

**Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo**  
**Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP**  
**“Dr. Antônio Guilherme de Souza”**  
**Instituto Butantan**

**Ana Claudia Marin**

**Avaliação do desenvolvimento e das alterações morfológicas congênitas  
de uma ninhada xântica de cascavel *Crotalus durissus terrificus* nascida  
em cativeiro**

**São Paulo**  
**2020**

**Ana Claudia Marin**

**Avaliação do desenvolvimento e das alterações morfológicas congênitas de  
uma ninhada xântica de cascavel *Crotalus durissus terrificus* nascida em  
cativeiro**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto Butantan, unidade do Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP “Doutor Antônio Guilherme de Souza”, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Animais de Interesse da Saúde – Biologia Animal.

Orientador: Giuseppe Puerto

**São Paulo**

**2020**

### Dados internacionais de catalogação-na-publicação

Marin, Ana Claudia

Avaliação do desenvolvimento e das alterações morfológicas congênitas de uma ninhada xântica de cascavel *Crotalus durissus terrificus* nascida em cativeiro / Ana Claudia Marin; orientador Giuseppe Puerto. – São Paulo, 2020.

49 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Secretaria de Estado da Saúde, Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP “Doutor Antônio Guilherme de Souza” desenvolvido no Instituto Butantan para o Curso de Especialização em Animais de Interesse da Saúde – Biologia Animal.

1. Xantismo. 2. Cascavel. 3. Malformações congênitas. 4. Ninhada I. Puerto, Giuseppe. II. Instituto Butantan. III. Curso de Especialização em Animais de Interesse da Saúde – Biologia Animal. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno a partir do modelo desenvolvido pela  
Biblioteca do Instituto Butantan

## AUTORIZAÇÃO PARA ACESSO E REPRODUÇÃO DE TRABALHO

Eu, Ana Claudia Marin, aluno(a) do curso de Especialização em Animais de Interesse da Saúde – Biologia Animal, autorizo a divulgação do meu trabalho de conclusão de curso por mídia impressa, eletrônica ou qualquer outra, assim como a reprodução total deste trabalho de conclusão de curso após publicação, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

Prazo de liberação da divulgação do trabalho de conclusão de curso após a data da avaliação:

- Imediato
- 06 meses
- 12 meses
- Outro prazo \_\_\_\_\_ Justifique:

São Paulo, 23 de janeiro de 2020



Aluna: Ana Claudia Marin



De acordo:  
Orientador: Giuseppe Puerto

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado forças e coragem para chegar até aqui. Em segundo, meus pais por me incentivarem e sempre acreditarem em mim. E, em terceiro e não menos importante, ao meu orientador Giuseppe Puerto por ter me dado à oportunidade de ser sua aluna e aprender tanto com uma pessoa que tenho uma profunda admiração.

Gostaria de agradecer, também, as instituições CEFOR (Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP) e Butantan por oportunizarem à alunos a chance de terem um maior contato com o meio científico e a novas experiências.

Um agradecimento mais que especial a minha prima Conceição Marin, sem você esse sonho não seria possível, obrigada por me acolher e por cuidar de mim como uma mãe.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram nesse trabalho e na minha jornada até aqui. Obrigada pelas risadas, pelos conselhos e pelas amizades!

## RESUMO

MARIN, Ana Claudia. **Avaliação do desenvolvimento e das alterações morfológicas congênitas de uma ninhada xântica de cascavel *Crotalus durissus terrificus* nascida em cativeiro**. 2020. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Animais de Interesse da Saúde – Biologia Animal – Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP; Instituto Butantan, São Paulo, 2020.

O xantismo é uma anomalia cromática de origem genética, onde ocorre a predominância do pigmento amarelo, xantina, na pele do animal. Ele, por influenciar na sobrevivência do animal, é extremamente raro na natureza, mas alguns exemplares chegam ao estágio adulto. As malformações congênitas são alterações no desenvolvimento fetal e podem ter causas genéticas, ambientais ou desconhecidas. O objetivo deste trabalho foi descrever o desenvolvimento e alterações morfológicas, congênitas de uma ninhada xântica de *Crotalus durissus terrificus* nascida em cativeiro. Em dezembro de 2015 e junho de 2016 dois exemplares de *Crotalus durissus terrificus* adultos, uma fêmea e um macho, ambos xânticos deram entrada no Setor de Recepção de Serpentes do Instituto Butantan. Os animais são procedentes de Lindóia, São Paulo (22° 31' S e 46° 39' W) e Socorro (22° 32' S e 46° 34' W), São Paulo, respectivamente, cidades que fazem parte da mesorregião de Campinas-SP. Os animais foram quarentenados e alocados juntos em um dos dioramas do Museu Biológico, no qual realizaram a cópula em março de 2018. Em dezembro de 2018 a fêmea pariu treze filhotes vivos, sendo 08 fêmeas, 04 machos e um de sexo não confirmado, todos apresentando a mesma anomalia de pigmentação. Foram realizadas avaliações física e motora quinzenalmente e biométricas trimestralmente (massa e comprimento rostro-cloacal - CRC). Na avaliação motora consideravam-se os seguintes parâmetros: (1) reação postural de endireitamento (RPE), (2) locomoção, (3) tônus muscular e (4) da cabeça. Foram também realizados procedimentos radiográficos complementares. Dos 13 nascidos, três filhotes morreram antes do início das avaliações. Na avaliação física foi possível observar as seguintes alterações: microftalmia, malformação nas escamas, alteração na inserção da língua e alterações ósseas. Exames de imagem constataram a ausência (agenesia) de algumas vertebrae sacrais em um dos filhotes. Os dois

filhotes que apresentaram alterações motoras vieram a óbito no mês seguinte, enquanto que os outros animais permanecem sem alterações motoras até o momento. É possível que os óbitos que ocorreram tenham sido em função da expressão de genes deletérios pelo cruzamento de indivíduos recessivos. Segundo a literatura, dificilmente pode-se determinar a causa das malformações congênitas, mas acredita-se que a interação entre fatores genéticos e ambientais é importante na incidência das mesmas.

**Palavras-chave:** Xantismo. Cascavel. Malformação congênita. Ninhada.

## ABSTRACT

MARIN, Ana Claudia. **Evaluations of development and congenital morphological alterations of a captive-born xanthic clutch of rattlesnake *Crotalus durissus terrificus***. 2020. 49 p. Monograph - Specialization in Health Animals of Interest – Animal Biology – Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP; Instituto Butantan, São Paulo, 2020.

Xanthism is a chromatic anomaly of genetic origin, with the predominance of yellow pigment, xanthine, in the animal skin. Since it influences the animal survival, it is extremely rare in nature although some specimens reach the adult stage. Congenital malformations are alterations in fetal development and the causes may be genetic, environmental and sometimes unknown. This paper describes the development and congenital morphological alterations of a captive-born xanthic clutch of *Crotalus durissus terrificus*. In December 2015 and June 2016 two xanthic adult specimens of *Crotalus durissus terrificus*, one female and one male were registered at Serpent Reception Sector of the Instituto Butantan. The female was collected in Lindóia, São Paulo (22° 31' S and 46 ° 39' W), and the male in Socorro (22° 32' S and 46° 34' W), São Paulo, both cities located in the mesoregion of Campinas (SP). After the quarantine period, the animals were placed in one enclosure of the long-term exhibition of the Museu Biológico. In March 2018 a mating took place and in December, nine months later, the female gave birth to thirteen live newborns, 08 females, 04 males and one of unknown sex, all presenting the same pigmentation anomaly and some with congenital malformations. Morphological and motor evaluations were performed biweekly and biometric quarterly (mass and snout-vent length - SVL). In motor evaluation the following parameters were considered: (1) reaction of postural straightening (RPS), (2) locomotion, (3) muscular tonus and (4) head tonus. Complementary radiographic examinations were also performed. Of the 13 born, three died before the start of the evaluations. In the morphological evaluation it was possible to observe the following alterations in two animals: microphthalmia, malformation in the scales, alteration in the insertion of the tongue and bones alterations. Imaging exams found the absence of some sacral vertebrae. The two juveniles that presented motor alterations died the following month, while the other animals remain unchanged so far. It is possible that the deaths that occurred were due to

the expression of deleterious genes by crossing recessive individuals. According to the literature, it is difficult to determine the cause of congenital malformations, but it is believed that the interaction between genetic and environmental factors are important in their incidence.

**Keywords:** Xanthism. Rattlesnake. Congenital malformations. Clutch.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (A) fêmea de <i>Crotalus durissus terrificus</i> xântica, (B) macho de <i>Crotalus durissus terrificus</i> xântico .....	27
Figura 2 - filhote de <i>Crotalus durissus terrificus</i> com xantismo. ....	28
Figura 3 - (A) avaliação do comprimento dos filhotes de <i>Crotalus durissus terrificus</i> xânticos (B) pesagem dos filhotes e (C) avaliação macroscópica do tegumento e das mucosas. ....	29
Figura 4 - gráfico com a taxa de crescimento (mm) trimestral do primeiro ano de vida da ninhada. Os marcadores em círculos correspondem às fêmeas e os triângulos aos machos .....	32
Figura 5 - gráfico com a taxa de ganho de peso (g) trimestral do primeiro ano de vida da ninhada. Os marcadores em círculos correspondem às fêmeas e os triângulos aos machos .....	33
Figura 6 - (A) depressão da coluna vertebral do filhote MB 6450, (B) massagem ventral para eliminação das fezes e (C) escamas ventrais bipartidas do filhote MB 6450 .....	33
Figura 7 - (A) filhote MB 6449 apresentando microftalmia do olho esquerdo e (B) língua do filhote MB 6449 posicionada na parte superior esquerda da glote rostral á traqueia .....	34
Figura 8 - Imagens radiográficas mostrando a ausência (agenesia) de algumas vértebras sacrais do filhote MB 6450 .....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Histórico das cidades de Lindóia e Socorro - SP</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 Caracterização da espécie <i>Crotalus durissus</i></b> .....	<b>16</b>
<b>1.3 Anomalias cromáticas e xantismo</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4 Malformações congênicas (Teratogênias)</b> .....	<b>18</b>
<b>1.5 Teratogênias conhecidas</b> .....	<b>19</b>
1.5.1 Anomalias de pigmentação .....	19
1.5.2 Anomalias nas escamas .....	19
1.5.3 Bicefalia .....	19
1.5.4 Deformidades de coluna .....	20
1.5.5 Malformações ou agenesia da cauda .....	20
1.5.6 Nanismo .....	20
1.5.7 Esquistossomia .....	21
1.5.8 Malformações oculares .....	21
1.5.9 Malformação cefálicas .....	22
1.5.10 Malformação dos órgãos internos .....	22
<b>1.6 Justificativa</b> .....	<b>23</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1 Geral</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2 Específicos</b> .....	<b>24</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1 Caracterização das regiões de Socorro e Lindóia – SP</b> .....	<b>25</b>
3.1.1 Socorro .....	25
3.1.2 Lindóia .....	26
<b>3.2 Animais adultos</b> .....	<b>26</b>

<b>3.3 Ninhada .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Avaliação biométrica e morfológica .....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Avaliação motora (motricidade).....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Procedimento radiográfico.....</b>	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Animais adultos.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Ninhada .....</b>	<b>31</b>
4.2.1 Óbitos.....	31
<b>4.3 Avaliação biométrica e morfológica .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Avaliação motora (motricidade).....</b>	<b>34</b>
4.4.1 Reação Postural de Endireitamento (RPE): .....	34
4.4.2 Locomoção: .....	34
4.4.3 Tônus muscular:.....	34
4.4.4 Tônus da cabeça: .....	34
<b>4.5 Procedimento radiográfico.....</b>	<b>35</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Histórico das cidades de Lindóia e Socorro - SP

A região de Lindóia em São Paulo serviu como pouso para os bandeirantes que rumavam para as novas minas do sertão de Guaianazes no século XVIII, a cidade teve destaque pelo conhecimento de suas “águas medicamentosas” em 1899, o que levou a um aumento populacional da mesma (GUIMARÃES, 1946). Em 1920 surgiram as “Thermas de Lindoya” (atual município de Águas de Lindóia), transformando o distrito em uma estação crenoterápica famosa, com isso houve um aumento de campanhas publicitárias no local devido ao valor crenológico das águas, isso desencadeou um impulso para a exploração de águas minerais da região (TOZZI, 1987).

