

Ectotermia e farmacologia: um desafio na clínica de répteis (Jabuti)

Camilly Tapia Gonçalves de Souza¹, Juliana Tschizik Farro¹, Kirna Dantas Lourinho¹, Layla Andrade¹, Luana Aska Okazaki^{1*}, Letícia Karolyne Silva¹, Rita de Cassia Anaya Gutierrez²

¹Discente de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Américas – FAM, São Paulo, São Paulo, Brasil.

²Docente de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Américas – FAM, São Paulo, São Paulo, Brasil.

*Autor para correspondência, e-mail: luana.okazaki@gmail.com

Resumo. O presente trabalho aborda a relação entre a ectotermia e a farmacologia em répteis, com ênfase em jabutis (*Chelonoidis* spp.), destacando a influência da temperatura ambiental sobre os processos fisiológicos e a ação dos fármacos. O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, fundamentada em artigos científicos, livros e relatos de casos publicados por diferentes autores. Analisar a influência da temperatura corporal e do manejo térmico sobre os processos farmacocinéticos e farmacodinâmicos em jabutis, destacando suas implicações para a eficácia e a segurança da terapêutica farmacológica na clínica de répteis. Conclui-se que a temperatura ambiental interfere diretamente na absorção, distribuição, metabolismo e excreção dos medicamentos, podendo comprometer tanto a eficácia terapêutica quanto a segurança dos tratamentos. Além disso, foram identificados importantes desafios clínicos, como a escassez de estudos específicos para a espécie e a necessidade frequente de extrapolação de doses.

Palavras-chave: Farmacocinética, farmacodinâmica, quelônios, terapêutica, termorregulação.

Ectothermy and pharmacology: challenges in the clinical management of tortoises (Chelonoidis spp.)

Abstract. This study addresses the relationship between ectothermy and pharmacology in reptiles, with emphasis on tortoises (*Chelonoidis* spp.), highlighting the influence of environmental temperature on physiological processes and drug disposition. The study was conducted as a literature review based on scientific articles, books, and published case reports from different authors. To analyze the influence of body temperature and thermal management on pharmacokinetic and pharmacodynamic processes in tortoises, highlighting their implications for the efficacy and safety of pharmacological therapy in reptile clinical practice. Environmental temperature directly influences drug absorption, distribution, metabolism, and excretion, potentially compromising therapeutic efficacy and treatment safety. In addition, important clinical challenges were identified, including the limited availability of species-specific pharmacological studies and the frequent need for dose extrapolation.

Keywords: Chelonians, pharmacodynamics, pharmacokinetics, therapeutics, thermoregulation.

Introdução

A regulação térmica constitui um eixo central da fisiologia animal, especialmente em répteis, cuja ectotermia determina diretamente sua capacidade de desempenhar funções essenciais. Pesquisas brasileiras demonstram que a temperatura corporal influencia o metabolismo, a digestão, a locomoção e a resposta imune desses organismos ([Barbosa & Gomes, 2015](#); [Bovo & Gomes, 2019](#); [Cardona-Botero et al., 2019](#)).

Compreender a ectotermia torna-se particularmente relevante em contextos clínicos envolvendo répteis, como os jabutis, nos quais a temperatura ambiental pode alterar o metabolismo hepático, a ação farmacológica e a eliminação de fármacos ([Bovo & Gomes, 2019](#)).

Na circulação sanguínea e da atividade imunológica, prolongando o período de latência dos fármacos e retardando a recuperação clínica dos animais ([Carregaro et al., 2009](#)). Esses aspectos reforçam a necessidade de um rigoroso controle térmico como parte indispensável da terapêutica em répteis, e não apenas como medida de conforto ([Stuart, 2017](#)). Além disso, identificam-se desafios relevantes que limitam a prática clínica com animais silvestres e exóticos, sobretudo a escassez de estudos farmacocinéticos específicos e a consequente extrapolação de doses a partir de protocolos desenvolvidos para animais domésticos ([Divers & Stahl, 2019](#); [Mader, 2005](#); [Mader & Divers, 2013](#); [Schoeman et al., 2013](#); [Wendel, 1936](#)).

Metodologia

Foi realizada uma revisão de literatura sobre ectotermia e farmacologia em répteis, com enfoque em jabutis. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO, Portal de Periódicos CAPES, PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, BDTD/IBICT, DOAJ e AGRIS, utilizando descritores relacionados à ectotermia, farmacocinética, farmacodinâmica, temperatura, jabutis, quelônios e medicina veterinária de répteis. Foram consultados artigos científicos nacionais e internacionais, livros, capítulos de livros, dissertações, trabalhos acadêmicos e relatos de casos.

