

MALFORMAÇÕES EM NINHADAS DE CAIÇACA, *BOTHROPS MOOJENI* (SERPENTES, VIPERIDAE)

Denis Vieira de ANDRADE
Augusto Shinya ABE

RESUMO: Evidências experimentais indicam que a incidência de malformações em serpentes na natureza é provavelmente baixa. No entanto, em ninhadas de *Bothrops moojeni* oriundas de fêmeas grávidas, coletadas no resgate da usina hidroelétrica de Três Irmãos, SP, a incidência de anomalias foi de 7,7%. As malformações observadas incluem irregularidades na folidose, desvios da coluna, enovelamento da coluna e bicefalia. As anomalias podem ter sido causadas pela exposição das fêmeas prenhas a temperaturas inadequadas em uma fase sensível do desenvolvimento embrionário, quando ilhadas, nas copas das árvores e arbustos, durante a elevação da água na represa.

UNITERMOS: Teratologia, bicefalia, temperatura, desenvolvimento embrionário, serpentes, represamento de rios, sudeste brasileiro.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de bicefalia em serpentes é rara, mas tem sido bem documentada na literatura (e.g. 1,2,3,4,6,23,27). Belluomini² estima em aproximadamente 1/100.000 a razão deste tipo de anomalia, com base nas serpentes recebidas pelo Instituto Butantan em pouco mais de 50 anos. Em um inventário de todo o material de serpentes bicéfalas depositadas nas coleções do Instituto Butantan, Museu de Zoologia da USP e Instituto Pinheiros, Belluomini² conseguiu reunir apenas nove casos, entre mais de 700.000 exemplares.

Uma importante contribuição ao estudo da bicefalia e demais casos de malformações em répteis foi o trabalho de Nakamura¹⁶, que apresenta uma chave

Departamento de Zoologia

Instituto de Biociências

UNESP — Caixa Postal 199

13506-900 — Rio Claro, SP — Brasil

Recebido para publicação em 12.03.92 e aceito em 31.07.92.

classificatória para os diversos tipos teratológicos. Posteriormente, com a descrição de novos casos de bicefalia, a chave de Nakamura¹⁶ foi ampliada por outros autores 2, 27.

Neste estudo, descrevemos alguns casos de teratologia em embriões e neonato de *Bothrops moojeni* sugerindo uma provável causa do elevado índice de ocorrência da anomalia no material examinado.

MATERIAL

Durante o enchimento da represa da Usina Hidroelétrica de Três Irmãos, nos municípios de Araçatuba ($21^{\circ} 11'S$; $50^{\circ} 25'W$) e de Pereira Barreto ($20^{\circ} 38'S$; $51^{\circ} 06'W$), estado de São Paulo, recebemos vários exemplares de *B. moojeni*, coletados entre setembro de 1990 e março de 1991. Algumas das fêmeas desse lote de serpentes estavam grávidas e o exame dos embriões e neonatos revelou diversos casos de teratogenia. A descrição do material teratológico baseia-se em 4 exemplares, encontrados entre 52 examinados, oriundos de 3 ninhadas, dentre as 7 observadas.

RESULTADOS

Fêmea # 784 — comprimento rostro-anal de 875mm, revelou, por ocasião da necrópsia em 25-11-1991, a presença de quatro embriões no estágio 36 de desenvolvimento, de acordo com os critérios de Zehr²⁸, e um ovo atrésico. Dois dos embriões apresentavam as malformações descritas a seguir.

Caso 1. Exemplar macho, com hemipenis ainda evertido, bicéfalo, depositado sob o número 789 na coleção do Departamento de Zoologia, UNESP, Campus de Rio Claro (DZRC). As duas cabeças se fundem dorsalmente pela região parietal (Fig. 1). Ventralmente, a fusão mandibular situa-se na 2^a infralabial da cabeça direita e 5^a. infralabial da cabeça esquerda. Há duas regiões mentonianas, que se fundem em uma única gular. As placas ventrais são ligeiramente mais largas que as demais, até a sexta, a partir da qual apresentam-se irregularmente duplicadas, com 8 placas pelo lado esquerdo e 19 pelo lado direito. A cabeça direita, com um desvio de 22° para a esquerda em relação ao eixo sagital do corpo, apresenta um entumescimento na região rostral e o olho esquerdo, saltado da órbita, não apresenta cristalino. Cabeça esquerda normal e com um desvio de 94° , também para o lado esquerdo. Corpo sem anomalias externas, tanto na foliada como na coloração.