As cidades de Lindóia e Águas de Lindóia foram desmembradas em 1964, e são, hoje em dia, importantes municípios do Circuito das Águas do Estado de São Paulo, as principais atividades econômicas da região são o turismo e as indústrias de engarrafamento de águas minerais. (SEADE, 1987).

A cidade de Socorro foi colonizada pelos bandeirantes por volta do ano 1730 (MTur, 2019). Em meados de 1738 passou a fazer parte do sertão de Bragança, no mesmo ano surge o bairro denominado Bairro do Rio do Peixe, nome referente ao rio que banha a cidade (SOCORRO, 2019).

Em 1829 foi erguida uma capela em homenagem a Nossa Senhora do Socorro, no dia 09 de agosto do mesmo ano foi realizada a primeira missa na igreja, marcando assim o aniversário da cidade (IBGE, 2019). Com o levantamento da igreja os habitantes da região começaram a construir algumas casas ao redor da capela, formando, assim, o povoado de Nossa Senhora do Socorro do Rio do Peixe (PMSoc, 2019). Já no ano de 1838 a localidade passou a categoria de distrito, e mais tarde, no ano de 1871, por meio da Lei Provincial, foi elevada a Município, simplificando seu nome para Socorro (IBGE, 2019).

Atualmente a cidade faz parte do Circuito das Águas do Estado de São Paulo e é popularmente conhecida pelas atrações turísticas de aventura, que estão em constante crescimento, sendo a mais procurada a canoagem no Rio do Peixe, consistindo estas, as principais atividades econômicas da mesma (IBGE, 2019).

Num período de 11 anos a Recepção de Animais do Instituto Butantan recebeu quatro cascavéis xânticas, contando com as duas em estudo, provenientes

de Socorro- SP (1 macho) e Lindóia- SP (3 fêmeas). Uma das cascavéis fêmeas que deu entrada estava prenha, no entanto nenhum dos filhotes era xântico (SILVIA CARDOSO- COMUNICAÇÃO PESSOAL).

## 1.2 Caracterização da espécie *Crotalus durissus*

No Brasil, a diversidade de répteis ocupa o terceiro lugar no ranking mundial, perdendo somente para Austrália e México (UETZ; HOSEK, 2018). Estão registrados, até o momento, 795 espécies de répteis, dentre os quais, 405 espécies de serpentes divididas dentro de 77 gêneros e 10 famílias (COSTA; BÉRNILS, 2018). Destacam-se com maior relevância no cenário nacional a família Viperidae, pois constitui o grupo com a inoculação de peçonha mais especializado (LEMA, 2002). Além de provocarem um elevado índice de acidentes com os seres humanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Dentro da família Viperidae destaca-se o gênero *Crotalus*, popularmente conhecida como cascavel, ocorrendo apenas a espécie *Crotalus durissus* no Brasil, com cinco subespécies: *C. d. cascavella*, *C. d. collilineatus*, *C. d. marajoensis*, *C. d. ruruima* e *C. d. terrificus* (CAMPBELL; LAMAR, 2004). Esta espécie apresenta uma ampla distribuição geográfica: habitam regiões áridas e semi-áridas, cerrado e campos abertos (CAMPBELL; LAMAR, 2004). Entretanto, sua área de ocorrência está em constante expansão, devido a ação antrópica, como desmatamento e ampliação das áreas agrícolas (MARQUES; SAZIMA, 2003; MELGAREJO, 2003).

A cascavel apresenta hábito noturno, uma vez que sua atividade predatória se dá nesse período, ela se alimenta principalmente de roedores e aves (SALOMÃO *et al.*, 1995). Possui um corpo robusto podendo atingir até 160 cm, tem como característica marcante um chocalho ou guizo na extremidade da cauda, apresenta uma coloração de fundo castanho claro, com diversas tonalidades, do qual se sobrepõe uma fileira de machas dorsais num tom marrom escuro, sendo margeado, os mesmos, de branco ou amarelo (CAMPBELL; LAMAR, 2004).

As fêmeas de *Crotalus durissus* possuem um ciclo reprodutivo sazonal reproduzindo-se por viviparidade, a deposição de vitelo nos folículos ovarianos se inicia no fim do verão, a cópula transcorre-se durante o outono com estocagem de espermatozoides estendendo-se durante o inverno, na primavera ocorre a fecundação, bem como o fim da deposição de vitelo nos folículos e, por fim, o nascimento dos filhotes ocorre no final do verão (ALMEIDA-SANTOS, 2005).

Possui um ciclo reprodutivo bianual, análogo com as jararacas (SALOMÃO; ALMEIDA-SANTOS; PUORTO, 1995). Durante o período reprodutivo os machos realizam uma dança, denominada dança combate, onde um tenta subjugar o outro, apenas com o corpo, sem se utilizar de mordidas ou picadas (SANT'ANNA *et al.*, 2013). As cascavéis não apresentam mudança ontogenética em sua dieta, alimentando-se basicamente de roedores (SANT'ANNA; ABE, 2007).

### 1.3 Anomalias cromáticas e xantismo

As anomalias cromáticas são conhecidas nos diversos grupos de vertebrados, incluindo os répteis (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1994). Elas variam da ausência de pigmentos, como o albinismo, até a concentração extrema de melanina, como o melanismo (VILLA, 1891; SMITH, 1983). Uma membrana basal disjunta a epiderme da derme implícita, onde situa-se um sistema de pigmentação altamente complexo, dentre estes componentes encontram-se os xantóforos contendo pteridinas e carotenóides (ALEXANDER; FAHRENBACK, 2005).

A disposição das células de pigmentação em sentido horizontal ou vertical, irão definir o padrão de coloração da pele do animal (JACOBSON, 2007). O xantismo dá-se em função de alterações genéticas nos xantóforos, onde há presença predominante do pigmento amarelo, a xantina (BEAREZ *et al.*, 2006).

O primeiro caso de xantismo em *Crotalus durissus terrificus* foi relato em julho de 2005 por Travaglia-Cardoso e Parpinelli durante uma coleta em Lindóia (22 ° 31'S; 46 ° 39'W) no estado de São Paulo. O caso relata uma fêmea jovem com o corpo todo amarelo e manchas claras nas pós oculares, seu ventre apresenta, também, coloração amarela e os olhos são prateados (TRAVAGLIA-CARDOSO; PARPINELLI, 2006).

Essas anormalidades são extremamente raras em répteis de vida livre, decorrente da influência na sobrevivência dos mesmos (FRYE, 1991c). Nota-se que a maioria das espécies de serpentes que apresentam anomalias cromáticas são noturnas (SAZIMA & DI-BERNARDO, 1991).

Em sua maior parte, as anomalias de pigmentação, em répteis, apresentam fundo genético (KRECSÁK, 2008). Embora expressem baixa intervenção direta, ela influencia substancialmente na taxa de sobrevivência do indivíduo (FRYE, 1991c). Uma vez que sua capacidade de camuflagem foi comprometida os animais acometidos ficam mais susceptíveis a predação, além de afetar a atividade de caça

de espécies predadoras (JACKSON *et al.*, 1976). As anomalias de pigmentação estão, ainda, intimamente ligadas a termorregulação, uma vez que animais com padrão de cor estriado demoraram mais tempo para atingir a temperatura corpórea ideal (TANAKA, 2005).

#### **1.4 Malformações congênitas (Teratogenias)**

O desenvolvimento embrionário em vertebrados é um processo biológico complexo (SZABO, 1989c). Em consequência dos vários processos deste evento, alguns erros podem acontecer durante o período da organogênese, resultando em malformações congênitas (SZABO, 1989c; KALTER, 2003). Estas malformações podem se apresentar por causas genéticas ou ambientais (BELLAIRS, 1981; SZABO, 1989c; SANT'ANNA *et al.*, 2013). No entanto, interações entre ambas podem manifestar-se de forma ainda desconhecida, dificultando, assim, a determinação da causa (SZABO, 1989c).

Em répteis é observada uma vasta variedade de teratogenias, em especial nos representantes da ordem Squamata (BELLAIRS, 1991). Estes se reproduzem por viviparidade ou oviparidade, apresentando uma placentação simples, o que contribui para a intervenção de fatores externos, como o meio ambiente no desenvolvimento embrionário (FRYE, 1991c). Além disso, muitas espécies são partenogênicas, o que gera indivíduos semelhantes geneticamente, favorecendo a expressão de genes promotores de malformações (BILLY, 1986; FRYE, 1991). Ainda, há o isolamento geográfico oriundos de causas naturais ou pela ação antrópica que reduz drasticamente o *pool* genético de algumas populações (FRYE, 1991c; TÓTH *et al.*, 2005).

As malformações congênitas podem se apresentar de forma microscópica ou macroscópica, presentes em tecidos ou órgãos (WARKANY, 1947). As anomalias mais grosseiras apresentam maior ligação com causas ambientais, ao passo que as alterações fenotípicas mais discretas têm correlação genética (genes autossômicos recessivos), como exemplo, variação no padrão de coloração (BROWDER, 1972; BECHTEL; BECHTEL, 1989; FRYE, 1991c; SILVA; ASSIS; QUINTELA, 2010).

A ocorrência de indivíduos teratogênicos é normalmente contrário a um período de vida prolongado (BELLAIRS, 1981; HASCHEK; ROUSSEAU, 1998; KALTER, 2003). Desta forma, a ocorrência dos mesmos é de suma importância para

elaboração de planos para a manutenção de espécies selvagens em populações de vida livre e de cativeiro (JONES, 1990).

## **1.5 Teratogênias conhecidas**

### **1.5.1 Anomalias de pigmentação**

As anomalias de pigmentação em répteis, na sua maior parte, apresentam fundo genético (KRECSÁK, 2008). Elas variam do albinismo até o melanismo (VILLA, 1891; SMITH, 1983). Essas alterações são extremamente raras em répteis de vida livre, decorrente da influência na sobrevivência dos mesmos (FRYE, 1991c).

