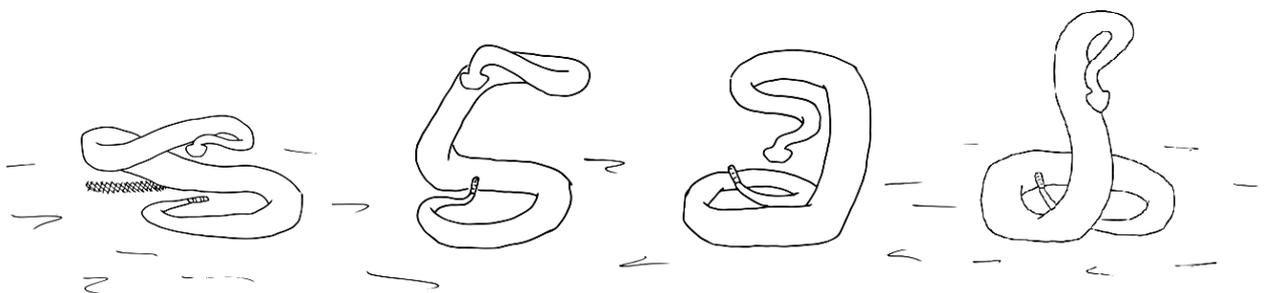


Figura 7. Vista frontal das variações das armações de bote entre os espécimes.

2.9. Desferir o bote (DB): arremesso do corpo em direção ao predador, com a cabeça se lançando verticalmente, a abertura da boca projeta as presas para fora, ocorrendo já em movimento.

As serpentes não seguiram uma sequência de respostas antipredatórias até desferir o bote, podendo exibi-lo estando em diversas posições e não sendo sempre antecedido pela posição sigmóide ou pela armação de bote.

A descrição do DB foi originalmente feita para serpentes do gênero *Bothrops* (ARAÚJO; MARTINS, 2007), porém pode se observar similaridade do ato em cascavéis. Foi registrada a posição sigmóide como alerta de bote para *Agkistrodon piscivorus* (GLAUDAS; WINNE, 2007), o que se mostrou não ser um padrão consistente para *Crotalus durissus*.

2.10. Morder (M): abertura da boca com um ângulo maior que 90°, projeção das presas para fora e inserção ou tentativa de inserção destas no potencial agressor com o fechamento da mandíbula.

O ato não foi necessariamente precedido pela posição sigmóide ou pelo bote. Ao imobilizar a RPC da serpente durante o manuseio, registrou-se uma torção lateral da RPC com abertura da boca, projeção das presas e fechamento da mandíbula, porém sem alcançar o observador. Durante a apreensão a cascavel também exibiu o comportamento mordendo o pinção.

Por similaridades do ato M de *C. durissus* e a do estudo realizada por Kardong e Bels (1998) com *Crotalus viridis oreganus* adotou-se a mesma descrição para a cascavel nativa.

3. Análise dos atos

As observações possibilitaram a descrição detalhada dos atos comportamentais apresentados pelas cascavéis, além de proporcionar uma melhor predição dos mecanismos de defesa utilizados por elas. A Figura 8 demonstra a diversidade de comportamentos ativos e passivos das cascavéis em cada fase do experimento.

Pode-se ver uma menor diversidade na fase de aproximação e com mais atos passivos, sugerindo que alguns de seus comportamentos, como a camuflagem, oferecem proteção ao indivíduo e dificulta que o predador o encontre durante a procura, se tornando desnecessário qualquer outro ato defensivo. A apreensão e manuseio tiveram maior diversidade de resultados quanto ao tipo de respostas em comparação à aproximação, indicando a necessidade de mais variadas abordagens frente à agressão de um predador. Ocorre também um leve crescimento

no percentual da exibição dos mecanismos ativos conforme aumenta a proximidade do observador com a serpente.

