

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**



**Anomalias do desenvolvimento em *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) e  
sua relação com a temperatura.**

**Gabriel Dillenburg de Oliveira**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Julia Klaczko**

**Dissertação de Mestrado**

**Brasília – DF  
2020**



Dedico este trabalho a toda minha família: a biológica e a escolhida.

*“Boa sorte... e não  
estrague tudo!”*

*Rupaul Charles*

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço a minha orientadora Julia Klaczko, por todas as oportunidades que me proporcionou na minha jornada acadêmica, bem como por todos os momentos não acadêmicos nos quais se mostrou a pessoa incrível que é.

Agradeço também a professora Aline PicTaylor, colaboradora e quase coorientadora, que possibilitou e amparou esta pesquisa de todas as formas, sejam físicas ou mesmo emocionais.

Também, agradeço à Patrícia Wanderley e a toda a equipe do Laboratório de Anatomia Comparada de Vertebrados – LACV, por todo o auxílio e suporte fornecidos.

Agradeço ao Welington Coelho, por ser o mentor na arte da fotografia e edição de imagem, colega de mestrado e amigo durante todo o processo.

Agradeço a professora Angele, que proporcionou um suporte extremamente necessário na execução deste trabalho.

Agradeço ao veterinário responsável pelo biotério José Luis Jivago e a todos os técnicos pela estrutura e suporte fornecidos durante os experimentos.

Agradeço à Anna Luiza Araújo, Lorena Pinho, Anderson de Lima e Isabela Farias, a “equipe do biotério”, que mantiveram tanto os lagartos quanto a motivação para fazer esta pesquisa viva até o fim.

Agradeço a Veronica Slobodian, por ser uma modelo de pessoa e pesquisadora, sempre animada e estimulando os outros a avançarem em suas pesquisas.

Agradeço a minha família, amigos e ao Tiago, que ficaram a meu lado mesmo quando saía na véspera de natal para cuidar de ovos de lagartos.

Agradeço ao Pedro Rizzatto do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto pelo auxílio na obtenção das radiografias dos lagartos, sem as quais este trabalho não poderia ser concluído.

Agradeço ao professor Rafael e a professora Connie pelo apoio na execução dos testes estatísticos na reta final desta dissertação.

Gostaria de agradecer ao Fundo de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF pelo fomento fornecido a pesquisa, sem o qual este trabalho não poderia ter sido realizado. Também agradeço ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade de Brasília (PPgZoo/UnB) por todo o apoio institucional durante o desenvolvimento do mestrado.

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	<b>8</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>9</b>
<b>I. Contextualização</b> .....	<b>10</b>
<b>II. Introdução</b> .....	<b>11</b>
<b>III. Justificativa</b> .....	<b>22</b>
<b>IV. Objetivos</b> .....	<b>23</b>
IV.1. Objetivo Geral .....	23
IV.2. Objetivos Específicos .....	23
<b>V. Material e Métodos</b> .....	<b>24</b>
V.1. Obtenção e manutenção das fêmeas grávidas .....	24
V.2. Tratamento dos ovos .....	24
V.3. Manuseio de embriões e neonatos .....	27
V.4. Obtenção de imagens, análise de dados e descrição das anomalias .....	28
<b>VI. Resultados</b> .....	<b>30</b>
VI.1. Avaliação da temperatura na viabilidade dos ovos, embriões viáveis e anomalias por tratamento .....	30
VI.2. Tratamentos .....	34
VI.2.1. Tratamento Controle: 30°C constantes .....	34
VI.2.2. Tratamento A: em campo .....	39
VI.2.3. Tratamento B: 32,5°C constantes .....	44
VI.2.4. Tratamento C: 32,5°C com pico de duas horas à 39°C .....	48
VI.2.5. Tratamento D: 35°C constantes .....	52
<b>VII. Discussão</b> .....	<b>55</b>
VII.1. A temperatura como fator na mortalidade dos lagartos .....	55
VII.2. O paradoxo das anomalias leves .....	55
VII.3. As anomalias e a temperatura .....	57
<b>VIII. Conclusão</b> .....	<b>59</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>60</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>68</b>
<b>Apêndices</b> .....	<b>71</b>
Apêndice I. Anomalias registradas na literatura acumulada nos últimos 60 anos para os diversos grupos de répteis. ....	71
Apêndice II. Tabela com identificação das desovas, indivíduos e anomalias utilizados no experimento. ....	91

## Resumo

O aquecimento global é um dos maiores efeitos das mudanças climáticas. Um fato, este fenômeno afeta a todos os organismos nos mais diversos ambientes. Muitos estudos focam nestes efeitos em indivíduos adultos, porém pouco se sabe sobre os efeitos do aquecimento no desenvolvimento das espécies. O desenvolvimento por si só é um evento extremamente regulado, que está sujeito a vários fatores intrínsecos e extrínsecos. Assim, variações nestes parâmetros pode levar a morte do organismo em desenvolvimento, ou trazer à tona fenótipos diversos ao habitual. Em alguns destes casos, surgem as chamadas anomalias do desenvolvimento, alterações morfológicas ou funcionais de estruturas inatas do animal. Animais que possuem desenvolvimento externo ao corpo da mãe, como muitos lagartos, estão sujeitos às variações do ambiente de maneira mais direta, logo o surgimento de anomalias pode ter relação com estes parâmetros. *Tropidurus torquatus*, uma espécie de lagartos com ampla distribuição no Cerrado, possui prole ampla e ontogenia descrita, além de um elevado grau de sinantropia, o que a torna ideal para estudos de embriologia e teratologia. Temos por objetivo quantificar e descrever os tipos de anomalias em *T. torquatus*, em diferentes temperaturas de incubação dos ovos. Fêmeas grávidas foram capturadas e mantidas em terrários até o momento da desova. Os ovos foram aleatoriamente colocados em um dos cinco tratamentos: (Controle) temperatura constante de 30°C, (A) temperatura ambiente; (B) temperatura constante de 32,5°C, (C) de 32,5°C com pico 39°C por duas horas, (D) temperatura constante de 35°C. Os ovos que não eclodiram foram fixados em formol e os embriões dissecados. Ao todo, obtivemos 150 ovos, sendo destes 113 fertilizados. As taxas de embriões com anomalias variaram desde 20,83% até 44,44%, nos tratamentos B e D, respectivamente, enquanto as taxas de mortalidade variaram de 24,24% a 100% nos tratamentos A e D, respectivamente, sendo que os tratamentos de maior temperatura influenciaram significativamente na mortalidade.

## Abstract

Global warming is one of the biggest effects of climate change. A global fact, this phenomenon affects all organisms in the most diverse environments. Many studies focus on these effects in adult individuals, but little is known about the effects of warming on the development of species. Development by itself is an extremely regulated event, which is subject to several intrinsic and extrinsic factors. Thus, any variation in these parameters can lead to the death of the developing organism, or bring different phenotypes to appear. In some of these cases, developmental abnormalities, morphological or functional changes in the animal's innate structures, emerge. Animals that have external development to the mother's body, like many lizards, are more directly affected to variations in the environment, so the appearance of anomalies may be related to these parameters. *Tropidurus torquatus*, a species of lizards with wide distribution in the Cerrado, has a wide range of offspring and ontogeny, as well as a high degree of synanthropy, which makes it ideal for embryology and abnormal development studies. We aim to quantify and describe the types of anomalies in *T. torquatus*, at different egg incubation temperatures, as well as the mortality rates. Pregnant females were captured and kept in terrariums until the time of spawning. The eggs were randomly placed in one of five treatments: (Control) constant temperature of 30°C, (A) environment temperature; (B) constant temperature of 32.5°C, (C) of 32.5°C with a peak of 39°C for two hours, (D) constant temperature of 35°C. The eggs that did not hatch were fixed in formaldehyde and the embryos dissected. In total, we obtained 150 eggs, of which 113 were fertilized. Anomaly rates ranged from 20.83% to 44.44%, in treatments B and D, respectively, while mortality rates ranged from 24.24% to 100% in treatments A and D, with the hotter treatments significantly influencing the mortality.

## **I. Contextualização**

As mudanças climáticas globais são um dos pontos de maior atenção da ciência atualmente. Muitos estudos buscam entender como a fauna lida com as mudanças na precipitação, umidade e temperatura, por exemplo. Porém, poucos são aqueles que abordam os efeitos dessas mudanças durante o desenvolvimento embrionário. Ainda, a maioria dos estudos que buscam esclarecer esses efeitos usam de animais modelos, o que não necessariamente reflete a realidade de natureza.

Entre os efeitos que o aumento da temperatura tem sobre os animais, o mais associado é o aumento proporcional da taxa de mortalidade conforme há um aumento da temperatura. Isso por si só leva a uma diminuição populacional, além de extinções nos diversos níveis. No entanto, outro efeito é o aumento das taxas de anomalias do desenvolvimento, que podem levar os animais a perderem o fitness e não conseguirem se reproduzir.

Assim, para entender melhor os efeitos do aquecimento global sobre a fauna, com enfoque específico a herpetofauna do cerrado, este estudo busca analisar as consequências de um aumento expressivo na temperatura global no desenvolvimento ontogenético de lagartos. A hipótese principal é de que o aumento na temperatura gerará taxas maiores de mortalidade, bem como de anomalias.

## II. Introdução

### II.1. Mudanças climáticas e o aquecimento global

As mudanças climáticas bem como o aquecimento global são uma ameaça a todos os ecossistemas do mundo (Sinervo et al., 2010; IPCC, 2014), atingindo desde os sistemas marinhos dos recifes de coral (Hughes et al., 2018) a diversos grupos de vertebrados (Warren et al., 2018). No último século a temperatura global aumentou em  $0.74^{\circ}\text{C}$ , e é previsto que aumente em  $4.3 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$  nos próximos 100 anos (Pacifci et al., 2015). O aumento de temperatura tem reflexos em outros aspectos da dinâmica ambiental, como os padrões e níveis de precipitação (Hughes, 2000) e alterações nos níveis oceânicos de  $\text{CO}_2$  (Douglas & Frank, 2007), o que pode levar a eventos extremos do clima, mesmo que em escalas locais (Grimmond, 2007).

Como consequência, estes eventos têm gerado alterações não apenas na distribuição e ocorrência das espécies (Thomas et al., 2006), mas também em sua diversidade genética e fenotípica (Booth, 2006; Habel et al., 2011), sendo um dos maiores desafios atuais buscar compreender e prever como traços fenotípicos complexos irão responder a estas mudanças globais (Bonino et al., 2015; Ficetola et al., 2016; Campbell-Staton et al., 2017). A maioria dos estudos acerca dos efeitos do aquecimento global na fauna são recentes, e focados nos indivíduos adultos ou utilizando modelagem estatística, como estudos de termofisiologia em lagartos (Campbell-Staton et al., 2017; Diele-Viegas et al., 2018), modelagem estatística de distribuição e extinção de espécies (Pontes-da-Silva et al., 2018; Sinervo et al., 2018) e padrões de migração (La Sorte & Fink, 2017). No entanto, o efeito do aquecimento global no desenvolvimento das espécies silvestres ainda é pouco estudado, e por consequência nosso conhecimento é impreciso e especulativo, tornando a pesquisa baseada em experimentos controlados extremamente necessária.

## **II.2. Suceptibilidade de lagartos às mudanças climáticas**

Os lagartos compreendem um grupo extremamente diverso de vertebrados com aproximadamente 5500 espécies, das quais cerca de 150 ocorrem no Cerrado (Azevedo et al., 2016; Uetz, 2019). Apresentam uma imensa variedade de comportamentos e nichos ocupados, bem como ampla variação morfológica e comportamental (Pough et al., 2008). Além disso, possuem um papel de grande importância na dinâmica ecológica dos sistemas naturais, uma vez que ocupam posições-chave dentro da organização trófica dos ecossistemas, seja como predadores ou presas (Huey et al., 2009).

Como animais ectotérmicos, os lagartos, estão sujeitos as variações da temperatura ambiental para desempenhar suas atividades metabólicas e fisiológicas (Huey, 1982) . Em espécies tropicais a temperatura passa a ser ainda mais crítica, já que estes já vivem próximos ao limite máximo de temperatura que toleram (Deutsch et al., 2008; Winter et al., 2016). Sendo assim, os efeitos das variações na temperatura ambiental passam a ser ainda mais críticos para lagartos quando comparado com vertebrados endotérmicos (Huey et al., 2010). A temperatura influencia o grau de atividade do animal, sua capacidade de forrageamento e de reprodução (Huey et al., 2010). Alguns poucos estudos analisando desenvolvimento de embriões de lagartos apontam para um aumento da taxa de mortalidade dos ovos, aumento na frequência cardíaca dos embriões (Hall & Warner, 2018) e de anomalias durante o desenvolvimento (Ildrisova, 2018a).

## **II.3. Desenvolvimento Ontogenético**

O desenvolvimento ontogenético é um processo complexo, ao qual todos os animais estão sujeitos, ocorrendo do momento que o ovócito é fertilizado até a morte, com os organismos crescendo e se desenvolvendo com alterações morfológicas, funcionais e estruturais. Parte importante desse processo ocorre antes mesmo de o organismo nascer, partindo de uma única célula (o zigoto) que possui todo o potencial para o que virá a ser (Gilbert & Barresi, 2016). Cada

passo do processo é marcado por fases características nas quais determinados órgãos ou estruturas surgem, e com base nessas fases, é possível determinar o estagiamento de organismos, ou seja, em qual ponto ontogenético o animal se encontra baseado em suas características morfológicas ou estruturais (Bininda-Emonds et al., 2002).

O processo ontogenético é rigorosamente controlado por vários fatores intrínsecos e extrínsecos. Moléculas sinalizadoras (Gilbert & Barresi, 2016) desencadeiam alterações celulares responsáveis pela diferenciação e movimentação celular, permitindo a correta formação dos tecidos embrionários e, subsequentemente, dos órgãos. Para muitas espécies cujo desenvolvimento é externo ao corpo da mãe, antes mesmo da sinalização e diferenciação celular, a temperatura do ambiente embrionário é crucial para o desenvolvimento, considerando que alterações na temperatura de incubação são conhecidas por influenciar o tempo de desenvolvimento embrionário em algumas espécies (DEEMING e FERGUSON, 1991).

#### **II.4. Desenvolvimento ontogenético em répteis**

O clado dos répteis, formado pelos grupos dos lagartos e cobras (Squamata), tartarugas (Testudines), crocodilianos (Crocodylia) e aves (Aves), possui características peculiares do ponto de vista reprodutivo. Estes animais fazem parte do grupo dos amniotas, no qual os mamíferos também estão incluídos (Kardong, 2018) e, portanto, apresentam membrana amniótica ao redor do embrião durante todo o desenvolvimento, o que age na proteção mecânica do embrião em desenvolvimento (Gilbert & Barresi, 2016).

A maioria dos répteis são ovíparos, ou seja, o desenvolvimento do embrião ocorrem fora do corpo da mãe, dentro de um ovo recoberto por casca calcária (Pyron & Burbink, 2013), depositado no substrato, em fendas, enterrados ou em ninhos (Vitt, 1991, 1991), podendo ou não haver cuidado parental (Halliwell et al., 2017). Deste modo, os embriões estão diretamente sujeitos as variações do ambiente (McLean & Vickaryous, 2011), como temperatura e umidade. Assim, é de se esperar que o desenvolvimento seja

influenciado fortemente por estes fatores, e que variações nessas condições derivem em anomalias do desenvolvimento (Noiva et al., 2014; Idrisova, 2018a).

## **II.5. Temperatura e o desenvolvimento**

A influência da temperatura no desenvolvimento está bem registrada na literatura, com sua elevação geralmente indicando períodos de incubação mais curtos (Deeming & Ferguson, 1991; Scott & Johnston, 2012; Moore et al., 2016; Vargesson & Fraga, 2017). É reconhecido, também, que a temperatura tem papel fundamental na determinação sexual de muitos vertebrados, como peixes e anuros (Bull & Vogt, 1979; Conover & Kynard, 1981; Lang & Andrews, 1994).

Além disso, é conhecido que a temperatura tem relação com o surgimento de anomalias do desenvolvimento (Moore et al., 2016; Vargesson & Fraga, 2017). Alguns dos primeiros estudos na área da teratologia experimental testaram o efeito de hipertermia no desenvolvimento de ratos, observando o surgimento de anomalias em consequência das altas temperaturas (Kalter & Warkany, 1959; Edwards, 1968). Para outros grupos, há registros que a temperatura do ambiente leva ao surgimento de anomalias e a morte dos embriões de peixes (Fitzsimmons & Perutz, 2006), aves (Noiva et al., 2014) e répteis (Idrisova, 2018b).

## **II.6. Anomalias do desenvolvimento**

As anomalias do desenvolvimento, muitas vezes sinonimizadas como malformações, são categorizadas como alterações estruturais ou funcionais, que ocorrem durante o período embrionário ou no nascimento, e que levam a um comprometimento da função de um órgão ou estrutura (World Health Organization, 2016). O estudo das anomalias do desenvolvimento e a busca de suas possíveis causas e consequências é conhecido tradicionalmente como teratologia (Kalter, 2010). O estudo destas anomalias data desde os tempos clássicos, com registros das chamadas “monstruosidades” em várias culturas (O’Rahilly & Müller, 2001; Paukovics, 2013).

Apesar de amplamente estudadas em humanos, as anomalias não são exclusividades de nossa espécie. Elas podem ocorrer em todos os animais, sendo registradas na literatura científica (Ferguson, 1985), em ilustrações clássicas (Paukovics, 2013) ou mesmo na mídia (Wallach, 2007), podendo ter sido a fonte de inspiração para diversas mitologias, como por exemplo os gregos e romanos com descrições pictóricas de ciclopes (Josef Warkany, 1977). O estudo moderno do desenvolvimento anômalo, com relatos sistematizados, surgiu na década de 1930 (Ujházy et al., 2012), enquanto os experimentos controlados passaram a ocorrer na década de 1940 (Warkany & Nelson, 1940; Wilson, 1964).

As anomalias do desenvolvimento podem ser classificadas de acordo com sua causa (Figura 1). Moore e colaboradores (2016) classificam as anomalias em quatro categorias: a) malformações, onde a estrutura ou órgão apresenta mudanças morfológicas ou funcionais causadas por fatores intrínsecos ao embrião; b) perturbações, nas quais a causa da anomalia são agentes extrínsecos ao embrião, podendo ser físicos ou químicos (chamados de teratógenos); c) deformações, que apresenta alterações morfológicas decorrentes da ação mecânica sobre o embrião; d) displasias, nas quais os órgãos apresentam alterações na composição celular.

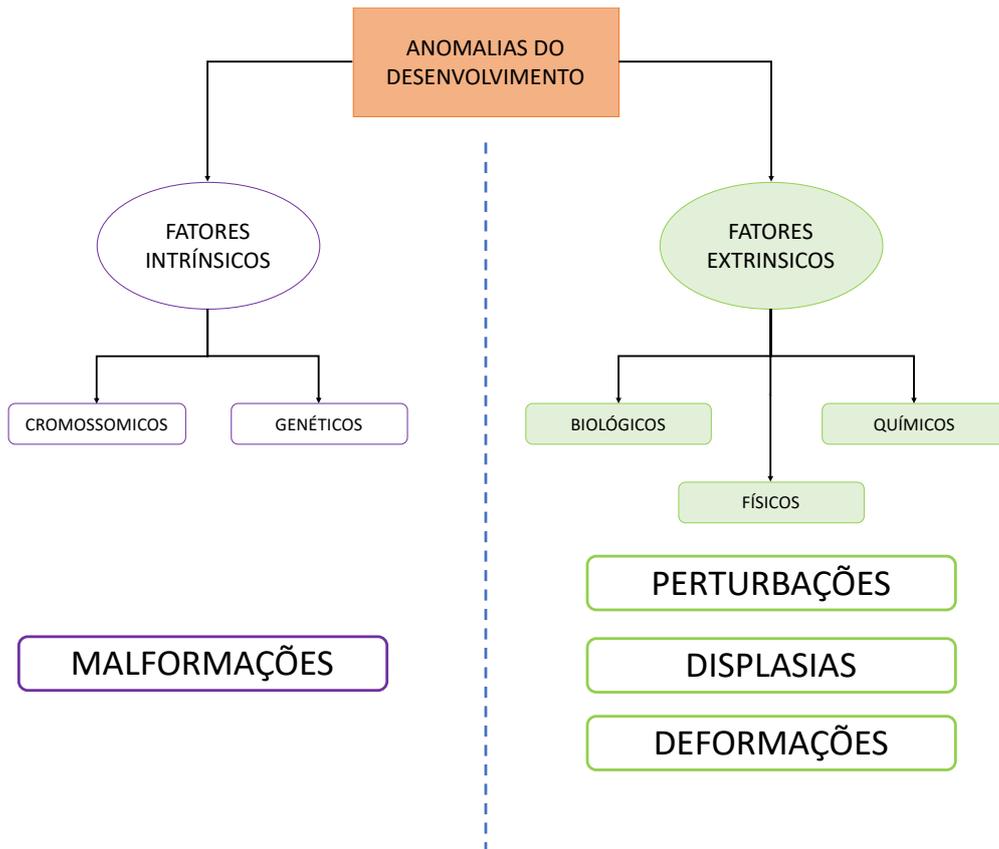


Figura 1. Tipos de anomalias do desenvolvimento, fatores e causas associados (Baseado em Moore et al., 2016).

As malformações de fato possuem causas intrínsecas ao embrião. Assim, a associação entre a patologia e a causa requer um estudo mais aprofundado e detalhado. Um exemplo de malformação é visto na acondroplasia, a forma mais comum de nanismo em humanos. Causada pela mutação do gene *FGFR3*, os indivíduos que são afetados pela síndrome apresentam um crânio grande, com uma testa proeminente e face subdesenvolvida, além de membros encurtados e um tronco longo (Rosenberg & Rosenberg, 2012).

Já um exemplo clássico de uma perturbação ocorreu nos anos 1960, onde um número assombroso de casos de anomalias ósseas foi constatado nas crianças nascidas no Canadá entre os anos de 1960 e 1961. Posteriormente, as anomalias foram associadas ao uso do medicamento Talidomida pelas mães antes e durante o início da gravidez (Webb, 1963), marcando a primeira associação de fatores exógenos no surgimento das anomalias em humanos. Hoje, muitas anomalias tem suas causas associadas a fatores externos, químicos, biológicos e físicos (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de agentes termogênicos e suas perturbações associadas (Adaptado de Vargesson & Fraga, 2017 e Moore e colaboradores, 2016, Gilbert & Barresi, 2016).