Visando ampliar a compreensão do conteúdo por estudantes de Medicina Veterinária, foi desenvolvido um material informativo, apresentado na [figura 1](#), composto por recursos visuais e textos fundamentados em evidências científicas, organizados de forma didática e acessível.

Fisiologia dos jabutis

A ectotermia constitui um mecanismo fisiológico no qual a temperatura corporal depende predominantemente das condições ambientais, sendo uma característica marcante dos répteis ([Barbosa & Gomes, 2015](#)). A principal distinção entre ectotérmicos e endotérmicos reside na fonte predominante de produção de calor corporal. Enquanto os ectotérmicos dependem principalmente do ambiente, aves e mamíferos mantêm relativa estabilidade térmica graças à produção metabólica interna de calor ([Barbosa & Gomes, 2015](#)). Além disso, a ectotermia envolve uma estratégia comportamental, na qual os répteis selecionam ativamente locais ensolarados, sombreados ou superfícies com diferentes temperaturas para otimizar seu funcionamento fisiológico ([Bovo & Gomes, 2019](#)).

Em condições adequadas de temperatura e umidade, os jabutis apresentam melhor funcionamento fisiológico e maior atividade metabólica, favorecendo processos como digestão, crescimento e reprodução ([Macario, 2025](#)). Em dias frios ou com baixa luminosidade, ocorre hipometabolismo, acompanhado por redução da circulação sanguínea e da frequência cardíaca ([Macario, 2025](#)).

Farmacocinética

A farmacocinética estuda o comportamento do fármaco no organismo por meio dos processos de absorção, distribuição, metabolismo e excreção (ADME), ou seja, descreve o que o organismo faz com o fármaco após sua administração ([Spinosa et al., 2017](#)). A maioria dos estudos farmacocinéticos é realizada em animais saudáveis, tornando necessária a individualização terapêutica de acordo com a espécie, idade, estado fisiológico e presença de enfermidades ([Robertson, 2022](#)).

A absorção depende das propriedades físico-químicas do fármaco, da formulação e da via de administração. Para ser absorvido, o fármaco deve estar em solução e atravessar membranas celulares até atingir a circulação sistêmica ([Spinosa et al., 2017](#)).

Na administração oral, o fármaco precisa resistir às variações de pH e à ação das enzimas digestivas do trato gastrointestinal ([Robertson, 2022](#)). Nas vias intramuscular e subcutânea, a absorção depende principalmente da perfusão tecidual. Após alcançar a circulação sistêmica, o fármaco distribui-se de forma não uniforme pelos tecidos, dependendo da perfusão sanguínea, da composição tecidual e da

ligação às proteínas plasmáticas ([Spinosa et al., 2017](#)). Assim, tecidos altamente vascularizados recebem o fármaco mais rapidamente.

O fígado é o principal órgão responsável pela biotransformação dos fármacos, convertendo substâncias lipossolúveis em metabólitos mais polares e facilitando sua excreção ([Spinosa et al., 2017](#)). A atividade metabólica pode variar entre indivíduos e ser influenciada por fatores genéticos, doenças hepáticas e interações medicamentosas ([Huang, 2015](#); [NRS, 2020](#)). Em animais ectotérmicos, variações na temperatura corporal modificam parâmetros fisiológicos e, consequentemente, influenciam a dinâmica metabólica.

Os rins constituem a principal via de excreção de fármacos hidrossolúveis, por meio da filtração glomerular, secreção tubular e reabsorção ([Robertson, 2022](#)). Em répteis, alterações na perfusão renal podem interferir na eliminação dos fármacos, devendo esse fator ser considerado durante a prática clínica.

Influência da temperatura na farmacodinâmica

Para assegurar a eficácia dos tratamentos, é fundamental que os jabutis sejam mantidos dentro da Zona de Temperatura Ideal (ZTI), entre 25 °C e 35 °C, faixa na qual os processos fisiológicos ocorrem de maneira mais eficiente ([Fuhrman, 1946](#)). Embora a fisiologia desses animais permita maior tolerância às variações térmicas, o controle da temperatura constitui fator essencial para garantir a eficácia e a segurança da terapia farmacológica ([Carregaro et al., 2009](#); [Cosme et al., 2024](#)).