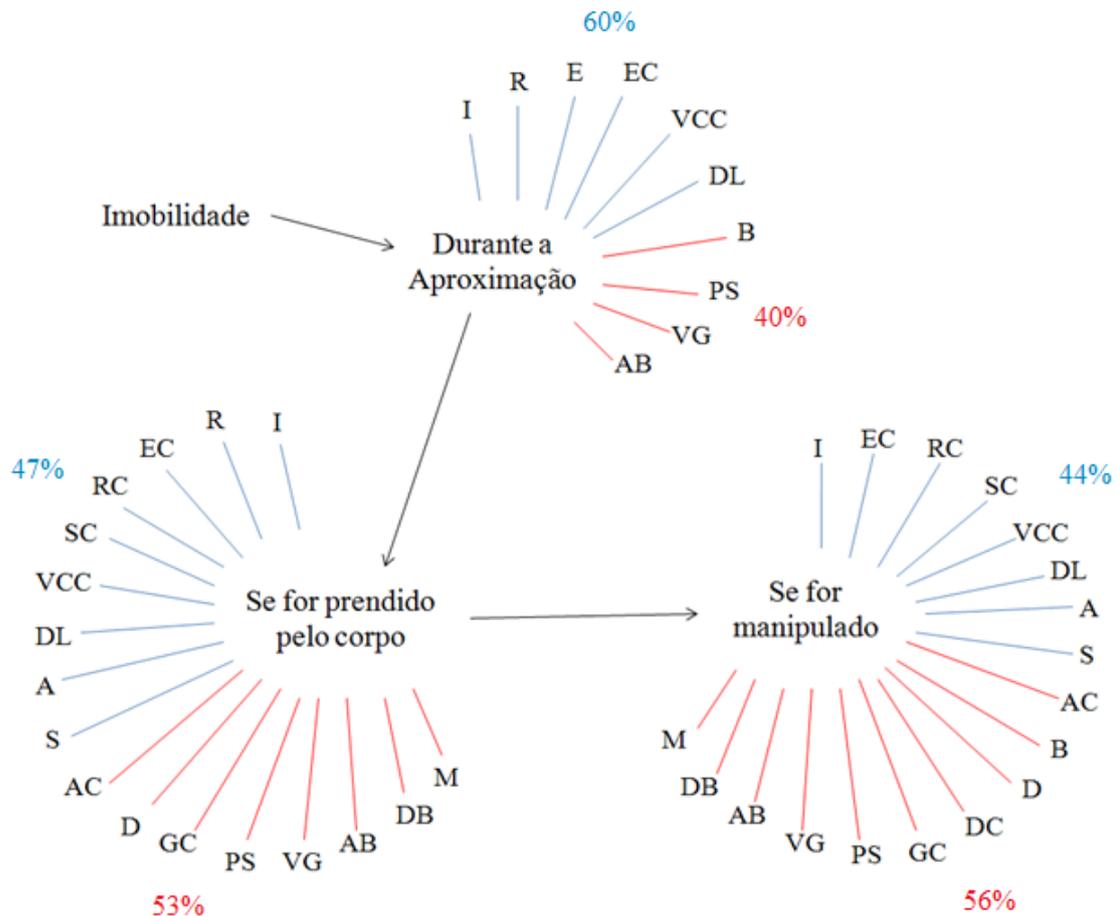


Figura 8. Relação da diversidade dos atos comportamentais em cada fase do experimento. Traços azuis correspondem aos comportamentos passivos, enquanto os traços vermelhos aos ativos. I=imobilidade; R=retração do corpo; E=enrodilhar; EC=esconder a cabeça; RC=retração da cabeça; SC=suspensão da cabeça; VCC=virar o corpo e a cabeça; DL=dardejar a língua; A=afastar; S=saltar; AC=achatar o corpo; B=bufar; D=debater-se; DC=descarga cloacal; GC=girar o corpo; PS=posição sigmóide; VG=vibrar o guizo; AB=armar o bote; DB=desferir o bote; M=morder.

Considerações Finais

Esse estudo possibilitou a caracterização do repertório comportamental defensivo da serpente *Crotalus durissus*, sendo também identificados novos atos antipredatórios como o de saltar e o de bufar. Com a identificação dos atos comportamentais das cascavéis podemos compreender seus padrões de ação e também prever quais atos defensivos podem ser

exibidos, auxiliando nas precauções necessárias contra acidentes durante as atividades no campo e em laboratório.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. S.; MARTINS, M. Defensive behaviour in pit vipers of the genus *Bothrops* (Serpentes, Viperidae). **Herpetological Journal**, v. 16, p. 297–303, 2006.

ARAÚJO, M. S.; MARTINS, M. The defensive strike of five species of lanceheads of the genus *Bothrops* (Viperidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p. 327–332, 2007.

ARNOLD, B. Y. S. J.; BENNETT, A. F. Behavioural variation in natural populations. III: antipredator displays in the garter snake. **Animal Behavior**, v. 32, p. 1108–1118, 1984.

BARTHOLOMEW, B.; NOHAVEC, R. D. Saltation in snakes with a note on escape saltation in a *Crotalus scutulatus*. **Great Basin Naturalist**, v. 55, n. 3, p. 282–283, 1995.

BRISCHOUX, F.; PIZZATTO, L.; SHINE, R. Insights into the adaptive significance of vertical pupil shape in snakes. **Journal of evolutionary biology**, v. 23, n. 9, p. 1878–85, 2010.

BRODIE, E. D.; RUSSELL, N. H. The consistency of individual differences in behaviour: temperature effects on antipredator behaviour in garter snakes. **Animal behaviour**, v. 57, p. 445–451, 1999.

CAMPBELL, J. A.; LAMMAR, W. W. **The venomous reptiles of Latin America**. New York: Cornell University Press, 1989.

CARPENTER, C. C. Variation and evolution of stereotyped behavior in reptiles. In: GANS, C.; TINKLE, D. W. (Eds.). **Biology of Reptilia**. v.7. London: Academic Press, 1977. p. 378–452.

CITADINI, J. M.; NAVAS, C. A. Inter-individual variation and temperature-dependent antipredator behavior in the snake *Tomodon dorsatus* (Dipsadidae). **Behavioural Processes**, v. 97, p. 11–17, 2013.

DEL-CLARO, K. **Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Livraria Conceito, 2004.

FERREIRA JÚNIOR, R. S.; BARRAVIEIRA, B. Management of venomous snakebite in dogs and cats in Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical**

Diseases, v. 10, n. 2, p. 112–132, 2004.

GLAUDAS, X.; WINNE, C. T. Do warning displays predict striking behavior in a viperid snake, the cottonmouth (*Agkistrodon piscivorus*)? **Canadian Journal of Zoology**, v. 85, p. 574–578, 2007.