<b>Agente</b>	<b>Anomalias associadas</b>
<b>Químicos</b>	
Ácido valproico	Anomalias craniofaciais, anomalias cognitivas
Álcool	Síndrome fetal alcoólica
Aminopterina	Restrição de crescimento intrauterino, meroencefalia
Andrógenos e altas doses de progestogenos	Vários níveis de masculinização de fetos femininos
Carbamazepina	Anomalias craniofaciais, retardamento do desenvolvimento
Carbonato de lítio	Anomalias do coração e dos grandes vasos
Cocaína	Restrição de crescimento intrauterino, microcefalia,
Dietilstilbestrol	Anomalias do útero e da vagina
Fenitoína	Síndrome fetal da Hidantoína
Isotretinoin (13-cis-ácido retinoico)	Anomalias craniofaciais, spina bifida cystica
Metotrexato	Anomalias esqueléticas
Misoprostol	Anomalias dos membros
Talidomida	Desenvolvimento anormal dos membros, como meromelia
Tetraciclina	Dentes manchados, hipoplasia do esmalte
Trimetadiona	Retardo do desenvolvimento
Varfarina	Hipoplasia nasal, anomalias do olho
Bifenilpoliclorado (PCB)	Descoloração da pele, Restrição de crescimento intrauterino
Cadmo	Anomalias dos membros, anomalias cardiovasculares
Mercúrio	Anomalias do desenvolvimento do cérebro
Metil mercúrio	Atrofia cerebral
<b>Biológicos</b>	
Citomegalovírus	Microcefalia, hidrocefalia
HIV	Falha no desenvolvimento, anomalias craniofaciais
Parvovirus B19 Humano	Anemia fetal, morte fetal
<i>Toxoplasma gondii</i>	Microcefalia, deficiência mental
<i>Treponema pallidum</i>	Hidrocefalia, cegueira congênita
Vírus Encefalite Equina Venezuelana	Microcefalia, microftalmia
Vírus Hepatite B	Morte pré-natal, macrosomia
Vírus Herpes simplex	Hepatomegalia, Hidranencefalia
Vírus Rubéola	Restrição de crescimento intrauterino, retardo do crescimento pós natal
Vírus Varicela	Cicatrizes cutâneas, hidrocefalia
Vírus Zika	Microcefalia
<b>Físicos</b>	
Altos níveis de radiação ionizante	Microcefalia, anomalias esqueléticas
Temperatura (Hipertermia)	-

Para entender, então, o tipo de anomalia observada, se desenvolveu uma área nova dentro da teratologia – a teratologia experimental, que busca explicar as causas das anomalias congênitas através de experimentos controlados (Ujházy et al., 2012). Utilizando de grupos animais modelo, como por exemplo anfíbios (*Xenopus laevis*) (Burkhart et al., 1998), aves (*Gallus gallus domesticus*) (Asmatullah & Shakoori, 1998) e mamíferos (*Mus musculus*) (Merr et al., 2010), são realizados experimentos nos quais o fator que possivelmente causa anomalias é administrado de maneira controlada, para que então seja feita a inferência da causalidade (Wilson, 1964). Mesmo que o estudo moderno das anomalias do desenvolvimento já tenha mais de 70 anos, e que os registros delas para as mais diversas espécies não sejam novos (Paukovics, 2013), poucas são as pesquisas voltadas para espécies silvestres (Sant’Anna et al., 2013; Bárcenas-Ibarra et al., 2015), o que torna a mensuração da real situação destas ainda mais complicada.

## II.7. 60 anos de estudos em desenvolvimento ontogenético em répteis

Nos últimos 60 anos, apenas 90 publicações e registros na literatura que tratam de anomalias do desenvolvimento em répteis foram registrados, com a maior parte dos registros tendo ocorrido na última década (Figura 2). Os registros variam quanto a sua natureza, indo desde análises histológicas (Bellairs, 1963; Carvalho et al., 2019), estudos morfométricos (de Carvalho et al., 2017) e registros veterinários (Gumpenberger & Henninger, 2001), além de revisões da literatura, que se tornam as bases de conhecimento para o tema, como Bellairs (1981), A. d'A. Ferguson (1985), Ewert (1979) e Wallach (2007), por exemplo.

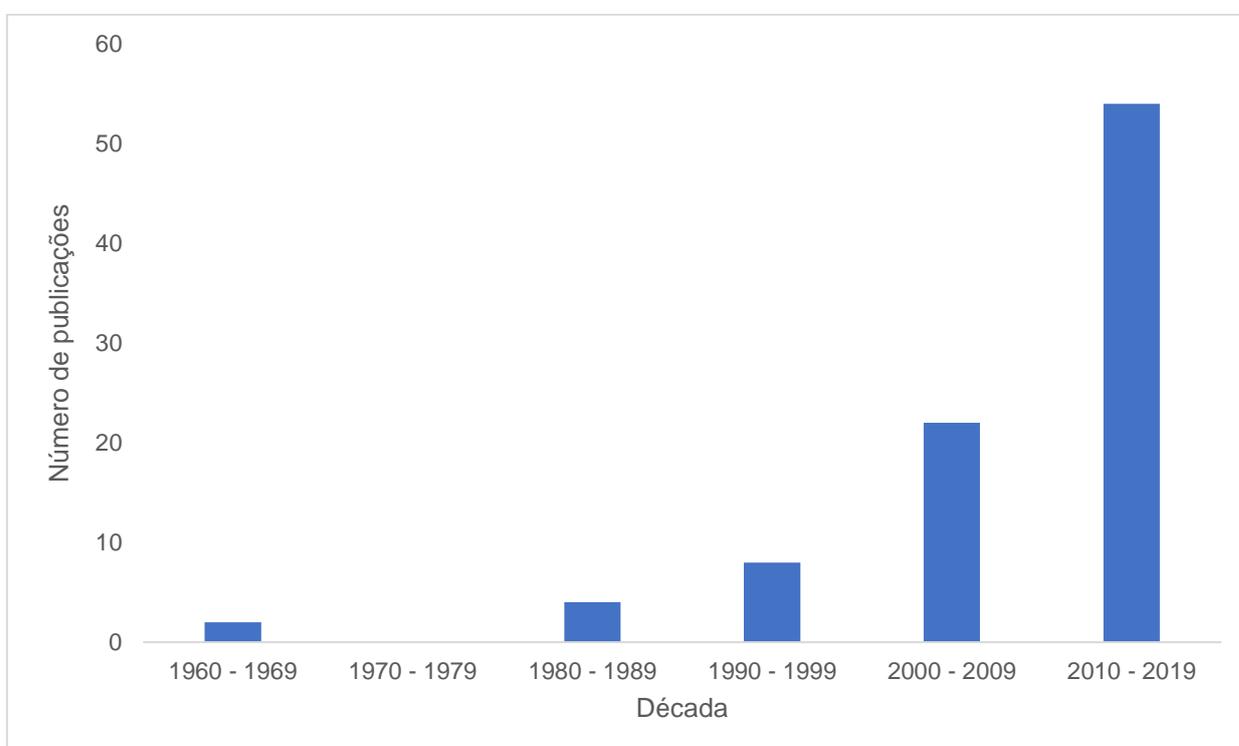


Figura 2. Número de trabalhos na área de anomalias do desenvolvimento em répteis publicados nos últimos 60 anos, por década.

Quando se analisa os tipos de pesquisa realizados, observa-se que a grande maioria das publicações na área são restritas a estudos de caso e notas publicadas relativas a registros pontuais e observações aleatórias de animais na natureza, sem experimentos controlados, como por exemplo Passos e

colaboradores (2014), Sönmez e colaboradores (2017) e Koleska e Jablonski (2018) (para as proporções de artigos ver Figura 3). Em menor número, encontram-se estudos que analisam os parâmetros ambientais e ecológicos, além de condições adversas sobre o organismo em desenvolvimento, com análises da influência de poluentes (Bell, 2005; Bell et al., 2006; Davy & Murphy, 2009; Hopkins et al., 2012), das condições ambientais (Webb et al., 1983; Zimm et al., 2017), ou tentativas de buscar as taxas naturais de embriões com anomalias através de coletas seriadas (Olsson et al., 1996; Bárcena-Ibarra & Maldonado-Gasca, 2009; Piovano et al., 2011; Skinner, 2012; Sant'Anna et al., 2013; Carvalho et al., 2014, 2019; Bárcenas-Ibarra et al., 2015; de Carvalho et al., 2017; Elsey et al., 2017).

Trabalhos de revisão na literatura foram realizados em menor número, variando quanto ao grupo estudo e grau de detalhamento. Alguns tratam apenas dos registros publicados em revistas científicas (Ferguson, 1985), enquanto outros aceitam registros não científicos, como notícias em jornal (Wallach, 2007). Há também revisões que não focam especificamente na descrição e quantificação das anomalias, mas sim em outros fatores do desenvolvimento, como genes que possuem relações com anomalias (Martín-Del-Campo et al., 2019). A maior parte destas revisões, porém, não é focada no grupo dos répteis (Gumpenberger & Henninger, 2001; Rothschild et al., 2012; Paukovics, 2013; Vargesson & Fraga, 2017; DiGeronimo & Brandão, 2019) (Figura 3).

Poucos foram os estudos encontrados cujas as variáveis foram controlados, com delineamento experimental e hipóteses *a priori* para a determinação de causas e consequências das anomalias (classificados como estudos experimentais na Figura 3). Eles variaram quanto ao grupo de estudo, como em crocodilos (Webb & Cooper-Preston, 1989), serpentes (Olsson & Madsen, 2001), variável estudada, como picos de temperatura (Ji et al., 2007) e efeitos da casca do ovo (Cedillo-Leal et al., 2017), ou mesmo quanto a pergunta a ser respondida, (Poletta et al., 2009; Simoniello et al., 2011; Pewphong et al., 2013; dos Santos Mendonça et al., 2016a, 2016b).

Há também estudos em áreas diversas, como evolução (Guinard, 2014), estudos de estagiamento ontogenético (Treadwell, 1962; Ferguson & Chenier,

1983; Billett et al., 1992; Kaska & Downie, 1999) e estudos moleculares (Schwartz et al., 2011; Martín-Del-Campo et al., 2019) que descrevem anomalias de forma ocasional e não como foco central do trabalho.



Figura 3. Proporção das categorias de publicações no campo de anomalias em répteis.

Os estudos levantados nos últimos 60 anos, além de escassos, são fragmentados, com ênfase em casos pontuais e sem muitos registros para espécies específicas. Há muitas anomalias que não são descritas de maneira apropriada, com falta de detalhamento ou mesmo sem a explicação propriamente dita, o que não torna os registros menos válidos, mas dificulta a comparação com outros trabalhos. Por fim, os poucos estudos experimentais disponíveis, apesar de possuírem um caráter sistemático, não focavam nas anomalias do desenvolvimento e suas causas, e sim em outras questões relativas ao desenvolvimento ontogenético, e encontraram anomalias como consequência da variação nos tratamentos.

### III. Justificativa

Considerando a falta de conhecimento que se tem sobre as anomalias do desenvolvimento de lagartos, assim como o eminente aquecimento global, este estudo busca esclarecer os efeitos da variação da temperatura na incubação dos ovos dos lagartos do gênero *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820).

*Tropidurus torquatus*, popularmente conhecido como calango, é uma espécie com ampla distribuição no Cerrado (Rodrigues, 1987), sinantrópica e de fácil captura. Apresenta desova com uma média de 5 ovos, podendo chegar a 10, e é uma das poucas espécies brasileiras de lagartos cujo estagiamento já se encontra descrito (Rapp Py-Daniel et al., 2017). (Wiederhecker et al., 2002; Ortiz et al., 2014). Desta forma, torna-se a espécie ideal para o estudo do efeito do aumento da temperatura durante a incubação dos ovos e sua estreita relação com anomalias desenvolvimento.

## **IV. Objetivos**

### **IV.1. Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é descrever como a variação na temperatura de incubação dos ovos afeta o desenvolvimento de lagartos do Cerrado da espécie *Tropidurus torquatus*.

### **IV.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- 1) Observar como o aumento da temperatura influi na mortalidade dos embriões de *Tropidurus torquatus*;
- 2) Analisar como a temperatura afeta o desenvolvimento normal dos embriões pelo surgimento de anomalias do desenvolvimento.

## **V. Material e Métodos**

### **V.1. Obtenção e manutenção das fêmeas grávidas**

Foram coletadas 43 fêmeas de *Tropidurus torquatus* grávidas no período entre outubro a dezembro de 2017 e 2018. As fêmeas foram capturadas por busca ativa, por captura manual e com auxílio de laço. As coletas ocorreram em áreas urbanas e periurbanas da cidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil, durante o período reprodutivo da espécie (Wiederhecker et al., 2002). Uma vez capturadas, as fêmeas foram identificadas, e levadas para o biotério do Instituto de Ciências Biológicas. As coletas foram realizadas sob licença SISBIO/IBAMA #53268-1.

No biotério, as fêmeas foram colocadas em terrários coletivos com dimensões de 70x30x50 cm, contendo até 5 fêmeas por terrário, forrados com terra e vermiculita, umidificados diariamente. Água e alimento foram fornecidos *Ad libitum*. Como os animais são heliófilos, isto é, precisam aquecer o corpo para realizar suas atividades, foram utilizadas placas de aquecimento que garantem uma temperatura constante durante dia e noite.

Os terrários foram checados diariamente durante todo o período de permanência das fêmeas, que foram mantidas no biotério até o momento da desova. Após a desova, a fêmea que desovou foi identificada e eutanasiada com sobredose de anestésico Thionembutal 100mg/ml, para que seu tecido fosse extraído e preservado para estudos futuros.

Os procedimentos de manutenção dos lagartos, bem como o subsequente tratamento com os embriões foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília (CEUA 116/2017).

### **V.2. Tratamento dos ovos**

As desovas foram numeradas ordinalmente com relação as demais. Os ovos foram retirados do terrário, limpos, individualizados e identificados com o ano da desova e número ordinal do ovo. Cada ovo foi colocado individualmente em recipiente plástico identificado, preenchido com vermiculita, e umidificado

com 50 ml de água, e tampado a fim de manter a umidade no interior sempre constante. Para minimizar o efeito genético da linhagem, os ovos foram aleatoriamente alocados em um dos cinco tratamentos, descritos abaixo. Todos os recipientes plásticos contendo os ovos foram conferidos diariamente para que os nascimentos fossem detectados. Caso fosse observada a perda de umidade no recipiente era feita administração de água.

Os tratamentos foram: (Controle) à 30°C constante; (A) em campo; (B) à 32,5°C constante; (C) à 32,5°C com picos de duas horas à 39°C; e (D) à 35°C constante. O tratamento A (Figura 4) consistiu em uma simulação do ambiente natural, com os potes colocados em uma gaiola alocada ao ar livre, protegida da ação direta de intemperes como luz do sol, chuva e ventos (Vitt & Goldberg, 1983). A temperatura na gaiola foi monitorada através de um termômetro digital, que registrava a temperatura em intervalos de 20 minutos.



Figura 4. Gaiola posicionada em área externa para realização do tratamento A do experimento.

Os demais tratamentos foram realizados com o uso de incubadoras da marca Premium Ecológica®, em ambiente controlado dentro do biotério. Todas as incubadoras foram preenchidas com água para garantir umidade constante e

um funcionamento ideal do equipamento, com variações mínimas de temperatura no interior da mesma (Figura 5).

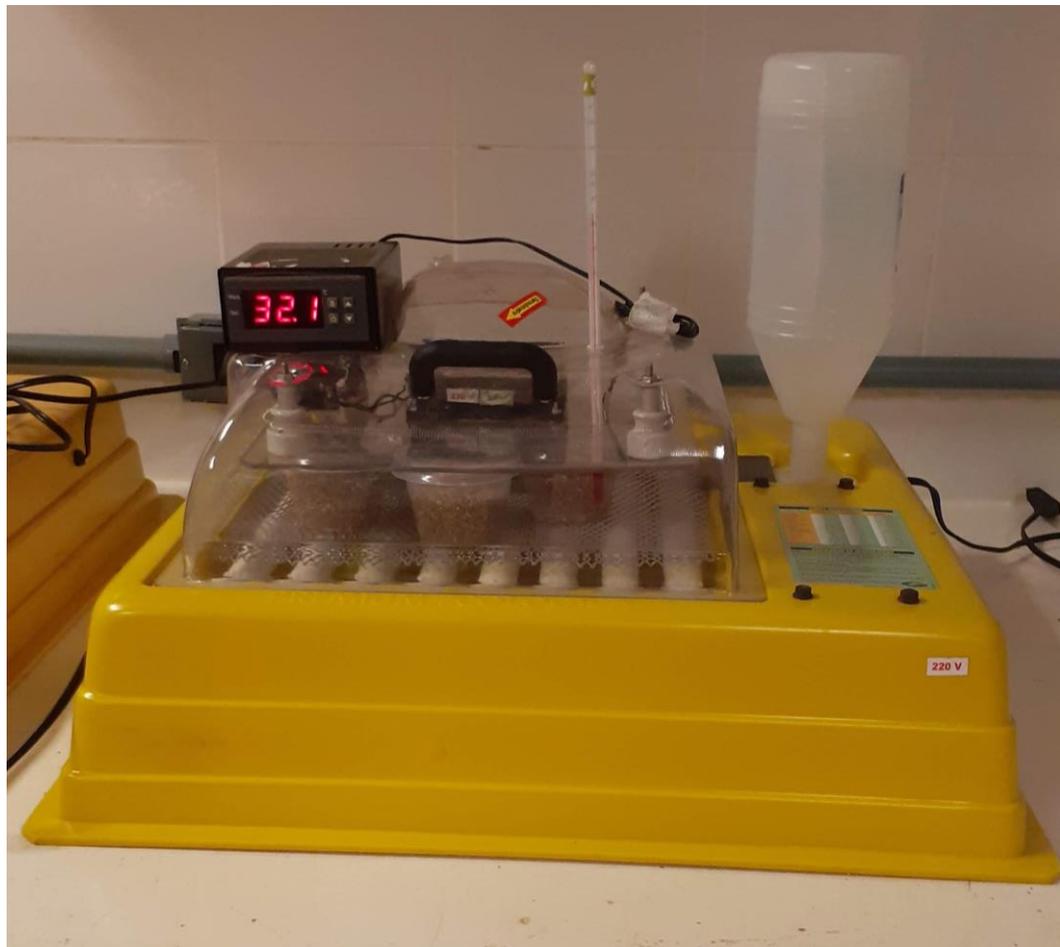


Figura 5. Exemplo de incubadora utilizada nos tratamentos Controle, B, C e D.

A primeira incubadora foi programada para manter uma temperatura constante de 30° C. Esta temperatura corresponde a temperatura Controle, uma vez que o estudo de ontogenia realizado com a espécie (Rapp Py-Daniel et al., 2017) utilizou desta temperatura. A segunda incubadora (Tratamento B), foi programada para manter uma temperatura constante de 32,5° C, simulando então uma situação de aquecimento leve do planeta. Para uma situação de aquecimento moderado, (Tratamento C), com picos de temperatura máxima, a terceira incubadora foi programada para também manter uma temperatura constante de 32,5° C, mas, durante um período de duas horas por dia, a temperatura foi elevada para 39° C. Por fim o último tratamento (Tratamento D),

a incubadora simulou uma situação de aquecimento extremo, com a temperatura mantida a 35° C constante.

O número absoluto de ovos viáveis assim como o número de embriões e neonatos com anomalias congênitas encontradas em cada tratamento foram utilizados para calcular das taxas de anomalias. A fim de se verificar a significância dos dados, uma análise de variância (Qui-quadrado) foi aplicado.

### **V.3. Manuseio de embriões e neonatos**

Uma vez que o nascimento tenha sido observado, o recipiente com o neonato foi retirado da incubadora. O indivíduo foi, então, pesado com o uso de uma balança de precisão e realocado em um novo recipiente, onde era fornecido água e comida (larvas de *Tenebrio* sp.). Os animais foram eutanasiados com a utilização de Thionembutal 100mg/ml e Lidocaine 20 mg/ml, para então serem fixados em solução de Baker.

Os ovos que não eclodiram dentro do período de incubação registrado para a espécie (de três a cinco meses)(Wiederhecker et al., 2002; Ortiz et al., 2014), bem como aqueles que evidenciavam a morte do embrião pelo aspecto externo do ovo (por exemplo, a casca enrugada ou seca), foram retirados da incubadora e fixados em solução de Baker por 48 horas. Após a fixação, os ovos foram transferidos para tubos Falcon® individuais, preenchidos com álcool etílico 70%.

Para facilitar a extração dos embriões dos ovos, o álcool foi substituído por água e os tubos aquecidos em uma estufa por 24 horas. Então, com a utilização de uma lupa estereoscópica Nikon®, os ovos foram cuidadosamente abertos, e o embrião, quando presente, separado do vitelo, para posterior análise detalhada.

#### V.4. Obtenção de imagens, análise de dados e descrição das anomalias

Todos os espécimes foram fotografados com o uso de câmera Canon® Eos 40D DS126171. Os neonatos foram radiografados com o uso de uma máquina de raios-x (Faxitron DX), para que estruturas internas pudessem ser avaliadas sem que o espécime fosse destruído. No caso dos embriões que não concluíram o seu desenvolvimento, foi determinado o estágio desenvolvimento que o animal se encontrava pela comparação com a tabela de estagiamento descrita para a espécie (Rapp Py-Daniel et al., 2017).

Para fins de comparação, as radiografias de um indivíduo neonato sem anomalias foram utilizadas para descrição das anomalias e determinação dos ossos e estruturas afetadas nos demais indivíduos, conforme indicado na Figura 6.

Para a descrição e nomenclatura das anomalias congênitas encontradas, as imagens tanto dos embriões quanto dos neonatos foram comparadas com a bibliografia levantada nos últimos 60 anos, mas principalmente os trabalhos de Bell (2006), Sant'Anna e colaboradores (2013) e Cedillo-Leal e colaboradores (2017). As imagens de raios-x obtidas foram utilizadas para visualizar anomalias ósseas internas, principalmente associadas a coluna vertebral e membros.

De acordo com Bell (2006), as anomalias foram classificadas, em **leves**, quando muito provavelmente geram pouco ou nenhum comprometimento funcional da estrutura do indivíduo, **moderadas**, quando podem gerar desvantagens competitivas no organismo ao comprometer as estruturas, ou **severas**, quando a existência da anomalia torna o embrião inviável.

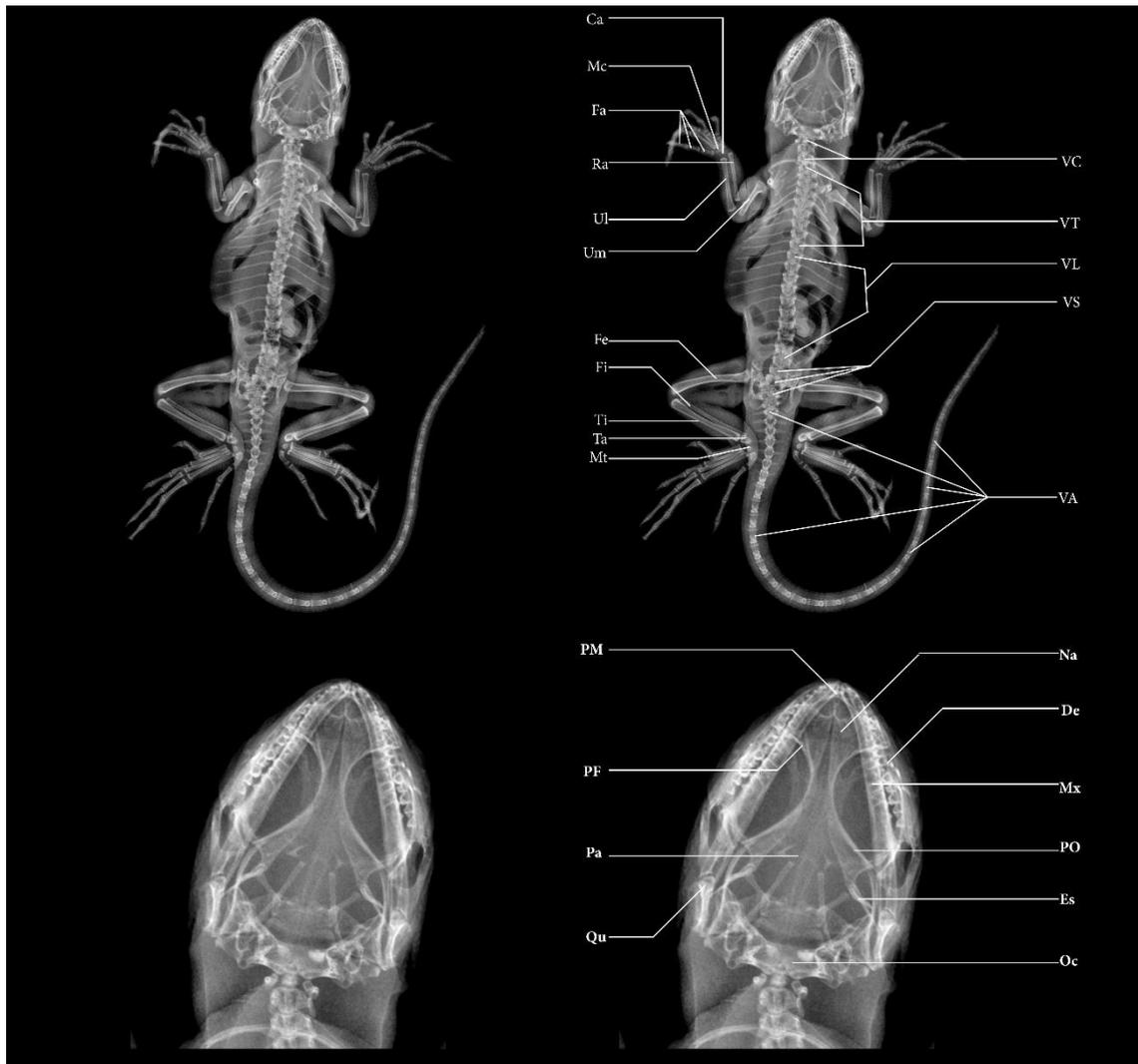


Figura 6. Ossos visualizados nas radiografias de *Tropidurus torquatus*, descritos com base em Klaczko *et al*, 2019. Ca: Carpais; De: Dentário; Es: Esquamosal; Fa: Falanges; Fe: Fêmur; Fi: Fíbula; Mc: Metacarpais; Mt: Metatarsais; Mx: Maxilar; Na: Nasal; Oc: Occipital; Pa: Parietal; PF: Pré-frontal; PM: Pré-maxilar; PO: Pós-orbital; Qu: Quadrado; Ra: Rádio; Ta: Tarsais; Ti: Tíbia; Ul: Ulna; Um: Úmero; VA: Vértebras Caudais; VC: Vértebras Cervicais; VL: Vértebras Lombares; VS: Vértebras Sacrais; VT: Vértebras Torácicas

## VI. Resultados

### VI.1. Avaliação da temperatura na viabilidade dos ovos, embriões viáveis e anomalias por tratamento

Ao todo, foram obtidos 150 ovos, de um total de 27 desovas, 13 em 2017 e 14 em 2018. Ao tratamento controle foram submetidos 34 ovos, 32 ao tratamento A, 28 ao tratamento B, 37 ao tratamento C e 19 ao tratamento D. Do total, 113 ovos foram viáveis, com 84 animais completando o desenvolvimento e vindo a eclodir dos ovos (Tabela 2; para a descrição completa dos dados ver Apêndice 2).