Cabeça direita com 13,6mm de comprimento e a esquerda com 11,5mm. Comprimento da bifurcação ao ânus 174mm, cauda 37,4mm. Placas ventrais 180 do final da região duplicada até a placa anal; escamas subcaudais 67.

Como outros autores já ressaltaram anteriormente (e.g.²³), é evidente a necessidade de uma melhor classificação para identificar o caso descrito. Todavia, ainda optamos pela chave de Nakamura¹⁶, por sua flexibilidade. Assim, segundo os critérios de Nakamura¹⁶, o bicéfalo descrito pode ser classificado como teratódimo opódimo, ou seja, como nível de bifurcação não ultrapassando os limites do crânio.

Caso 2. Exemplar fêmea, (DZRC nº 791), com acentuada compressão lateral da região parietal e três irregularidades ao longo da coluna. A primeira, um acentuado desvio da coluna, localiza-se ao nível da 20^a placa ventral. O segundo desvio, mais acentuado que o primeiro, situa-se na altura da 65^a placa ventral e o corpo eleva-se verticalmente, com desvio para a direita. A terceira irregularidade é a torção do tronco, que ocorre ao nível da 165^a placa ventral. Neste ponto o

nas quais existem duas ou mais cabeças, que podem ser normais ou deformadas. Alguns estudos experimentais realizados no relato a engrenagem e o crescimento de embriões abertos em embriões de rãs mostraram que as malformações causadas pelo efeito da temperatura são dependentes tanto do momento em que ocorre quanto da frequência de incidência desse efeito na natureza.

A elevada incidência de malformações (na ordem de 7,7%), no material de *B. moojeni* estudado, pode ser explicada por fatores desconhecidos certamente não permanentes, que possam ter causado deformidades. O fato de não se observar nenhuma malformação no tronco, na coluna vertebral, tortuosidade ou cauda sugere que os efeitos de temperatura devem ter sido minimizados durante o respectivo período.

O caso 1 é representado por uma cobra com duas cabeças, resultante de diferentes tratamentos de temperatura, que foram aplicados ao embrião de 35 dias de desenvolvimento. A figura mostra a cobra com suas duas cabeças e a seta apontando para a dilatação da região rostral.