A maioria das espécies de serpentes que apresentam anomalias cromáticas são noturnas (SAZIMA; DI-BERNARDO, 1991).

### **1.5.2 Anomalias nas escamas**

A variação quanto à localização e ao número de escamas na pele e no plastrão ou carapaça são constantemente retratadas em serpentes e quelônios (FRYE, 1991c). No entanto, o mecanismo exato de desenvolvimento desta anomalia ainda não está completamente definido (FRYE, 1991c).

Entretanto, sabe-se que a temperatura pode influenciar nesta malformação (FOX, 1948; FRYE, 1991c), bem como a umidade (BELLAIRS, 1981). Ainda, podem ter fundo genético no caso de espécies consanguíneas (FRYE, 1991c).

Em tese as anomalias em escamas, na maioria das vezes, são discretas e não tem consequências em tão alto grau na sobrevivência dos indivíduos (FRYE, 1991c).

### **1.5.3 Bicefalia**

É uma anomalia congênita em que um indivíduo apresenta duas cabeças, ela acomete tanto animais quanto humanos (WU *et al.*, 2002). Ela pode ser resultante de períodos de ausência de oxigênio ou de variações abruptas de temperatura no decorrer do desenvolvimento embrionário, gerando, assim, um prejuízo na clivagem e gastrulação do embrião (BELLAIRS, 1975 apud FRYE, 1991c, p. 401).

A quantidade de indivíduos portadores de bicefalia nascidos em cativeiro é maior do que os de vida livre, no caso de serpentes (WALLACH, 2003). Com isso, os relatos desses animais na natureza são extremamente escassos, devido a maior taxa de predação e dificuldade em conseguir alimento (BELLAIRS, 1981).

#### 1.5.4 Deformidades de coluna

As alterações de coluna podem ser separadas em:

- Escoliose: desvio lateral da coluna vertebral
- Cifose: aumento anormal do convexo posterior da coluna vertebral
- Lordose: curvatura côncava anormal da coluna vertebral

Ainda podem ocorrer as interações entre estas, como a cifo escoliose e a cifolordose (SANT'ANNA *et al.*, 2013). Elas podem ser visíveis logo ao nascimento, ou ao longo da vida do animal (FRYE, 1991c).

As causas podem estar relacionadas a disfunção de uma glândula neural, importante na formação dos ossos durante o período embrionário (AHBOUCHA; GAMRANI, 2001). Já as anomalias que surgem ao longo da vida possivelmente devem ser influenciadas por fatores ambientais ou manifestação de genes subletais (BELLAIRS, 1981).

Estas malformações podem impossibilitar a eclosão e a locomoção dos filhotes recém-nascidos, no entanto, lesões discretas não acarretam em grandes prejuízos para os animais, ao qual realizam suas atividades normalmente (SANT'ANNA' *et al.*, 2013).

#### 1.5.5 Malformações ou agenesia da cauda

As malformações da cauda podem ser diversas, como dobras laterais definitivas, torções marcadas, ondulações, enrodilhamento, encurtamento ou completa ausência desta (KAR; BUSTARD, 1982; HIBBERD, 1996; TROIANO, ROMÁN, 1996; WEBB; MANOLIS, 1998). A origem desta anomalia, pode ter fundo genético ou ambiental, como a temperatura (FRYE, 1991c).

Esta deformidade pode ser uma condição restritiva na sobrevivência da espécie, dependendo de qual se trata (HUCHZERMEYER, 2003; SANT'ANNA *et al.*, 2013). No caso de *B. jararaca* esta condição impossibilita a prática do engodo caudal, o que pode comprometer a obtenção de alimento (SANT'ANNA *et al.*, 2013).

#### 1.5.6 Nanismo

A ocorrência desta em répteis é extremamente rara, sendo relatados apenas cinco espécies com essa condição, dois cágados (FRYE; CARNEY, 1974; FRYE, 1981), dois jabutis (FRYE, 1991c), e uma serpente, no caso uma *B. jararaca* nascida

no Instituto Butantan (SANT'ANNA *et al.*, 2013). Não há na literatura relato desses e outros répteis ocorrendo em vida livre (CARVALHO, 2014).

#### 1.5.7 Esquistossomia

Nesta malformação ocorre o fechamento incorreto da parede celomática, ocasionando, geralmente, a extrusão das vísceras dos animais, compreende a anomalia congênita mais severa (SZABO, 1981a).

A etiologia desta provavelmente deve-se a interrupção no recolhimento das vísceras para dentro da cavidade no processo de desenvolvimento embrionário, o motivo dessa falha não é, ainda, claramente definido (SZABO, 1981a).

Uma vez tendo aspecto deletério, não existe relato de animais acometidos com essa deformidade na natureza (CARVALHO, 2014).

#### 1.5.8 Malformações oculares

Elas podem ser classificadas em:

- Microftalmia: discreta redução no tamanho do globo ocular
- Buftalmia: aumento do globo ocular
- Anoftalmia: ausência do globo ocular

Elas podem resultar em ausência ou até severos prejuízos a visão do animal acometido (BELLAIRS, 1981; FRYE, 1991c).

Um caso isolado foi relatado em uma víbora (*Bitis nasicornis*), onde a mesma apresentava uma distensão em um dos olhos devido a cistos que se projetaram da conjuntiva ocular, como não houve relato de infecção foi constatado uma malformação verdadeira, denominada exoftalmia (COOPER, 1975).

Na maioria das vezes a causa para essas deformidades é genética ou a correlação entre causas genéticas e ambientais que alteram o desenvolvimento das estruturas oculares (SZABO, 1981d). A ausência de visão não interfere no modo de vida das serpentes, não apresentam nenhuma alteração comportamental (FRYE, 1991c).

Há, ainda, uma outra malformação ocular, a ciclopia, onde indivíduos acometidos por essa anomalia apresentam os globos oculares unidos (FRYE, 1991c). Algumas condições podem induzir a ciclopia, como a contaminação ambiental, alterações na temperatura, radiação e causas genéticas (ALDEMAN, 1936; BELLAIRS, 1965).

### 1.5.9 Malformação cefálicas

Entre as mais descritas em répteis podemos citar:

- Braquignatia: encurtamento de maxila
- Prognatismo: proeminência mandibular
- Agnatia: ausência de mandíbula

Além de fendas labiais e palatinas (BELLAIRS; GAMBLE, 1960; BELLAIRS, 1965; EWERT, 1979). Que tem como possível influência a temperatura ambiental, entretanto serpentes mantidas em cativeiro não aparentaram qualquer dificuldade durante a alimentação devido a sua condição (BELLAIRS, 1981).

Há o relato de uma ninhada de *Crotalus viridis* que apresentaram fendas labiais bilaterais e palatinas e, que, curiosamente todos os indivíduos acometidos eram fêmeas (DEAN; GLENN; STRAIGHT, 1980).

Hibberd (1996), Webb e Manolis (1998) descreveram outras anomalias cefálicas, como a hidrocefalia, que se apresenta como uma dilatação da caixa craniana, e meningoencefalocelo, projeção do encéfalo por meio de uma falha craniana. (HIBBERD, 1996; WEBB; MANOLIS 1998).

### 1.5.10 Malformação dos órgãos internos

São pouco frequentes anomalias internas em répteis, no entanto alguns casos isolados são descritos (CARVALHO, 2014). Teratogênias envolvendo órgãos internos como coração, estômago, fígado, rins e traqueia são relatados em quelônios e serpentes (SCOTT, 1925; ÓROS *et al.*, 1997; JENSEN; WANG, 2009; PALMIERI *et al.*, 2013).

Jensen e Wang (2009) descreveram ocorrência de malformações cardíacas, com aparição de ventrículos bífidos, em serpentes da espécie *Python regius*, elas possuem as câmaras cardíacas aumentadas e com formato anômalo, que ocasionava alterações nas pressões sanguíneas, pulmonar e sistêmica. Essas alterações desencadearam a presença de outras anomalias (JENSEN; WANG, 2009).

Outro exemplo descreve um jabuti bicefálico (*Testudo graeca iberica*), que após sua morte, com antecedências de letargia, anorexia e aquesia (incapacidade de defecar), constatou a presença de órgãos duplicados, além de outras alterações decorrentes da duplicação (PALMIERI *et al.*, 2013).

## 1.6 Justificativa

O presente trabalho visa acompanhar a ninhada de *Crotalus durissus terrificus* nascida em cativeiro, no Museu Biológico do Instituto Butantan, avaliando o desenvolvimento e a condição de saúde geral dos filhotes, por meio de biometrias e avaliações motoras, bem como a descrição das teratogênias que acometeram os filhotes, uma vez que ao nosso conhecimento ainda não foi relatado em literatura, o nascimento de filhotes de cascavéis xânticas em cativeiro oriundas do cruzamento de pais com a mesma anomalia cromática (xantismo). Objetiva-se, também, investigar a ocorrência da serpente *Crotalus durissus terrificus* com xantismo na natureza, por meio de um levantamento bibliográfico das regiões de Lindóia e Socorro no Estado de São Paulo, uma vez que animais acometidos com essas anomalias cromáticas tendem a ser mais vulneráveis, ficando mais expostos a predação.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o desenvolvimento e as alterações morfológicas congêntas de uma ninhada de *Crotalus durissus terrificus* com xantismo nascida em cativeiro.

### 2.2 Específicos

- Investigar o local de origem dos animais adultos, por meio de um levantamento bibliográfico da região, para avaliar o impacto deste na sobrevivência das serpentes de *Crotalus durissus terrificus* com xantismo;
- Acompanhar o desenvolvimento da ninhada nascida em cativeiro de *Crotalus durissus terrificus* por meio de biometrias trimestrais e avaliações motoras, para detectar possíveis problemas de crescimento, desenvolvimento e nutrição dos mesmos;
- Descrever macroscopicamente as anomalias observadas na ninhada de *Crotalus durissus terrificus* com xantismo, aferindo estas por meio de procedimentos fotográficos, radiográfico e necroscópicos.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Experimentação Animal do Instituto Butantan/ SP, sob protocolo nº 3481080519 - CEUAIB, estando, portanto, de acordo com os princípios éticos adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

#### 3.1 Caracterização das regiões de Socorro e Lindóia – SP

##### 3.1.1 Socorro

O município de Socorro localiza-se a nordeste do Estado de São Paulo- SP (22° 32' 41" S e 46° 34' 10" W), fazendo divisa com o sul do Estado de Minas Gerais, apresenta uma altitude média de 789 metros, uma extensão territorial de 449 km<sup>2</sup> e um clima do tipo temperado úmido, denotando um verão ameno e úmido e o inverno seco (SOCORRO, 2019). Conta com uma precipitação média anual de 1400 mm, com máximas em janeiro e fevereiro, o município situa-se a 135 km da capital paulista (SOCORRO, 2019).