Tabela 2. Número de ovos e embriões e taxas de anomalias por tratamento. (Controle: 30°C constantes; A: em campo; B: 32,5°C constantes; C: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e D: 35°C constantes) *p* representa a significância do teste qui-quadrado entre o tratamento Controle e o tratamento em questão.

TRATAMENTO	OVOS	EMBRIÕES	NEONATOS	TAXAS DE EMBRIÕES COM ANOMALIAS	<i>P</i> (MORTALIDADE X TRATAMENTO)
CONTROLE	34	27	25	40,74%	-
A	32	30	24	36,67%	0.8914
B	28	24	19	20,83%	0.6244
C	37	23	16	43,48%	0.0099
D	19	9	0	44,44%	<0.0001
<b>TOTAL</b>	150	113	84	-	-

As taxas de mortalidade encontradas foram de 26,47% para o tratamento Controle, 25% para o tratamento A, 32,14% para no tratamento B, 43,24% para o tratamento C, e 100% para o tratamento D (Figura 7). Quando comparadas as taxas de mortalidade entre os tratamentos e o controle (Tabela 2) observou-se que o aumento da temperatura gera um aumento significativo na taxa de mortalidade.

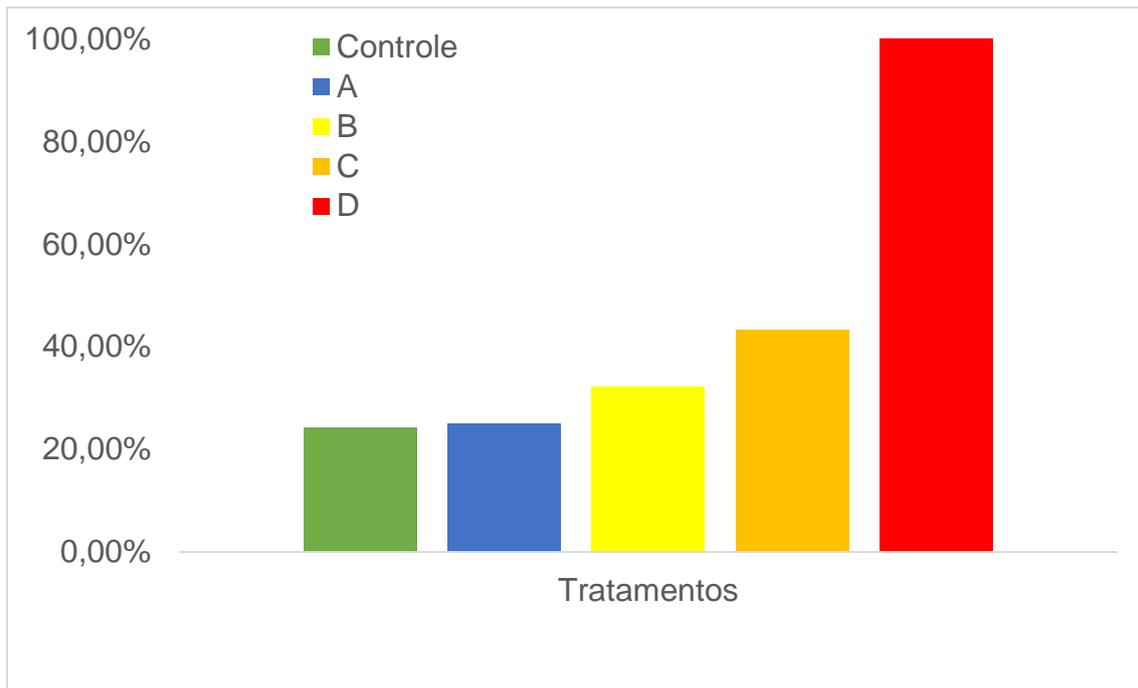


Figura 7. Taxas de mortalidade observadas por tratamento. (Controle: 30°C constantes; A: em campo; B: 32,5°C constantes; C: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e D: 35°C constantes).

Dos 113 embriões analisados, 41 indivíduos apresentaram anomalias, das quais 27 foram classificadas como leves, sete como moderadas e sete como severas (Figura 8 e 9), sendo que os tratamentos influenciaram significativamente os resultados ( $p = 0,0042$ ).

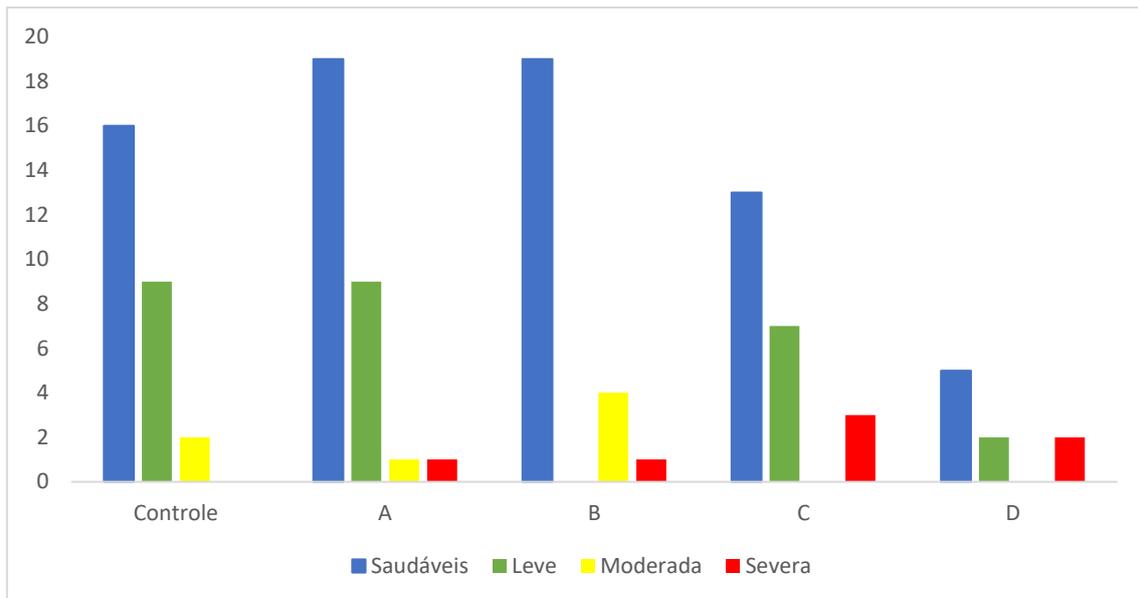


Figura 8. Relações de anomalias e sua proporção com número total de indivíduos por tratamento (Controle: 30°C constantes; A: em campo; B: 32,5°C constantes; C: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e D: 35°C constantes).

As anomalias observadas em cada tratamento estão apontadas abaixo, e foram classificadas de acordo com a tabela presente no Apêndice 1. Ao todo, foram encontradas sete tipos de anomalias entre leves, moderadas e severas:

(1) Leves: a) **amputação de cauda**; b) **cauda enrolada**; c) **hemivértebras** (vértebra formada incompletamente); d) **vértebras caudais deformadas**.

(2) Moderadas: a) **hemimelia**: ausência ou encurtamento dos ossos distais; b) **oligodactilia** número de dígitos inferior ao normal.

(3) Severas: a) **exencefalia**: massa encefálica projetando-se da caixa craniana. Também foram encontradas anomalias que não se enquadram em uma categoria previamente estabelecida, como **deformações do esqueleto**, **deformações do crânio**, e **anomalias extremas**, referenciadas aqui de maneira descritiva, porém consideradas severas.

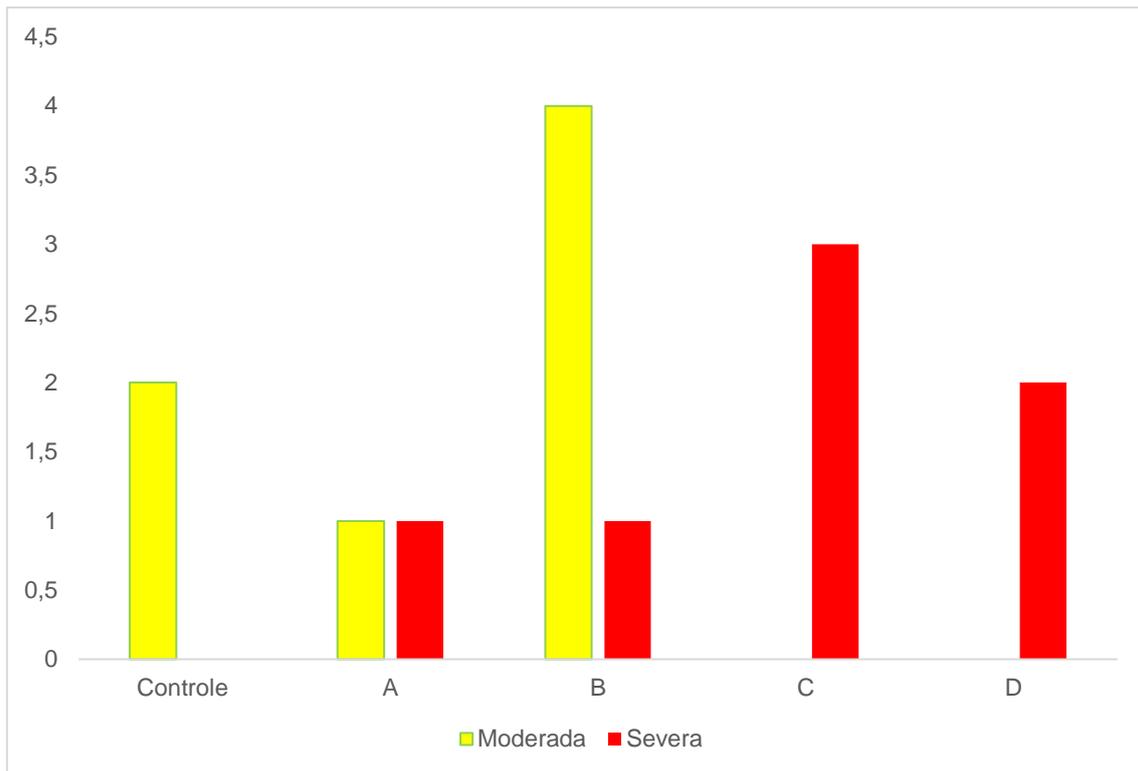


Figura 9. Relação de anomalias moderadas e severas, por tratamento. (A: em campo; B: 30°C constantes; C: 32,5°C constantes; D: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e E: 35°C constantes).

## VI.2. Tratamentos

### VI.2.1. Tratamento Controle: 30°C constantes

Foram submetidos 34 ovos ao tratamento Controle, à 30°C constantes. Destes, 27 se mostraram viáveis (Figura 7), sendo que 11 indivíduos apresentaram anomalias (Figura 10), conforme descrito na Tabela 4, abaixo.

Tabela 3. Relação de indivíduos submetidos ao tratamento B, à 30° constantes, que apresentaram anomalias, com estágio de desenvolvimento, denominação da anomalia e descrição desta.

Indivíduo	Estágio	Anomalia	Descrição
2017E127	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E33	Nasceu	Cauda amputada	Cauda com amputação proximal.
2017E47	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E71	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E97	41	Esqueleto com torções e deslocamentos.	Torções e assimetrias presentes por todo o corpo do indivíduo.
2018E20	Nasceu	Vértebras fundidas	Vértebras caudais fundidas.
2018E03	Nasceu	Cauda enrolada	Extremidade terminal da cauda com projeções ósseas que levam a torção da cauda.
2018E45	Nasceu	Hemivértebra; Vértebras caudais deformadas	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda; Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2018E50	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2018E53	Nasceu	Hemimelia; Oligodactilia; Vértebras caudais deformadas	Redução do osso Úmero e ausência dos ossos Rádio, Ulna, Carpais, Metacarpais e Falanges; Redução no número de dígitos; Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2018E74	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Projeções ósseas nas vértebras caudais

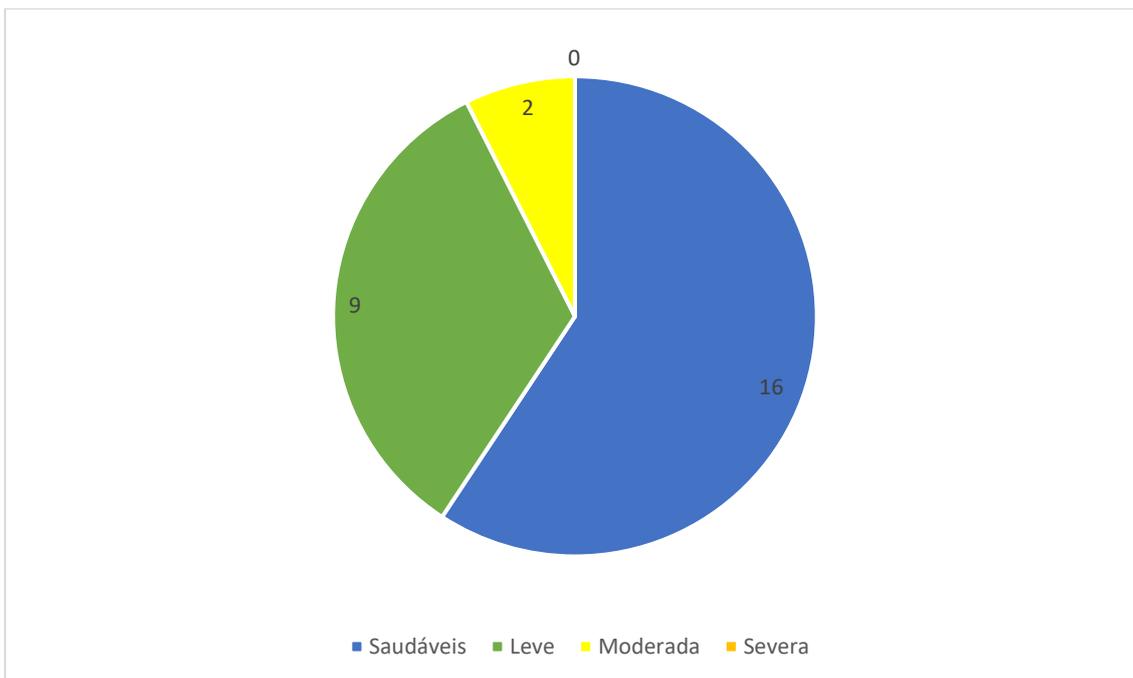


Figura 10. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento Controle.

Dentre as anomalias identificadas foram registradas: **Hemivértebras** em 5 indivíduos (Figura 11); **Vértebras Caudais Deformadas** (Figura 12) em 3 indivíduos; **Hemimelia** (Figura 13), **Oligodactilia** (Figura 13), **Anomalia na Cauda** (Figura 14) e **Exencefalia** (Figura 14), cada uma em um indivíduo.



Figura 11. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E03, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda longa e enrolada. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm.

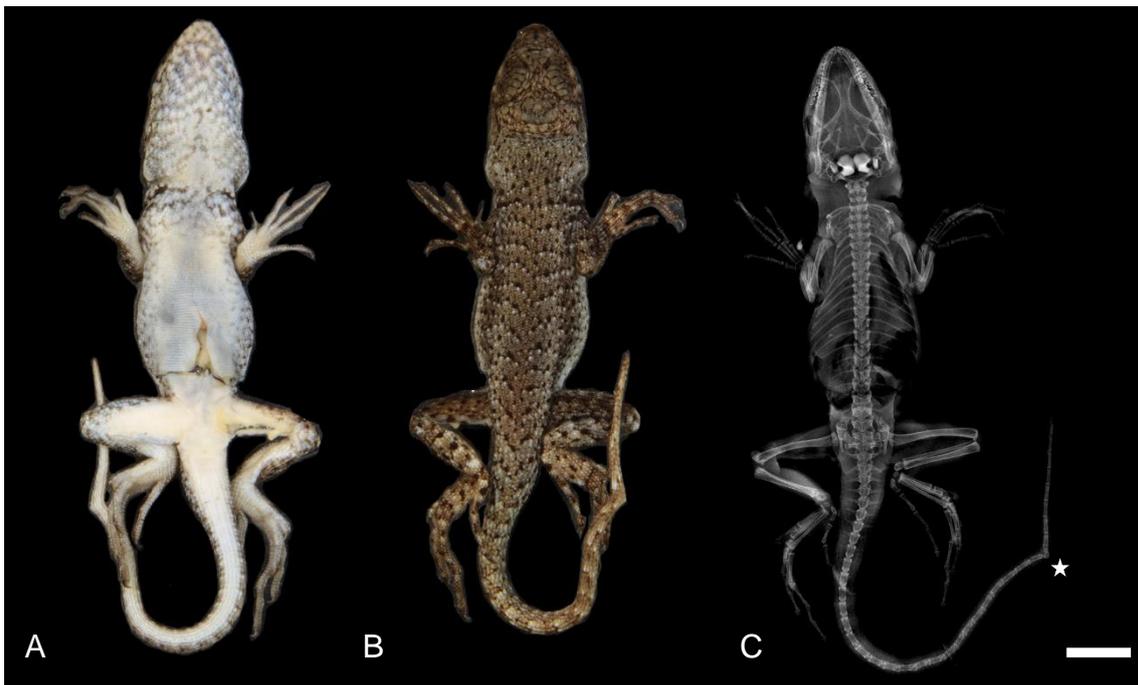


Figura 12. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E127, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda (Hemivértebra) (Estrela). Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm.



Figura 13. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E33, tratamento Controle. Observar a amputação proximal da cauda (Estrela). Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm.

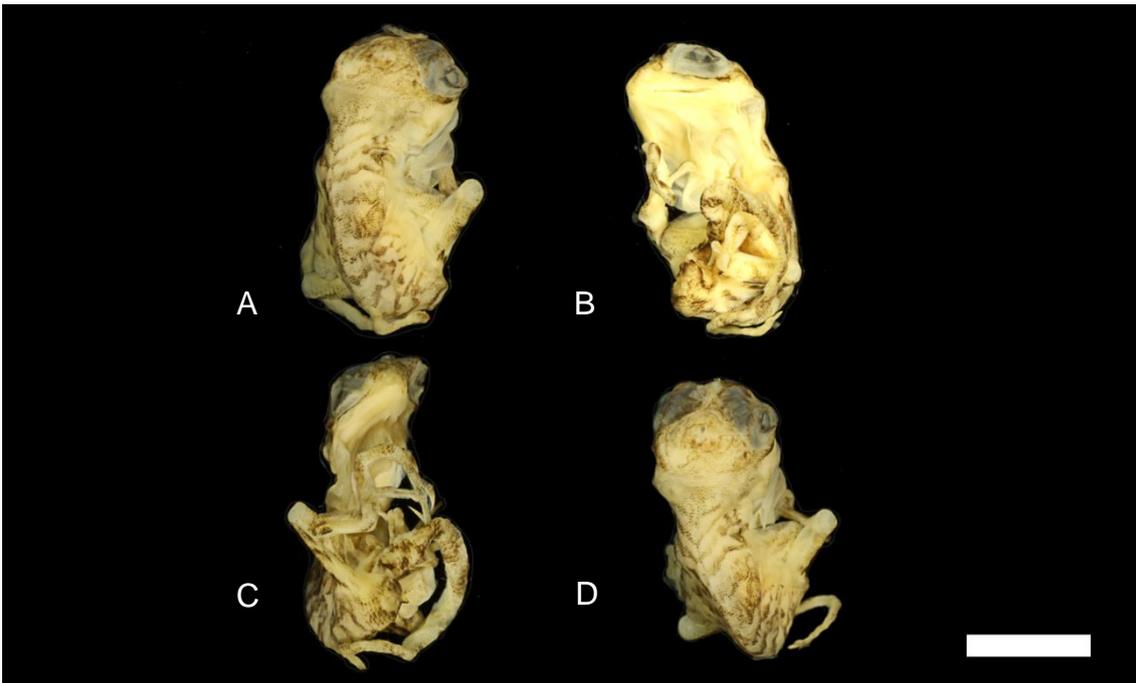


Figura 14. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E97, estágio 41, tratamento Controle. Observar as torções no esqueleto e crânio. Escala = 5mm.

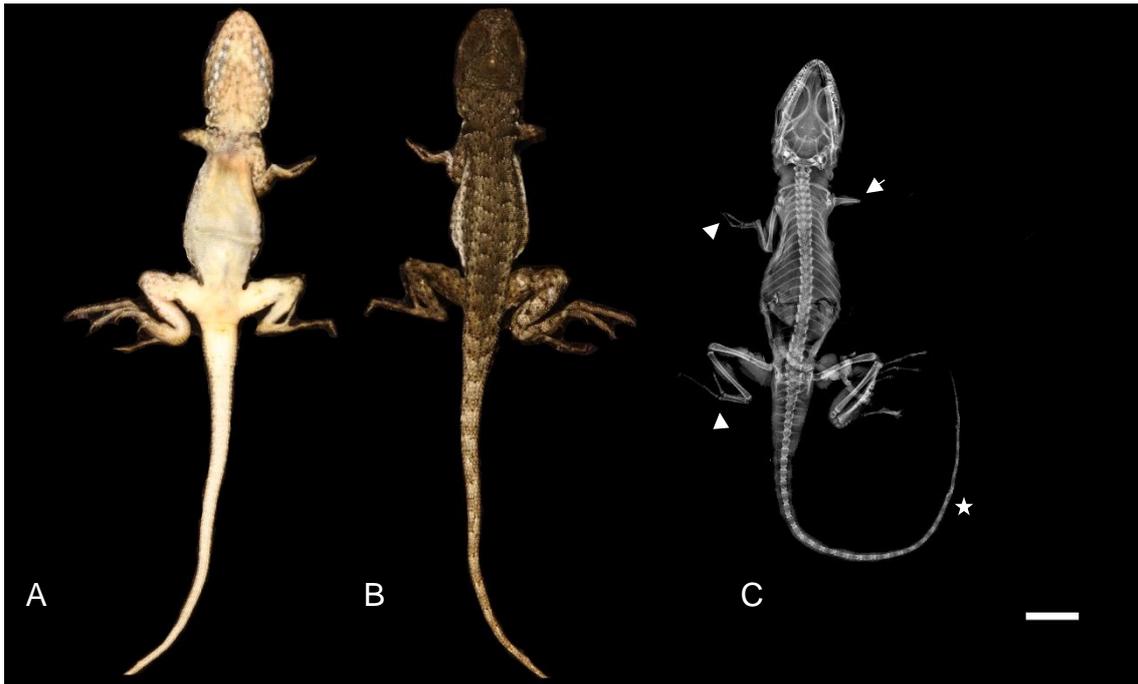


Figura 15. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E53, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda (Hemivertebra), bem como a ausência do membro anterior direito (Hemimelia) (Seta) com redução do Úmero e ausência do Rádio, Ulna, Carpais, Metacarpais e Falanges, bem como a diminuição no número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e a: Vértebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm.