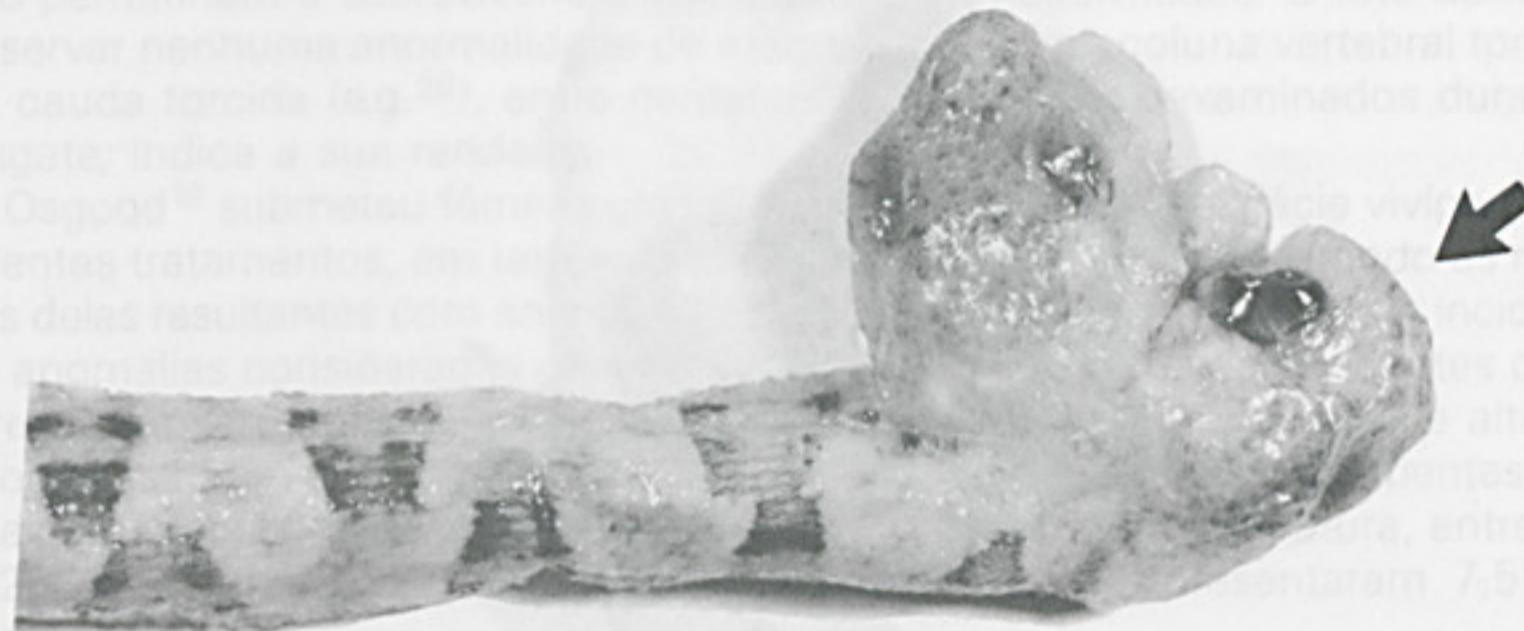


FIG. 1. Vista dorsal do bicéfalo de *B. moojeni* mostrando a fusão das duas cabeças pela região parietal. Note a dilatação da região rostral (seta).

corpo faz torção da esquerda para a direita, expondo lateralmente as placas ventrais. Comprimento rostro-anal 212mm, cauda 37mm. Coloração e folidose normais (Supra-labiais 7/7; infra-labiais 7/8; dorsais 27; ventrais 204; sub-caudais 68).

Fêmea # 786 — Comprimento rostro-anal 1025mm, necropsiada em março de 1991, continha 7 embriões, no estágio 35 e 36 de desenvolvimento, e 7 ovos atrésicos. Um dos embriões apresentava malformações, relatadas a seguir.

Caso 3. Exemplar fêmea, (DZRC nº 790), sem o cristalino do olho esquerdo e com fusão das placas ventrais, entre as de número 66 e a 96, além de dois pequenos desvios da coluna no terço posterior do corpo. Comprimento rostro-anal 109mm, cauda 13mm. Acentuadamente menor que os demais embriões e no estágio 35, ao passo que os demais, normais, estão no estágio 36. O menor tamanho não é devido a fusão das placas ventrais. Comprimento médio dos demais embriões: rostro-anal # $172,3 \pm 7,1$ mm, cauda $33,6 \pm 1,2$. Coloração normal e folidose apresenta redução no número de placas ventrais (supra-labiais 7/7; infra-labiais 9/10, dorsais 25; ventrais 179; sub-caudais 65).

Em 9 de março de 1991, uma fêmea ainda mantida em cativeiro (comprimento rostro-anal aproximado de 1150mm) pariu 10 filhotes, um natimorto e 5 ovos atrésicos. Um dos neonatos apresentava as graves deformações abaixo descritas e morreu algumas horas após o nascimento.

Caso 4. Serpente de sexo não determinado (DZRC nº 788), com cabeça normal (supra-labiais 9/9; infra-labiais 10/10). O corpo é normal até a 18^a placa ventral, a partir da qual se apresenta reduzido e enovelado, com a porção terminal e cauda enrondilhadas como nos estágios embrionários. Além da acentuada redução do corpo, o neonato apresenta a massa visceral evertida, onde podem ser reconhecidos a vesícula biliar, parte do tubo digestivo e massa de vitelo (Fig. 2). A região correspondente ao pulmão é extremamente reduzida, o que pode ter contribuído para a morte do animal. O volume da cabeça corresponde a aproxima-

damente 1/4 do total da serpente, que é muito menor que os demais exemplares da ninhada. A coloração é normal.



FIG. 2. Vista ventral de *B. moojeni*, caso 4 (DZRC nº 788), mostrando a porção terminal do corpo e cauda enrodilhadas e a massa viscelar evertida (V). Note o volume desproporcional da cabeça em relação ao total do corpo.

