

IMPACTO DA PNEUMONIA E DA POLUIÇÃO NA SOBREVIVÊNCIA DE *Chelonia mydas*

IMPACT OF PNEUMONIA AND POLLUTION ON THE SURVIVAL OF *Chelonia mydas*

¹PEDROSO, Rebeca Rodrigues; ¹RODRIGUES, Mariana dos Santos; ¹LIMA, Gabriel Henrique Nunes de; ¹SOUZA Samuel Pereira de; ¹FURTADO, Anna Beatriz Baggio; ¹MOREIRA, Ana Luísa Belasque Estevam; ¹MOREIRA, Matheus Ribeiro Ferreira; ²OLIVEIRA, Suelem Lavorato;

¹ Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Ourinhos

² Docente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Ourinhos.

RESUMO

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) é uma espécie marinha emblemática, com ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, desempenhando papel ecológico crucial como herbívora em prados marinhos e recifes de coral. Apesar de possuir adaptações respiratórias evolutivas, como pulmões desenvolvidos e respiração cloacal durante períodos de submersão, a espécie é vulnerável a doenças respiratórias, especialmente pneumonia. Essa enfermidade é multifatorial, envolvendo agentes bacterianos, virais, fúngicos e parasitários, além de fatores ambientais, nutricionais e de manejo. A poluição marinha por plásticos, metais pesados e produtos químicos constitui um importante fator de risco, contribuindo para a imunossupressão e aumento da suscetibilidade à infecção. A pneumonia compromete funções essenciais como migração, alimentação e reprodução, impactando a sobrevivência individual e populacional. O manejo adequado, a reabilitação nutricional e a mitigação de fatores ambientais adversos são fundamentais para reduzir a incidência da doença e promover a conservação de *Chelonia mydas*. Este estudo visa realizar uma revisão de literatura para analisar os determinantes da pneumonia em tartarugas-verde, fornecendo subsídios para estratégias de prevenção e conservação da espécie.

Palavras-chave: agentes infecciosos; estresse; conservação; tartarugas-verde.

ABSTRACT

The green turtle (*Chelonia mydas*) is an emblematic marine species, widely distributed in tropical and subtropical oceans, playing a crucial ecological role as a herbivore in seagrass meadows and coral reefs. Despite possessing evolutionary respiratory adaptations, such as developed lungs and cloacal respiration during periods of submersion, the species is vulnerable to respiratory diseases, especially pneumonia. This disease is multifactorial, involving bacterial, viral, fungal, and parasitic agents, in addition to environmental, nutritional, and management factors. Marine pollution by plastics, heavy metals, and chemicals is a major risk factor, contributing to immunosuppression and increased susceptibility to infection. Pneumonia compromises essential functions such as migration, feeding, and reproduction, impacting individual and population survival. Proper management, nutritional rehabilitation, and mitigation of adverse environmental factors are essential to reduce the incidence of the disease and promote the conservation of *Chelonia mydas*. This study aims to conduct a literature review to analyze the determinants of pneumonia in green turtles, providing support for prevention and conservation strategies for the species.

Keywords: infectious agents; stress; conservation; green turtles.

INTRODUÇÃO

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) é uma das espécies mais emblemáticas de tartarugas marinhas, distinguida por sua coloração esverdeada e ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais. Juvenis com cerca de 30 a 40 cm migram dos estágios oceânicos para os prados marinhos costeiros, onde adotam um comportamento predominantemente herbívoro. O consumo de gramíneas marinhas e algas por esses animais desempenha um papel essencial na manutenção da saúde desses ecossistemas. Tal consumo previne o acúmulo de matéria orgânica e turbidez, favorecendo a circulação, iluminação e oxigenação das águas (Cms, 2020; One earth, 2022; Short *et al.*, 2011). Além disso, esses animais atuam como macro-herbívoros nos recifes de coral, ajudando a controlar a proliferação de algas e contribuindo para a resiliência desses habitats (Burklew *et al.*, 2012; Fourqurean *et al.*, 2010).

O sistema respiratório das tartarugas marinhas reflete adaptações evolutivas peculiares: apesar de serem répteis com pulmões muito desenvolvidos, elas não possuem diafragma como os mamíferos. A rigidez da carapaça exige que o processo ventilatório seja realizado por meio de músculos específicos, que comprimem e expandem os pulmões conforme direcionam os órgãos internos especialmente o fígado e o estômago contra eles (Girgis, 1961; Jackson *et al.*, 2010). Essa estrutura é vital para suas longas permanências submersas, embora torne o sistema respiratório mais suscetível a doenças infecciosas como a pneumonia (Wyneken, 2001; Norton; Wyneken, 2015).

A pneumonia impacta diretamente a sobrevivência das tartarugas-verde, sendo associada a fatores como poluição hídrica, alterações climáticas e organismos patogênicos que comprometem sua capacidade respiratória. Essa condição pode prejudicar funções essenciais como migração, reprodução e alimentação, aumentando a mortalidade especialmente entre filhotes ou animais já debilitados e, por conseguinte, agravando o risco às populações em estado vulnerável ou ameaçado (Flint *et al.*, 2010; Work *et al.*, 2005; Cms, 2020).