GOUVEIA, R. V.; NETO-SILVA, D. A.; SOUSA, B. M.; NOVELLI, I. A. Evaluation of injuries caused by anthropic action in snakes from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 535–540, 2015.

GREENE, H. W. Antipredator mechanisms in reptiles. In: GANS, C.; HUEY, R. B. (Eds.). **Biology of the Reptilia**. 16 v. New York: Alan R. Liss, 1988. p. 1–152.

GREENE, H. W.; MAY, P. G.; HARDY, D. L.; SCITURRO, J. M.; FARRELL, T. M. Parental behavior by vipers. In: SCHUETT, G. W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M. E.; GREENE, H. W. (Eds.). **Biology of the vipers**. Eagle Mountain: Eagle Mountain Publ., 2002. p. 179–205.

KARDONG, K. V.; BELS, V. L. Rattlesnake strike behavior: kinematics. **The Journal of Experimental Biology**, v. 201, p. 837–850, 1998.

KLAUBER, L. M. **Rattlesnakes: their habits, life histories and influence on mankind**. Los Angeles, CA: University of California Press, 1982.

KREBS, J. R.; DAVIS, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996.

LUIS, A.; LUCIA, V.; BRITES, C. Ecologia e nomes populares de *Crotalus durissus collilineatus* (Amaral, 1926) em áreas sob efeito antrópico do Triângulo e Alto Paranaíba, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 14, n. 1, 2, 3, p. 71–79, 2012.

MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. How to be arboreal and diurnal and still stay alive: microhabitat use, time of activity, and defense in neotropical forest snakes. **South American Journal of Herpetology**, v. 3, n. 1, p. 58–67, 2008.

MASON, R. T.; PARKER, M. R. Social behavior and pheromonal communication in reptiles. **Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology**, v. 196, p. 729–749, 2010.

MOON, B. R. From physiology to fitness: the costs of a defensive adaptation in rattlesnakes. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 79, n. 1, p. 133–139, 2014.

SALOMÃO, M. DA G.; SANTOS, S. M. A.; PUORTO, G. Activity pattern of *Crotalus durissus* (Viperidae, Crotalinae): feeding, reproduction and snakebite. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 30, n. 2, p. 101–106, 1995.

SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 127–149, 2008.

SCARTOZZONI, R.; MOLINA, F. Comportamento alimentar de *Boa constrictor*, *Epicrates cenchria* e *Corallus hortulanus* (Serpentes: Boidae) em cativeiro. **Revista de Etologia**, v. 6, p. 25–31, 2004.

STEVENS, M.; MERILAITA, S. Animal camouflage: current issues and new perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1516, p. 423–427, 2009.

TOZETTI, A. M.; MARTINS, M. Habitat use by the South American rattlesnake (*Crotalus durissus*) in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 42, n. 19-20, p. 1435–1444, 2008.

Capítulo II

Influência da temperatura, de situações estressantes e de agrupamentos em diferentes recintos nas respostas defensivas de *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Viperidae) em cativeiro

Fernanda Marcondes Machado¹, Marcio Roberto Silva² & Bernadete Maria de Sousa^{3,4}

¹*Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Comportamento e Biologia Animal, Juiz de Fora, MG, Brasil.*

²*Embrapa Gado de Leite, Av. Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG, Brasil.*

³*Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Zoologia, Campus Universitário, São Pedro, CEP 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil.*

⁴*autor correspondente: Bernadete Maria de Sousa, email:bernadete.sousa@gmail.com.*

Abstract: The study of defensive behaviors of *Crotalus durissus* in diverse group inside different enclosures brings more complete knowledge of the ecology and interactions between specimens. We observed 54 adult specimens of *C. durissus*, divided into groups of five and kept for 10 consecutive days. The evaluation of three levels of stress situations, approaching for observer toward the enclosure, body prehension and prehension of posterior region of the head, was repeated three times and in two enclosures. We observed higher frequency of active responses at prehension of posterior region of the head followed by body prehension and the lower frequency during approach. With respect to the terrariums, there was more passive behavior in individuals into a collective enclosure than in individualized and we may infer that this species get antipredatory advantage when in a group. The temperature had low influence on the behavior of specimens, but not enough to change the responses of the types of enclosure comparison, but when we consider this factor in the analysis we have most accurate and reliable results. Thus, we can assume that the presence of rattlesnakes in a group can be beneficial, minimizing their exposure and avoiding injury.

Keywords: Antipredatory tactics, Neotropical rattlesnake, social behavior.

Resumo: O estudo dos comportamentos defensivos de *Crotalus durissus* em distintos agrupamentos dentro de diferentes recintos torna mais completo o conhecimento sobre a ecologia e as interações entre os espécimes. Foram observados 54 espécimes adultos de *C. durissus*, divididos em grupos de cinco e mantidos por 10 dias consecutivos. A avaliação do comportamento dos animais frente a três situações estressantes, aproximação do observador

em direção ao recinto, a preensão do corpo e a preensão da região posterior à cabeça, foram repetidos em três horários do dia e em dois recintos. Foi observada maior frequência de respostas ativas na preensão da região posterior à cabeça, seguido na preensão do corpo e em menor frequência durante a aproximação. Com relação aos recintos, foi encontrado maior número de comportamentos passivos nos indivíduos inseridos em um ambiente coletivo do que quando individualizados, podendo inferir que essa espécie altera o comportamento antipredatório quando se encontra em um grupo. A temperatura teve baixa influência no comportamento dos espécimes, não sendo suficiente para alterar as respostas da comparação entre os tipos de recinto, mas a consideração desse fator nas análises tornou os resultados mais acurados e confiáveis. Assim, pode-se supor que a presença da cascavel em um grupo pode ser benéfica, minimizando sua exposição e, conseqüentemente, evitando a ocorrência de injúria.