DISCUSSÃO

A ocorrência de anomalias em répteis pode estar relacionada às condições que os embriões experimentam em determinados estágios do desenvolvimento. Nos répteis ovíparos, o baixo teor de umidade ou a temperatura inadequada durante a incubação causam a morte ou deformidade do embrião. Lynn & Ullrich¹⁴ demonstraram, experimentalmente, que a exposição esporádica de ovos de queixadas a condições de pouca umidade pode provocar anomalias de variados graus nos neonatos, tanto na escutelação como na forma da carapaça e do plastrão. A exposição a condições de pouca umidade pode ser letal durante os primeiros estágios de desenvolvimento, mas os sobreviventes se apresentam normais¹⁴. No entanto, quando o estresse de água ocorreu em estágios mais avançados do desenvolvimento embrionário, surgiram anomalias¹⁴. Estes dados indicam que há estágios críticos do desenvolvimento embrionário, em que o estresse de água pode produzir malformações¹⁴.

A temperatura tem grande influência no desenvolvimento embrionário dos répteis, podendo inviabilizar a ninhada, determinar o sexo (veja¹⁹ para revisão) ou causar teratologias de várias ordens. A incubação dos ovos em temperaturas subletais, tanto baixas como elevadas, pode causar anomalias na escutelação, no colorido ou deformidades diversas^{5,25,26}. Também nas serpentes vivíparas, a temperatura de manutenção das fêmeas prenhas influi na velocidade do desenvolvimento embrionário e pode causar anomalias^{8,9,28}.

As malformações em répteis na natureza, aparentemente causadas por efeitos ambientais, parecem ocorrer com uma certa freqüência. Lynn & Ulrich¹⁴ re-

latam anomalias na escutelação da carapaça de quelônios iguais àquelas provocadas experimentalmente. King¹¹ relata a ampla ocorrência da duplicação de vértebras em serpentes, anomalia que pode ser causada pelo efeito da temperatura¹⁸. Embora Belluomini¹ tenha estimado em 1/100.000 a freqüência de bicéfalos, não há dados para outras anomalias na natureza.

A elevada incidência de exemplares teratológicos, na ordem de 7,7%, no material de *B. moojeni* examinado é intrigante. As anomalias descritas certamente não permitiriam a sobrevivência dos espécimes malformados. O fato de não se observar nenhuma anormalidade de menor grau, como coluna vertebral tortuosa ou cauda torcida (e.g.²⁶), entre centenas de exemplares examinados durante o resgate, indica a sua raridade.

Osgood¹⁸ submeteu fêmeas grávidas de *Natrix fasciata*, espécie vivípara, a diferentes tratamentos, em temperaturas variáveis ou fixas, comparando as ninhadas delas resultantes com animais controle, procedentes da natureza. A incidência de anomalias consideradas graves foi de 1,3% em ninhadas procedentes da natureza. Em serpentes submetidas a temperaturas constantes, baixas e altas, as anomalias foram de 3,8 e 6,4%, respectivamente. As ninhadas de serpentes mantidas em condições de grande amplitude de variação da temperatura, entre 18,3 e 26,7°C, durante a noite e o dia, respectivamente, apresentaram 7,5% de anomalias¹⁸.

Com o enchimento da represa de Três Irmãos, a várzea do rio Tietê e de seus tributários foi alagada, deslocando as serpentes de seus ambientes e refúgios habituais. Os exemplares de *B. moojeni* coletados durante o resgate ficavam freqüentemente ilhados, nas copas das árvores e arbustos, ou restos de vegetação flutuante. Nestes locais as serpentes ficavam sujeitas a variações da temperatura, que devem ter sido distintas daquelas que buscam durante as atividades habituais¹³. Baseando-se no tempo de gestação em *B. moojeni*¹² e na época de resgate das serpentes, é razoável supor que as fêmeas prenhas ficaram expostas a temperaturas críticas e inadequadas, enquanto ilhadas. Ademais, a incidência de malformações, em porcentagens próximas aos valores relatados por Osgood¹⁸, reforça a possibilidade de que a temperatura possa ter sido a causa das anomalias.

Federsoni⁷ relata, em três ninhadas de *B. atrox*, consangüíneas, nascidas em cativeiro, a elevada incidência de anomalias, variando de 3,4 a 26,6%. Os teratogênicos de *B. atrox* apresentam variados graus de anomalia, uma das quais com a parte posterior do corpo enovelada, semelhante ao caso 4, aqui descrito para *B. moojeni*. A anomalia observada em *B. atrox* foi denominada teratelessomatu-ro, ou seja, a teratogenia na porção distal do corpo e cauda⁷. Esta classificação não seria aplicável ao caso 4 de *B. moojeni*, pois a teratologia atinge também a porção anterior do corpo. A classificação desta teratogenia, porém, seria irrelevante, pois pouco ilustra o aspecto da anomalia.