A geomorfologia da região de Socorro está entreposta no Planalto Atlântico, onde há predominância de Serras Alongadas, que apresentam topos angulosos, vertentes sulcadas com delineamento retilíneo, seus vales são fechados facilitando a drenagem (IPT, 1981). Já o Mar de Morros, é definido por elevações de topos salientes, vertentes convexas a retilíneas, e vales oscilando entre abertos e fechados (IPT, 1981). E ocupando a região do centro e extremo leste, tem-se os Morros Paralelos, caracterizado por topos arredondados, vertentes variando de retilíneas a convexas, possui uma drenagem de alta densidade com padrão treliça (IPT, 1981).

O solo é composto por argila de baixa atividade, denominado Argissolos Vermelho-Amarelos, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, J.B *et al*, 1999). O clima da região é classificado em subtropical e temperado, com temperatura média anual de 20,5 °C (CEPAGRI, 2019).

Socorro está situado na bacia de drenagem do rio Mogi-Guaçu, uma das mais importantes do estado de São Paulo (BRIGANTE, 2003), ele está junto a Serra da Mantiqueira, apresentando cadeias montanhosas e vegetação composta por floresta semidecidual (IBGE, 2019), além de estar adjunto a área de ecótono com o Cerrado (DURIGAN *et al*, 2000). Apresenta, portanto, espécies peculiares de cada área.

O município é uma das mais antigas áreas de ocupação do Estado, com isso passou, também, por uma longa trajetória de degradação ambiental (BRIGANTE, 2003). Segundo dados do INPE e da Fundação SOS Mata Atlântica (2010), Socorro detém um dos ínfimos remanescentes de mata original do estado, com apenas 3% do total, distribuída em pequenos fragmentos com pouco mais de 15 ha (SARTORI, 2010).

Vale ressaltar que o município conta com uma área de reflorestamento de 1.146 ha, correspondente a 2,59% de área total municipal, segundo a Associação Ambientalista Copaíba, a região possui 41,3% de pastagens e 3,4% de agricultura da superfície total municipal (SARTORI, 2010).

### 3.1.2 Lindóia

O município de Lindóia localiza-se a nordeste do Estado de São Paulo- SP (22° 31' 23" S e 46° 39' 00" W), faz divisa com os municípios de Serra Negra, Águas de Lindóia e Socorro, denota uma altitude média de 689 metros e detém uma extensão territorial de 48,76 km<sup>2</sup> (CIDADE BRASIL, 2019). O clima da região é do tipo Cfa (Koeppen) quente sub-úmido, com períodos sazonais bem definidos, temperatura média anual de 20,2° C e precipitação média anual de 1477 mm, o município situa-se a 114 km da capital paulista (CIDADE BASIL, 2019).

A região localiza-se no Planalto Atlântico, dentro da zona geomorfológica da Serrania de Lindóia, está é definida como uma zona de transição interplanáltica, limitada pelas terras altas mineiras, Depressão Periférica e a Morraria de Jundiá (IPT, 1981). É caracterizada por relevos montanhosos com ocorrência de serras alongadas (CIDADE BRASIL, 2019).

Lindóia denota a mesma paisagem de relevo que Socorro, possuindo as Serras Alongadas e o Mar de Morros (IPT, 1981). O município é cortado pelo Rio do Peixe que é o principal afluente do rio Mogi-Guaçu, fazendo parte do Circuito das Águas de São Paulo (CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTA, 2019).

## 3.2 Animais adultos

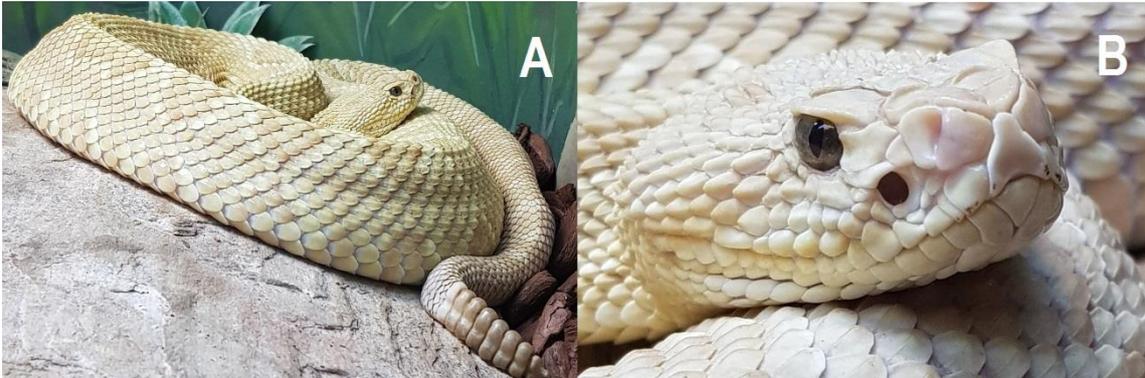
No dia 28 de dezembro de 2015 foi entregue a Recepção do Instituto Butantan uma fêmea jovem de *Crotalus durissus terrificus* (cascavel) com xantismo, proveniente de Lindóia/SP (Fig. 1- A). O animal deu entrada pesando 435 gramas e medindo (CRC+CC) 840+75,5 mm, o mesmo foi encaminhado para o setor de

quarentena do Museu Biológico para os procedimentos de rotina. Foi tratada com o parasiticida Neguvon®, vermifugada com Ivomec® (0,09 ml-IM- diluído 1:10) e microchipada.

No dia 06 de junho de 2016 deu entrada a Recepção do Instituto Butantan um exemplar juvenil macho de cascavel (*Crotalus durissus terrificus*) xântico procedente do município de Socorro/SP (Fig. 1- B). O animal foi encaminhado para o setor de quarentena do Museu Biológico, onde foi aferido seu peso (385 g) e comprimento (760+90 mm), o mesmo foi microchipado, recebeu tratamento com o vermífugo Ivomec® (0,08 ml-IM-diluído1:10) e com os parasiticidas Neguvon® e Frontline®.

Após passarem pelo período de quarentena os animais foram alocados em um dos dioramas da exposição de longa duração do Museu Biológico. No dia 20 de março de 2018 foi observado cópula entre os indivíduos e no dia 08 de dezembro do mesmo ano a fêmea deu à luz a 13 filhotes xânticos vivos.

**Figura 1** - (A) fêmea de *Crotalus durissus terrificus* xântica, (B) macho de *Crotalus durissus terrificus* xântico



Fonte: próprio autor

### 3.3 Ninhada

Foram avaliados 13 filhotes de uma ninhada de *Crotalus durissus terrificus* com xantismo, nascidos no dia 08 de dezembro de 2018 com peso médio de 23,84 g ( $\pm 0,9$ ) e comprimento (CRC+CC) médio de 358,84+37,30 mm ( $\pm 23,9$ ), em um dos recintos de exposição de longa duração, onde os pais eram mantidos juntos, do Museu Biológico no Instituto Butantan/SP (Fig. 2).

Ao nascerem os animais foram separados dos pais e encaminhados ao biotério do Museu Biológico, onde passaram a ser acompanhados. Os filhotes foram identificados com números (MB) e mantidos em caixas de polipropileno individuais,

forradas com papelão ondulado, guarnecidas com um pote de água e um abrigo feito de papelão.

A ninhada vem sendo mantida em sala climatizada, com a temperatura em torno dos 27°C e condições naturais de umidade e fotoperíodo.

Nos primeiros sete meses os filhotes foram alimentados com um neonato de camundongo (*Mus musculus*) quinzenalmente, após esse período passou a ser ofertado um neonato de rato (*Rattus norvegicus*) a cada 10 dias e após 12 meses alterou para 2 neonatos de rato (*Rattus norvegicus*) a cada 15 dias. O peso das presas é calculado entre 10 a 20% do peso do animal.

**Figura 2** - filhote de *Crotalus durissus terrificus* com xantismo



Fonte: próprio autor

### 3.4 Avaliação biométrica e morfológica

Os animais foram submetidos a biometrias trimestrais, onde foram avaliados, de modo individual, o comprimento e peso. Os filhotes foram contidos manualmente com uso de gancho para manejo de serpentes. Para o comprimento utilizou-se uma régua de metal de 100 cm fixa em uma mesa (Fig. 3- A) e para o peso uma balança com precisão de 0,1 gramas (Fig. 3- B).

Os dados foram compilados na ficha individual de cada filhote para acompanhar o desenvolvimento. Foi realizada, também, a sexagem dos mesmos utilizando-se compressão manual da cauda para eversão do hemipênis.

Os filhotes também foram avaliados macroscopicamente (Fig. 3- C). Foi analisando tegumento, boca, olhos e feita apalpações ao longo do corpo do animal para verificar possível anormalidade.

**Figura 3** - (A) avaliação do comprimento dos filhotes de *Crotalus durissus terrificus* xânticos (B) pesagem dos filhotes e (C) avaliação macroscópica do tegumento e das mucosas



Fonte: próprio autor

### 3.5 Avaliação motora (motricidade)

Os animais foram avaliados quinzenalmente quanto aos seguintes parâmetros:

- Reação postural de endireitamento (RPE): tempo que o animal leva para retomar a posição normal para serpentes (decúbito ventral) após ser colocado em decúbito dorsal;
- Locomoção: facilidade e velocidade para promover os movimentos de serpentear;
- Tônus muscular: presença de força e contrações musculares normais e suficientes para a realização das funções motoras típica.
- Tônus da cabeça: capacidade de sustentação da cabeça de maneira típica e simétrica.

Cada aspecto motor avaliado foi classificado de acordo com o seguinte score:

1. Normal
2. Levemente alterado
3. Muito alterado ou ausente

Para avaliação motora dos animais, os mesmos foram colocados sobre uma superfície plana e manipulados com o uso de gancho herpetológico a fim de que sua capacidade motora pudesse ser observada e avaliada.

### **3.6 Procedimento radiográfico**

Para realização do exame radiográfico, o filhote MB 6450, com alteração de coluna visível, foi encaminhado para a clínica veterinária “Exotic Pet’s”. Foi utilizado o aparelho Vetmax da Astex. O animal foi contido fisicamente em tubo plástico transparente de acordo com o seu diâmetro. Para o procedimento radiográfico foram realizadas projeções: latero-laterais direita-esquerda e esquerda-direita, dorso-ventrais e ventro-dorsais.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Animais adultos

Após o nascimento dos filhotes a fêmea ficou muito debilitada e foi separada do macho. Foi encaminhada para o biotério dos viperídeos do Museu Biológico e ao apresentar uma lesão na boca foi transferida para setor veterinário, onde veio a óbito 7 dias após apresentando diversas alterações no trato gastrointestinal, com quadros de inflamação e hemorragia. Não sendo possível determinar a causa da morte. O macho permanece na exposição do Museu Biológico.

### 4.2 Ninhada

Os filhotes nasceram no dia 08 de dezembro de 2018, com peso médio de 23,84 g ( $\pm 0,9$ ) gramas e comprimento médio (CRC+CC) de 358,84+37,30 mm ( $\pm 23,9$ ), destes 08 eram fêmeas, 04 machos e um de sexo não determinado. Os 13 animais nasceram vivos e aparentemente saudáveis.