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre como a poluição marinha pode contribuir para o desenvolvimento e agravamento da pneumonia em tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*), abordando os principais determinantes relacionados a fatores infecciosos, nutricionais, ambientais e de

manejo, com o intuito de fornecer subsídios para estratégias eficazes de prevenção, manejo e conservação da espécie.

DESENVOLVIMENTO

1. Evolução e Classificação das Tartarugas Marinhas

As tartarugas marinhas pertencem à classe Reptilia e estão classificadas na ordem Testudines, que se divide em duas subordens: Cryptodira e Pleurodira. A principal diferença entre elas reside na forma como retraem o pescoço: os Cryptodira o dobram em formato de "S" vertical, enquanto os Pleurodira o curvam horizontalmente (Ernst & Lovich, 2009). Todas as tartarugas marinhas atuais pertencem à subordem Cryptodira e se distribuem em duas famílias: Dermochelyidae e Cheloniidae (Pough et al., 2003).

Acredita-se que as tartarugas marinhas existem há mais de 150 milhões de anos, sendo consideradas fósseis vivos devido à sua lenta evolução morfológica. Sua taxonomia é determinada por características anatômicas detalhadas, incluindo a estrutura craniana, configuração mandibular, forma do casco e plastrão, além do número e disposição das unhas em cada nadadeira (Wyneken, 2001; Spotila, 2004). Estudos filogenéticos baseados em DNA mitocondrial confirmam a divergência entre as espécies e fornecem subsídios para estratégias de conservação (Bowen *et al.*, 1993).

Até o presente momento, sete espécies são reconhecidas: na família Cheloniidae estão *Caretta caretta* (tartaruga cabeçuda), *Chelonia mydas* (tartaruga verde), *Natator depressus* (tartaruga-kikila), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e *Lepidochelys kempii* (tartaruga-kempi); a família Dermochelyidae possui apenas *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) (Márquez, 1990; Spotila, 2004). Das sete espécies, cinco utilizam o Atlântico Sul Ocidental como área de alimentação, desenvolvimento e rota migratória: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea* (Meylan, 1999).

2. Espécie *Chelonia mydas*

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) apresenta carapaça oval, com quatro pares de placas laterais justapostas, sendo que o primeiro par não mantém contato direto com a placa pré-central. A cabeça possui bico curto, um par de placas pré-frontais, geralmente quatro pós-orbitais e bico serrado. As nadadeiras apresentam apenas uma unha visível (Márquez, 1990; Pritchard & Mortimer, 1999). O dorso é verde-acinzentado e o ventre amarelo-claro, enquanto o óleo corporal adquire uma tonalidade esverdeada, origem do nome popular (Hirth, 1971). A espécie pode atingir cerca de 120 cm de comprimento de carapaça e pesar aproximadamente 230 kg, sendo uma das maiores tartarugas marinhas (Pritchard & Mortimer, 1999).

Chelonia mydas possui ciclo de vida longo, atingindo a maturidade sexual entre 26 e 40 anos. É geralmente solitária, embora possa formar agregações temporárias em águas rasas com abundância de algas e gramíneas marinhas, especialmente em áreas de alimentação (Márquez, 1990). Nos primeiros anos, a dieta é onívora, com predomínio de carnívoros, mas após a fase pelágica torna-se predominantemente herbívora, alimentando-se de macroalgas e fanerógamas marinhas, desempenhando papel fundamental na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas marinhos (Bjorndal, 1996; Mortimer, 1982).

3. Etiologia da Pneumonia em *Chelonia mydas*

A etiologia da pneumonia em tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) é complexa e multifatorial, resultando da interação entre agentes infecciosos e fatores predisponentes, como condições ambientais adversas, deficiências nutricionais e manejo inadequado. Essa interação favorece o desequilíbrio fisiológico e imunológico dos animais, tornando-os mais suscetíveis a patógenos oportunistas e agravando o quadro clínico da doença (López *et al.*, 2017; Wibbels *et al.*, 2003).

Entre os agentes bacterianos mais frequentemente associados à pneumonia em *Chelonia mydas* destacam-se *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas spp.* e *Klebsiella pneumoniae*, microrganismos oportunistas amplamente distribuídos em ambientes aquáticos. Esses patógenos geralmente infectam indivíduos com o sistema imunológico debilitado, seja por estresse ambiental, traumas físicos, contaminação química ou variações térmicas abruptas. As bactérias podem alcançar

o trato respiratório superior e inferior, promovendo inflamação pulmonar, acúmulo de exsudato e comprometimento da troca gasosa, levando à dispneia e letargia (López *et al.*, 2017; Wibbels *et al.*, 2003).

Além das bactérias, infecções virais também desempenham papel importante na etiologia da pneumonia. O *Chelonid herpesvirus* é um dos vírus mais frequentemente associados à doença, causando inflamação crônica do trato respiratório e lesões epiteliais que favorecem infecções bacterianas secundárias. Em alguns casos, hepatovirus podem atuar como fatores agravantes, gerando disfunções hepáticas que comprometem a resposta imune e intensificam os sinais clínicos respiratórios (Harms *et al.*, 2009).