Federsoni⁷ sugere que a causa das teratogenias observadas nas ninhadas de *B. atrox* pode ter sido a consangüinidade, pois as ninhadas dos exemplares parentais, procedentes da natureza e mantidos sob as mesmas condições, não apresentaram anomalias. As serpentes prenhas descritas por Federsoni⁷, foram mantidas a 19 — 23°C durante o inverno e 24 — 29°C no verão. Considerando-se as datas em que as serpentes pariram e as informações sobre o tempo de gestação em *Bothrops* (e.g.^{12,15,20}), não fica afastada a hipótese de que os embriões de *B. atrox* tenham experimentado temperaturas excessivamente baixas ao fim do inverno. Exposições a temperaturas na ordem de 18 — 22°C produzem elevada porcentagem de anomalias, mesmo em serpentes vivíparas de regiões temperadas, como *Natrix fasciata*¹⁸. Todavia, a elevada incidência de anomalias

registradas por Federsoni⁷, de até 26,6%, sugere que outras variáveis, além da temperatura, podem estar envolvidas.

Em répteis a viviparidade permite o desenvolvimento dos embriões sob condições menos variáveis de temperatura, graças ao comportamento termorregulatório da fêmea grávida^{21, 22}. A viviparidade ou a capacidade de manutenção de uma temperatura adequada ao desenvolvimento dos embriões pode ampliar a distribuição geográfica das serpentes^{10, 17, 24}. Porém, as limitações à capacidade de manutenção da temperatura ideal, por termorregulação, podem restringir o estabelecimento de uma espécie a um dado ambiente. Esse estabelecimento pode ainda ser agravado pelo surgimento de anomalias, decorrentes das temperaturas inadequadas durante o desenvolvimento embrionário.

ABSTRACT: Experimental evidences has shown that malformations and gross anomalies in nature probably occur in low frequency. In clutches of gravid females of *Bothrops moojeni* collected during animal rescuing activity at the Três Irmãos hydroelectric reservoir, in the State of São Paulo, however, the incidence of anomalies was 7,7%. Malformations included meristic anomalies, kinks and curling of vertebral column, and bicephaly. Anomalies might be due to the effect of inadequate temperatures during the development of the embryos. The gravid females sought shelter on the top of trees and bushes during the filling of the reservoir, being often exposed to wide temperature variations.

KEYWORDS: Teratology, bicephaly, temperature, embryo development, snakes, river damming, southeastern Brazil.

AGRADECIMENTOS

Desejamos consignar nossos agradecimentos à CESP, Companhia Hidroelétrica do Estado de São Paulo, pelo apoio logístico durante a excursão para a UHE de Três Irmãos e pela doação de serpentes coletadas durante o resgate. Agradecemos a O. C. P. Segura e Dr. C. B. F. Haddad, pela leitura crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELLUOMINI, H.E. Bicefalia em *Xenodon merremi* (Wagler 1824) (Serpentes) (Descrição de um teratódimo deródimo). *Mem. Inst. Butantan*, v. 28, p. 85-89, 1957/1958.
2. BELLUOMINI, H.E. Serpenti bicefali — Revisioni del materiale existente nell'Istituto Butantan, Departamento de Zoologia e nell'Istituto Pinheiros, SP, Brasil. *Arch. Zool. Italiano*, v. 50, p. 129-144, 1965.
3. BELLUOMINI, H.E., LANCINI, A. R. Bicefalia em *Leptodeira annulata ashmeadii* (Hallowell 1825) (Serpentes). Descrição de um teratódimo deródimo. *Mem. Inst. Butantan*, v. 29, p. 175-180, 1959.
4. BELLUOMINI, H.E., BIASI, P. de, PUORTO, G., BORELLI, V. Bicefalia em *Crotalus durissus terrificus* (Laurenti) [Serpentes: Viperidae: Crotalinae]. *Mem. Inst. Butantan*, v. 40/41, p. 117-121, 1977.
5. BUSTARD, H. R. Tail abnormalities in reptiles resulting from high temperature egg incubation. *Brit. J. Herpet.*, v. 4, p. 121-124, 1969.
6. CUNHA, O.R. Um teratódimo deródimo em jibóia (*Constrictor constrictor constrictor*) (Linn. 1756) (Ophidia; Boidae). *Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi*, n. 67, p. 1-17, 1968.