## VI.2.2. Tratamento A: em campo

Durantes os dois períodos de experimento, as temperaturas no tratamento A foram monitoradas. O gráfico abaixo (Figura 16) mostra a variação geral das temperaturas, bem como a máxima e a mínima e a temperatura média durante o experimento.

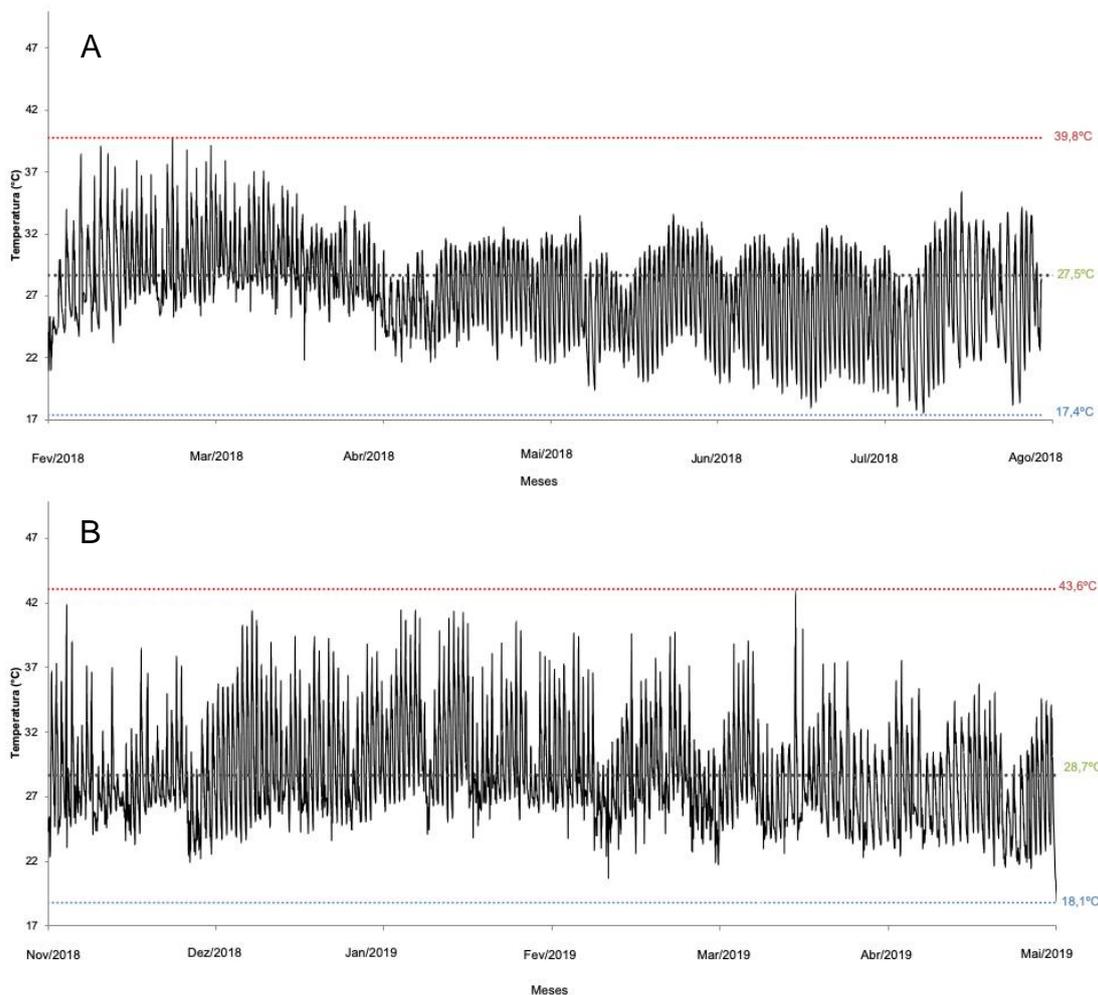


Figura 16. Evolução da temperatura no tratamento A (em campo) durante os dois períodos do experimento. Linhas vermelhas representam a temperatura máxima; linhas azuis representam a temperatura mínima; e linhas verdes representam a temperatura média., onde A referente ao período de fevereiro à agosto de 2018 e B referente ao período de Novembro de 2018 à maio de 2019.

Foram submetidos 32 ovos ao tratamento A, em campo. Destes, 30 se mostraram viáveis (Figura 7), sendo que 11 indivíduos apresentaram anomalias (Figura 17), conforme descrito na Tabela 3, abaixo.

Tabela 4. Relação de indivíduos submetidos ao tratamento A, em campo, que apresentaram anomalias, com estágio de desenvolvimento, denominação da anomalia e descrição desta.

Indivíduo	Estágio	Anomalia	Descrição
2017E104	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2017E110	40	Exencefalia	Protrusão de massa encefálica do crânio
2017E51	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E70	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E77	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E96	Nasceu	Hemimelia; Oligodactilia	Ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais, Falanges; Redução no número de dígitos.
2018E27	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2018E36	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2018E42	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda e projeção óssea.
2018E43	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Calcificação lateral na vértebra caudal levando.
2018E55	41	Anomalia na cauda	Extremidade terminal da cauda com torção.

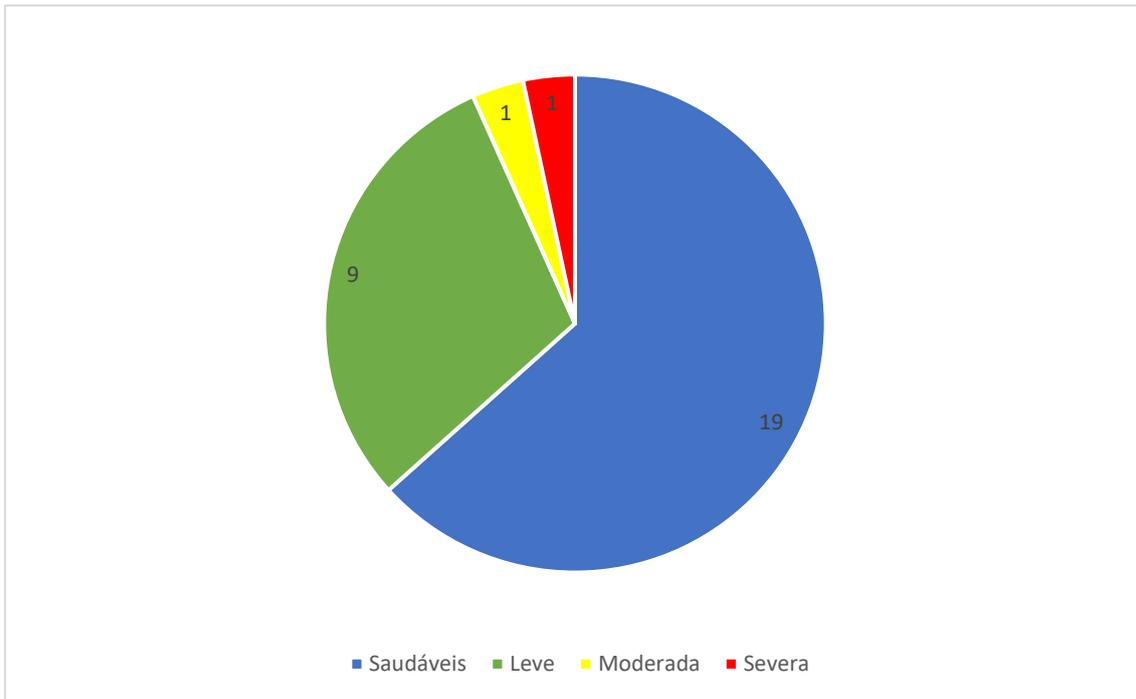


Figura 17. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento A.

Dentre as anomalias identificadas foram registradas: **Hemivértebras** em 5 indivíduos (Figura 18), **Vértebras Caudais Deformadas** (Figura 19) em 3 indivíduos; **Hemimelia** (Figura 20), **Oligodactilia** (Figura 20); **Anomalia na Cauda** (Figura 21) e **Exencefalia** (Figura 21), cada uma em um indivíduo.

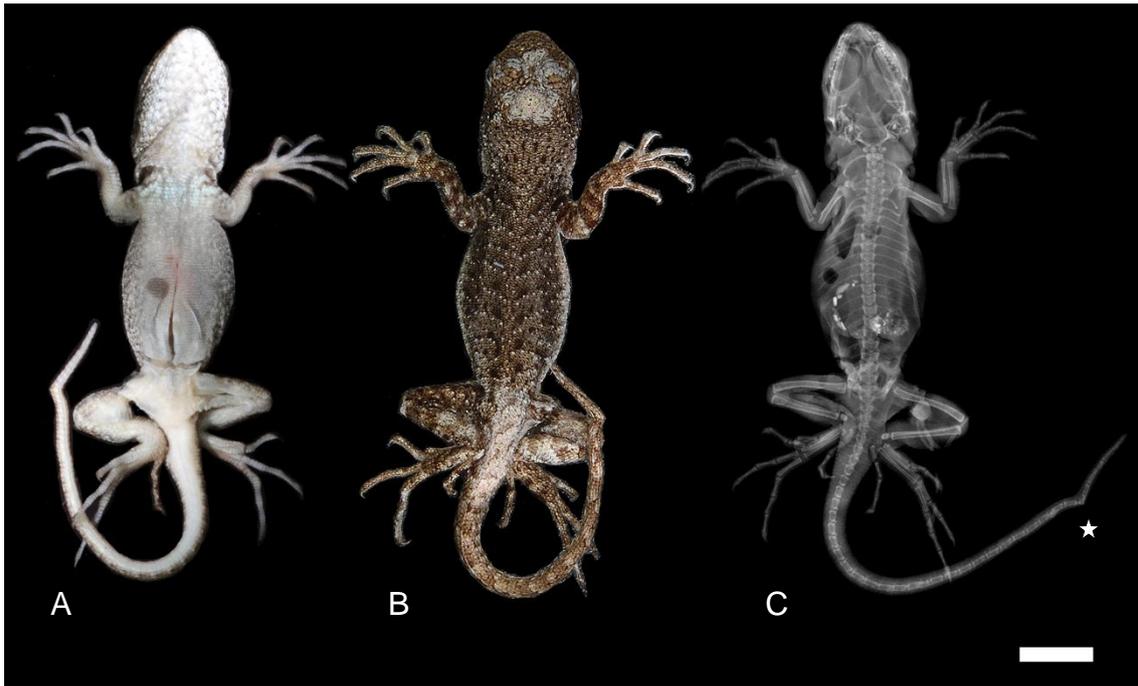


Figura 18. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E70, Tratamento A. Observar anomalia leve (Hemivértebra) (Estrela) na cauda. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5 mm.

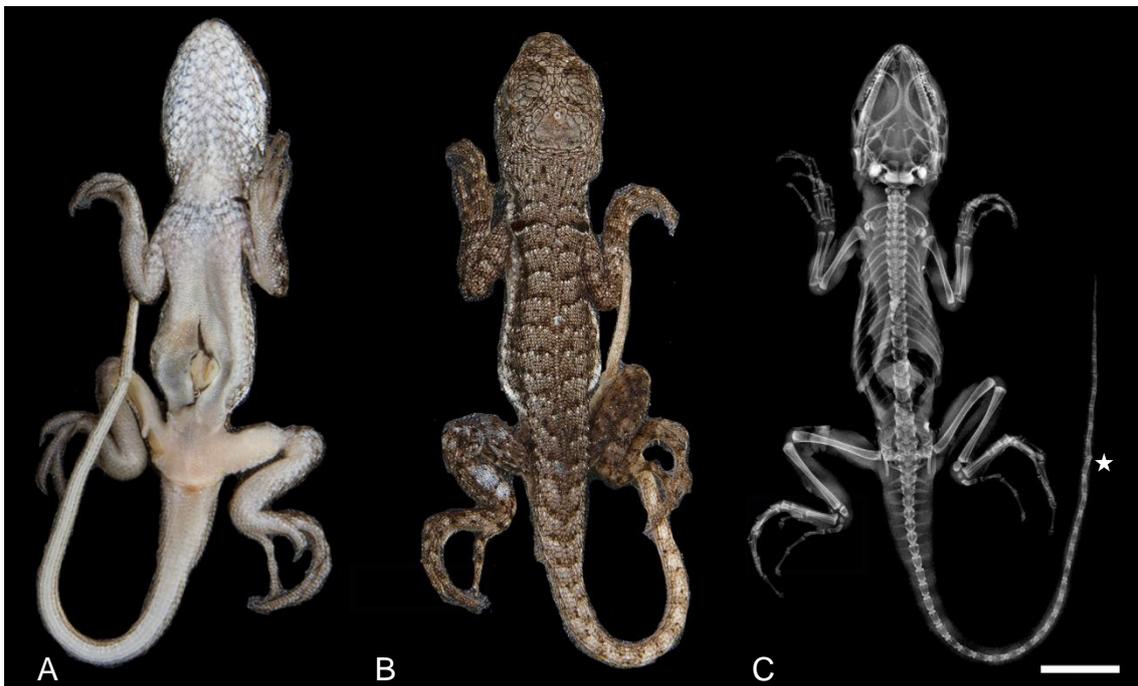


Figura 19. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E70, tratamento A. Observar anomalia leve (Vértebra Caudal Deformada) (Estrela) na cauda. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5 mm.

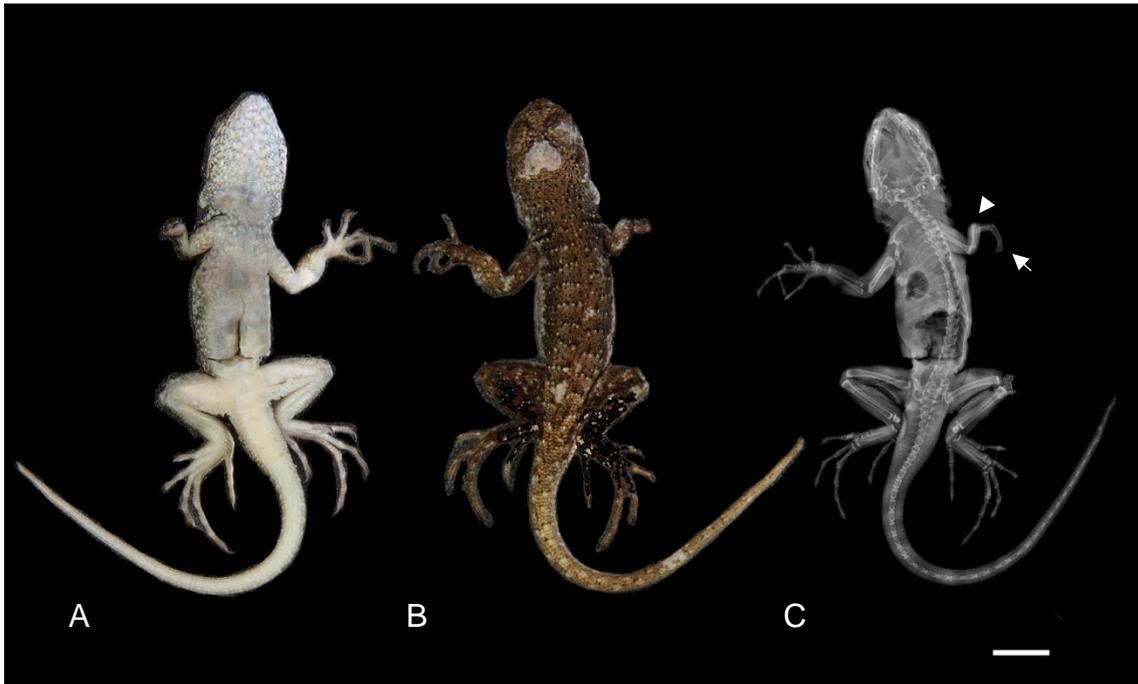


Figura 20. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E96, tratamento A. Observar a ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarais e Falanges (Hemimelia) (Ponta de seta) e a diminuição no número de dígitos (Oligodactilia) (Seta). Escala = 5mm.

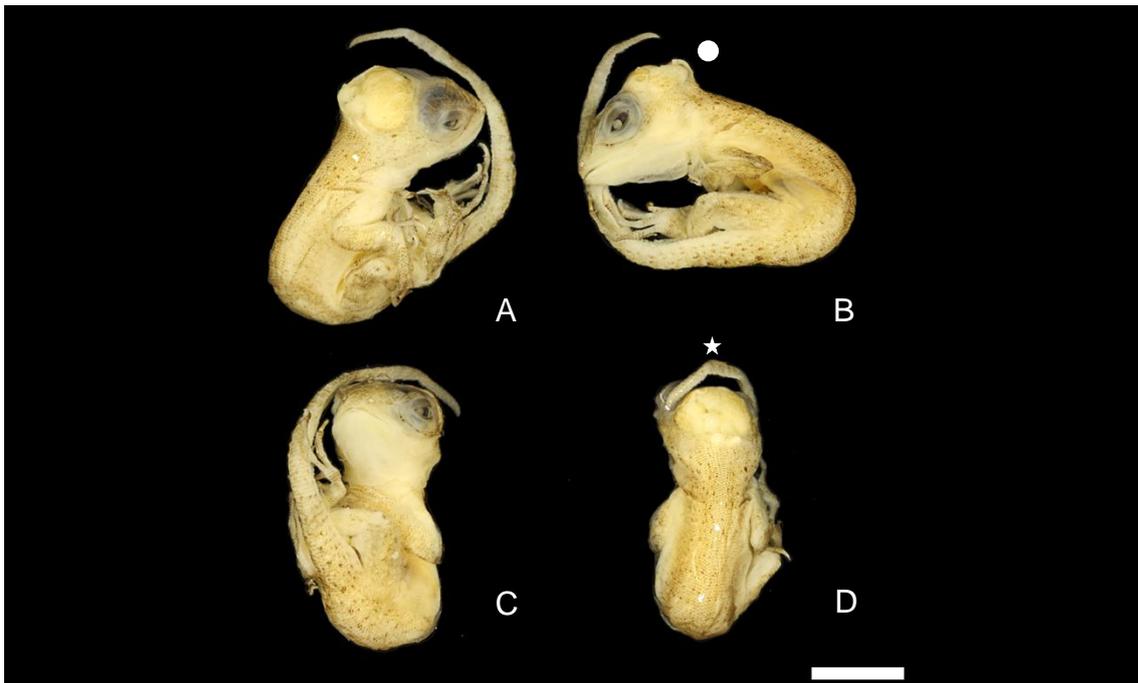


Figura 21. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E110, estágio 40, tratamento A. Observar a protusão de massa encefálica (Exencefalia) (Círculo) e anomalia na cauda (Estrela). Escala = 5mm.

### VI.2.3. Tratamento B: 32,5°C constantes

Foram submetidos 28 ovos ao tratamento B, à 32,5°C constantes. Destes, 24 se mostraram viáveis (Figura 7), sendo que 5 indivíduos apresentaram anomalias (Figura 22), conforme descrito na Tabela 5, abaixo.

Tabela 5. Relação de indivíduos submetidos ao tratamento B, à 32,5°C constantes, que apresentaram anomalias, com estágio de desenvolvimento, denominação da anomalia e descrição desta.

Indivíduo	Estágio	Anomalia	Descrição
2018E19	Nasceu	Hemimelia; Oligodactilia; Vertebras caudais deformadas	Redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges; Redução no número de dígitos; Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2018E24	?	Anomalia severa ou em estágio muito inicial	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
2018E41	Nasceu	Hemimelia	Redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges.
2018E47	Nasceu	Hemimelia; Oligodactilia; Hemivértebra	Ausência dos ossos Rádio, Carpais e Metacarpais e Falanges; Redução no número de dígitos; Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2018E54	Nasceu	Hemimelia; Vértebra caudal deformada	Ausência dos ossos Fíbula, Tarsais, Metatarsais e Falanges; Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda e projeção óssea.

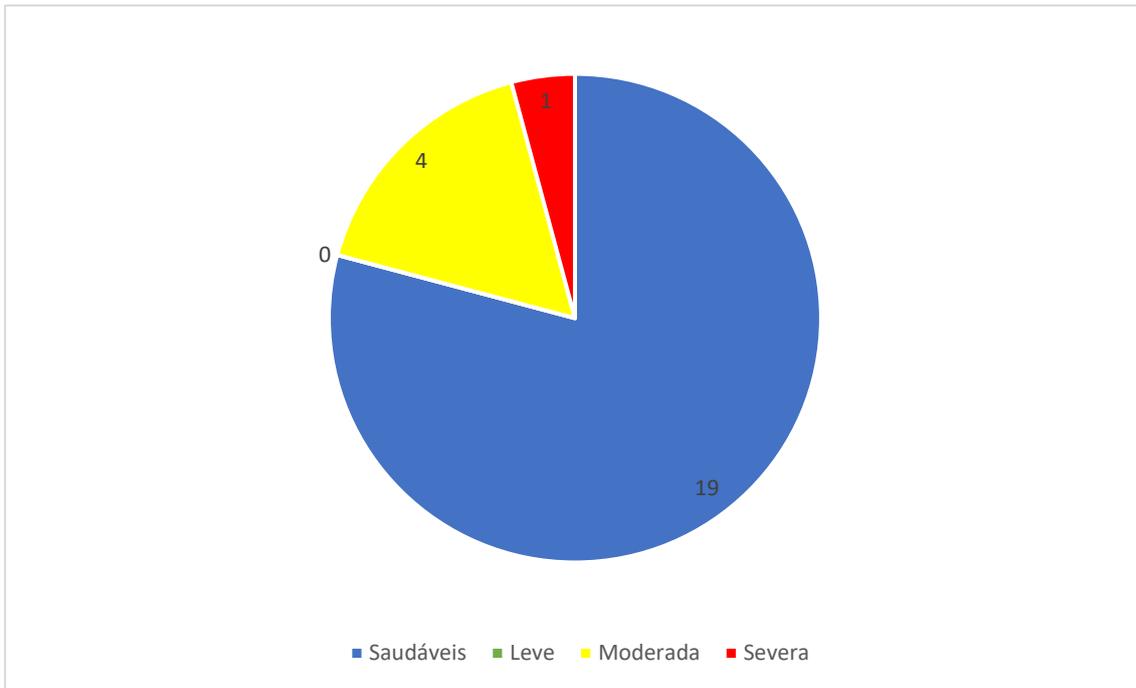


Figura 22. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento B.

Dentre as anomalias identificadas foram registradas: **Hemimelia** (Figura 23 a 26) em 4 indivíduos; **Oligodactilia** (Figura 24) em 2 indivíduos; **Vértebras Caudais Deformadas** em 2 indivíduos; **Hemivértebras** (Figura 22) e Anomalias extremas ou em estágio muito inicial, ambas em um indivíduo cada.