#### 4.2.1 Óbitos

Até os três meses de idade a ninhada apresentava-se hígida e alimentava-se normalmente. Após completar quatro meses, dois filhotes (MB 6451 e MB 6440) apresentaram um quadro de perda de movimento no terço final do corpo e também perda progressiva de reflexos. O quadro dos animais evoluiu com prognóstico negativo e em poucos dias os mesmos encontravam-se em estado vegetativo, tendo sido eutanasiados pela veterinária do Museu Biológico.

Com cinco meses de idade, mais dois filhotes, (MB 6447 e MB 6446), apresentaram quadro clínico semelhante aos anteriores e vieram a óbito, tendo sido encontrados mortos em seus recintos.

Aos seis meses, o filhote MB 6449 veio a óbito, também apresentando sintomatologia semelhante dos demais. E, após um ano de idade mais um filhote veio a óbito (MB 6450), não tendo apresentado sintomatologia prévia.

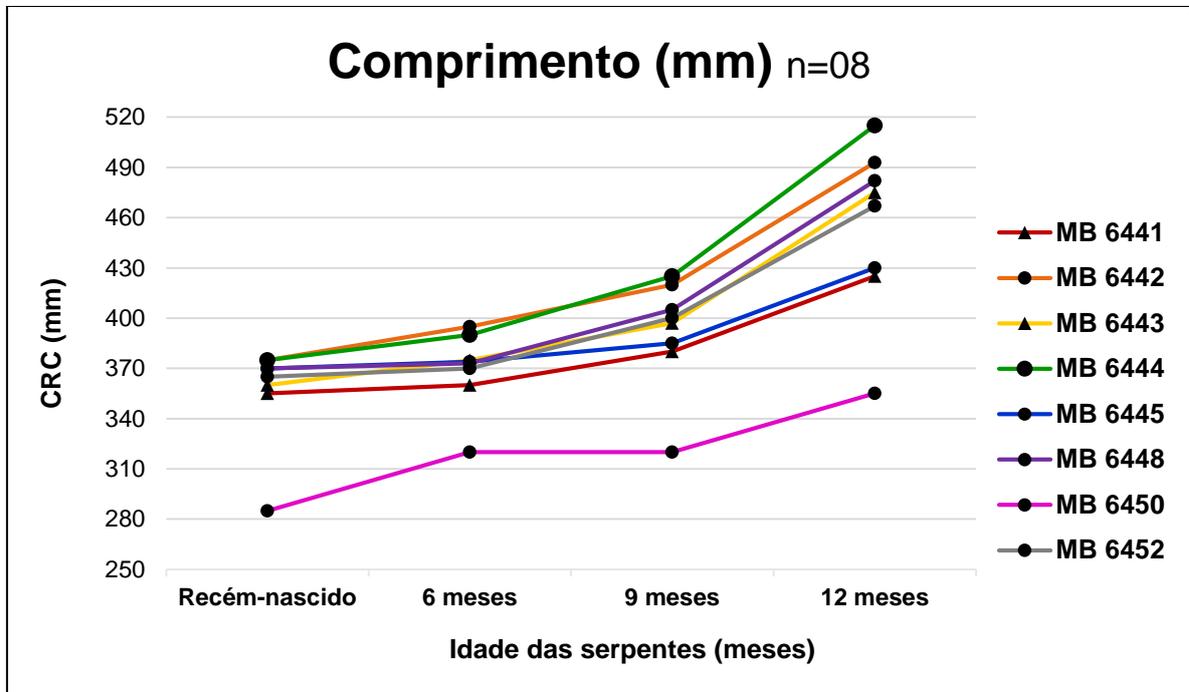
Os animais MB 6451 e MB 6449 foram submetidos a exame necroscópico. Não foi observada nenhuma alteração macroscópica sugestiva da causa da morte ou dos sinais neurológicos que os animais vinham apresentando antes do óbito.

Por terem vindo a óbito antes do início da coleta de dados deste trabalho, os animais MB 6440, MB 6447 e MB 6451 não passaram pelas avaliações descritas no tópico 4.4.

### 4.3 Avaliação biométrica e morfológica

Trimestralmente cada filhote ganhou em média, até os 12 meses de idade, 32,33 mm de comprimento (CRC) ( $\pm 27,97$ ) e 10,33 gramas de peso ( $\pm 3,51$ ) (Fig. 4 e 5).

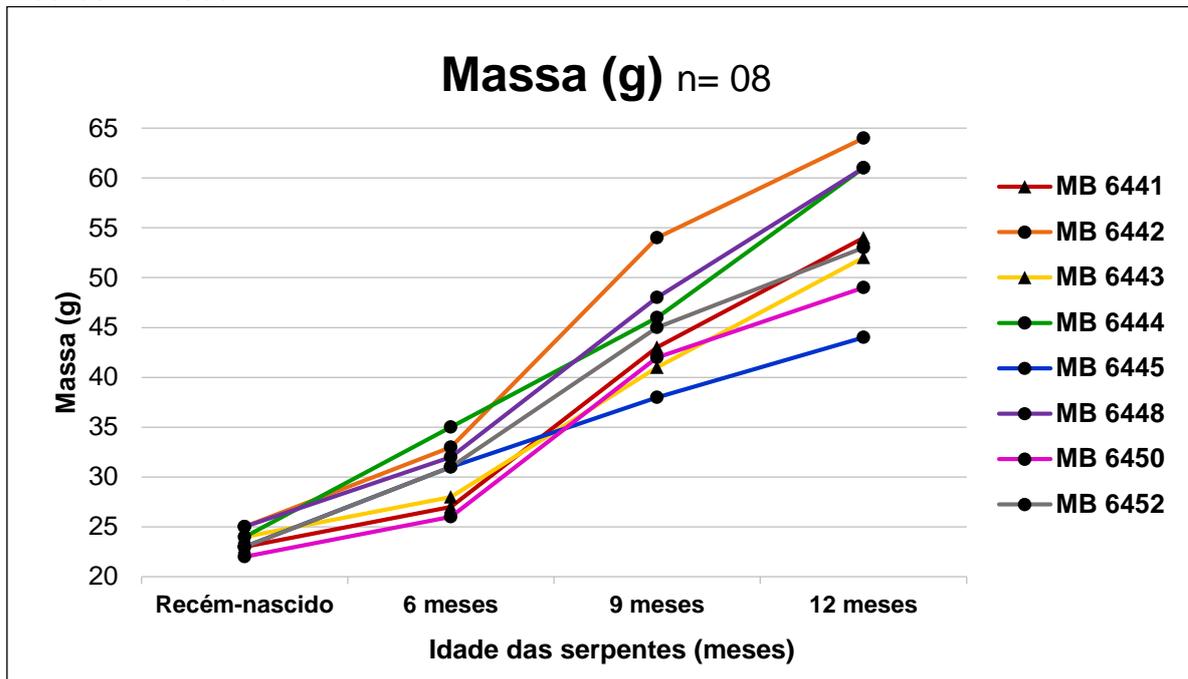
**Figura 4** - gráfico com a taxa de crescimento (mm) trimestral do primeiro ano de vida da ninhada



**Fonte:** próprio autor

Os marcadores em círculos correspondem às fêmeas e os triângulos aos machos

**Figura 5** - gráfico com a taxa de ganho de peso (g) trimestral do primeiro ano de vida da ninhada



**Fonte:** próprio autor

Os marcadores em círculos correspondem às fêmeas e os triângulos aos machos

Os filhotes sobreviventes se desenvolveram normalmente, não sendo observado até o presente, alterações de comportamento, crescimento e ganho de massa.

O filhote MB 6450 apresentava uma depressão na coluna vertebral próxima a cloaca (Fig. 6- A) e não defecava espontaneamente, sendo necessárias massagens ventrais para que o mesmo pudesse defecar (Fig. 6- B). Foi, ainda, averiguado que o mesmo possui as escamas ventrais bipartidas (Fig. 6- C), no entanto essa malformação não acarretou em prejuízos locomotores para o mesmo.

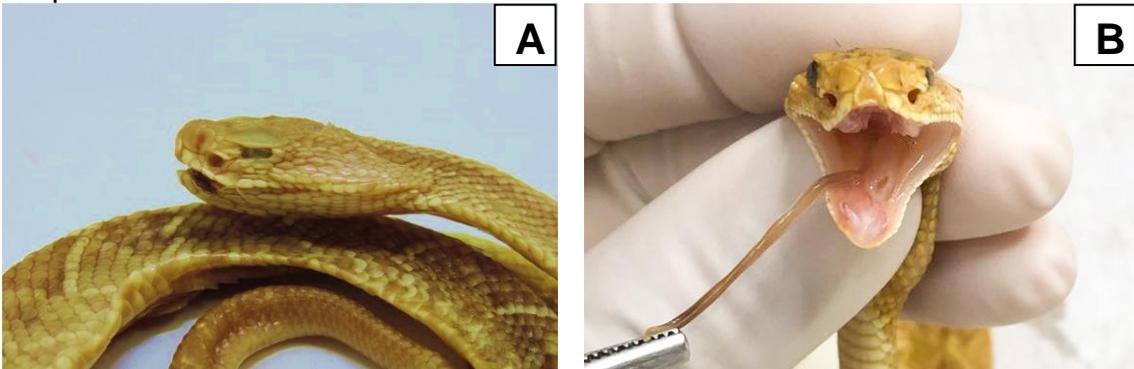
**Figura 6** - (A) depressão da coluna vertebral do filhote MB 6450, (B) massagem ventral para eliminação das fezes e (C) escamas ventrais bipartidas do filhote MB 6450



**Fonte:** próprio autor

O filhote MB 6449 apresentava microftalmia no olho esquerdo (Fig. 7- A), o mesmo apresentava o posicionamento da língua irregular, a mesma encontrava-se na parte superior esquerda da glote rostral á traquéia (Fig. 7- B), possivelmente impedindo que o animal dardejasse, uma vez que nunca foi observado tal comportamento no filhote.

**Figura 7** - (A) filhote MB 6449 apresentando microftalmia do olho esquerdo e (B) língua do filhote MB 6449 posicionada na parte superior esquerda da glote rostral á traquéia



Fonte: próprio autor

Nenhum dos filhotes demonstrou dificuldade para se alimentar ou para realizar o processo de ecdise.