Em temperaturas reduzidas, o sistema imune e a atividade metabólica dos testudines são deprimidos, resultando na diminuição da circulação sanguínea ([Dutra, 2014](#); [Fuhrman, 1946](#)). Essas alterações modificam o período de latência dos medicamentos e prolongam o tempo de recuperação dos animais. Dessa forma, o manejo adequado da temperatura é indispensável para reduzir o risco de toxicidade ou de ineficácia terapêutica ([Carregaro et al., 2009](#); [Dutra, 2014](#)).

Principais desafios farmacológicos na clínica

A medicina herpetológica ainda apresenta limitações relacionadas à escassez de estudos farmacológicos específicos para répteis e à grande diversidade fisiológica entre as espécies ([López-Rico, 2025](#); [Medem, 2025](#); [Pizzatto et al., 2006](#); [Schoeman et al., 2013](#); [Wendel, 1936](#)). Nesse contexto, a extrapolação inadequada de doses pode resultar em ineficácia terapêutica ou ocorrência de efeitos adversos ([Carregaro et al., 2009](#)). Estudos experimentais, como o de [Gris \(2018\)](#), evidenciam a importância da avaliação farmacocinética em quelônios para aumentar a segurança da terapêutica. Embora a demanda por médicos-veterinários especializados e por serviços clínicos voltados a essas espécies tenha aumentado, ainda há escassez de estudos específicos relacionados ao uso de fármacos em répteis, especialmente no que se refere à farmacocinética ([Divers & Stahl, 2019](#); [Mader, 2005](#); [Mader & Divers, 2013](#)).

O metabolismo dos répteis depende diretamente da temperatura ambiental, influenciando a farmacocinética. Portanto, as alterações fisiológicas decorrentes das variações térmicas devem ser consideradas na definição dos intervalos entre as administrações dos medicamentos ([Divers & Stahl, 2019](#); [Mader, 2005](#); [Mader & Divers, 2013](#); [Stephen & Mader, 2006](#)).

Além disso, os répteis possuem capacidade de permanecer em apneia por períodos prolongados, o que pode dificultar a indução anestésica por via inalatória quando essa técnica é utilizada isoladamente ([Carvalho, 2004](#); [Fontenelle et al., 2000](#); [Oliveira et al., 2024](#); [Stephen & Mader, 2006](#)). Assim, recomenda-se a associação com agentes anestésicos injetáveis e a utilização de intubação endotraqueal com ventilação assistida, proporcionando maior controle e segurança durante o procedimento ([Carvalho, 2004](#); [Fontenelle et al., 2000](#)).

A resposta ao estresse em répteis pode desencadear alterações fisiológicas significativas, interferindo na eficácia dos tratamentos e na resposta aos fármacos ([Stephen & Mader, 2006](#)). Nesse contexto, a avaliação clínica deve incluir informações sobre manejo, histórico do animal e comportamento frente à manipulação, contribuindo para uma abordagem terapêutica mais segura. Além disso, a necessidade de

estudos específicos em espécies como os jabutis reforça a importância de abordagens terapêuticas individualizadas (Gris, 2018) (Figura 1).

ECTOTERMIA E FARMACOLOGIA: UM DESAFIO NA CLÍNICA DE RÉPTEIS

Entenda por que tratar répteis, como o jabuti, é um desafio na clínica veterinária.

O QUE É ECTOTERMIA?

Répteis são **ectotérmicos**: sua temperatura corporal depende do ambiente. Por isso, precisam de calor externo para manter funções vitais como digestão, imunidade, locomoção e metabolismo.

ZONA DE TEMPERATURA IDEAL (ZTI)

25°C A 35°C

Dentro dessa faixa, os processos fisiológicos ocorrem de forma mais eficiente e os tratamentos têm maior eficácia e segurança.

25°C 35°C

FARMACOCINÉTICA: O QUE O ORGANISMO FAZ COM O FÁRMACO (ADME)

ABSORÇÃO
Depende da via de administração, da formulação e da temperatura.

DISTRIBUIÇÃO
O fármaco se distribui pelo corpo conforme a circulação e ligação às proteínas.

METABOLISMO
O fígado transforma o fármaco. A atividade hepática varia com a temperatura.

EXCREÇÃO
Os rins eliminam os fármacos. A perfusão renal também é influenciada pelo calor.

COMO A TEMPERATURA INFLUENCIA?

- ✓ Temperaturas baixas reduzem o metabolismo e a circulação.
- ✓ A ação dos medicamentos pode ser lenta, ineficaz ou tóxica.
- ✓ O sistema imune e a digestão também são afetados.