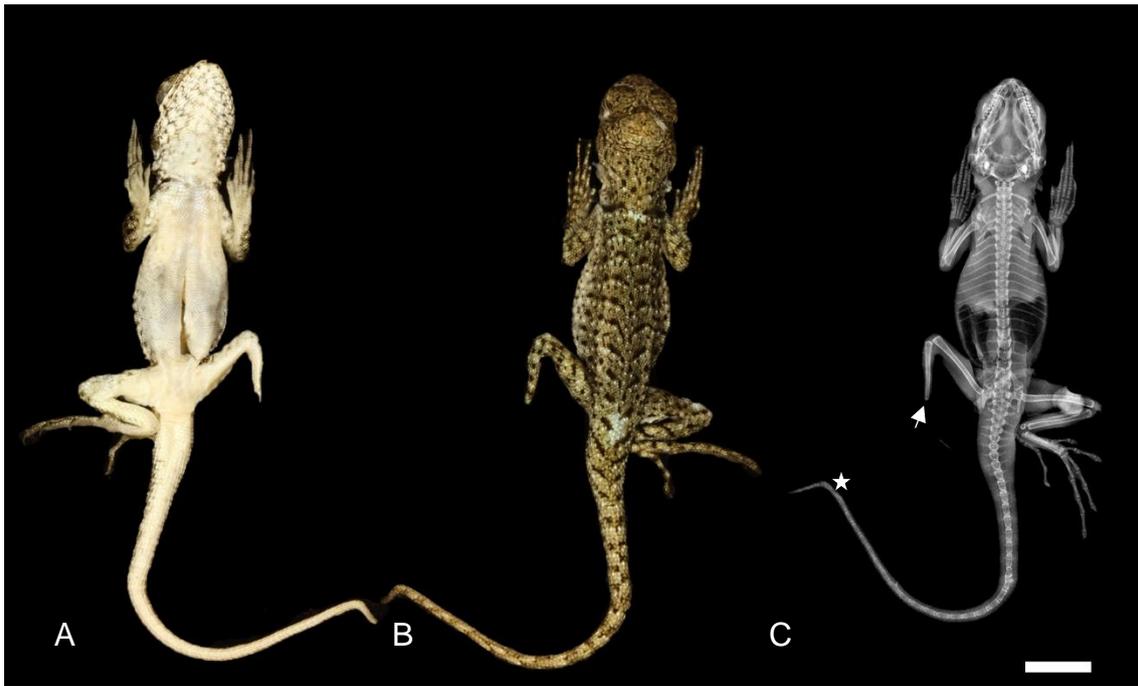


Figura 23. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E54, tratamento B. Seta: hemimelia com ausência de Falanges, Metatarsais, Tarsais e Fibula. Estrela: hemivértebras. Escala = 5mm.

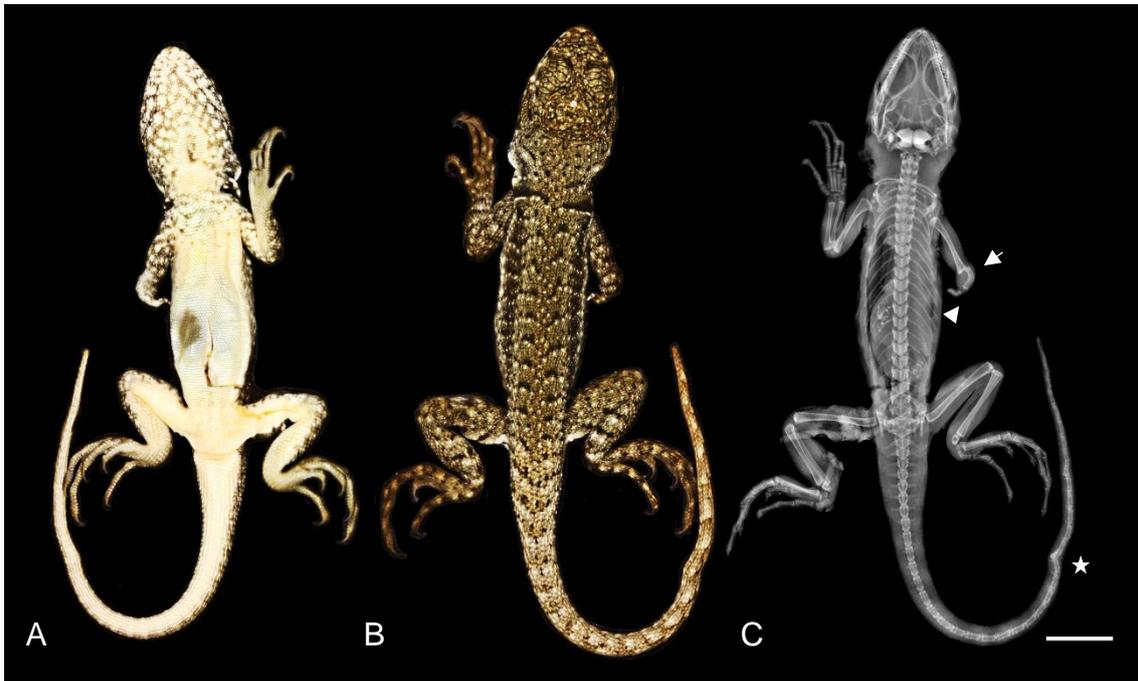


Figura 24. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E19, tratamento B. Observar a redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges (Hemimelia) (Seta), além da redução do número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e Vertebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm.

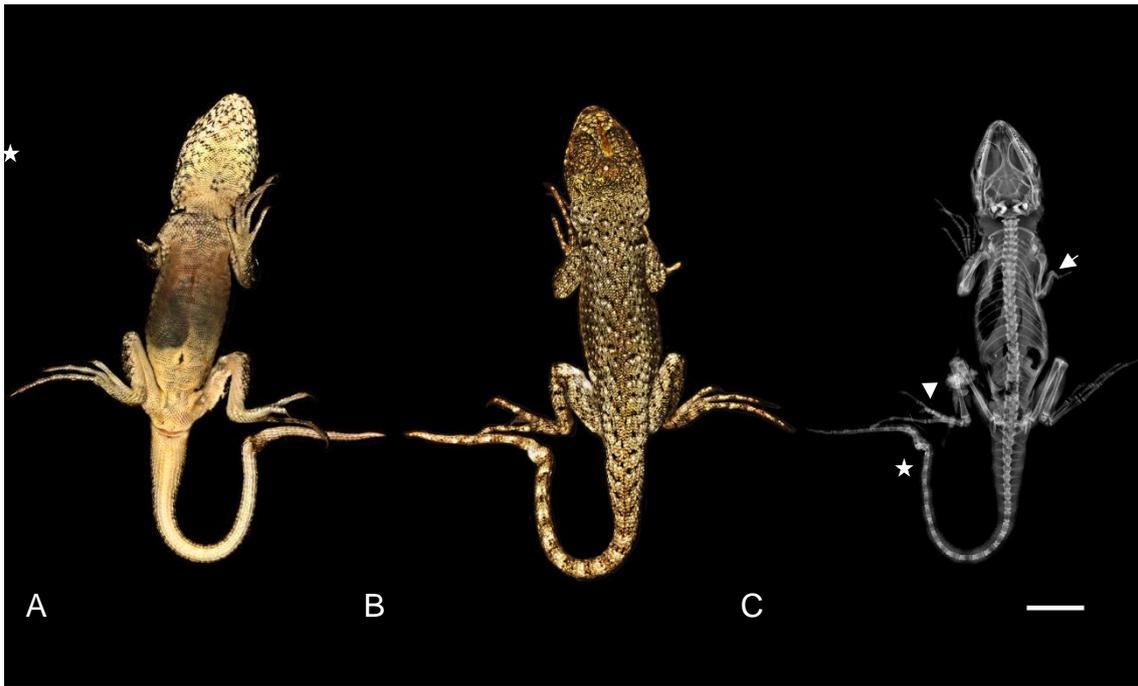


Figura 25. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E47, tratamento B. Observar a ausência dos ossos Rádio, Carpais e Metacarpais (Hemimelia) (Seta), bem como a redução no número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e a Vértebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm.



Figura 26. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E41, tratamento B. Observar a redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges (Hemimelia) (Seta). Escala = 5mm.

#### VI.2.4. Tratamento C: 32,5°C com pico de duas horas à 39°C

Foram submetidos 37 ovos ao tratamento C, à 32,5°C constantes com pico de duração de duas horas à 39°C. Destes, 23 se mostraram viáveis (Figura 7), sendo que 10 indivíduos apresentaram anomalias (Figura 27), conforme descrito na Tabela 6, abaixo.

Tabela 6. Relação de indivíduos submetidos ao tratamento C, à 32,5°C constantes com pico de duração de duas horas à 39°C, que apresentaram anomalias, com estágio de desenvolvimento, denominação da anomalia e descrição desta.

Indivíduo	Estágio	Anomalia	Descrição
2017E109	?	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
2017E125	Nasceu	Hemivértebra; Vertebra caudal deformada	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda; Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2017E126	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Vértebra caudal com curvatura claramente visível levando a torção da cauda.
2017E31	Nasceu	Cauda amputada	Cauda com amputação terminal.
2017E68	Nasceu	Hemivértebra	Corpo vertebral formado parcialmente causando torção na cauda.
2017E69	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2018E25	?	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
2018E32	40	Crânio deformado; Exencefalia	Caixa craniana achatada dorso-ventralmente; Protrusão de massa encefálica do crânio.
2018E49	Nasceu	Vertebra caudal deformada	Calcificação lateral na vértebra caudal levando a torção da cauda.
2018E77	Nasceu	Cauda amputada	Cauda com amputação terminal

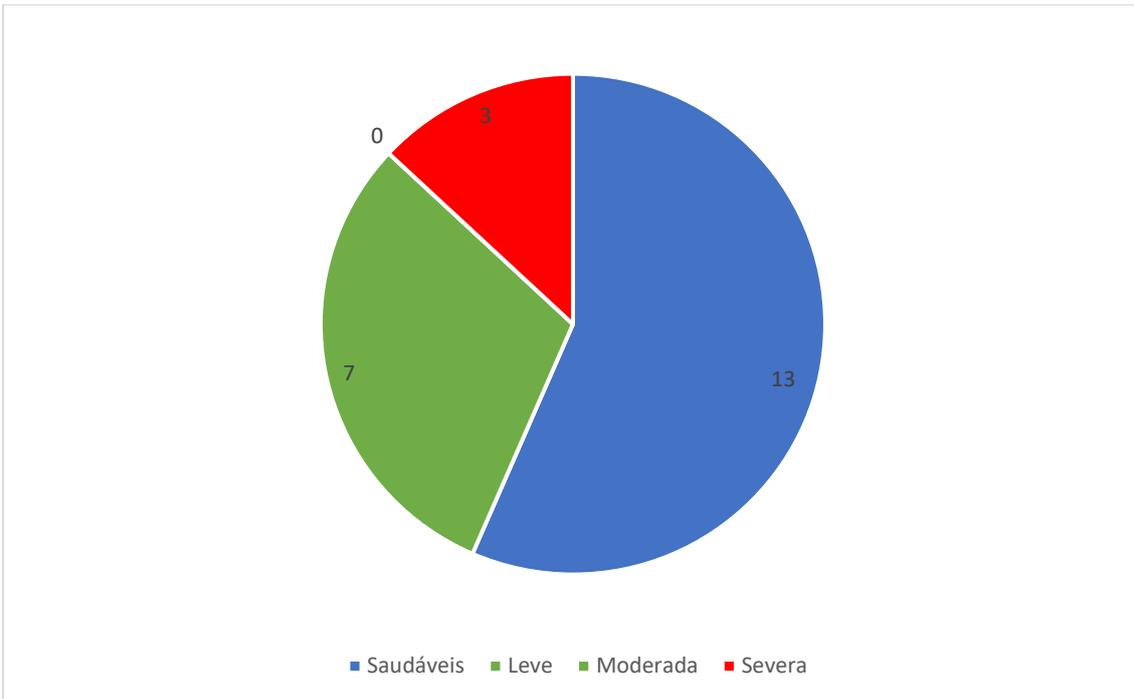


Figura 27. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento C.

Dentre as anomalias identificadas foram registradas: **Vértebras Caudais Deformadas** (Figura 28) e **Hemivértebra** (Figura 28) em 2 indivíduos; **Cauda com amputação terminal** (Figura 27) em 2 indivíduos; **Crânio achatado e exencefalia** (figura 29) em um indivíduo; e **Anomalias Extremas** ocorrendo em 2 indivíduos.

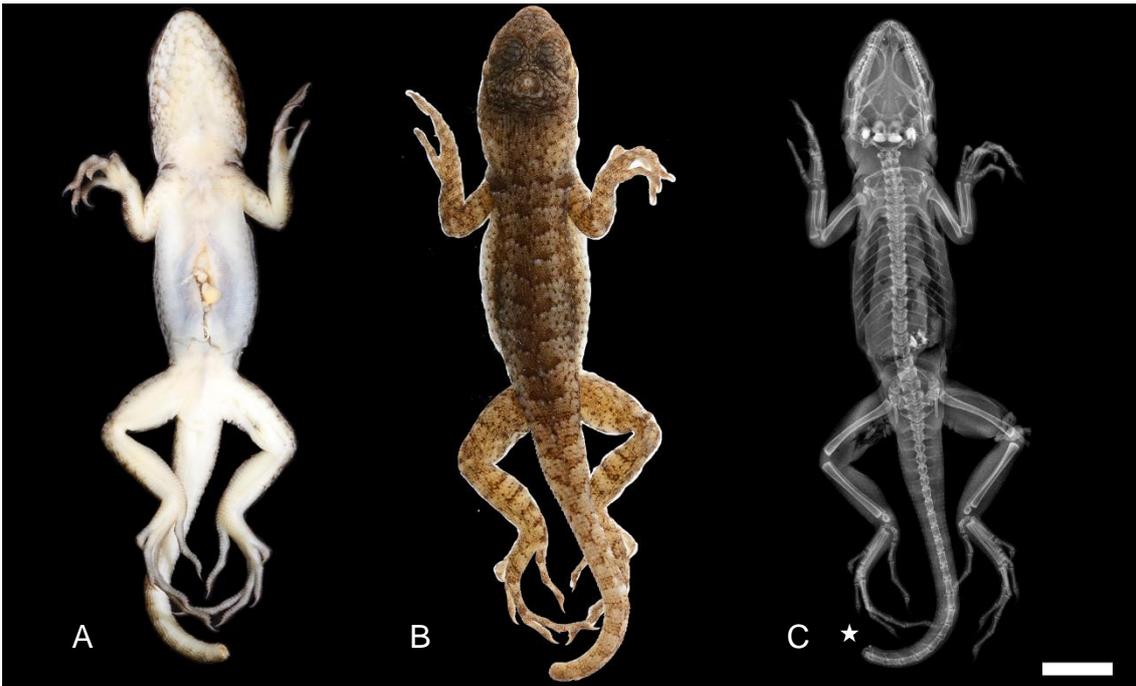


Figura 28. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E31, tratamento C. Observar a amputação da cauda, terminal (Estrela). Escala = 5mm.

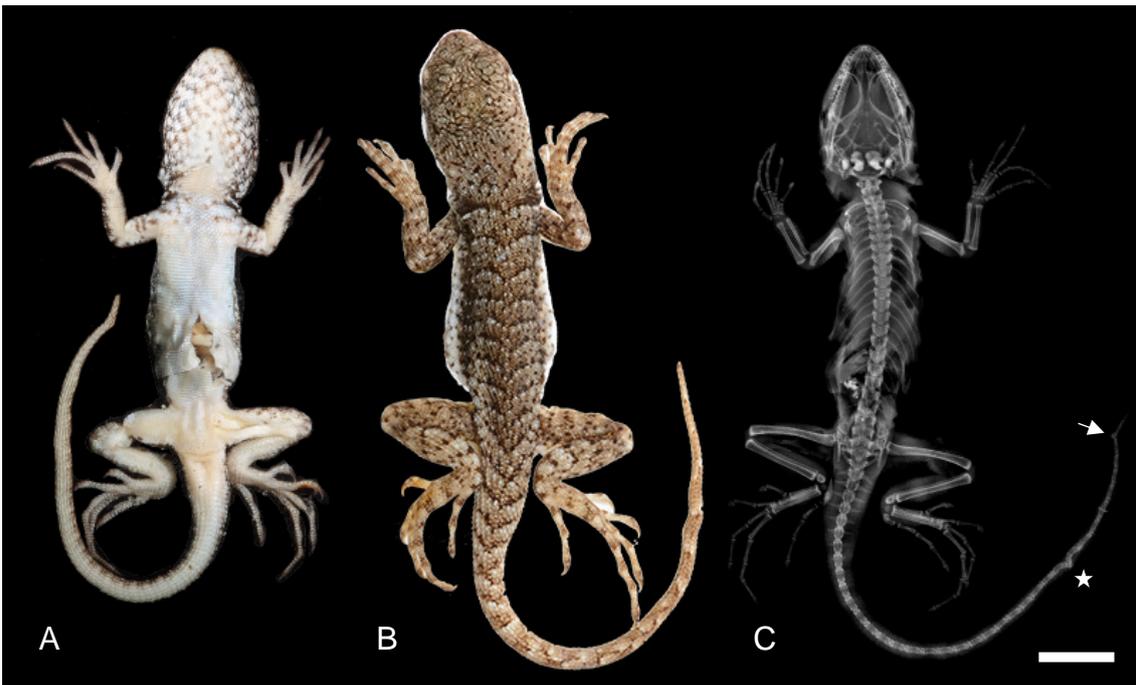


Figura 29. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E125, tratamento C. Observar a Vertebra Caudal deformada (estrela) e o corpo vertebral parcialmente formado (Hemivértebra) (Seta). Escala = 5mm.

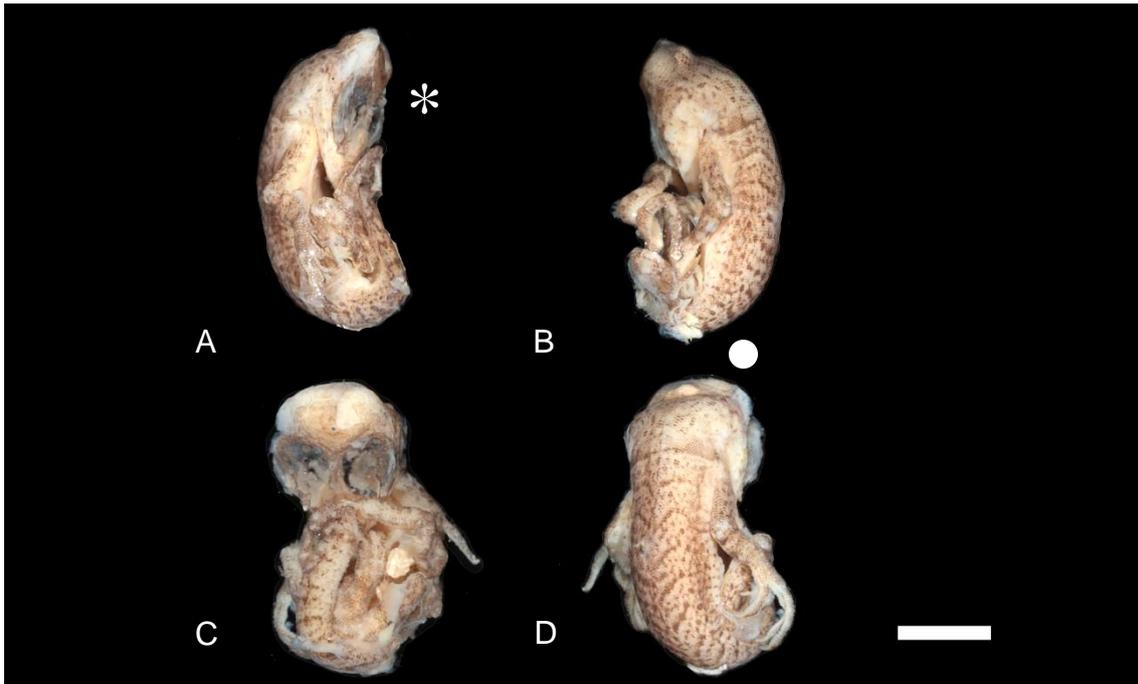


Figura 30. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2018E32, estágio 40, tratamento C. Observar o crânio achatado (Asterisco), assim como a protusão de massa encefálica (Exencefalia) (Círculo). Escala = 5mm.

## VI.2.5. Tratamento D: 35°C constantes

Foram submetidos 19 ovos ao tratamento D, à 35°C constantes. Destes, nenhum se mostrou viável (Figura 7), e 4 indivíduos apresentaram anomalias (Figura 31), conforme descrito na Tabela 7, abaixo.

Tabela 7. Relação de indivíduos submetidos ao tratamento D, à 35°C, que apresentaram anomalias, com estágio de desenvolvimento, denominação da anomalia e descrição desta

Individuo	Estágio	Anomalia	Descrição
2017E100	40	Anomalia na cauda; Pigmentação disforme.	Extremidade terminal da cauda com torção; Pigmentação diferente daquela encontrada neste estágio do desenvolvimento
2017E106	?	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
2017E86	41	Anomalia na cauda	Extremidade terminal da cauda com torção.
2017E99	40	Exencefalia	Protrusão de massa encefálica do crânio

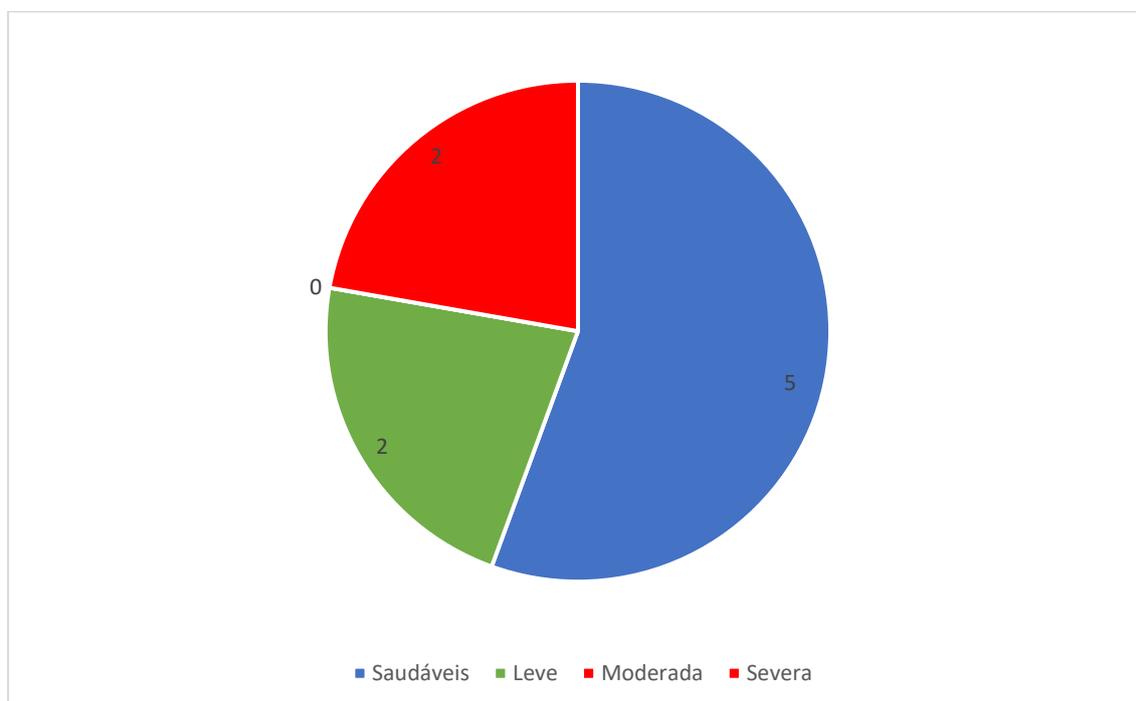


Figura 31. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento D.

Dentre as anomalias foram registradas: **Anomalia na cauda** (Figura 32) em dois indivíduos; **Pigmentação disforme** (Figura 33) em um indivíduo; **Exencefalia** (Figura 33) em um indivíduo; **Anomalias extrema ou em estágio muito inicial** (Figura 34) ocorrendo em um indivíduo.