#### 4.4 Avaliação motora (motricidade)

Abaixo estão os resultados dos animais que apresentaram alterações nesta avaliação:

##### 4.4.1 Reação Postural de Endireitamento (RPE):

MB 6446: 2 (levemente alterado)

MB 6449: 2 (levemente alterado)

##### 4.4.2 Locomoção:

MB 6446: 2 (levemente alterado)

MB 6449: 2 (levemente alterado)

##### 4.4.3 Tônus muscular:

MB 6446: 3 (muito alterado ou ausente)

MB 6449: 3 (muito alterado ou ausente)

##### 4.4.4 Tônus da cabeça:

MB 6446: 3 (muito alterado ou ausente)

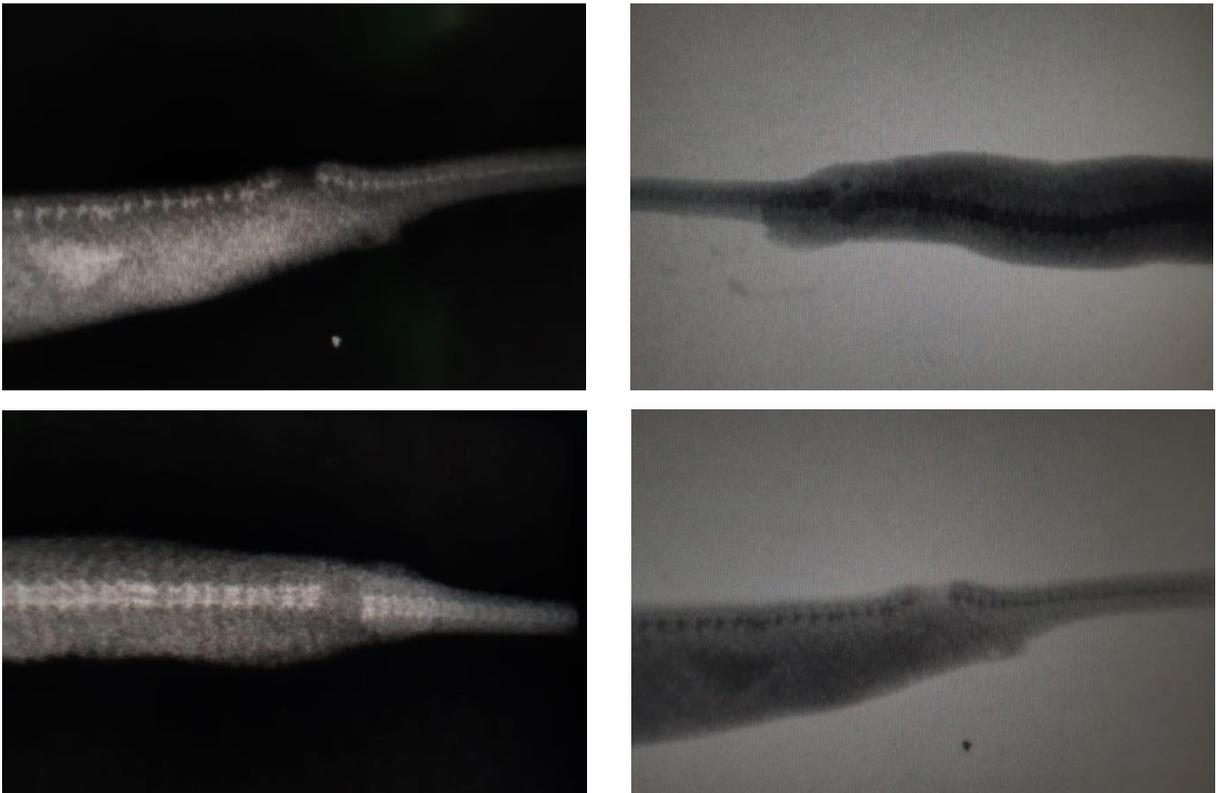
MB 6449: 3 (muito alterado ou ausente)

Os demais filhotes não apresentaram nenhuma alteração em suas avaliações. Os mesmos continuam saudáveis e se desenvolvendo normalmente, com exceção do filhote MB 6450, que veio a óbito sem apresentar sintomatologia prévia.

#### 4.5 Procedimento radiográfico

O procedimento radiográfico constatou a ausência (agenesia) de algumas vértebras sacrais do filhote MB 6450 (Fig. 8). No entanto, apesar da inexistência das vértebras o filhote conseguia movimentar a cauda, embora de maneira mais lenta em relação aos demais.

**Figura 8** - Imagens radiográficas mostrando a ausência (agenesia) de algumas vértebras sacrais do filhote MB 6450



Fonte: Exotic Pet's

## 5 DISCUSSÃO

Os municípios de Lindóia- SP e Socorro- SP são conhecidos por suas fontes hídricas. Szikszay e Teissedre (1981) classificaram as fontes dos municípios citados, de acordo com o Código de Águas Minerais vigente na época, em fracamente radioativas (entre 1,8- 3,63 nCi/l ou 5-10 Mache) e radioativas (entre 3,63-18,18 nCi/l ou 10- 50 Mache). De acordo com Oliveira *et al* (2000) a radioatividade natural proveniente das fontes não acarreta danos á saúde humana e, muito provavelmente, aos animais. O surgimento de cascavéis xânticas na região pode estar associado a um outro fator.

A parturição da fêmea de *Crotalus durissus terrificus* xântica ocorreu em dezembro (verão) em acordo com (CITADINI *et al*, 2012; BARROS, 2007; LIRA DA SILVA *et al*, 1994; CORDEIRO *et al*, 1981), não havendo variação quanto ao tempo de gestação.

O número de filhotes nascidos da ninhada xântica se apresenta aparentemente normal ao compararmos os dados com Almeida-Santos (2005), de acordo autora as cascavéis avaliadas, em seu trabalho, tiveram em média 11,7 ( $\pm 5,1$ ) filhotes por ninhada.

Citadini *et al* (2012) avaliou em seu trabalho uma ninhada de *Crotalus durissus cascavella* com 9 filhotes. No presente trabalho a fêmea de *Crotalus durissus terrificus* xântica deu à luz a 13 filhotes, com comprimento (CRC) médio de 358 mm ( $\pm 23,9$ ), o que corrobora com o trabalho da autora (375 mm ( $\pm 5,7$ )), apesar de a mesma ter avaliado outra subespécie.

Entretanto, a massa corporal média dos recém-nascidos foi de 23,84 g ( $\pm 0,9$ ), o que destoa do trabalho de Citadini *et al* (2012) (34,4 g ( $\pm 1,71$ )), possivelmente pela quantidade de filhotes nascidos, uma vez que o comprimento (CRC) e a massa corporal dos recém-nascidos dependem do tamanho da ninhada (CITADINI *et al*. 2012).

Lira da Silva *et al* (1994) avaliou recém-nascidos de *Crotalus durissus cascavella* provenientes do Estado da Bahia, uma média de 15 filhotes por ninhada (9 fêmeas), de acordo com a autora a massa dos filhotes foi de 23,85 g ( $\pm 2,91$ ), o que converge com os dados obtidos por nós (23,84 g ( $\pm 0,9$ )).

Barros (2007), afirma que o tamanho dos recém-nascidos de *Crotalus durissus* da região NE (294,35 mm ( $\pm 6,93$ )) são muito semelhantes ao da região SE

ao comparar com Almeida-Santos (2005) (297 mm ( $\pm$  41,9)). O mesmo aconteceu ao compararmos nossos dados (SE) com dados da região NE.

As mortes pré-maturas dos filhotes, provavelmente, se devem a expressão de alelos deletérios. Segundo Klug *et al* (2010) alelos deletérios ou genes letais são alelos normais que sofreram alguma mutação conferindo aos seus portadores um valor adaptativo nulo ( $f=0$ ), deixando-os suscetíveis a seleção total ( $s=1$ ), eles podem se manifestar em qualquer momento do desenvolvimento do indivíduo.

De acordo, ainda, com o mesmo autor eles são amplamente difundidos pelos cruzamentos consanguíneos, o que resulta na depressão endogâmica, esta se dá pela expressão de alelos deletérios recessivos cujos fenótipos aparecem com a homozigose. Devido ao fato dos animais serem provenientes da mesma mesorregião e possuírem a mesma anomalia cromática (xantismo) que é rara na natureza, é possível que haja algum grau de parentesco entre os mesmos. Sendo assim, o cruzamento de animais consanguíneos teria desencadeado a expressão de genes letais o que explicaria a morte precoce dos filhotes. Rosa (1966) acreditava que esses genes estavam ligados ao surgimento de teratogênias em espécies animais.

No entanto não é possível afirmar que tais alelos sejam responsáveis, também, pelas malformações congênitas recorrentes na prole. Para Szabo (1989c), enquanto não é descoberta uma evidência causal definitiva da incidência destas anomalias nas espécies, é concebível que haja uma interação entre fatores genéticos e ambientais.

Um estudo realizado no Instituto Butantan, entre os anos de 2007 e 2012, pelo pesquisador Sant'Anna *et al* 2013, demonstrou que 3% dos nascimentos de *Bothrops jararaca* e *Crotalus durissus* apresentaram malformações congênitas. Esses dados corroboram com o estudo atual, em que dois filhotes, dos treze nascidos, apresentaram malformações congênitas (2,6%).

As análises dos exames de imagens realizados na ninhada xântica corroboram com os dados de Carvalho *et al* 2015, em que as anomalias de coluna vertebral da espécie *Crotalus durissus* se apresentaram com maior frequência no terço final da cauda. Apesar de um  $n$  baixo, apenas os filhotes do sexo feminino apresentaram malformações na coluna, o que corrobora, ainda, com o mesmo autor.

Um estudo realizado por Damasceno *et al* 2006, demonstrou que nove dos pacientes que apresentavam agenesia lombossacral estudados, apenas quatro

deles possuíam controle esfinteriano anal. Com isso, pode-se dizer que, possivelmente, a malformação da coluna do filhote pode estar interferindo para que o mesmo não consiga defecar espontaneamente. No nosso conhecimento, o presente trabalho é o primeiro a mostrar a agenesia de parte da coluna sacral da espécie *Crotalus durissus terrificus*.

A microftalmia é uma malformação raramente descrita. Sant'Anna (2014) avaliou 4411 filhotes nascidos no Laboratório de Herpetologia do Instituto Butantan entre jararacas (n=4087) e cascavéis (n=324), destes apenas um filhote de cascavel nasceu portando microftalmia. Em virtude das cascavéis apresentarem hábitos crepusculares e possuírem fosseta loreal (TOZETTI, 2007), as malformações oculares talvez não interfiram em sua sobrevivência, apesar de ser uma desvantagem. Fundamentando essa informação, o Instituto Butantan já recebeu, nos últimos 15 anos, duas cascavéis adultas apresentando microftalmia no olho direito (SANT'ANNA, 2014).

De acordo com Frye (1991c), a maioria dos casos relatados de anomalias de escamas são discretas, não acarretando, assim, em grandes prejuízos para o animal acometido. Isso corrobora com os dados apresentados, uma vez que a heterotopia das escamas que acometeu um dos filhotes é discreta e não prejudicou a mobilidade ou alguma outra atividade vital do mesmo. No entanto, Carvalho (2014) descreveu em seu trabalho 10 jararacas e 3 cascavéis com fusão de escamas ventrais, esse grau de malformação em escamas não permite a locomoção do animal e, ainda, segundo Sant'Anna (2014) serpentes que apresentaram essa anomalia manifestaram, também, malformações na coluna vertebral.

A língua das serpentes exerce um papel fundamental na vida das mesmas, sua principal função é o olfato, além do paladar e tato. É por meio dela que as serpentes detectam parceiros sexuais, presas e predadores (PACHALY, 2002; KOLESNIKOVAS *et al.*, 2006; DEVOE, 2010). Em um dos filhotes analisados o posicionamento da língua estava de maneira irregular.