Palavras-chave: cascavel, comportamentos sociais, táticas antipredatórias.

Introdução

Fatores abióticos como temperatura e umidade podem ter tanto um impacto direto na termorregulação de serpentes e em seu ímpeto de ataque (CITADINI; NAVAS, 2013) quanto um efeito indireto sobre a sua saúde, por proporcionar um ambiente propício para parasitas (MELLO, 2013). Características físicas do próprio animal também poderiam influenciar em respostas antipredatórias, como o tamanho e o peso corporal, conforme relatado para outros répteis (MACHADO; GALDINO; SOUSA, 2007). O índice de massa corporal (IMC), calculado a partir do peso pelo comprimento individual, indica a saúde dos espécimes e, conseqüentemente, implica nas táticas antipredatórias empregadas (MOTTA, 2011).

Serpentes são consideradas geralmente solitárias (POUGH, 2008) e sem cuidados parentais (BURGER, 1998), porém o cuidado com os ovos é observado em pítons (POUGH, 2008), em todas as espécies de *Eunectes* (scuris), em muitas espécies de Colubridae, Elapidae e Viperidae (GREENE, 2002) e em estudos mais recentes se têm registrado a ocorrência de cuidados parentais em Crotalíneos (GREENE, 2002; HOSS; CLARK, 2014). Estudos registram também um favorecimento no agrupamento de cascavéis aparentadas contra a predação, quando estão termorregulando em áreas abertas (CLARK, 2004; CLARK, 2012), tal comportamento pode ser vantajoso para a sobrevivência dos indivíduos (GREENE, 1988).

Realizou-se o estudo objetivando avaliar situações estressantes, tipos de recintos, características ambientais e corporais na variação das respostas defensivas de *Crotalus durissus* em cativeiro.

Material e Métodos

1. Espécimes estudados

Foram analisados 54 espécimes adultos, sendo 23 fêmeas (comprimento total = $89,0 \pm 12,51$ cm; massa corporal = $425,0 \pm 203,61$ g) e 31 machos (comprimento total = $87,5 \pm 10,32$ cm; massa corporal = $391,2 \pm 132,24$ g) em seis dias de observações. Os indivíduos foram cedidos pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Juiz de Fora e os experimentos realizados no Laboratório Avançado de Zoologia do Instituto de Ciências Biológica, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Todos os animais retornaram ao CETAS após as observações. Esse estudo foi aprovado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob o número 44835-2 e também aprovado pelo comitê de Ética no Uso de Animais da UFJF sob o protocolo 023/2014.

2. Testes comportamentais

Os animais foram divididos em grupos de cinco e cada um desses grupos mantidos em dois tipos de recintos por dez dias (Figura 1). No primeiro dia realizava-se o manejo, os dois seguintes eram destinados à ambientação, seguidos por três dias de observações em um dos ambientes, sendo então estabelecidos no segundo ambiente e deixados para ambientar por mais um dia, por fim seguiam-se mais três dias de observações. Ambos ambientes de observações eram abertos para as variações naturais de fotoperíodo, temperatura (mín. = $14,6^{\circ}\text{C}$ e máx. = $26,1^{\circ}\text{C}$) e umidade (mín. = 43% e máx. = 92%).

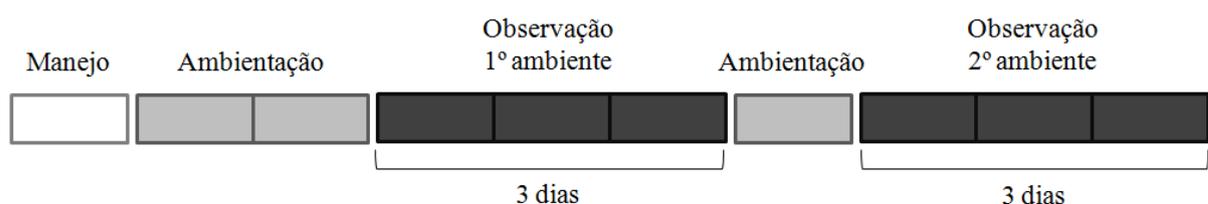


Figura 1. Esquema dos dias de testes comportamentais do experimento.

No manejo era realizada uma triagem dos animais, na qual foram registrados os dados de comprimento, peso e sexo através de uma fita métrica de escala 0,1 cm, uma balança

digital de precisão 0,001 g e um sexador, respectivamente. As serpentes foram identificadas com marcações nas escamas da cabeça se utilizando de tinta atóxica. Como métodos de precaução, os espécimes eram mantidos em tubo plástico transparente para contenção durante a manipulação, com a exceção dos momentos de marcação.