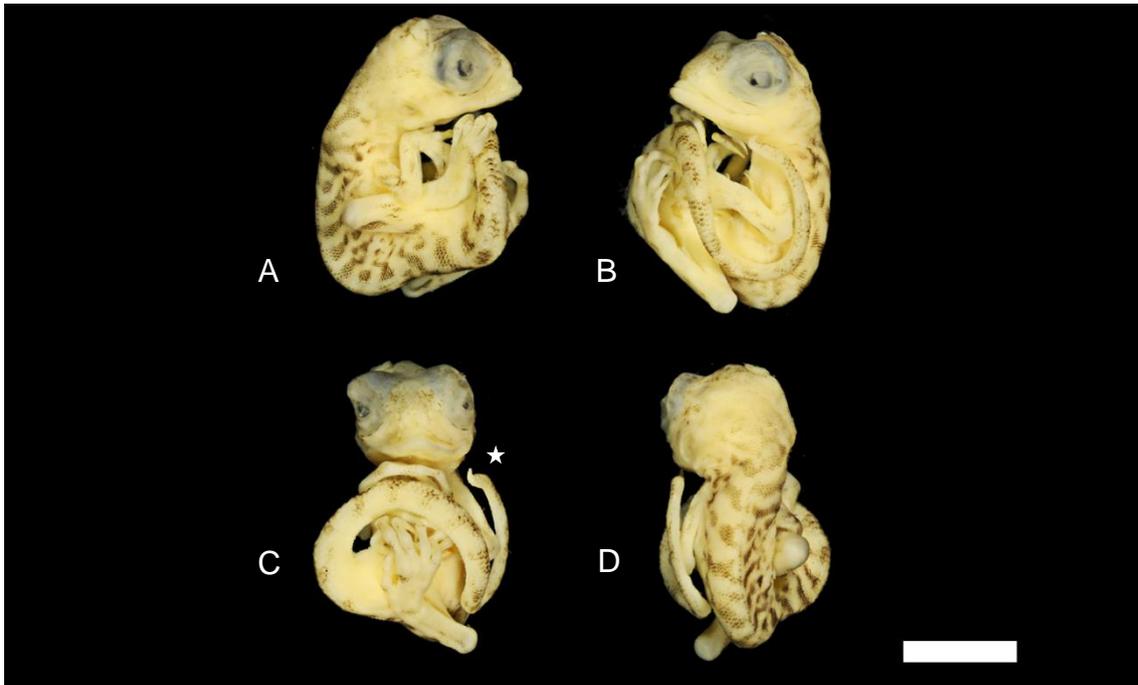


Figura 32. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E100, estágio 40, tratamento D. Notar a pigmentação disforme e a extremidade da cauda com leve torção terminal (Anomalia na cauda) (Estrela). Exemplo de anomalias leves. Escala = 5mm.

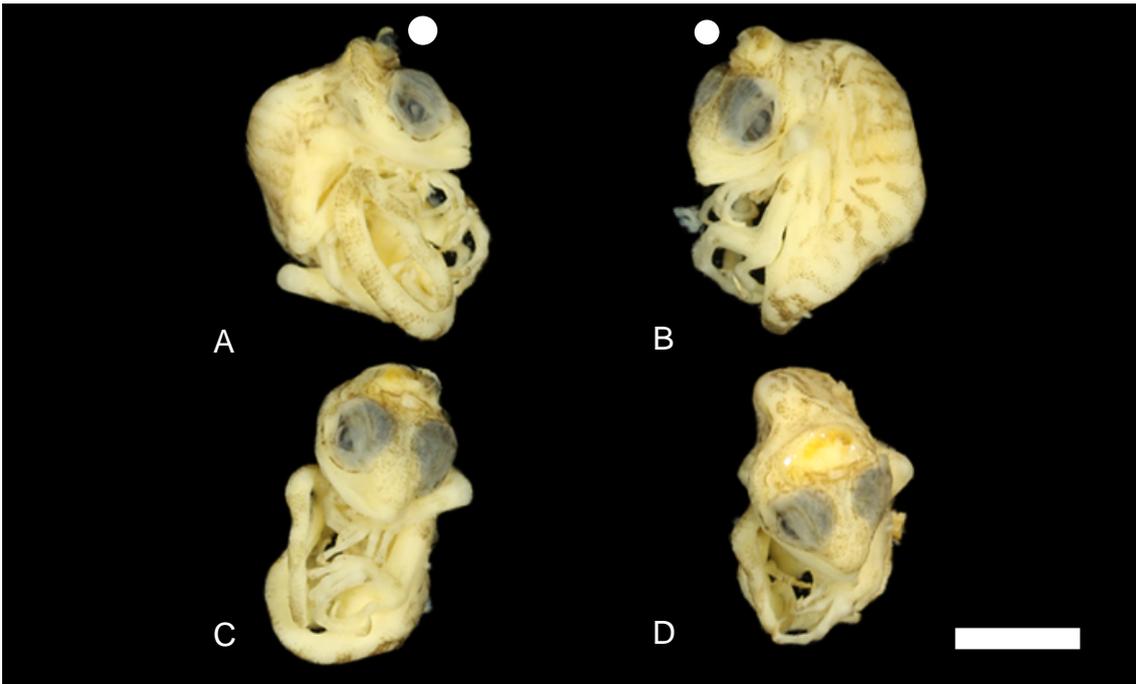


Figura 33. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E99, estágio 40, tratamento D. Observar a pigmentação atípica para este estágio de desenvolvimento, assim como a presença de protusão da massa encefálica (Exencefalia) (Círculo). Escala = 5mm.

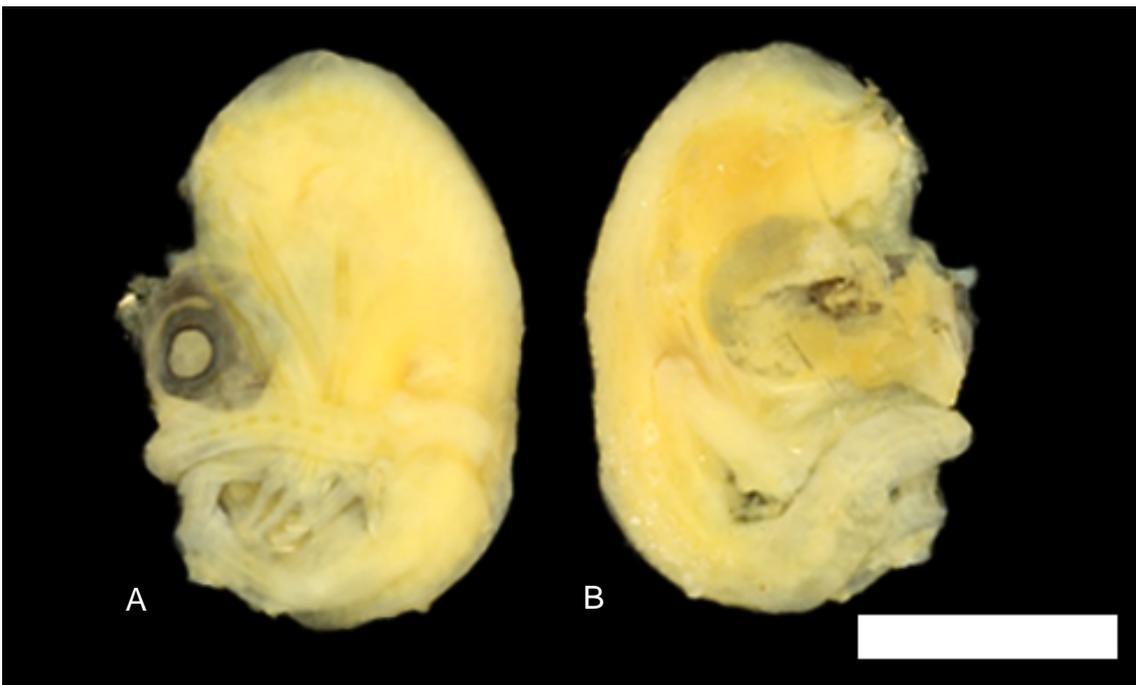


Figura 34. Vista dorsal (A) e ventral (B) do embrião 2017E106, estágio indeterminado, tratamento D. Embrião com anomalia extrema.

## **VII. Discussão**

### **VII.1. A temperatura como fator na mortalidade dos lagartos**

A relação entre a taxa de mortalidade e a temperatura é bem reconhecida. Ferguson (1983) demonstrou que uma temperatura elevada (36°C) causou uma taxa de mortalidade de 86% em *Crocodylus porosus*, assim como Webb & Cooper-Preston (1986), que averiguara um aumento na mortalidade de ovos da espécie com a elevação da temperatura. Estudos realizados com lagartos demonstraram que não apenas temperaturas altas constantes levam a um aumento de mortalidade, mas que picos de temperatura elevada também influenciam significativamente a mortalidade dos embriões (Radder et al., 2002). Com o aumento da temperatura, o número de ovos que vieram a termo, isto é, que completaram o desenvolvimento e eclodiram decaiu, indo de uma taxa de 25% de mortalidade para o tratamento A até 100% no tratamento D.

As taxas encontradas em *Tropidurus torquatus* são similares às aquelas encontradas para outras espécies, o que sugere que o efeito deletério da temperatura é homogêneo, pelo menos dentro dos diversos grupos de répteis. Ainda, o aumento da temperatura parece ter uma relação direta com o aumento da mortalidade, logo, gradualmente conforme a temperatura se elevou, as taxas de mortalidade, ou seja, a viabilidade dos ovos foi reduzida.

### **VII.2. O paradoxo das anomalias leves**

Primeiramente, devemos definir como as anomalias são reconhecidas. Se considerarmos todo desvio do controle como uma anomalia, todos os tratamentos tiveram taxas elevadas de anomalia, com uma taxa média de 36,3%. Porém, se desconsiderarmos as anomalias leves, que não comprometem o funcionamento da estrutura e restritas às vértebras caudais dos animais, a taxa média de anomalias cai para 7,9%.

Anomalias na cauda são extremamente comuns em lagartos, sendo descritas em diversas famílias (Martins et al., 2013; Koleska, 2017; Koleska & Jablonski, 2018). Porém, em muitos casos, a anomalia aparenta ser proveniente

de um erro na regeneração após a perda por autotomia (Koleska, 2017). Como neste estudo todas as anomalias observadas são provenientes única e exclusivamente do desenvolvimento em si e não consequências da interação do organismo com o meio, acreditamos que as anomalias na cauda de lagartos sejam muito mais comuns do que se considerava.

Estudos anteriores calcularam a taxa de anomalias para espécies do gênero *Tropidurus* em 0,6% (Pelegri, 2007), um valor muito menor mesmo desconsiderando as anomalias caudais encontradas em nossa pesquisa. O que sugerimos então é que as 'anomalias' observadas tão predominantemente na cauda de *T. torquatus* correspondam, na verdade, a variações morfológicas comuns a espécie, isto é, outras formas de como a estrutura se desenvolve, mantendo sua função e não gerando comprometimento ao indivíduo. Essas variações consistiriam de efeitos da plasticidade fenotípica da espécie, decorrentes da influência ambiental, podendo ou não ser adaptativa (Sears & Angilletta, 2003; Telemeco et al., 2010).

Mesmo que se trate de uma anomalia que possa causar prejuízo ao animal, esse fenótipo pode ter passado despercebido por outro motivo: um grande número de famílias de lagartos apresentam a capacidade de realizar autotomia, ou seja, a capacidade de voluntariamente se desfazer de uma parte do corpo descartável (Clause & Capaldi, 2006), o que por sua vez possibilita que a estrutura afetada seja substituída por outra, sem anomalias ou variações.

A autotomia representa uma maneira eficaz do animal conseguir escapar de um predador (Bateman & Fleming, 2009), logo é frequente a captura de animais sem cauda ou com a mesma regenerada. A consequência é que a informação de que a cauda possuía anomalias ou variações, quaisquer que sejam, é perdida. Assim, a estimativa das taxas de anomalias fica defasada e restrita àquelas decorrentes de processos de regeneração incorreta, ou anomalias mais severas que podem afetar a sobrevivência do animal (Bell, 2005).

Temos, portanto, um paradoxo: a única informação que se obtém é aquela proveniente das anomalias moderadas e severas, que reduzem a chance de sobrevivência do animal, ou seja, não se espera obtê-las. Estudos como de

Pelegrim (2007) estão subestimando as anomalias, com taxas que não representam o que ocorre na natureza ao capturar indivíduos que apresentam anomalias moderadas. A mensuração do que pode estar ocorrendo se torna mais complicada e o risco para as espécies atingidas pelo aquecimento global se torna ainda mais difícil de se calcular.

Neste estudo, todas as anomalias foram observadas ao nascimento. Ou seja, não há influência de predação ou qualquer outro parâmetro na permanência ou não da estrutura. Logo, é mais seguro afirmar que as taxas de anomalias encontradas aqui, em específico no tratamento A que simulou um ninho com variação natural de temperatura, estejam mais próximas da realidade.

### **VII.3. As anomalias e a temperatura**

Sabendo que as anomalias leves podem não representar de fato uma anomalia, mas sim uma variação intraespecífica, devemos abordar apenas as anomalias moderadas e severas. Ao todo, foram encontradas 14 anomalias classificadas em moderadas ou severas (Figura 9).

Os testes apontam que os tratamentos influenciaram significativamente nas taxas de anomalias ( $p = 0,0042$ ). Assim, é possível observar a tendência no aumento de anomalias moderadas com o aumento da temperatura. Ao mesmo tempo, as anomalias severas, incompatíveis com a vida, surgem de maneira mais expressiva nos tratamentos de maior temperatura (C e D), o que indica uma relação com a temperatura extremamente alta.

A noção de que o aumento da temperatura tem um reflexo no surgimento de anomalias do desenvolvimento em répteis não é nova. Ferguson (1985) sintetizou em seu livro um número elevado de registros dessa associação. Palmieri e colaboradores (2013) sugeriram que a temperatura tem relação com o surgimento de anomalias em tartarugas, enquanto Pewphong e colaboradores (2013) em seu estudo com *Malayemys macrocephala* observaram um aumento de três vezes no número de anomalias com seu tratamento com temperaturas elevadas. Para lagartos, um estudo constatou que o tratamento com temperatura mais elevada apresentou um aumento significativo de 3% na taxa de anomalias

(Idrisova, 2018a). Porém, a autora observa que os indivíduos deste tratamento eram aparentados, o que pode indicar um fator genético, ou seja, o aparecimento de malformações em conjunto as perturbações.

Como a maioria dos estudos na área de anomalias do desenvolvimento em répteis consiste em estudos de caso (Bárceñas-Ibarra et al., 2015), poucos são aqueles que conseguem isolar causas prováveis destes desvios do desenvolvimento. Estudos com serpentes apontaram que a taxa natural de anomalias do desenvolvimento varia de 2,4% à 11,1% (Sant'Anna et al., 2013), enquanto tartarugas marinhas apresentaram taxas que variam entre 11% e 67%. Os estudos com lagartos são mais escassos, mas calculam taxas que variam de 0,6% (Pelegri, 2007) a 10% (Olsson & Madsen, 2001). A variação nestas taxas, e o desencontro destas com o que foi encontrado para *Tropidurus torquatus* reforça nossa teoria de que o número de anomalias é sempre subestimado e impreciso.

A consequência máxima de subestimar as taxas de anomalia é que acabamos por não saber de fato qual a situação dos animais em seu ambiente natural. Isso, somado a influência deletéria do aumento de temperatura sobre os ovos, gera uma combinação muito perigosa para a conservação de qualquer animal.

Considerando os resultados obtidos, fica evidente o efeito nocivo que o aumento da temperatura gera sobre os ovos de *Tropidurus torquatus*. Os registros neste experimento já demonstraram aumento de mais de 3°C na temperatura máxima (Figura 16) de um ano para o outro (2017 e 2018). Mesmo que isso possa se tratar de um fenômeno pontual, já é esperado um aumento de mais de 4°C na temperatura global (Pacifci et al., 2015). O que se tem então, é que o aquecimento global levará a uma diminuição no tamanho das populações de lagartos e sua eventual inviabilidade, reflexo do aumento das taxas de anomalias e de mortalidade que tendem a subir sob regimes constantes de temperaturas altas.

## VIII. Conclusão

Em suma, este estudo constitui, até onde foi possível observar, o primeiro relato de um experimento sistemático com espécies neotropicais de lagartos acerca dos efeitos deletérios de um eminente aquecimento global relativos ao desenvolvimento embrionário. Nosso trabalho demonstrou que o aumento de temperatura de incubação 2° acima do controle influencia negativamente na sobrevivência dos embriões de *Tropidurus torquatus*, e pode levar a um aumento nas taxas de anomalias, independentemente do efeito genético. Por fim, detectamos que as taxas naturais de anomalias no gênero são muito mais elevadas que aquelas previamente descritas para o grupo, o que pode representar novos efeitos de plasticidade fenotípica não detectados anteriormente.

## Referências Bibliográficas

- Asmatullah SNQ, Shakoori AR. (1998) Embryonic and teratogenic effects of hexavalent chromium in developing chicks of *Gallus domesticus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **61**, 281–288.
- Azevedo JAR, Valdujo PH, de C. Nogueira C. (2016) Biogeography of anurans and squamates in the Cerrado hotspot: coincident endemism patterns in the richest and most impacted savanna on the globe. *Journal of Biogeography*, **43**, 2454–2464.
- Bárcena-Ibarra A, Maldonado-Gasca A. (2009) Malformations in embryos and neonates of Olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Nuevo Vallarta, Nayarit, Mexico. *Veterinaria México*, **40**, 371–380.
- Bárcenas-Ibarra A, de la Cueva H, Rojas-Lleonart I, Abreu-Grobois FA, Lozano-Guzmán RI et al. (2015) First approximation to congenital malformation rates in embryos and hatchlings of sea turtles. *Birth Defects Research Part A - Clinical and Molecular Teratology*, **103**, 203–224.
- Bateman PW, Fleming PA. (2009) To cut a long tail short: A review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *Journal of Zoology*, **277**, 1–14.
- Bell B, Spotila JR, Congdon J. (2006) High incidence of deformity in aquatic turtles in the John Heinz National Wildlife Refuge. *Environmental Pollution*, **142**, 457–465.
- Bell BA. (2005) *The Effects of Crude Oil Contamination on the Reproduction of Freshwater Turtles*.
- Bellairs A d. A. (1963) Cleft Palate, Microphthalmia and Other Malformations in Embryos of Lizards and Snakes. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **144**, 239–252.
- Billett FS, Collins P, Goulding DA, Sutherland J. (1992) The development of *Caretta caretta*, at 25–34°C, in artificial nests. *Journal of Morphology*, **213**, 251–263.
- Bininda-Emonds ORP, Jeffery JE, Coates MI, Richardson MK. (2002) From Haeckel to event-pairing: The evolution of developmental sequences. *Theory in Biosciences*, **121**, 297–320.
- Bonino MF, Moreno Azócar DL, Schulte JA, Cruz FB. (2015) Climate change and lizards: changing species' geographic ranges in Patagonia. *Regional Environmental Change*, **15**, 1121–1132.
- Booth DT. (2006) Influence of incubation temperature on hatchling phenotype in reptiles. *Physiological and Biochemical Zoology*, **79**, 274–281.
- Bull JJ, Vogt RC. (1979) Temperature-Dependent Sex Determination in Turtles. *Science*, **206**, 1186–1188.
- Burkhart JG, Helgen JC, Fort DJ, Gallagher K, Bowers D et al. (1998) Induction of mortality and malformation in *Xenopus laevis* embryos by water sources associated with field frog deformities. *Environmental Health Perspectives*, **106**,

841–848.

- Campbell-Staton SC, Cheviron ZA, Rochette N, Catchen J, Losos JB et al. (2017) Winter storms drive rapid phenotypic, regulatory, and genomic shifts in the green anole lizard. *Science*, **357**, 495–498.
- Carvalho MPN, Sant'Anna SS, Díaz-Delgado J, Grego KF, Gogone ICVP et al. (2019) Histopathological Findings in the Viscera of Malformed Neotropical Viperids. *Journal of Comparative Pathology*, **167**, 73–81.
- Carvalho MPN, Sant'anna SS, Grego KF, Gogone ICVP, Fonseca-Pinto ; et al. (2014) *Patologia Comparada Das Malformações Congênitas Em Bothrops Jararaca E Crotalus Durissus Provenientes Do Sudeste Brasileiro*.
- de Carvalho MPN, Sant'Anna SS, Grego KF, Fonseca-Pinto ACB de C, Lorigados CAB et al. (2017) Microcomputed tomographic, morphometric, and histopathologic assessment of congenital bone malformations in two neotropical viperids. *Journal of Wildlife Diseases*, **53**, 804–815.
- Cedillo-Leal C, Simoncini MS, Leiva PML, Larriera A, Lang JW et al. (2017) Eggshell structure in Caiman Latirostris eggs improves embryo survival during nest inundation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **284**.
- Clause AR, Capaldi EA. (2006) Caudal Autotomy and Regeneration in Lizards. *Journal of Experimental Zoology Part a-Comparative Experimental Biology*, **305A**, 883–889.
- Conover DO, Kynard BE. (1981) Environmental sex determination: Interaction of temperature and genotype in a fish. *Science*, **213**, 577–579.
- Davy CM, Murphy RW. (2009) Explaining patterns of deformity in freshwater turtles using macCulloch's hypothesis. *Canadian Journal of Zoology*, **87**, 433–439.
- Deeming DC, Ferguson MWK. (1991) *Egg incubation: its effects on embryonic development in birds and reptiles*, 1st Edit. Cambridge University Press, New York.
- Deutsch CA, Tewksbury JJ, Huey RB, Sheldon KS, Ghalambor CK et al. (2008) Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **105**, 6668–6672.
- Diele-Viegas LM, Vitt LJ, Sinervo B, Colli GR, Werneck FP et al. (2018) Thermal physiology of Amazonian lizards (Reptilia: Squamata). *PLoS ONE*, **13**, 1–23.
- DiGeronimo PM, Brandão J. (2019) Orthopedics in Reptiles and Amphibians. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, **22**, 285–300.
- Douglas WR, Frank J. (2007) The Oceanic Sink for Anthropogenic CO<sub>2</sub>. **305**, 5–12.
- Edwards MJ. (1968) Congenital malformations in the rat following induced hyperthermia during gestation. *Teratology*, **1**, 173–177.
- Elsley RM, Lejeune D, Landry B, Reed K, Miller M et al. (2017) Prevalence and details of polydactylism in the american alligator, alligator mississippiensis, in Louisiana, USA. *Herpetological Conservation and Biology*, **12**, 342–349.