PRINCIPAIS DESAFIOS FARMACOLÓGICOS

- Poucos estudos específicos para répteis.
- Extrapolação de doses pode causar ineficácia ou efeitos adversos.
- O metabolismo depende da temperatura ambiental.
- Apneia prolongada pode dificultar anestesia inalatória.
- Estresse interfere na resposta aos fármacos.

MANEJO AMBIENTAL DURANTE O TRATAMENTO

- Use fontes artificiais de calor (lâmpadas, mantas térmicas).
- Monitore a temperatura corporal e do ambiente.
- Reduza o estresse: ambiente calmo e manipulação cuidadosa.
- Acompanhe o estado geral e a resposta ao tratamento.

POR QUE ISSO IMPORTA?

O controle da temperatura é essencial para a eficácia dos fármacos, segurança dos procedimentos e bem-estar do jabuti. Conhecimento e manejo adequado fazem toda a diferença!

CONHECER, CUIDAR E AQUECER É TRATAR COM RESPONSABILIDADE!

Juntos pela saúde e bem-estar dos répteis.

Figura 1. Panfleto informativo sobre a ectotermia, farmacologia e os desafios na clínica de répteis.

Manejo ambiental durante o tratamento

Em ambiente clínico, é essencial garantir condições adequadas para seu bem-estar e recuperação, com uso de fontes artificiais de calor, reduzindo a exposição ao frio, manejo calmo e monitoramento constante da temperatura corporal e do estado geral do animal (Silva, 2019). Para proporcionar o bem-estar dos jabutis, o recinto deve possuir um abrigo, simulando uma caverna, além de comedouro e bebedouro rasos, e o substrato adequado para escavação e controle de umidade, como fibra de coco ou mistura de terra e folhas secas (Silva, 2019). Também são necessárias fontes de aquecimento, como

lâmpadas de cerâmica, além da criação de um gradiente térmico, com uma área mais aquecida e outra mais fresca, permitindo que o animal regule sua temperatura corporal conforme a necessidade ([Figura 2](#)) ([Silva, 2019](#)).



Figura 2. Simulação de um terrário para jabutis.

Em um estudo de caso, antes da anestesia, o animal permaneceu por 12 horas em ambiente aquecido a 30° C ([Carvalho, 2004](#); [Fontenelle et al., 2000](#); [Oliveira et al., 2024](#)). Durante o procedimento, a temperatura corporal foi mantida com bolsas aquecidas e sistema de ar forçado (WarmAir) ([Carvalho, 2004](#); [Fontenelle et al., 2000](#); [Oliveira et al., 2024](#)). No pós-operatório, o jabuti apresentou recuperação rápida e retorno anestésico eficiente ([Carvalho, 2004](#); [Fontenelle et al., 2000](#); [Oliveira et al., 2024](#)).

Conclui-se, portanto, que o sucesso terapêutico na clínica de répteis depende da integração entre o conhecimento farmacológico e manejo ambiental adequado, sendo controle de temperatura corporal um elemento determinante para assegurar tanto a eficácia quanto a segurança dos tratamentos. A grande diversidade fisiológica entre as espécies de répteis agrava esse problema, exigindo abordagens mais individualizadas que ainda carecem de respaldo científico consolidado. Dessa forma, reforça a relevância da produção de estudos e pesquisas específicos para os animais silvestres e exóticos, de modo a contribuir para o aprimoramento das práticas clínicas e para a promoção do bem-estar animal.

Referências

- Barbosa, M. A., & Gomes, F. R. (2015). Termorregulação comportamental em répteis: Uma revisão. *Revista Brasileira de Zoologia*. <https://doi.org/10.1093/acprof/778o198570875.001.00001>.
- Bovo, R. P., & Gomes, F. R. (2019). Ecologia térmica e fisiologia de lagartos brasileiros. *Acta Biológica Catarinense*. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(82090214-4](https://doi.org/10.1016/0300-9629(82090214-4).
- Cardona-Botero, V. E., Woolrich-Piña, G. A., & Gadsden, H. (2019). Ecología térmica de dos especies de lagartijas del género *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2650>.
- Carregaro, A. B., Cruz, M. L., Cherubini, A. L., & Luna, S. P. L. (2009). Influência da temperatura corporal de cascavéis (*Crotalus durissus*) submetidas à anestesia com cetamina. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 29(12). <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2009001200003>.
- Carvalho, R. C. (2004). *Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti das patas vermelhas Geochelone carbonaria (SPIX, 1824)*. Universidade de São Paulo.
- Cosme, A. F., Oliveira, M. B. S. M. de, Junior, E. A. V., Marcondes, A. B. S. G., Dutra, A. Z., Castro, G. L., Melo, S. C., Barth, B. T., Freitas, B. S., & Camana, C. F. (2024). Aspectos clínicos e epidemiológicos dos acidentes ofídicos: Uma revisão de literatura. *Periódicos Brasil. Pesquisa Científica*, 3(2). <https://doi.org/10.36557/pbpc.v3i2.247>.
- Divers, S. J., & Stahl, S. J. (2019). *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery-e-book*. Elsevier Health Sciences. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03734-3>.