As ambientações foram realizadas nos locais em que as observações ocorreriam, sem que houvesse interferência humana alguma nesse intervalo, sendo o primeiro período de ambientação maior que o segundo devido ao estresse sofrido no transporte e manejo inicial.

Os testes comportamentais ocorreram em dois ambientes distintos: o individualizado (0,18 m² por animal) e o coletivo (1,32 m² por animal). Em cada ambiente realizou-se o experimento simulando três níveis de situações estressantes para os espécimes: a aproximação do observador em direção ao recinto, a preensão do corpo na região medial da serpente e a preensão da região posterior à cabeça (RPC) dos indivíduos. As observações de cada recinto eram realizadas em três períodos do dia, em dias diferentes, escolhidos aleatoriamente (Figura 2).

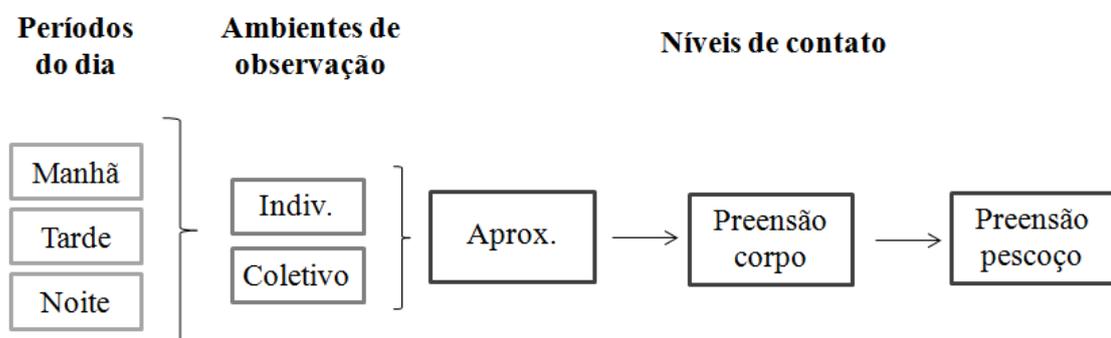


Figura 2. Esquema dos testes comportamentais realizado, com as três variáveis dependentes.

O ambiente individualizado era constituído por um terrário de vidro com dimensões de 60 x 30 x 40 cm (comprimento x largura x altura), sendo fechados por tampas teladas. Esses terrários tiveram suas laterais recobertas por papel pardo para serem isolados de qualquer interação ou visualização com os outros espécimes ao lado. No ambiente coletivo, os cinco indivíduos do grupo eram mantidos juntos em um recinto com dimensões 3,0 x 2,2 x 1,5 m.

A aproximação foi realizada em cada serpente individualmente, na qual se deu de forma frontal ao recinto a uma velocidade de aproximadamente 0,4 m/s. A distância estabelecida para segurança do observador foi de 1 m dos espécimes de cascavéis, já que o alcance máximo para o seu bote, descrito por Klauber (1982), é de metade do comprimento de seu

corpo. A apreensão foi realizada com o observador estando a 1 m de distância, sendo definida a parte medial corpo e a RPC para realizar o teste por serem os locais de maior injúria em serpentes (GOUVEIA et al., 2015). Para as fases de contato com a serpente, utilizou-se um pinção com cabo de 1 m de comprimento, na qual se prensou o corpo da serpente por aproximadamente 5 s, soltando-a em seguida, esperou-se mais 5 s e prosseguindo para o pescoço por mais 5 s.

Em cada dia de observação, os três níveis de contato do experimento foram repetidos uma vez em cada recinto individual e uma vez no recinto coletivo, neste último apenas o espécime mais próximo do observador era prensado. Para não influenciar os espécimes dos terrários vizinhos durante as aproximações, foi colocada cortina de TNT (tecido-não-tecido) opaco na frente de cada terrário e do recinto coletivo de modo que as serpentes não visualizassem o movimento do observador.

Os períodos do dia das observações foram definidos em diurno (7 h), em noturno (19 h) e na hora mais quente do dia (13 h). Esses horários foram determinados de modo que houvesse ao menos 12 h de intervalo entre as observações. A aleatoriedade na escolha dos períodos exclui o possível efeito de sequência existente.

3. Coleta dos dados

Utilizou-se a rota de amostragem focal para cada espécime que estava individualizado e para os espécimes no recinto coletivo, através de filmagens.

O experimento ocorreu no período entre março e agosto de 2015. As observações comportamentais dos 66 dias totalizaram 15 horas, as quais foram filmadas com uma câmera Nikon Coolpix L810 e posteriormente analisadas. Os atos eram registrados e então classificados em passivos e ativos.

4. Análise dos dados

4.1. Características dos animais e do ambiente

Foram analisados separadamente características dos animais e do ambiente que pudessem influenciar na resposta comportamental exibida pelos indivíduos. Foram avaliados o sexo, o peso, o comprimento e o IMC (comprimento dividido pelo peso) (MOTTA, 2011) dos espécimes e a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente. Exceto o sexo, cada característica foi categorizada em quatro estratos, sendo dividida igualmente considerando o mínimo e máximo registrada na análise, e comparados entre si através de regressão logística

utilizando-se o software EpiInfo Version 3.5.4, observando sua significância através do valor de P.