- Ferguson MWJ. (1985) Reproductive biology and embryology of the crocodylians. *Biology of the Reptilia*, **14**, 329–491.
- Ferguson WJ, Chenier G. (1983) Temperature- dependent sex determination in *Alligator mississippiensis*. 143–177.
- Ficetola GF, Colleoni E, Renaud J, Scali S, Padoa-Schioppa E et al. (2016) Morphological variation in salamanders and their potential response to climate change. *Global Change Biology*, **22**, 2013–2024.
- Fitzsimmons SD, Perutz M. (2006) Effects of egg incubation temperature on survival, prevalence and types of malformations in vertebral column of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) larvae. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **26**, 80–86.
- Gilbert SF, Barresi MJF. (2016) *Developmental Biology*, 11th Edit. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Grimmond S. (2007) Urbanization and global environmental change: Local effects of urban warming. *Geographical Journal*, **173**, 83–88.
- Guinard G. (2014) Introduction to Evolutionary Teratology, with an Application to the Forelimbs of Tyrannosauridae and Carnosaurinae (Dinosauria: Theropoda). *Evolutionary Biology*, **42**, 20–41.
- Gumpenberger M, Henninger W. (2001) The use of computed tomography in avian and reptile medicine. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, **10**, 174–180.
- Habel JC, Rödder D, Schmitt T, Nève G. (2011) Global warming will affect the genetic diversity and uniqueness of *Lycaena helle* populations. *Global Change Biology*, **17**, 194–205.
- Hall JM, Warner DA. (2018) Thermal spikes from the urban heat island increase mortality and alter physiology of lizard embryos. *Journal of Experimental Biology*, **221**.
- Halliwell B, Uller T, Holland BR, While GM. (2017) Live bearing promotes the evolution of sociality in reptiles. *Nature communications*, **8**, 2030.
- Hopkins BC, Hopkins W a., Moore IT, Hawley DM. (2012) *Mercury Bioaccumulation and Adverse Reproductive Effects in Snapping Turtles Inhabiting a Historically Contaminated River: Masters Thesis*.
- Huey RB. (1982) Temperature, Physiology, and the Ecology of Reptiles. In: *Biology of the Reptilia*, Academic Press, London, pp. 25–91.
- Huey RB, Deutsch CA, Tewksbury JJ, Vitt LJ, Hertz PE et al. (2009) Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **276**, 1939–1948.
- Huey RB, Losos JB, Moritz C. (2010) Are lizards toast? *Science*, **328**, 832–833.
- Hughes L. (2000) Biological consequences of global warming: Is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution*, **15**, 56–61.
- Hughes TP, Kerry JT, Baird AH, Connolly SR, Dietzel A et al. (2018) Global warming

- transforms coral reef assemblages. *Nature*, **556**, 492–496.
- Idrisova LA. (2018a) The Effect of Incubation Temperature on Deviations of Pholidosis and Malformations in Grass Snake *Natrix natrix* (L. 1758) and Sand Lizard *Lacerta agilis* (L. 1758). *KnE Life Sciences*, **4**, 70.
- Idrisova LA. (2018b) Deviations in Pholidosis of the Grass Snake *Natrix natrix* (L. 1758) from the Tatarstan Republic. *KnE Life Sciences*, **4**, 75.
- IPCC. (2014) *Climate Change 2014 Part A: Global and Sectoral Aspects*.
- Ji X, Gao J-F, Han J. (2007) Phenotypic Responses of Hatchlings to Constant Versus Fluctuating Incubation Temperatures in the Multi-banded Krait, *Bungarus multicinctus* (Elapidae). *Zoological Science*, **24**, 384–390.
- Josef Warkany. (1977) History of teratology. In: *Handbook of Teratology*, 1st Edit., Plenum Press, New York, pp. 3–45.
- Kalter H. (2010) *Teratology i the Twentieth Century Plus Ten*.
- Kalter H, Warkany J. (1959) Experimental production of congenital malformations in rats by salicylate poisoning. *Physiological Reviews*, **39**, 69–115.
- Kardong K V. (2018) *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*, 8th Edit. McGraw-Hill Education, New York.
- Kaska Y, Downie R. (1999) Embryological development of sea turtles (*Chelonia mydas*, *Caretta caretta*) in the mediterranean. *Zoology in the Middle East*, **19**, 55–69.
- Koleska D. (2017) Tail bifurcation in Common wall lizard (*Podarcis muralis* LAURENTI, 1768) from Liguria, Italy. 93–97.
- Koleska D, Jablonski D. (2018) A four-tailed iguana *delicatissima* (Squamata: Iguanidae) on petite terre, guadeloupe (Lesser antilles, caribbean region). *Phyllomedusa*, **17**, 157–159.
- Lang JW, Andrews H V. (1994) Temperature-dependent sex determination in crocodylians. *Journal of Experimental Zoology*, **270**, 28–44.
- Martín-Del-Campo R, Sifuentes-Romero I, García-Gasca A. (2019) Hox genes in reptile development, epigenetic regulation, and teratogenesis. *Cytogenetic and Genome Research*, **157**, 34–45.
- Martins RL, Peixoto PG, Fonseca PHM, Martinelli AG, Silva WR et al. (2013) Abnormality in the tail of the collated lizard *Tropidurus gr. torquatus* (Iguania, Tropiduridae) from Uberaba city, Minas Gerais State, Brazil. *Herpetology Notes*, **6**, 369–371.
- McLean KE, Vickaryous MK. (2011) A novel amniote model of epimorphic regeneration: The leopard gecko, *Eublepharis macularius*. *BMC Developmental Biology*, **11**.
- Merr B, Wall A, Don EG, Herrera AA, Dee AMO et al. (2010) Detection of congenital anomalies in *Mus musculus* induced by crude leaf extracts of *Goniiothalamus*. **4**, 327–334.

- Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. (2016) *The Developing Human*, 10th Edit. Elsevier Inc., Philadelphia.
- Noiva RM, Menezes AC, Peleteiro MC. (2014) Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BMC Veterinary Research*, **10**, 1–10.
- O’Rahilly RR, Müller F. (2001) *Human Embryology & Teratology*.
- Olsson M, Madsen T. (2001) Promiscuity in Sand Lizards (*Lacerta agilis*) and Adder Snakes (*Vipera berus*): Causes and Consequences. *Journal of Heredity*, 190–197.
- Olsson M, Gullberg A, Tegelström H. (1996) Malformed inbreeding offspring , sibling matings , and selection against in the sand lizard ( *Lacerta agilis*). *J. Evol. Biol.*, **9**, 229–242.
- Ortiz MA, Boretto JM, Piantoni C, Álvarez BB, Ibarzüengoytia NR. (2014) Reproductive biology of the Amazon Lava Lizard (*Tropidurus torquatus*) from the Wet Chaco of Corrientes (Argentina): Congeneric comparisons of ecotypic and interspecific variations. *Canadian Journal of Zoology*, **92**, 643–655.
- Pacifici M, Foden WB, Visconti P, Watson JEM, Butchart SHM et al. (2015) Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, **5**, 215–225.
- Passos DC, Pinheiro LT, Galdino CAB, Rocha CFD. (2014) *Tropidurus semitaeniatus* (Calango de Lagedo). Tail bifurcation. *Herpetological Review*, **45**, 138.
- Paukovics G. (2013) Congenital anomalies of animals in written and pictorial sources. *Archeometriai Muhely*, **10**, 243–248.
- Pelegri N. (2007) Presence of a polydactylous *Tropidurus etheridgei* (Squamata: Iguanidae: Tropidurinae) in the Dry Chaco of Córdoba Province, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, **21**, 115–116.
- Pewphong R, Kitana J, Kitana N. (2013) Effect of incubation temperature on the somatic development of the snail-eating turtle *Malayemys macrocephala*. *Asian Herpetological Research*, **4**, 254–262.
- Piovano S, Kaska Y, Prazzi E, Stefano N, Giacoma C. (2011) Low incidence of twinning in the loggerhead sea turtle. *Folia Zoologica*, **60**, 159–166.
- Poletta GL, Larriera A, Kleinsorge E, Mudry MD. (2009) Genotoxicity of the herbicide formulation Roundup® (glyphosate) in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) evidenced by the Comet assay and the Micronucleus test. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, **672**, 95–102.
- Pontes-da-Silva E, Magnusson WE, Sinervo B, Caetano GH, Miles DB et al. (2018) Extinction risks forced by climatic change and intraspecific variation in the thermal physiology of a tropical lizard. *Journal of Thermal Biology*, **73**, 50–60.
- Pough FH, Janis CM, Heiser JB. (2008) *A vida dos Vertebrados*, AM de Souza, Ed., 4th Edit. Atheneu Editora São Paulo Ltda., São Paulo.

- Pyron RA, Burbink FT. (2013) Early origin of viviparity and multiple reversions to oviparity in squamate reptiles. *Ecology Letters*, **17**, 13–21.
- Radder RS, Shanbhag BA, Saidapur SK. (2002) Influence of incubation temperature and substrate on eggs and embryos of the garden lizard, *Calotes versicolor* (Daud.). *Amphibia-Reptilia*, **23**, 71–82.
- Rapp Py-Daniel tainã, Kennedy Soares De-Lima A, Campos Lima F, Pic-Taylor A, Rodrigues Pires Junior O et al. (2017) A Staging Table of Post-Ovipositional Development for the South American Collared Lizard *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae). *Anatomical Record*, **300**, 277–290.
- Rodrigues MT. (1987) Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo *torquatus* ao sul do rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia, São Paulo*, **31**, 105–230.
- Rosenberg LE, Rosenberg DD. (2012) *Human Genes and Genomes*. *Science, Health, Society*.
- Rothschild BM, Schultze H-P, Pellegrini R. (2012) *Herpetological Osteopathology*.
- Sant'Anna SS, Grego KF, Lorigados CAB, Fonseca-Pinto ACBC, Fernandes W et al. (2013) Malformations in neotropical viperids: Qualitative and quantitative analysis. *Journal of Comparative Pathology*, **149**, 503–508.
- dos Santos Mendonça J, Vieira LG, Valdes SAC, Vilca FZ, Tornisielo VL et al. (2016a) Effects of the exposure to atrazine and glyphosate throughout incubation on bone development of *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae). *International Journal of Pure and Applied Zoology*, **4**, 142–148.
- dos Santos Mendonça J, Vieira LG, Valdes SAC, Vilca FZ, Tornisielo VL et al. (2016b) Effects of the exposure to atrazine on bone development of *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae). *Ecotoxicology*, **25**, 594–600.
- Schwartz TS, Perrin C, Wapstra E, Uller T, Olsson M. (2011) Complex selection associated with Hox genes in a natural population of lizards. *Journal of Evolutionary Biology*, **24**, 2520–2524.
- Scott GR, Johnston IA. (2012) Temperature during embryonic development has persistent effects on thermal acclimation capacity in zebrafish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**, 14247–14252.
- Sears MW, Angilletta MJ. (2003) Life-history variation in the sagebrush lizard: phenotypic plasticity or local adaptation? *Ecological Society of America*, **84**, 1624–1634.
- Simoniello P, Motta CM, Scudiero R, Trinchella F, Filosa S. (2011) Cadmium-induced teratogenicity in lizard embryos: Correlation with metallothionein gene expression. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*, **153**, 119–127.
- Sinervo B, Méndez-de-la-Cruz F, Miles DB, Heulin B, Bastiaans E et al. (2010)

- Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches Barry. *Science*, **328**, 894–899.
- Sinervo B, Miles DB, Yayong WU, Méndez-De La Cruz FR, Kirchhof S et al. (2018) Climate change, thermal niches, extinction risk and maternal-effect rescue of toad-headed lizards, *Phrynocephalus*, in thermal extremes of the Arabian Peninsula to the Qinghai—Tibetan Plateau. *Integrative Zoology*, **13**, 450–470.
- Skinner A. (2012) Limb abnormalities in two species of *Lerista* (Scincidae, Squamata). *Current Herpetology*, **31**, 1–7.
- Sönmez B, Sert M, Kayıkçı S, Bedirci Ö, Özdilek BY. (2017) A two-headed green sea turtle (*Chelonia mydas*) hatchling on Samandağ beach, Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, **24**, 158–162.
- La Sorte FA, Fink D. (2017) Projected changes in prevailing winds for transatlantic migratory birds under global warming. *Journal of Animal Ecology*, **86**, 273–284.
- Telemeco RS, Radder RS, Baird TA, Shine R. (2010) Thermal effects on reptile reproduction: adaptation and phenotypic plasticity in a montane lizard. *Biological Journal of the Linnean Society*, **100**, 642–655.
- Thomas CD, Franco AMA, Hill JK. (2006) Range retractions and extinction in the face of climate warming. *Trends in Ecology and Evolution*, **21**, 415–416.
- Treadwell RW. (1962) Time and Sequence of Appearance of Certain Gross Structures in *Pituophis melanoleucus sayi* Embryos. *Herpetologica*, **18**, 120–124.
- Uetz P. (2019) The Reptile Database. Acessado em 01/01/2019. <<http://www.reptile-database.org/>>.
- Ujházy E, Mach M, Navarová J, Brucknerová I, Dubovický M. (2012) Teratology - Past, present and future. *Interdisciplinary Toxicology*, **5**, 163–168.
- Vargesson N, Fraga L. (2017) Teratogenesis. *eLS*.
- Vitt LJ. (1991) Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* (Teiidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, **69**, 2791–2799.
- Vitt LJ, Goldberg SR. (1983) Reproductive Ecology of Two Tropical Iguanid Lizards: *Tropidurus torquatus* and *Platynotus semitaeniatus*. *Copeia*, **1983**, 131.
- Wallach V. (2007) Axial bifurcation and duplication in snakes . Part I . A synopsis of authentic and anecdotal cases. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, **43**, 57–95.
- Warkany J, Nelson RoC. (1940) Appearance of skeletal abnormalities in the offspring of rats reared on deficient diet. *Science*, **92**, 383–384.
- Warren R, Price J, Graham E, Forstenhaeusler N, VanDerWal J. (2018) The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C. *Science*, **360**, 791–795.
- Webb GJW, Cooper-Preston H. (1989) Effects of incubation temperature on crocodiles and the evolution of reptilian oviparity. *Integrative and Comparative*

- Biology*, **29**, 953–971.
- Webb GJW, Sack GC, Buckworth R, Manolis SC. (1983) An examination of crocodylus porosus nests in two northern australian freshwater swamps, with an analysis of embryo mortality. *Wildlife Research*, **10**, 571–605.
- Webb JF. (1963) Canadian Thalidomide Experience. *Canadian Medical Association journal*, **89**, 987–992.
- Wiederhecker HC, Pinto ACS, Colli GR. (2002) Reproductive Ecology of Tropicurus torquatus (Squamata: Tropicuridae) in the Highly Seasonal Cerrado Biome of Central Brazil. *Journal of Herpetology*, **36**, 82.
- Wilson JG. (1964) Experimental teratology. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, **90**, 1181–1192.
- Winter M, Fiedler W, Hochachka WM, Koehncke A, Meiri S et al. (2016) Patterns and biases in climate change research on amphibians and reptiles: A systematic review. *Royal Society Open Science*, **3**.
- World Health Organization. (2016) Congenital anomalies. *370*, 1.
- Zimm R, Bentley BP, Wyneken J, Moustakas-Verho JE. (2017) Environmental causation of turtle scute anomalies in ovo and in silico. *Integrative and Comparative Biology*, **57**, 1303–1311.

## Índice de figuras

Figura 1. Tipos de anomalias do desenvolvimento, fatores e causas associados (Baseado em Moore et al., 2016).....	16
Figura 2. Número de trabalhos na área de anomalias do desenvolvimento em répteis publicados nos últimos 60 anos, por década. ....	19
Figura 3. Proporção das categorias de publicações no campo de anomalias em répteis.....	21
Figura 4. Gaiola posicionada em área externa para realização do tratamento A do experimento. ....	25
Figura 5. Exemplo de incubadora utilizada nos tratamentos Controle, B, C e D. ....	26
Figura 6. Ossos visualizados nas radiografias de <i>Tropidurus torquatus</i> , descritos com base em Klaczko et al, 2019. Ca: Carpais; De: Dentário; Es: Esquamosal; Fa: Falanges; Fe: Fêmur; Fi: Fíbula; Mc: Metacarpais; Mt: Metatarsais; Mx: Maxilar; Na: Nasal; Oc: Occipital; Pa: Parietal; PF: Pré-frontal; PM: Pré-maxilar; PO: Pós-orbital; Qu: Quadrado; Ra: Rádio; Ta: Tarsais; Ti: Tíbia; Ul: Ulna; Um: Úmero; VA: Vértebras Caudais; VC: Vértebras Cervicais; VL: Vértebras Lombares; VS: Vértebras Sacrais; VT: Vértebras Torácicas.....	29
Figura 7. Taxas de mortalidade observadas por tratamento. (Controle: 30°C constantes; A: em campo; B: 32,5°C constantes; C: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e D: 35°C constantes). ....	31
Figura 8. Relações de anomalias e sua proporção com número total de indivíduos por tratamento (Controle: 30°C constantes; A: em campo; B: 32,5°C constantes; C: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e D: 35°C constantes). ....	32
Figura 9. Relação de anomalias moderadas e severas, por tratamento. (A: em campo; B: 30°C constantes; C: 32,5°C constantes; D: 32,5° C com pico de duas horas à 39°C; e E: 35°C constantes).....	33
Figura 10. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento Controle. ....	35
Figura 11. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E03, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda longa e enrolada. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm. ....	36
Figura 12. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E127, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda (Hemivértebra) (Estrela). Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm. ....	36
Figura 13. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E33, tratamento Controle. Observar a amputação proximal da cauda (Estrela). Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5mm. ....	37
Figura 14. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E97, estágio 41, tratamento Controle. Observar as torções no esqueleto e crânio. Escala = 5mm. ....	37
Figura 15. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E53, tratamento Controle. Observar a anomalia na cauda (Hemivertebra), bem como a ausência do membro anterior direito (Hemimelia) (Seta) com redução do Úmero e ausência do Rádio, Ulna, Carpais, Metacarpais e Falanges, bem como a diminuição no número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e a: Vértebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm. ....	38
Figura 16. Evolução da temperatura no tratamento A (em campo) durante os dois períodos do experimento. Linhas vermelhas representam a temperatura máxima; linhas azuis representam a temperatura mínima; e linhas verdes representam a temperatura média., onde A referente	

ao período de fevereiro à agosto de 2018 e B referente ao período de Novembro de 2018 à maio de 2019.....	39
Figura 17. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento A. ....	41
Figura 18. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E70, Tratamento A. Observar anomalia leve (Hemivértebra) (Estrela) na cauda. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5 mm. ....	42
Figura 19. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E70, tratamento A. Observar anomalia leve (Vértebra Caudal Deformada) (Estrela) na cauda. Exemplo de anomalia leve encontrada. Escala = 5 mm.....	42
Figura 20. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E96, tratamento A. Observar a ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarais e Falanges (Hemimelia) (Ponta de seta) e a diminuição no número de dígitos (Oligodactilia) (Seta). Escala = 5mm.....	43
Figura 21. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E110, estágio 40, tratamento A. Observar a protusão de massa encefálica (Exencefalia) (Círculo) e anomalia na cauda (Estrela). Escala = 5mm.....	43
Figura 22. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento B. ....	45
Figura 23. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E54, tratamento B. Seta: hemimelia com ausência de Falanges, Metatarsais, Tarsais e Fibula. Estrela: hemivértebras. Escala = 5mm. ....	46
Figura 24. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E19, tratamento B. Observar a redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges (Hemimelia) (Seta), além da redução do número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e Vértebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm.....	46
Figura 25. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E47, tratamento B. Observar a ausência dos ossos Rádio, Carpais e Metacarpais (Hemimelia) (Seta), bem como a redução no número de dígitos (Oligodactilia) (Ponta de seta) e a Vértebra caudal deformada (Estrela). Escala = 5mm. ....	47
Figura 26. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2018E41, tratamento B. Observar a redução do osso Ulna e ausência dos ossos Rádio, Carpais, Metacarpais e Falanges (Hemimelia) (Seta). Escala = 5mm. ....	47
Figura 27. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento C. ....	49
Figura 28. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E31, tratamento C. Observar a amputação da cauda, terminal (Estrela). Escala = 5mm.....	50
Figura 29. Vista ventral (A), dorsal (B) e radiografia (C) do indivíduo 2017E125, tratamento C. Observar a Vértebra Caudal deformada (estrela) e o corpo vertebral parcialmente formado (Hemivértebra) (Seta). Escala = 5mm. ....	50
Figura 30. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2018E32, estágio 40, tratamento C. Observar o crânio achatado (Asterísco), assim como a protusão de massa encefálica (Exencefalia) (Círculo). Escala = 5mm. ....	51
Figura 31. Proporção de anomalias e de sua severidade encontradas nos indivíduos submetidos ao tratamento D. ....	52

Figura 32. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E100, estágio 40, tratamento D. Notar a pigmentação disforme e a extremidade da cauda com leve torção terminal (Anomalia na cauda) (Estrela). Exemplo de anomalias leves. Escala = 5mm. .... 53

Figura 33. Vista lateral (A e B), ventral (C) e dorsal (D) do embrião 2017E99, estágio 40, tratamento D. Observar a pigmentação atípica para este estágio de desenvolvimento, assim como a presença de protusão da massa encefálica (Exencefalia) (Círculo). Escala = 5mm. .... 54

Figura 34. Vista dorsal (A) e ventral (B) do embrião 2017E106, estágio indeterminado, tratamento D. Embrião com anomalia extrema. .... 54

## Apêndices

### Apêndice I. Anomalias registradas na literatura acumulada nos últimos 60 anos para os diversos grupos de répteis.

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
<b>Fósseis</b>				
	Arcossauro basal	Fusão cervical	Vértebras cervicais fundidas	Sengupta, 2018
	Mesossauro	Hemivertebra	Falha na segmentação durante a osteogênese	Szczygielski et al., 2017
	Réptil fóssil	Bifurcação axial	Presença de duas cabeças, com dois pescoços	Buffetaut et al., 2007
<b>Crocodylia</b>				
	<i>Alligator mississippiensis</i>	Polidactilia	Dígitos supernuméricos	Eisey et al., 2017
		Sem nome	Ausência de membros	
		Sem nome	Deformação de membros	
	<i>Caiman latirostris</i>	Sem nome	Coluna vertebral com torções	Cedillo-Leal et al., 2017
		Sem nome	Vitelo não completamente absorvido	
		Sem nome	Mandíbula pequena	
		Sem nome	Olhos protuberantes	
	<i>Caiman latirostris</i>	Sem nome	Mandíbula pequena	Poletta et al., 2009
		Sem nome	Número reduzido de dígitos no membro anterior	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Um único dígito no membro posterior	
		Sem nome	Membro anterior com três dígitos	
		Sem nome	Membro posterior com quatro dígitos unidos	
		Sem nome	Ausência de cauda	
		Torção da coluna	Coluna vertebral com torções	
		Torção da cauda	Cauda deformada	
		Torção da cabeça	Cabeça deslocada em relação as vértebras cervicais	
	<i>Crocodylus porosus</i>	Abdomem reduzido	Ausência das vértebras torácicas ou lombares	Webb et al., 1983
		Inchaço da plataforma craniana	Proeeminencia no crânio	
		Abdomem distendido	incapacidade de absorver todo o vitelo causando inchaço no abdômem	
		Anomalias na mandíbula	Tamanhos desproporcionais da mandíbula	
<b>Lacertilia</b>				
	<i>Anolis sagrei</i>	Sem nome	Pé extra projetando-se da tibia	Norval et al., 2009
	<i>Enyalius iteringii</i>	Sem nome	Malformação na cauda**	Migliore et al., 2014
	<i>Furcifer pardalis</i>	Cauda em acordeon	Cauda deformada em ondulações	Gehring, 2009