- Dutra, G. H. P. (2014). Testudines (Tigre d'água, Cágado e Jabuti). In Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias (Eds.), *Tratado de Animais Selvagens* (pp. 219–258). Roca, Brasil.
- Fontenelle, J. H., Nascimento, C. C., Cruz, M. L., Luna, S. P. L., & Nunes, A. (2000). Anestesia epidural em jabuti piranga (*Geochelone carbonaria*). *Encontro Da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens*, 4, 7–8.
- Fuhrman, F. A. (1946). The effect of body temperature on drug action. *Physiological reviews*, 26, 248–249. <https://doi.org/10.1152/physrev.1946.26.2.247>.
- Gris, V. N. (2018). *Avaliação dos efeitos antinociceptivos e farmacocinética do tramadol em jabutis-piranga (Chelonoidis carbonaria)*. Universidade de São Paulo.
- Huang, J. (2015). Manual MSD Versão para Profissionais de Saúde. *Manual MSD*.
- López-Rico, M. P. (2025). Revisión métrica de las revistas sobre herpetología de México. *Herpetología Mexicana*, (9). <https://doi.org/10.69905/f2exfg57>.
- Macario, M. M. (2025). *Como a temperatura afeta a atividade diária de animais ectotérmicos* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.41.2025.tde-07072025-101207>.
- Mader, D. R. (2005). Reptile Medicine and Surgery, Second Edition. In *Reptile Medicine and Surgery, Second Edition*. <https://doi.org/10.1016/B0-7216-9327-X/X5001-9>.
- Mader, D. R., & Divers, S. J. (2013). *Current therapy in reptile medicine and surgery*. Elsevier Health Sciences. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-67117-3>.
- Medem, F. (2025). El desarrollo de la herpetología en Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 13(50). <https://doi.org/10.18257/raccefyn.3506>.
- NRS. (2020). Desenvolvimento de uma versão portuguesa do Nutritional Risk Screening – NRS 2002. *Acta Portuguesa de Nutrição*, 20. <https://doi.org/10.21011/apn.2020.2008>.
- Oliveira, R. de C., Munhoz, C., Sousa, F. G., & Beier, S. L. (2024). Anestesia total intravenosa em jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) para retirada de corpo estranho. *Medicina Veterinária*, 18(1). <https://doi.org/10.26605/medvet-v18n1-6094>.
- Pizzatto, L., Santos, S. M. A., & Marques, A. O. (2006). Herpetologia no Brasil II Biologia reprodutiva de serpentes brasileiras Herpetologia no Brasil. *Herpetologia No Brasil*.
- Robertson, L. J. (2022). *MSD Manual Veterinary Manual*. Giardiasis in Animals.
- Schoeman, S. J., Andrade, D., & Pires, T. C. Á. (2013). Herpetologia Brasileira. *Revista Herpetologia Brasileira*, 2.
- Silva, L. C. S. (2019). Avaliação dos efeitos antinociceptivos e farmacocinética do tramadol em jabutis-piranga (*Chelonoidis carbonaria*). In *Centro Científico do Conhecer*.
- Spinosa, H. S. S., Górnaiak, S. L., & Bernardi, M. M. (2017). *Farmacologia aplicada à medicina veterinária*. Koogan Guanabara.
- Stephen, J. D., & Mader, D. R. (2006). Reptile Medicine and Surgery, 2nd Edition. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 37(4). <https://doi.org/10.1638/1042-7260>.
- Stuart, J. B. A. P. (2017). *Descrição do sistema respiratório do jabuti-piranga (Chelonoidis carbonaria, Spix, 1824): Aspectos radiográficos, tomográficos e anatômicos*. Universidade Estadual Paulista.
- Wendel, G. (1936). Herpetologia. *Nature*, 138(3492). <https://doi.org/10.1038/138582b0>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 27 de junho de 2026**Aprovado:** 26 de julho de 2026**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.