4.2. Combinações entre variáveis dependentes

Os dados registrados das três variáveis dependentes (períodos do dia, ambientes de observação e níveis de contato), categorizados em passivos e ativos, foram colocados em tabelas a fim de combiná-los entre si. Quanto ao ambiente de observação, as análises do recinto coletivo foram subdivididas para que os resultados fossem mais precisos, desta forma, se obteve o coletivo com seu número total de espécimes (Col.T) ($n = 54$), o Coletivo Prendidos (Col.Pr) com os espécimes que foram expostos ao contato físico ($n = 11$) e o Coletivo Parcial (Col.P) para aqueles não tiveram nenhum contato físico com o pinção ($n = 43$). Foram estabelecidas duas das variáveis dependentes fixas para que a terceira fosse comparada. As tabelas foram analisadas através do software EpiInfo Versão 3.5.4 e realizou-se a análise pareada, onde cada sujeito é seu próprio controle, pela plataforma online OpenEpi. Esses programas permitiram avaliar a significância dos resultados pelo número de pares discordantes, ou seja, as respostas comportamentais que diferiram entre as variáveis comparadas. Assim, utilizou-se o valor de P quando o número de pares discordantes era menor do que 20 e McNemar quando era maior ou igual a 20.

4.3. Características do ambiente combinados às variáveis dependentes

Sabendo-se dos fatores externos que obtiveram significância, foi analisada sua influência sobre as respostas comportamentais dos espécimes em cada combinação relevante. Cada fator externo foi categorizado em 12 estratos para aumentar a sensibilidade do teste e aplicou-se a regressão logística com as respostas.

Resultados

1. Características dos animais e do ambiente

Pela comparação da quantidade de respostas ativas e passivas exibidas por cada sexo não houve qualquer influência, sendo similares os resultados entre eles nos três períodos do dia. A característica do ambiente de Umidade relativa do ar e as características corporais de Comprimento, Peso e IMC não obtiveram significância nos resultados. Os testes apenas apontaram como potenciais influências para a exibição dos comportamentos a Temperatura no período da Tarde ($p = 0,0465$), com registros entre 19°C e $26,1^{\circ}\text{C}$, e à Noite ($p = 0,0457$), com

registros entre 14,9°C e 23,2°C. Esses resultados, entretanto, não possuem uma tendência consistente no aumento dessa característica do ambiente.

2. *Combinações entre variáveis dependentes*

As combinações originaram 75 análises, das quais oito não foram possíveis realizar pela especificidade dos dados de comparações que o programa requisitava para gerar o resultado. Ao todo foram 24 análises significativas (Tabela 1). Os dados da preensão da região posterior à cabeça (PRPC) dos primeiros espécimes de *C. durissus* não foram registrados, por esse motivo as análises Ind. e Col.T compararam 35 resultados, as análise Col.P 28 resultados e as análises Col.Pr 7 resultados. O número de espécimes analisados do recinto Col.Pr foram menores pois foram apenas contabilizados aqueles que sofreram contato físico com o pinção, ou seja, um por grupo.

Em todos os níveis de contato e períodos do dia, exceto na aproximação pela manhã e a noite, foi relevante a comparação entre as respostas comportamentais dos espécimes individualizados e agrupados, tanto com o número total quanto com os dos que não sofreram estimulação física. Observaram-se maior número de respostas passivas quando em grupo, seguindo essa tendência quando comparados os espécimes individualizado e os que foram prendidos no coletivo, mas provavelmente pelo baixo número amostral não houve significância em todas as comparações.

Quando comparados os níveis de contato houve maior número de respostas ativas na PRPC, seguido pela Preensão do Corpo (PC) e por fim durante a Aproximação (Apr).

Na comparação entre os períodos do dia houve uma única análise significativa, resultando na exibição de mais respostas ativas entre os espécimes durante a tarde do que a noite. Como não houve demais resultados similares ou que aparentasse tendenciar nessa direção supõe-se que outros fatores possam ter influenciado por não ter sido considerado no presente estudo.

Tabela 1. Relação das análises realizadas combinando o Nível de contato, Período do dia e Ambiente de observação. Apr = Aproximação, PC = Preensão do corpo, PRPC = Preensão da região posterior à cabeça, M = manhã, T = tarde, N = noite, Ind = recinto individual, Col.T = recinto coletivo com total de espécimes, Col.P = recinto coletivo com parcial de espécimes, Col.Pr = recinto coletivo apenas com espécimes prendidos, *Valor de P unicaudal

Variáveis fixas	Variáveis comparadas	Nº espécimes analisados	Tendência a exibir mais respostas ativas
Apr e Ind	T e N	54	T
Apr e T	Ind e Col.T	54	Ind
PC e M	Ind e Col.T	54	Ind
PC e M	Ind e Col.P	43	Ind
PC e T	Ind e Col.T	54	Ind
PC e T	Ind e Col.P	43	Ind
PC e N	Ind e Col.T	54	Ind
PC e N	Ind e Col.P	43	Ind
PC e N	Ind e Col.Pr	11	Ind
PP e M	Ind e Col.T	35	Ind
PP e M	Ind e Col.P	28	Ind
PP e T	Ind e Col.T	35	Ind
PP e T	Ind e Col.P	28	Ind
PP e N	Ind e Col.T	35	Ind
PP e N	Ind e Col.P	28	Ind
M e Ind	Apr e PC	54	PC
M e Ind	Apr e PRPC	35	PRPC
M e Ind	PC e PRPC	35	PRPC
T e Ind	Apr e PC	54	PC
T e Ind	Apr e PRPC	35	PRPC
T e Col.T	Apr e PC	54	PC
T e Col.T	Apr e PRPC	35	PRPC
N e Ind	Apr e PC	54	PC
N e Ind	Apr e PRPC	35	PRPC