De acordo com O'Malley (2005) a língua das serpentes situa-se em uma banha na parte inferior da glote rostral á traquéia. Essa informação destoa-se do observado, onde a língua do filhote encontrava-se na parte superior esquerda da glote rostral á traquéia, esta, por sua vez, se encontrava mais a direita que o normal, provavelmente em função da anomalia da inserção da língua. Contudo essa

malformação implicaria em prejuízos funestos na sobrevivência deste filhote, uma vez que foi observado que o mesmo não dardejava (projetar a língua para fora).

## 6 CONCLUSÕES

O xantismo é uma anomalia cromática de fundo genético extremamente raro em função de sua interferência na sobrevivência do indivíduo. Em função disso, a reprodução em cativeiro de animais que apresentam essa anomalia se faz necessário, uma vez que sua observação na natureza é praticamente inviável, dados como comportamento, reprodução e desenvolvimento de indivíduos xânticos são importantes para melhor compreender essa anormalidade.

O aparecimento de cascavéis xânticas provenientes dos municípios de Lindóia- SP e Socorro- SP pode ter sido casual, visto não termos encontrados elementos concretos.

No que tange o desenvolvimento dos filhotes, este se mostrou aparentemente normal, apenas um deles apresentou retardo no crescimento, mas em função de sua malformação na coluna vertebral (agenesia) este, possivelmente, deveria crescer de maneira singular aos demais.

Algumas malformações descritas são comuns, já relatadas em outros trabalhos como microftalmia e malformação das escamas; e outras, ao nosso conhecimento, são inéditas para a espécie (*Crotalus durissus terrificus*) como agenesia da coluna vertebral e anomalia no posicionamento da língua. Diante disso, essas novas malformações podem estar interligadas com o cruzamento de indivíduos recessivos ou simplesmente aconteceram ao acaso?

Contudo, a literatura acerca do xantismo ainda é escassa, o que se faz necessário mais estudos sobre o tema e suas implicações na vida do animal, desde o cruzamento entre indivíduos que portam a anomalia, o nascimento dos filhotes até as malformações que podem resultar desses animais.

Este trabalho é a base inicial para futuros estudos, ainda se fazem necessários exames genéticos para constatar um provável parentesco entre os indivíduos adultos, analisar os filhotes mortos para verificar a possível presença de alelos deletérios e averiguar os municípios citados a fim de buscar informações que corroborem com a elevada taxa de cascavéis xânticas da região.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- AHBOUCHA, S.; GAMRANI, H. Differences in protein expression in the subcommissural organ of normal and lordotic lizards (*Agama impalearis*). **Metabolic Brain Disease**, v. 16, p. 219-226, 2001.
- ALDEMAN, H. B. The problem of cyclopia. Parts I and II. **Quarterly Review of Biology**, v. 11, p. 284-304, 1936.
- ALEXANDER, N. J.; FAHRENBACK, W. H. The dermal chromatophores of *Anolis carolinensis* (Reptilia: Iguanidae). **American Journal of Anatomy**, v. 126, p. 41-55, 2005.
- ALMEIDA-SANTOS, S. M. Modelos reprodutivos em serpentes: estocagem de esperma e placentação de *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca* (Serpentes: Viperidae). 204 f. Tese (Doutorado em Anatomia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- AMARAL, A. Albinismo em “Dorme-dorme” (*Sibynomorphus turgidus*). **Rev. Mus. Paul**, n. 15, p. 61–63, 1927b.
- AMARAL, A. Notas sobre chromatismo de ophidios – II. Casos de variação de colorido de certas serpentes. **Mem. Inst. Butantan**, Tomo VII, p. 81– 87, 1932.
- AMARAL, A. Notas sobre chromatismo de ophidios – III. Um caso de xanthismo e um novo caso de albinismo, observados no Brasil. **Mem. Inst. Butantan**, Tomo VIII, p. 151– 153, 1934.
- BARROS, V. A. Biologia reprodutiva de *Crotalus durissus cascavella* do Nordeste do Brasil. Monografia de conclusão de curso. Departamento de Zoologia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil, 2007.
- BEAREZ, P.; TREVINO, H.; HUAMANI, I. Un caso de xantismo parcial en *Aplodactylus punctatus* (Teleostei: Aplodactylidae) del sur de Perú. **Revista Peruana de Biología**, v. 13, n. 1, p.113-115, 2006.
- BECHTEL, H. B.; BECHTEL, E. Color mutations in the corn snake (*Elaphe guttata guttata*): review and additional breeding data. **Journal of Heredity**, v. 80, n. 4, p. 272-276, 1989.
- BELLAIRS, A. d'A.; BOYD, J. D. Anomalous cleft palate in snake embryos. **Proceedings of the Zoological Society of London**, v. 129, p. 525-539, 1957.

---

<sup>1</sup> De acordo com: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação - referências - elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

- BELLAIRS, A. d'A. Cleft palate, microphthalmia and other malformations in embryos of lizards and snakes. **Proceedings of the Zoological Society of London**, v. 144, p. 239-251, 1965.
- BELLAIRS, A. d'A. Congenital and developmental diseases. *In*: COOPER, J. E.; JACKSON, O. F. (ed.). **Diseases of the reptilia**. London: Academic Press, v. 2, cap. 14, p. 469-485, 1981.
- BELLAIRS, A. d'A.; GAMBLE, H. J. Cleft palate microphthalmia and other anomalies in an embryo lizard (*Lacerta vivipara*). **British Journal of Herpetology**, v. 2, p. 171-176, 1960.
- BILLY, A. J. Developmental deformities in the parthenogenetic lizard *Cnemidophorus uniparens* (Teiidae) and the "anomalous male" phenomenon. **Canadian Journal of Zoology**, v. 64, p. 2418-2424, 1986.
- BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Limnologia fluvial: um estudo do Rio Mogi-Guaçu. RiMa, São Carlos, p. 278, 2003.
- BROWDER, L. W. Genetic and embryological studies of albinism in *Rana pipiens*. **Journal of Experimental Zoology**, v. 180, p. 149-155, 1972.
- CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of the Western Hemisphere**. New York: Cornell University Press. 728p. 2004.
- CARVALHO, M. P. N.; SANT'ANNA, S. S.; GREGO, K. F.; GOGONE, I. C. V. P.; FONSECA-PINTO, A. C. B. C.; LORIGADOS, C. A. B.; CATÃO-DIAS, J. L. Patologia comparada das malformações Congênitas em *Bothrops jararaca* e *Crotalus durissus* provenientes do sudeste brasileiro. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 13, n. 1, p. 64-64, 28 abr. 2015.
- CEPAGRI- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Clima dos Municípios Paulistas**, [2019]. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.
- CIDADE BRASIL. **Município de Lindóia**, [2019]. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-lindoia.htm>. Acesso em: 24 de agosto de 2019.
- CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTA. **Lindóia**, [2019]. Disponível em: <https://www.circuitodasaguaspaulista.com.br/sobre/lindoia>>. Acesso em: 24 de agosto de 2019.
- CITADINI, J.; PUORTO, G.; BARROS, V. A.; ALMEIDA-SANTOS, S. M. Natural History Notes: *Crotalus durissus* – reproduction. **Herpetological Bulletin**. N. 119, p. 34-35, 2012.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. **Predation and defense amongst reptiles**. 3th ed. Edições ReA, Somerset, UK, 138p. 1994.

COOPER, J. E. Exophthalmia in a rhinoceros viper (*Bitis nasicornis*). **Veterinary Record**, v. 97, p. 130-131, 1975.

CORDEIRO, C. L. S.; HOGE, A. R.; SAWAYA, P. Criação de serpentes em cativeiro. **Revista Biotério**, v. 1, p. 25-30, 1981.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Mudanças Taxonômicas. In: **Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas**: Lista de espécies. – Herpetologia Brasileira, v. 8, n. 1, p. 11- 52, 2018.

DAMASCENO, L. H. F.; NOGUEIRA-BARBOSA, M. H.; LA DEFINO, H. Agenesia da coluna lombossacra- Lumbosacral agenesis. Trabalho realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil, **COLUNA/COLUMNNA**, v. 5, n. 3, p. 140-147, 2006.

DEAN, J. N.; GLENN, J. L.; STRAIGHT, R. C. Bilateral cleft labial and palate in the progeny of a *Crotalus viridis viridis*. **Herpetological Review**, v. 11, n. 4, p. 91-92, 1980.

DEVOE, R. Anatomia e Fisiologia de Anfíbios e Répteis. In: COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. **Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária**, 2 Ed., Rio de Janeiro: Elsevier Saunders, p. 455-478, 2010.

DUARTE, M.R.D.; FRANCO, F.L.; OLIVEIRA, A.L. New records of albinism in neotropical snakes. **Mem. Inst. Butantan**, VI Reunião Científica Anual, v. 61, p. 66, 2005.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAIOTO, M.; BAITELLO, J.B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, p. 369-382, 2000.

EWERT, M. A. The embryo and its egg: development and natural history. In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (ed.). **Turtles: perspectives and research**. New York: John Wiley, p. 333- 413, 1979.

FELFILI, J.M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over six-year period (1985-1991). **Journal of tropical ecology**, v. 11, p. 67-83, 1995.

FOX, W. Effect of temperature on development of scutellation in the garter snake, *Thamnophis elegans atratus*. **Copeia**, n. 4, p. 252-262, 1948.

FRYE, F. L. Biomedical and surgical aspects of captive reptiles husbandry. *In*: EDWARDSVILLE, K. S. **Biomedical and surgical aspects of captive reptiles husbandry**. [S.l.]: Veterinary Medicine Publishing, p. 311-331, 1981.

FRYE, F. L. Developmental anomalies. *In*: FRYE, F. L. **Reptile care: an atlas of diseases and treatments**. New Jersey: T.F.H. Publications, v. 2, cap. 11, p. 393-419, 1991c.

FRYE, F. L.; CARNEY, J. D. Achondroplastic dwarfism in a turtle. **Veterinary Medicine Small Animal Clinician**, v. 69, p. 299-301, 1974.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - Período 2008-2010**. Fundação SOS Mata Atlântica-INPE, São Paulo, 60p, 2010.

GUIMARÃES, J.E.P.G. Fontes da cidade de Lindóia. **Rev. do IGG**, v. 4, n. 4, p. 383-405, 1946.

HASCHEK, W. M.; ROUSSEAU, C. G. Fetus. *In*: HASCHEK, W. M.; ROUSSEAU, C. G. **Fundamentals of toxicologic pathology**. San Diego: Academic Press, cap. 17, p. 515-541, 1998.

HIBBERD, E. M. Abnormalities in eggs, embryos and juvenile farmed estuarine crocodiles *Crocodylus porosus*. *In*: HUCHZERMEYER, F. W. **Crocodiles**. Proceedings of the 13th working meeting of the crocodile specialist group. IUCN, Glâne, Suíça: The world conservation union, p. 290-295, 1996.