ANDRADE, D.V. de; ABE, A.S. Malformações em ninhadas de caiçaca, *Bothrops moojeni* (Serpentes, Viperidae). *Mem. Inst. Butantan*, v. 54, n. 2, p. 61-69, 1992.

7. FEDERSONI JR., P.A. Casos teratogênicos em *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Mem. Inst. Butantan*, v. 42/43, p. 49-64, 1979.
8. FOX, W. Effect of temperature on development of scutellation in the garter snake, *Thamnophis elegans atratus*. *Copeia*, p. 252-262, 1948.
9. FOX, W., GORDON, C., FOX, M. J. Morphological effects of low temperatures during the embryonic development of the garter snake *Thamnophis elegans*. *Zoologica*, v. 46, p. 57-71, 1961.
10. GREER, A. E. Mode of reproduction in the squamate fauna of three altitudinally correlated life zones in east Africa. *Herpetologica*, v. 24, p. 229-232, 1968.
11. KING, W. Vertebra duplication, an osteological anomaly widespread in snakes. *Herpetologica*, v. 15, p. 87-88, 1959.
12. LELOUP, P. Observations, sur la reproduction de *Bothrops moojeni* Hoge en captivité. *Acta Zool. Pathol. Antverpiensia*, n. 62, p. 173-201, 1975.
13. LELOUP, P. Various aspects of venomous snake breeding on a large scale. *Acta Zool. Pathol. Antverpiensia*, v. 1, p. 177-198, 1984.
14. LYNN, W. G., ULLRICH, M. C. Experimental production of shell abnormalities in turtles. *Copeia*, p. 253-262, 1950.
15. MURPHY, J. B., MITCHELL, L. A. Miscelaneous notes on the reproductive biology of reptiles. 6. Thirteen varieties of the genus *Bothrops* (Serpentes, Crotalidae). *Acta Zool. Pathol. Antverpiensia*, v. 1, p. 199-214, 1984.
16. NAKAMURA, K. Studies on some specimens of double monsters of snakes and tortoises. *Mem. Col. Sci. Kioto Imp. Univ.: Ser. B*, v. 14, p. 171-191, 1938.
17. NEILL, W. T. Viviparity in snakes: some ecological and zoogeographical considerations. *Amer. Natur.*, v. 98, p. 35-55, 1964.
18. OSGOOD, D. W. Effects of temperature on the development of meristic characters in *Natrix fasciata*. *Copeia*, p. 33-47, 1978.
19. PAUKSTIS, G.L., JANZEN, F. J. Sex determination in reptiles: summary of effects of constant temperatures of incubation on sex ratios of offspring. *Smithsonian Herpet. Inf. Serv.*, n. 83, p. 1-28, 1990.
20. PEZZANO, V. Reproduction of *Bothrops alternatus* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) in captivity. *Litteratura Serpentium*, v. 6, p. 13-19, 1986.
21. SHINE, R. The evolution of viviparity in reptiles: an ecological analysis. In: GANS, C., BILLETT, F., eds. *Biology of the reptilia*. New York: John Wiley, 1985 v. 15, p. 606-694.
22. TINKLE, D. W., GIBBONS, J. W. The distribution and evolution of viviparity in reptiles. *Mis. Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Michigan*, v. 154, p. 1-55, 1977.
23. VANZOLINI, P. E. Notas sobre um deródimo de *Crotalus durissus terrificus* (Laur.) *Pap. Av. Dep. Zool., SP*, v. 8, p. 273-283, 1947.
24. VAZ-FERREIRA, R., ZOLESSI, L. C. de, ACHÁVAL, F. Oviposicion y desarrollo de ofidios y lacertilios en hormigueros de *Acromyrmex*. *Physis*, v. 29, p. 431-459, 1970.
25. VINEGAR, A. The effect of temperature on the growth and development of embryos of the indian python, *Python molurus* (Reptilia: Serpentes: Boidae). *Copeia*, p. 171-173, 1973.
26. VINEGAR, A. Evolutionary implications of temperature induced anomalies of development in snakes embryos. *Herpetologica*, v. 30, p. 72-74, 1974.
27. VIZOTTO, L. D. Bicefalia em *Phylodryas olfersii* (Lichtenstein, 1823) (Ophidia; Colubridae). *Naturalia*, v. 1, p. 69-76, 1975.
28. ZEHR, D. R. Stages in the normal development of the common garter snake, *Thamnophis sirtalis sirtalis*. *Copeia*, p. 332-329, 1962.