3. Características do ambiente combinados às variáveis dependentes

Levando em conta a potencial influência da temperatura, relacionou-a com os resultados significativos da comparação dos tipos de recintos para uma nova comparação, contudo não foi encontrada dependência entre as variáveis. A temperatura apenas auxiliou para ajuste do modelo logístico, com a nova comparação entre os recintos permanecendo significativa ($p = 0,0001$) e com menor possibilidade de erro.

Discussão

Os dados das observações sugerem a ausência de relação entre o período do dia e os mecanismos defensivos exibidos, concordando com os resultados obtidos por Sawaya (2008) nas observações com *C. durissus* durante o dia e a noite. Essa não restrição a um período de atividade específico seria vantajosa para as cascavéis devido aos seus predadores naturais, como aves de rapina e animais domésticos durante o dia (KLAUBER, 1982) e a Mussurana (*Clelia spp.*) durante a noite (FREITAS, 2003), assim, a serpente teria um menor intervalo tempo de resposta para se defender de um possível ataque.

A diferença encontrada nas respostas defensivas entre os dois tipos de recinto indica que as cascavéis sofrem influência umas das outras quando agrupadas, exibindo comportamentos mais passivos. A interação de respostas defensivas entre serpentes seria benéfica para que os espécimes não fossem obrigados a se expor ao predador, preferindo então agir de modo passivo. Outra vantagem seria pela economia energética dos outros do grupo ao permanecer imóvel e camuflado ou de poder fugir enquanto apenas um deles está exposto. Os indivíduos expostos poderiam tanto responder passivamente ao sofrer uma leve injúria, esperando permanecer camuflados caso não houvesse intenção de dano por parte do agente agressor, ou responder ativamente se defendendo do predador e, assim, convergindo a atenção do atacante para si. A pressão ecológica exercida por predadores pode determinar a organização social de animais, favorecendo seu agrupamento (KREBS; DAVIS, 1996). A exposição do indivíduo no ambiente de termorregulação pode intensificar o processo de agregação como proteção, incentivando cascavéis (*Crotalus horridus*) juvenis a permanecerem com a mãe mesmo depois de adultos e os demais espécimes do agrupamento apresentarem grau de parentesco (CLARK et al., 2012).

O resultado encontrado quando se compara os Níveis de contato foi o esperado, pois a cascavel se expõe apenas quando potencial agressor oferece um risco iminente, indo de acordo com Araújo e Martins (2006), na qual inferem que Viperídeos são capazes de avaliar as chances de escape em um encontro com algum predador e escolher a melhor tática a utilizar. A exibição de uma tática de defesa já a certa distância, através da imobilização para a camuflagem, é vantajosa para evitar o encontro com um possível agressor e, no caso de uma maior proximidade, também a possibilita a rastejar rapidamente para longe da ameaça (GREENE, 1988). Respostas ativas foram encontradas em sua maioria quando houve o contato físico, simulando um ataque de predador, devido ao risco de injúria ser mais alto. Entre as preensões, a deferida na RPC foi o Nível de contato que se encontra maior índice de

comportamentos ativos, isso porque, segundo Gouveia e colaboradores (2015), um dano na região anterior do corpo prejudicaria mais a integridade física do que na região posterior e a região cefálica é a mais visada para injúria antrópica.

As análises relacionando a temperatura com a Preensão no corpo no período da Manhã e da Noite foram significativas, ambas possuindo o número amostral maior e menor discrepância no número de respostas ativas e passivas de *C. durissus*. Os resultados apontam uma leve influência no comportamento dos espécimes, mas não suficiente para alterar as respostas da comparação entre os tipos de recinto. A consideração desse fator nas análises apenas tornou os resultados mais confiáveis, por diminuir a possibilidade de erro nas inferências. Em oposição ao encontrado no presente estudo, registrou-se uma influência relevante da temperatura em comportamentos defensivos de *Thamnophis ordinoides* (BRODIE; RUSSELL, 1999) e *Tomodon dorsatus* (CITADINI; NAVAS, 2013), ambas se utilizaram do aumento da temperatura para obter uma fonte energética e ser capaz de executar uma fuga mais rápida e eficiente.

A ausência de relação entre o sexo e as respostas comportamentais já foi relatada em serpentes da mesma família (ARAÚJO; MARTINS, 2006) e da Família Dipsadidae (CITADINI; NAVAS, 2013) e até mesmo em lagartos (NUNES; ELISEI; SOUSA, 2012), o que sugere não ser específico destes grupos. Mesmo não havendo diferença, existe a possibilidade de machos se tornarem mais agressivos no período reprodutivo (KLAUBER, 1982), que ocorre a cada dois anos (ALMEIDA-SANTOS; ORSI, 2002) entre os meses de agosto e novembro (ARGÁEZ, 2006).