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Torção da coluna	Coluna vertebral com torções	
		Sem nome	Membro posterior em posição atípica	
	<i>Gecko japonicus</i>	Hipoplasia do membro anterior	Membro anterior menor que o normal	Caldwell, 2012
	<i>Hemidactylus agrius</i>	Polidactilia	Dígitos supernuméricos	Andrade et al., 2015
	<i>Hemidactylus agrius</i>	Sem nome	Cauda bifurcada	Andrade et al., 2016
	<i>Iguana delicatissima</i>	Cauda supernumérica*	Várias caudas	Koleska & Jablonski, 2018
		Sem nome	Extremidade ddeformada, semiparalisada	
		Sem nome	Cauda deformada, torta	
		Sem nome	Ausência de dígitos	
		Sem nome	Crânio curto	
	<i>Lacerta agilis</i>			Olsson et al., 1996
		Sem nome	União dos dígitos	
		Sem nome	Cauda deformada, enrolada	
		Sem nome	Mândibula pequena e deformada	
		Sem nome	Extremidades ausentes**	
		Hemimelia	Membros defeituosos	
	<i>Lacerta agilis e Zootoca vivipara</i>			Kolenda et al., 2017
		Meromelia	Ausência de dígitos	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
	<i>Lacerta schreiberi</i>	Polidactilia	Dígitos Supernuméricos	Megia, 2012
	<i>Marisora brachypoda</i>	Cifose	Curvatura anormal da coluna vertebral	ARRIVILLAGA & Brown, 2019
		Sem nome	Redução do tamanho de um único olho **	
	<i>Pachydactylus vansoni</i>			Rosler, 1993
		Sem nome	Não aumento de peso com o desenvolvimento pós-natal*	
	<i>Podacris muralis</i>	Sem nome	Bifurcação da cauda	Pola & Koleška, 2017
		Sem nome	Interrupção da coloração normal	
	<i>Podarcis bacagei Neftali</i>			Sillero et al., 2011
		Sem nome	Leve torção do corpo	
	<i>Podarcis muralis</i>	Polidactilia	Dígitos supernuméricos	Lazić & Crnobrnja-Isailović, 2012
		Microftalmia unilateral	Redução do tamanho de um único olho	
		Anencefalia	Ausência do cérebro	
		Exencefalia	Cérebro não contido pela caixa craniãna	
	<i>Podarcis sicula</i>	Hipoplasia medfacial	Porção medial da face subdesenvolvida	Simoniello et al., 2010
		Sem nome	Deformações da base do crânio, mandíbula e palato.	
		Sem nome	Inchaço das vesículas cerebrais	
		Sem nome	Assimetria dos lobos cerebrais	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
	<i>Rhacodactylus ciliatus</i>	Ectopia cordis	coração localizado externamente a cavidade pericárdica	Melidone et al., 2009
	<i>Tropidurus etheridgei</i>	Polidactilia	Digitos supernuméricos	Pelegrin, 2007
	<i>Tropidurus gr. torquatus</i>	Cauda bifida	Duplicação da extremidade posterior da cauda	Martins et al., 2013
	<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	Sem nome	Bifurcação da cauda	Passos et al., 2014
		Cefalotoracopagus	Gêmeos siameses unidos pelo crânio e pelo tecido abdominal	
		Sem nome	Coluna vertebral curvada	
	<i>Varanus melinus</i>	Sem nome	Crânio malformado**	Van Schingen & Ziegler, 2014
		Sem nome	Cavidade abdominal aberta	
		Sem nome	Escamas laterais em formato de espinho	
<b>Serpentes</b>				
	<i>Boa constrictor</i>	Sem nome	Malformação do olho direito**	Andreotti, 1993
		Bicefalia	**	
	<i>Bothrops jararaca</i> e <i>Crotalus durissus</i>	Braquignatia	**	Carvalho et al., 2019
		Buftalmia	**	
		Cephalic	Malformação cefálica**	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Cauda incompleta	
		Lábio leporino	**	
		Sem nome	Extremidade de cauda torta	
		Cifoescoliose	**	
		Cífose	**	
		Lordose	**	
		Prognatia	**	
		Escoliose	**	
		Esquistosomia	**	
		Sem nome	Fusão das escamas ventrais	
	<i>Bungarus multicinctus</i>	Sem nome	Malformação na cauda**	Ji et al., 2017
	<i>Coronella austriaca</i>	Anofthalmia unilateral	Ausência de um olho	Jablonski & Mikulíček, 2015
	<i>Crotalus durissus aff. vegrandis</i>	Bicefalia	Presença de duas cabeças	Esqueda et al., 2016
		Cífose	Curvatura convexa anormal da coluna	
	<i>Crotalus durissus e Bothrops jararaca</i>	Lordose	Curvatura concava anormal da coluna	Sant'anna et al., 2013
		Escoliose	Curvatura lateral da coluna	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Anoftalmia	Ausência de um globo ocular	
		Microftalmia	Olho de tamanho reduzido	
			Fusão das escamas ventrais ou escamas ventrais unidas	
		Heterotopia das escamas ventrais	Presença de escamas semelhantes as ventrais, na porção dorsal do organismo	
		Bicefalia	Presença de duas cabeças	
		Braquignatia	Encurtamento da mandíbula	
		Hidrocefalia	Dilatação do crânio, formando domo	
		Micrognatia	Encurtamento da maxila	
		Lábio leporino	Defeito na formação do lábio superior	
		Cabeça deformada	Formato anormal da cabeça, geralmente com formato conico	
		Esquistossomia	Cefhamento incompleto do corpo	
		Ponta da cauda torta	**	
		Cauda incompleta	**	
		Nanismo	Redução do Comprimento Rostro-cloacal	
		Lordose	**	de Carvalho et al., 2017

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Cifose	**	
		Escoliose	**	
		Cifoescoliose	**	
		Anoftalmia	**	
		Microfthalmia	**	
		Buftalmia	**	
		Bicefalia	**	
	<i>Crotalus durissus</i> e <i>Bothrops jararaca</i>	Bifurcação rostral	**	
		Braquignatia	**	
		Hidrocefalia	**	
		Micrognatia	**	
		Prognatia	**	
		Lábio leporino	**	
		Sem nome	Malformação cefálica**	
		Sem nome	Cauda enrolada	
	<i>Epicrates cenchria crassus</i>	Cifose	Desvios dorsais da coluna com aumento do comprimento do corpo das vertebrae	Sesoko et al., 2012

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Malformação das escamas ventrais	
	<i>Hierophis viridiflavus</i>	Sem nome	Malformação das escamas da cabeça	Paterna, 2015
		Sem nome	Malformação da traqueia	
	<i>Lampropeltis hondurensis</i>	Teratogigynus	Duplicação da cabeça e início da coluna vertebral	Orós et al., 1997
	<i>Pituophis melanoleucus sayi</i>	Sem nome	Coluna vertebral com torções	Treadwell, 1962
	<i>Pituophis melanoleucus sayi</i>	Sem nome	Malformação no crânio, mandíbula e coluna**	Treadwell, 1962
		Anoftalmia	Ausência dos dois olhos	
	<i>Python bivittatus e Python regius</i>			Da Silva et al., 2015
		Microftalmia	Ausência de apenas um olho	
		Sem nome	Ventrículo com sulco profundo ocorrendo na face externa	
	<i>Python regius</i>			Jensen & Waing, 2009
		Sem nome	Átrio alargado	
	<i>Vipera ammodytes</i>	Sem nome	Pupila do olho direito com malformação, apresentando abertura retangular.	Čubrić & Crnobrnja-Isailović, 2017
	<i>Vipera lebetina</i>	Sem nome	Malformação unilateral da borda superciliar	Böhme & Wiedl, 1994
		Gêmeos siamesos	Dois animais fundidos	
	<i>Vipera ursinii rakosiensis</i>			Tóth et al., 2005
		Sem nome	Ausência de dentes e presas	
		Sem nome	Deformações do crânio**	Olson & Madsen, 2001

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
	<i>Lacerta agilis e Vipera berus</i>	Sem nome	Assimetria de membros**	
<b>Testudine</b>				
		Placas supernuméricos	Número de placas ósseas e dérmicas superior ao normal	
		Placas subnuméricos	Número de placas ósseas e dérmicas inferior ao normal	
		Albinismo	Ausência de pigmento	
		Maloclusão da mandíbula	**	
	<i>Caretta caretta e Chelonia mydas</i>	Sem nome	Ausência de olhos	Kaska & Downie, 1999
		Sem nome	Ausência de narinas	
		Sem nome	Ausência de membros	
		Sem nome	Ausência do bico corneo	
		Sem nome	Deformação da cabeça	
	<i>Caretta caretta, Lepidochelys olivacea e Lepidochelys kempi</i>	Sem nome	Padrão anormal das escamas no casco das tartarugas	Zimm et al., 2017
	<i>Chelidra serpentina</i>	Aplasia pulmonar unilateral	Ausência de um pulmão	Schanchner et al., 2017
	<i>Chelonia mydas</i>	Dicefalia	Presença de duas cabeças	Sönmez et al., 2017
	<i>Chelydra serpentina e Chrysemys picta</i>	Sem nome	Padrão anormal das escamas no casco das tartarugas	Davy & Murphy, 2009

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Número de placas ósseas e dérmicas inferior ao normal	
		Sem nome	Número de placas ósseas e dérmicas superior ao normal	
		Escoliose	Curvatura lateral anormal da coluna vertebral	
		Sem nome	Sinfese mandibular não fundida	
		Sem nome	Membro deformado **	
		Sem nome	Processo extra projetando-se da junta carpal	
		Síndrome de Cauda de Pomba	Cauda acabando abruptamente	
		Sem nome	Casco ou plastrão disforme	
		Sem nome	Cauda deformada	
		Sem nome	Placas deformadas	
		Sem nome	Placas supernuméricas	
	<i>Chelydra serpentinae</i> <i>Chrysemys picta</i>	Sem nome	Placas subnuméricas	Bell et al., 2006
		Sem nome	Ausência de um dígito	
		Sem nome	Dígitos deformados	
		Sem nome	Ausência de um pé	
		Sem nome	Ausência de pigmentação	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Corpo estreito	
		Sem nome	Poucas ou nenhuma escama	
		Sem nome	Crânio menor que o normal	
		Sem nome	Ausência de um olho	
		Cifose	**	
		Escoliose	**	
		Sem nome	Um lado da maxila não fundido com o nasal	
		Sem nome	Dois pés deformados	
		Sem nome	Assincronia do desenvolvimento	
		Nanismo	**	
		Gastrotrichsis	**	
		Sem nome	Ausência de dois ou mais membros	
		Exêncefalia	**	
		Hidrocefalia	**	
		Sem nome	Ausência de lobos	
		Ectocardia	**	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Anoftalmia	**	
		Sem nome	Crânio não fundido	
		Sem nome	Coluna / notocorda dobrada em dois ou mais lugares, prejudicando o movimento	
		Sem nome	Partes da mandíbula ausentes ou severamente deformadas	
		Sem nome	Assimetria nas placas do casco	
		Sem nome	Placa vertebral dividida, simetricamente	
	<i>Deirochelys reticularia miaria</i>			McKnight & Ligon, 2014
		Sem nome	Malformação do casco com constrição nas placas.	
		Sem nome	Alteração na coloração do casco	
	<i>Emys orbicularis</i>	Microftalmia bilateral	Diminuição dos olhos	Escoriza, 2012
		Leucenismo	Pigmentação reduzida no corpo e olhos escuros	
		Craniopagus	Gêmeos siameses unidos pela cabeça	
	<i>Eretmochelys imbricata</i> , <i>Chelonia mydas</i> e <i>Lepidochelys olivacea</i>	Omphalopagus	Gêmeos siameses unidos pelo cordão umbilical	Bárcenas-Ibarra et al., 2015
		Gêmeo Parasita	Porções do irmão menor presentes no gêmeo maior e completamente formado	
		Anasarca	Acumulo de fluido intersticial no tecido conjuntivo subcutâneo	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Nanismo	Tamanho reduzido do corpo todo	
		Gigantismo	Tamanho exacerbado do corpo todo	
		Bicefalia	Presença de duas cabeças	
		Acefalia	Ausência de uma cabeça	
		Mircocefalia	Cabeça desproporcionalmente pequena	
		Hidrocefalia	Acumulo de fluido na cavidade craniana, causando sua dilatação	
		Encefalocele	Saliências no crânio por onde o tecido cerebral extrapola da caixa crâniana, coberto por membranas	
		Disostose do crânio	Crescimento anormal de ossos do crânio	
		Anencefalia	Ausência ou diminuição do cérebro	
		Exencefalia	Cérebro não contido pela caixa craniãna, em decorrência da ausência de toda ou parte da caixa craniana	
		Hiperplasia da palpebra	Aumento da palpebra	
		Microftalmia	Redução do tamanho do olho	
		Macroftalmia	Aumento do tamanho do olho	
		Ciclopia	Presença de apenas um olho	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Ciclope paroxístico	Presença de um terceiro olho entre os dois olhos normais	
		Anoftalmia	Ausência de olhos	
		Rinoquisi	Separação vertical das narinas em duas partes iguais	
		Arhinia	Ausência das narinas	
		Rinocefalia	Narina na forma de propócite presente na porção anterior da cabeça	
		Laterognatismo	Mandibula projetada para as laterais	
		Mandibula disforme	Mandibula com formato anormal	
		Braquignatia	Mandibula pequena	
		Prognatia	Mandibula grande ou projetada do crânio	
		Gnatosquise	Mandibula separada	
		Prosoposquise	Fissura da face se estendendo-se da mandibula até o olho	
		Agnatia	Ausência da mandibula	
		Cisto cervical	Protusão da pele no pescoço	
		Pescoço curto	Encurtamento do pescoço	
		Pseudofistula no pescoço	Passagem falsa entre o interior e exterior do pescoço	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Casco comprimido	Depressão irregular em um casco formado normalmente	
		Placas Disformes	Placas dérmicas com formas anormais	
		Placas subnuméricos	Número de placas ósseas e dérmicas inferior ao normal	
		Placas supernuméricos	Número de placas ósseas e dérmicas superior ao normal	
		Cifose	Aumento da convexidade na curvatura espinhal	
		Escoliose	Curvatura lateral anormal da coluna vertebral	
		Ossos disformes	Ossos com formato anormal	
		Osteoagenese	Ausência de ossos	
		Placas femorais brancas	Coloração branca das escamas femorais do plastrão	
		Metaplasia do plastrão	Tecido anormal no plastrão	
		Cauda disforme	Forma anormal da cauda	
		Braquiurus	Cauda encurtada	
		Anurus	Cauda ausente	
		Atresia cloacal	Ausência ou fechamento da abertura cloacal	
		Falta de pigmentação dos membros	Ausência de pigmento na região dos membros, não compondo albinismo	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Hiperflexão	Contração incorreta da musculatura	
		Micromelia	Membro desproporcionalmente pequeno	
		Garras aplásticas	Presença de unha na porção mais distal do membro	
		Macroactilia	Digitos alargados	
		Braquidactilia	Digitos encurtados	
		Polidactilia	Digitos supernuméricos	
		Adactilia	Ausência de digitos	
		Sindactilia	Fusão parcial ou total dos digitos	
		Diplopodia	Duplicação de membros	
		Hipoplasia	Desenvolvimento anormal do membro	
		Malposição	Membro não ocorrendo na posição correta	
		Focomelia	Redução ou ausência proximal dos ossos	
		Hemimelia	Ausência ou encurtamento dos ossos distais	
		Amelia	Ausência completa de um ou mais membros	
	Híbridos de <i>Chinemys reevesii</i> x <i>Cuora</i>	Sem nome	Ausência do membro posterior direito	Galgon & Fritz, 2002

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
	<i>amboinensis</i> <i>kamaroma</i>	Sem nome	Casco e plastrão deformados e assimétricos	
		Exencefalia	**	
		Ciclopia	**	
		Anoftalmia	**	
		Arhinia	**	
		Prognatia	**	
		Agnatia	**	
		Casco comprimido	**	
		Cifose	**	
	<i>Lepidochelys</i> <i>olivacea</i>	Albinismo	**	Bárcenas-Ibarra & Gasca, 2009
		Gêmeos idênticos	**	
		Gêmeos não-idênticos	**	
		Aplasia completa	**	
		Sinofitalmia	**	
		Monofitalmia	**	
		Rinodino	**	
		Monoamelia	**	

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Biamelia frontal	**	
		Tetramelia	**	
		Hipoplasia da nadadeira	**	
		Bifurcação da nadadeira	**	
	<i>Lerista dorsalis</i> e <i>Lerista timida</i>	Sem nome	Ausência ou redução de dígitos	Skinner, 2012
	<i>Macroclermys temminckii</i>	Cauda torta	Cauda com torção proximal	McCallum & Trauth, 2000
		Escoliose	Curvatura lateral anormal da coluna vertebral	
		Sem nome	Ausência de olhos	
		Sem nome	Corpo deformado	
	<i>Malayemys macrocephala</i>	Nanismo	Tamanho reduzido do corpo todo	Pewphong et al., 2013
		Sem nome	Crânio achatado	
		Sem nome	Casco deformado**	
		Sem nome	Corpo estreito	
	<i>Mauremys leprosa</i>	Chifre cutâneo	Proliferação local de excrementos cornificados, sem suporte de osso, na pele	Franch & Martínez-Silvestre, 2016
		Dicefalia	Duas cabeças	Palmieri et al., 2013

Grupo	Espécie	Anomalia	Descrição	Trabalho
		Sem nome	Duplicação de esôfago, estômago, fígado, vesícula biliar e traqueia	
	<i>Testudo graeca iberica</i>	Válvula pilórica atresia	**	
		Hipoplasia do fígado esquerdo	**	
	<i>Trachemys dorbignii</i>	Sem nome	Ausência de membro anterior	Carniatio et al., 2017
	<i>Trachemys scripta</i>	Dipropiasis	Duplicação da face	Lanteri et al., 2017

Apêndice II. Tabela com identificação das desovas, indivíduos e anomalias utilizados no experimento.

Indivíduos sem anomalias	Azul
Indivíduos com anomalias leves	Verde
Indivíduos com anomalias moderadas	Amarelo
Indivíduos com anomalias severas	Vermelho
Ovos inférteis/Inviáveis	Salmão

Desova	ANO	ID	Temperatura de Incubação	Embrião	Estágio	Anomalia	Grau da Anomalia	Anomalia
5	2017	28	Controle	1	Nasceu	0	0	-
5	2017	29	D	?	-	-	-	-
5	2017	Controle	D	?	-	-	-	-
5	2017	31	C	1	Nasceu	1	1	Cauda amputada
5	2017	32	C	0	-	-	-	-
7	2017	33	Controle	1	Nasceu	1	1	Cauda Amputada
7	2017	34	D	?	-	-	-	-
7	2017	D	D	0	-	-	-	-
7	2017	36	C	1	Nasceu	0	0	-
7	2017	37	A	1	41	0	0	-
11	2017	42	A	1	42	0	0	-
11	2017	43	Controle	?	-	-	-	-
11	2017	44	D	?	-	-	-	-
11	2017	45	C	0	-	-	-	-
11	2017	46	C	0	-	-	-	-
12	2017	47	Controle	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
12	2017	48	D	?	-	-	-	-
12	2017	49	D	?	-	-	-	-
12	2017	50	C	0	-	-	-	-
12	2017	51	A	1	Nasceu	1	1	Anomalia na cauda
16	2017	61	A	0	-	-	-	-
16	2017	62	Controle	0	-	-	-	-
16	2017	63	D	0	-	-	-	-
16	2017	64	D	1	38	0	0	-
16	2017	65	D	0	-	-	-	-
16	2017	66	C	0	-	-	-	-
16	2017	67	C	1	?	0	0	-
16	2017	68	C	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
16	2017	69	C	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
17	2017	70	A	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
17	2017	71	Controle	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
17	2017	72	C	0	-	-	-	-
17	2017	73	C	0	-	-	-	-
17	2017	74	D	0	-	-	-	-
17	2017	75	D	0	-	-	-	-
18	2017	76	Controle	0	-	-	-	-

Desova	ANO	ID	Temperatura de Incubação	Embrião	Estágio	Anomalia	Grau da Anomalia	Anomalia
18	2017	77	A	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
18	2017	78	D	0	-	-	-	-
18	2017	79	D	1	38	0	0	-
18	2017	80	C	1	42	0	0	-
18	2017	81	C	?	-	-	-	-
19	2017	82	A	1	36	0	0	-
19	2017	83	Controle	0	-	-	-	-
19	2017	84	D	0	-	-	-	-
19	2017	85	D	1	37	0	0	-
19	2017	86	D	1	41	1	1	Anomalia na cauda
19	2017	87	C	0	-	-	-	-
19	2017	88	C	0	-	-	-	-
19	2017	89	C	0	-	-	-	-
20	2017	90	Controle	1	Nasceu	0	0	-
22	2017	96	A	1	Nasceu	1	2	Hemimelia
22	2017	97	Controle	1	41	1	2	Esqueleto com torções e deslocamentos.
22	2017	98	D	0	-	-	-	-
22	2017	99	D	1	40	1	3	Exencefalia
22	2017	100	D	1	40	1	1	Anomalia na cauda; pigmentação disforme.
22	2017	101	C	1	Nasceu	0	0	-
22	2017	102	C	1	37	0	0	-
22	2017	103	C	1	42	0	0	-
23	2017	104	A	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
23	2017	105	Controle	1	Nasceu	0	0	-
23	2017	106	D	1	?	1	3	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
23	2017	107	D	0	-	-	-	-
23	2017	108	C	1	Nasceu	0	0	-
23	2017	109	C	1	?	1	3	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
24	2017	110	A	1	40	1	3	Exencefalia
24	2017	111	Controle	1	39	0	0	-
24	2017	112	D	1	42	0	0	-
24	2017	113	C	1	Nasceu	0	0	-
26	2017	120	A	1	Nasceu	0	0	-
26	2017	121	Controle	0	-	-	-	-
26	2017	122	D	?	-	-	-	-
26	2017	123	D	1	38	0	0	-
26	2017	124	D	0	-	-	-	-
26	2017	125	C	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra; Vertebra caudal deformada
26	2017	126	C	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
26	2017	127	Controle	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
1	2018	1	C	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	2	C	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	3	Controle	1	Nasceu	1	1	Cauda enrolada

Desova	ANO	ID	Temperatura de Incubação	Embrião	Estágio	Anomalia	Grau da Anomalia	Anomalia
1	2018	4	Controle	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	5	B	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	6	B	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	7	B	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	8	A	1	Nasceu	0	0	-
1	2018	9	A	1	Nasceu	0	0	-
3	2018	10	Controle	1	Nasceu	0	0	-
3	2018	11	B	1	Nasceu	0	0	-
3	2018	12	C	1	Nasceu	0	0	-
3	2018	13	A	1	Nasceu	0	0	-
3	2018	14	A	1	Nasceu	0	0	-
4	2018	15	A	0	-	-	-	-
4	2018	16	C	0	-	-	-	-
4	2018	17	C	0	-	-	-	-
4	2018	18	Controle	0	-	-	-	-
4	2018	19	B	1	Nasceu	1	2	Hemimelia; Oligodactilia; Vertebras caudais deformadas
5	2018	20	Controle	1	Nasceu	1	1	Vértebras caudais fundidas
5	2018	21	Controle	1	Nasceu	0	0	-
5	2018	22	B	1	42	0	0	-
5	2018	23	B	1	39	0	0	-
5	2018	24	B	1	?	1	3	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
5	2018	25	C	1	?	1	3	Anomalia extrema ou em estágio muito inicial
5	2018	26	A	1	Nasceu	0	0	-
5	2018	27	A	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
6	2018	28	B	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	29	B	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	Controle	A	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	31	B	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	32	C	1	40	1	3	Crânio deformado; Exencefalia
6	2018	33	A	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	34	Controle	1	Nasceu	0	0	-
7	2018	D	Controle	0	-	-	-	-
7	2018	36	A	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
7	2018	37	B	0	-	-	-	-
7	2018	38	Controle	1	Nasceu	0	0	-
8	2018	39	A	1	Nasceu	0	0	-
8	2018	40	Controle	1	Nasceu	0	0	-
8	2018	41	B	1	Nasceu	1	2	Hemimelia
9	2018	42	A	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
9	2018	43	A	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
9	2018	44	Controle	1	Nasceu	0	0	-

Desova	ANO	ID	Temperatura de Incubação	Embrião	Estágio	Anomalia	Grau da Anomalia	Anomalia
9	2018	45	Controle	1	Nasceu	1	1	Hemivértebras;Vertebra caudal deformada
9	2018	46	B	1	Nasceu	0	0	-
9	2018	47	B	1	Nasceu	1	2	Hemimelia; Oligodactilia; Hemivértebra
9	2018	48	C	0	-	-	-	-
10	2018	49	C	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
10	2018	50	Controle	1	Nasceu	1	1	Hemivértebra
10	2018	51	B	1	41	0	0	-
10	2018	52	B	1	42	0	0	-
11	2018	53	Controle	1	Nasceu	1	2	Hemimelia; Oligodactilia; Vertebras caudais deformadas
11	2018	54	B	1	Nasceu	1	2	Hemimelia; Vertebra caudal deformada
11	2018	55	A	1	41	1	1	Anomalia na cauda
11	2018	56	Controle	1	Nasceu	0	0	-
12	2018	57	B	0	-	-	-	-
12	2018	58	B	0	-	-	-	-
12	2018	59	B	0	-	-	-	-
12	2018	60	Controle	0	-	-	-	-
12	2018	61	C	0	-	-	-	-
12	2018	62	A	1	42	0	0	-
14	2018	63	Controle	1	Nasceu	0	0	-
14	2018	64	C	1	Nasceu	0	0	-
14	2018	65	A	1	Nasceu	0	0	-
14	2018	66	A	1	Nasceu	0	0	-
14	2018	67	B	1	Nasceu	0	0	-
14	2018	68	B	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	69	B	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	70	B	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	71	B	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	72	A	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	73	A	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	74	Controle	1	Nasceu	1	1	Vertebra caudal deformada
15	2018	75	Controle	1	Nasceu	0	0	-
15	2018	76	C	1	Nasceu	0	0	-
16	2018	77	C	1	Nasceu	1	1	Cauda amputada
16	2018	78	Controle	1	Nasceu	0	0	-
16	2018	79	Controle	1	Nasceu	0	0	-
16	2018	80	B	1	Nasceu	0	0	-
16	2018	81	B	1	Nasceu	0	0	-

Desova	ANO	ID	Temperatura de Incubação	Embrião	Estágio	Anomalia	Grau da Anomalia	Anomalia
16	2018	82	A	1	Nasceu	0	0	-
6	2018	83	A	1	Nasceu	0	0	-