HUCHZERMEYER, F. W. Diseases of eggs and hatchlings. *In*: HUCHZERMEYER, F. W. **Crocodiles: biology, husbandry and diseases**. Cambridge: CABI publishing, cap. 4, p. 139-156, 2003.

IBGE- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** [2019]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/socorro/historico>. Acessado em: 14 de julho de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, v. 1 e 2, 1981.

JACKSON, F. J.; INGRAM, W. III; CAMPBELL, H. W. The dorsal pigmentation pattern of snakes as an antipredator strategy: a multivariate approach. **American Naturalist**, v. 110, p. 1029-1053, 1976.

JACOBSON, E. R. Overview of reptile biology, anatomy, and histology. *In*: JACOBSON, E. R. **Infectious diseases and pathology of reptiles**. Boca Raton: CRC press, cap. 1, p. 1- 130, 2007

JENSEN, B.; WANG, T. Hemodynamic consequences of cardiac malformations in two juvenile ball pythons (*Python regius*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 40, p. 752- 756, 2009.

JONES, T. C. Genetic and developmental disorders in zoo animals. *In*: MIGAKI, G.; MONTALI, R. J. **The comparative pathology of zoo animals**. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 453-455, 1980.

KALTER, H. Teratology in the 20th century. **Neurotoxicology and Teratology**, v. 25, p. 131-282, 2003.

KAR, S. K.; BUSTARD, H. R. Embryonic tail deformation in the saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*, Schneider) in Orissa, India. **British Journal of Herpetology**, v. 6, p. 221-222, 1982.

KLUG, W. S.; CUMMINGS, M. R.; SPENCER, C. A.; PALLADINO, M. A. **Conceitos de genética**. 9ª edição, São Paulo: Artmed Editora S. A., 2010

KRECSÁK, L. Albinism and leucism among European viperinae: a review. **Russian Journal of Herpetology**, v. 15, n. 2, p. 97-102, 2008.

KOLESNIKOVA, C. K. M.; GREGO, K. F.; ALBUQUERQUE, L. C. R. Ordem Squamata – Subordem Ophidia (Serpente). *In*: CUBAS Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. São Paulo: Editora Roca, p. 68-85, 2006.

LIRA DA SILVA, R. M.; CASAS E SILVA, L. L., QUEIROZ, I. B. ; NUNES, T. B. Contribuição à biologia de serpentes da Bahia, Brasil. I-Vivíparas. **Rev. Bras. Zool**, v. 11, p. 187-193, 1994.

LEMA, T. de. Os répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis, biogeografia, ofidismo. Porto Alegre, RS: **EDIPUCRS**, 166 p., 2002.

MTur- **Ministério do Turismo**, [2019]. 2019. Disponível em: [www.turismo.gov.br](http://www.turismo.gov.br). Acesso em: 14 de julho de 2019.

MACHADO, E.L.M. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p. 250-261, 2010.

MARQUES, A. R.; SAZIMA, I. História natural das serpentes. *In*: CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. S.; WEN, H. F.; MÁLAQUE, C. M. S.; HADDAD JR., V. **Animais peçonhentos do Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. São Paulo: Savier, p. 62-71, 2003.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. *In*: GÓMEZ-POMPA, A.; DEL

AMO, S. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México.** Cidade do Mexico: Editorial Alhambra Mexicana, v. 2, p. 191-239, 1985.

MELGAREJO, A. R. Serpentes peçonhentas do Brasil. *In*: CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. S.; WEN, H. F.; MÁLAQUE, C. M. S.; HADDAD JR., V. **Animais peçonhentos do Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes.** São Paulo: Sarvier, cap. 4, p. 33- 61, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Situação Epidemiológica- Dados**, [2019]. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/acidentes-por-animais-peconhentos/13712-situacao-epidemiologica-dados>. Acesso em: 04 de maio de 2019.

OLIVEIRA, J.; MAZZILLI, B.; COSTA, P.; TANIGAVA, P. A. **Radioatividade Natural em amostras de água mineral consumidas em São Paulo e Minas Gerais.** Anais do V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, Rio de Janeiro, v. 1, 2000.

O'MALLEY, B. **Clinical anatomy and physiology of exotic species.** London: Elsevier Saunders, p.17- 93, 2005.

ÓROS, J.; RODRÍGUEZ, J. L.; MONTEROS, A.; RODRÍGUEZ, F.; HERRÁEZ, P.; FERNÁNDES, A. Tracheal malformation in a bicephalic honduran milk snake (*Lampropeltis hondurensis*) and subsequent fatal *Salmonella arizonae* infection. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 28, p. 331-335, 1997.

PACHALY, J. R. **Medicina de Animais Selvagens.** Apostila, Umuarama, 290p. 2002.

PALMIERI, C.; SELLERI, P.; Di GIROLANO, N.; MONTANI, A.; DELLA-SALDA, L. Multiple congenital malformations in a dicephalic spur-thighed tortoise (*Testudo graeca iberica*). **Journal of Comparative Pathology**, v. 149, p. 368-371, 2013.

RIES, L. & FAGAN, W.F. Habitat edges as a potential ecological trap for an insect predator. **Ecological Entomology**, v. 28, p. 567-572, 2003.

ROSA, C. N. Contribuição ao estudo da bicefalia (deródimos) em lagartos. Papéis avulsos do Departamento de Zoologia. S. Paulo, v. 19, n. 20, p. 245-250, 1966.

SALOMÃO, M.G.; ALMEIDA-SANTOS, S.M.; PUORTO, G. Activity pattern of the rattlesnake *Crotalus durissus* (Viperidae: Crotalinae): Feeding, reproduction and snakebite. **Stud. Neotrop. Fauna. Environ.**, v. 30, p. 101-106, 1995.

SANT'ANNA, S. S.; ABE, A. S. Diet of the rattlesnake *Crotalus durissus* in sotheastern Brazil (serpentes, Viperidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 42, n. 3, p. 169-174, 2007.

SANT'ANNA, S. S.; GREGO, K. F.; LORIGADOS, C. A. B.; FONSECA-PINTO, A. C. B. C.; FERNANDES, W.; SÁ-ROCHA, L. C.; CATÃO-DIAS, J. L. Malformations in

neotropical viperids: qualitative and quantitative analysis. **Journal of Comparative Pathology**, v. 149, p. 503-508, 2013.

SANT'ANNA, S. S. Malformação em viperídeos neotropicais do sudeste brasileiro: caracterização anatomo-patológica, análise de integridade do DNA e do comprimento materno e correlação com o uso do solo. 95 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SARTORI, T. Rio do Peixe, situação ambiental das áreas de preservação permanente e ameaças ao manancial. **Associação Ambientalista Copaíba**, Socorro, 32p, 2010.

SAZIMA, I.; DI-BERNARDO, M. Albinismo em Serpentes Neotropicais. **Mem. Inst. Butantan**, v. 53, p. 167–173, 1991.

SCOTT, H. H. Congenital malformations of the kidney in reptiles, birds, and mammals. **Journal of Zoology**, v. 95, p. 1259-1269, 1925.

SILVA, F. A.; ASSIS, C. L.; QUINTELA, F. M. Albinism in a *Liophis miliaris* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Dipsadidae) from Minas Gerais State, Southern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 3, p. 171-172, 2010.

SILVA, R.J.; FONTES, M.R.M.; RODRIGUES, R.R., BRUDER, E.M.; STEIN, M.F.B.; SIPOLI, G.P.M.; PINHÃO, R.; LOPES, C.A.de M. A report on a case of melanism in a specimen of *Crotalus durissus terrificus* (LAURENTI, 1768). **J. Venom. Anim. Toxins**, l. 5, n. 1, 1999.

SIFESP- SISTEMA DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**, [2019]. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

SMITH, D. B. Aberrant pattern/coloration in *Elaphe subocularis*. **Herpetology Review**, v. 14, n. 2, p. 47, 1983.

SOCORRO, **Prefeitura Municipal de Socorro**, [2019]. Disponível em: <http://www.socorro.sp.gov.br>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

SOCORRO, **Prefeitura Municipal de Socorro**, [2019]. Disponível em: <http://www.socorro.sp.gov.br/historia>. Acesso em: 14 de julho de 2019.

SZABO, K. T. **Alimentary and digestive systems**. In: SZABO, K. T. Congenital malformations in laboratory and farm animals. San Diego: Academic Press, 1989a. cap. 11, p. 192-213.

SZABO, K. T. Etiology of congenital malformations. In: SZABO, K. T. **Congenital malformations in laboratory and farm animals**. San Diego: Academic Press, pt. 1, p. 1-2, 1989c.

SZABO, K. T. Sensory systems. In: SZABO, K. T. **Congenital malformations in laboratory and farm animals**. San Diego: Academic Press, cap. 15, p. 245-268, 1989d.

SZIKSZAY, M.; TEISSEDE, J-M. “Águas Minerais” no Estado de São Paulo: Características físico-químicas e classificação. **Boletim IG**, Instituto de Geociências, USP, v. 12, p. 11 - 22, 1981.

TANAKA, K. Thermal aspects of melanistic and striped morphs oh the snake *Elaphe quadrivirgata*. **Zoological Science**, v. 22, p. 1173-1179, 2005.

TÓTH, T.; GÁL, J.; ÚJVÁRI, B.; MADSEN, T.; Severe malformation in neonate *Vipera ursinii rakosiensis*. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 388-390, 2005.

TOZZI, M. **A cidade das águas azuis**. 90 p. 1987.

TOZETTI, A. M. Uso do ambiente, atividade e ecologia alimentar da cascavel (*Crotalus durissus*) em área de cerrado na região de Itirapina. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 93p. 2007.

TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; PARPINELLI, C. *Crotalus durissus terrificus* (rattlesnake): a case of xanthism. **Natural History Notes – Herpetological Bulletin**, v. 97, p. 38-39, 2006.

TROIANO, J. C.; ROMÁN, L. H. Diseases encountered in genus *Caiman* intensive breeding. In: HUCHZERMEYER, F. W. **Crocodiles**. Proceedings of the 12th working meeting of the crocodile specialist group. IUCN, Glande, Suíça: The world conservation union, p. 328- 341, 1996.

UETZ, P. & HOSEK, J. **The Reptile Database**, [2018]. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>. Acesso em: 04 de maio de 2019.

VILLA, J. Three albino snakes from Nicaragua: an update. **Herpetology Review**, v. 12, n. 3, p. 81, 1981.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. & LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro 1991.

WALLACH, V. See live mutant snakes right here. **Natural New England**, v. 16, p. 50- 55, 2003.

WARKANY, J. Etiology of congenital malformations. **Advances in Pediatrics**, v. 2, p. 1- 63, 1947.

WEBB, G. J. W.; MANOLIS, C. **Australian crocodiles**: a natural history. Sidney: New Holland Publishers, p. 105, 160p, 1998.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, p. 536- 538, 1989.

WU, J.; STAFFENBERG, D. A.; MULLIKEN, J. B.; SHANSKE, A. L. Disprosopus: a unique case and review of the literature. **Teratology**, v. 66, p. 282- 287, 2002.