Conclusão

Sugere-se que cascavéis não possuem um horário de atividade definido pelo tipo de inimigo natural que elas possuem, assim, ela permanece alerta nos dois períodos do dia para diminuir o risco de não estar preparada para um potencial agressor.

Pode-se inferir que a temperatura influencia levemente no comportamento da *Crotalus durissus*, porém necessita-se de mais estudos com essa ênfase. Já o tipo de recinto em que a serpente se encontra causa uma relevante influência, assim, pode-se ser vantajoso quando a cascavel se encontra em um grupo, pois minimiza sua exposição e, conseqüentemente, evita a injúria.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA-SANTOS, S. M.; ORSI, A. M. Ciclo reprodutivo de *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae): morfologia e função do oviduto. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 26, n. 2, p. 109–112, 2002.
- ARAÚJO, M. S.; MARTINS, M. Defensive behaviour in pit vipers of the genus *Bothrops* (Serpentes, Viperidae). **Herpetological Journal**, v. 16, p. 297–303, 2006.
- ARGÁEZ, Maria Adelaida Hoyos. **Ecologia da cascavel (Viperidae, *Crotalus durissus*) no Cerrado brasileiro**. 2006. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BRODIE, E. D.; RUSSELL, N. H. The consistency of individual differences in behaviour: temperature effects on antipredator behaviour in garter snakes. **Animal behaviour**, v. 57, p. 445–451, 1999.
- BURGER, J. Antipredator behaviour of hatchling snakes: effects of incubation temperature and simulated predators. **Animal behaviour**, v. 56, n. 3, p. 547–553, 1998.
- CITADINI, J. M.; NAVAS, C. A. Inter-individual variation and temperature-dependent antipredator behavior in the snake *Tomodon dorsatus* (Dipsadidae). **Behavioural Processes**, v. 97, p. 11–17, 2013.
- CLARK, R. W. Kin recognition in rattlesnakes. **Proceedings. Biological sciences**, v. 271, p. 243–245, 2004.
- CLARK, R. W.; BROWN, W. S.; STECHERT, R.; GREENE, H. W. Cryptic sociality in rattlesnakes (*Crotalus horridus*) detected by kinship analysis. **Biology Letters**, v. 8, p. 523–525, 2012.
- FREITAS, M. A. **Serpentes brasileiras**. Bahia: Lauro de Freitas, 2003.
- GOUVEIA, R. V.; NETO-SILVA, D. A.; SOUSA, B. M.; NOVELLI, I. A. Evaluation of injuries caused by anthropic action in snakes from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 535–540, 2015.
- GREENE, H. W. Antipredator mechanisms in reptiles. In: GANS, C.; HUEY, R. B. (Eds.). **Biology of the Reptilia**. 16 v. New York: Alan R. Liss, 1988. p. 1–152.
- GREENE, H. W.; MAY, P. G.; HARDY, D. L.; SCITURRO, J. M.; FARRELL, T. M. Parental behavior by vipers. In: SCHUETT, G. W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M. E.;

- GREENE, H. W. (Eds.). **Biology of the vipers**. Eagle Mountain: Eagle Mountain Publ., 2002. p. 179–205.
- HOSS, S. K.; CLARK, R. W. Mother cottonmouths (*Agkistrodon piscivorus*) alter their antipredator behavior in the presence of neonates. **Ethology**, v. 120, p. 933–941, 2014.
- KLAUBER, L. M. **Rattlesnakes: their habits, life histories and influence on mankind**. Los Angeles, CA: University of California Press, 1982.
- KREBS, J. R.; DAVIS, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996.
- MACHADO, L. L.; GALDINO, C. A. B.; SOUSA, B. M. Defensive behavior of the lizard *Tropidurus montanus* (Tropiduridae): effects of sex, body size and social context. **South American Journal of Herpetology**, v. 2, n. 2, p. 136–140, 2007.
- MELLO, Érica Munhoz. **Endo e ectoparasitos de serpentes *Crotalus durissus* Linnaeus, 1758 (Viperidae) de algumas localidades de Minas Gerais**. 2013. Dissertação (Mestre em Parasitologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- MOTTA, R. O. C.; CUNHA, L. M.; LEITE, R. C.; SILVA, I. J.; PINTO, A. C. A.; BRAGA, E. M.; CUNHA, A. P.; OLIVEIRA, P. R. *Hepatozoon* spp. (Apicomplexa: Hepatozoidae) infection and selected hematological values of the neotropical rattlesnake, *Crotalus durissus collilineatus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Viperidae), from Brazil. **Journal of zoo and wildlife medicine : official publication of the American Association of Zoo Veterinarians**, v. 42, n. 3, p. 399–407, 2011.
- NUNES, J. V. E; ELISEI, T.; SOUSA, B. M. DE. Anti-predator behaviour in the Brazilian lizard *Tropidurus itambere* (Tropiduridae) on a rocky outcrop. **Herpetological Bulletin**, v. 120, p. 22–28, 2012.
- SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 127–149, 2008.
- POUGH, F. H. Os Lepidosauria: Tuatara, Lagartos e Serpentes. In: POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. (Eds.). **A Vida dos Vertebrados**. São Paulo, SP: Atheneu, 2008. p. 327–363.