As infecções fúngicas representam outro componente relevante na etiologia da pneumonia em tartarugas marinhas. O gênero *Aspergillus*, em especial, é frequentemente relatado em animais mantidos em cativeiro ou em reabilitação, onde a ventilação inadequada e o excesso de umidade criam condições propícias à proliferação fúngica. A aspergilose pulmonar provoca granulomas, necrose tecidual e inflamação intensa, podendo evoluir para insuficiência respiratória se não tratada precocemente (Barten *et al.*, 2013; Wibbels *et al.*, 2003).

Outro aspecto etiológico relevante é a infestação por parasitas respiratórios, como nematódeos e trematódeos, que podem causar lesões mecânicas e respostas inflamatórias severas no tecido pulmonar. Esses parasitas comprometem a ventilação e a oxigenação, além de favorecer infecções secundárias devido ao dano epitelial.

4. Poluição Marinha e Impacto na Saúde Respiratória

A poluição marinha constitui um dos principais fatores de estresse ambiental que comprometem a saúde das tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*), influenciando diretamente o surgimento e a gravidade de doenças respiratórias, como a pneumonia. Esse impacto decorre tanto da exposição direta a contaminantes químicos e físicos quanto das alterações ecológicas nos habitats utilizados por essa espécie. A presença de plásticos, metais pesados e compostos químicos tóxicos nos ecossistemas costeiros interfere na imunidade, na fisiologia respiratória e no equilíbrio metabólico das tartarugas, reduzindo sua capacidade de resposta a agentes infecciosos (López *et al.*, 2017; Wibbels *et al.*, 2003; Godfrey *et al.*, 2003).

A ingestão de resíduos plásticos é um dos mecanismos mais evidentes de comprometimento da saúde em *Chelonia mydas*. Esses materiais podem causar obstruções gastrointestinais, perfurações e inflamações crônicas, levando à desnutrição e à imunossupressão. A fragilização do sistema imunológico, resultante desse estresse fisiológico, favorece o desenvolvimento de infecções oportunistas que acometem o sistema respiratório, evoluindo frequentemente para quadros de pneumonia (López *et al.*, 2017). Além disso, microplásticos atuam como veículos para microrganismos patogênicos e substâncias tóxicas, potencializando o risco de contaminação sistêmica.

A liberação de compostos químicos, como ftalatos e bisfenol A (BPA), também desempenha papel relevante nesse processo, uma vez que esses poluentes apresentam efeitos imunotóxicos e disruptores endócrinos, comprometendo o equilíbrio hormonal e a resposta inflamatória normal (López *et al.*, 2017). De forma semelhante, pesticidas, fertilizantes e hidrocarbonetos lançados ao ambiente marinho podem ser absorvidos diretamente pela água ou acumulados na cadeia alimentar, causando disfunções respiratórias e imunológicas que predis põem as tartarugas a infecções respiratórias severas (Wibbels *et al.*, 2003).

Os metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio, apresentam toxicidade significativa sobre órgãos vitais e sobre o sistema imunológico, podendo induzir lesões pulmonares e alterações histopatológicas que favorecem a instalação e a progressão da pneumonia. Esses elementos interferem nos processos de oxigenação tecidual e na homeostase celular, além de prejudicarem a função hepática e renal, o que agrava ainda mais o quadro clínico respiratório (Godfrey *et al.*, 2003).

Adicionalmente, fatores ambientais relacionados à degradação dos habitats costeiros, como a perda de prados marinhos e a eutrofização das águas contribuem indiretamente para o aumento da vulnerabilidade das tartarugas. A redução na qualidade da água e na disponibilidade de alimento saudável promove deficiências nutricionais e estresse metabólico, enfraquecendo ainda mais o sistema imune e aumentando a predisposição a doenças infecciosas respiratórias (Godfrey *et al.*, 2003; López *et al.*, 2017).

O quadro clínico das tartarugas acometidas por pneumonia frequentemente inclui dispneia, respiração ofegante, secreções mucopurulentas, letargia, anorexia e flutuação assimétrica, sinais que refletem o comprometimento pulmonar e sistêmico

(Campbell *et al.*, 2014). O tratamento geralmente envolve antibióticos de amplo espectro, suporte nutricional e oxigenoterapia em casos graves, além da necessidade de manejo ambiental adequado para a recuperação dos indivíduos (Barten *et al.*, 2013; Godfrey *et al.*, 2003).

Dessa forma, observa-se que a poluição marinha atua como um agente multifatorial na patogênese da pneumonia em *Chelonia mydas*, afetando tanto a integridade física quanto as respostas fisiológicas e imunológicas das tartarugas. A presença contínua de contaminantes nos ecossistemas marinhos não apenas aumenta a incidência de doenças respiratórias, mas também compromete a capacidade de recuperação e reprodução das populações, ameaçando a sobrevivência e conservação da espécie. A mitigação desses impactos exige ações integradas de monitoramento ambiental, redução da poluição marinha e aprimoramento do manejo clínico e reabilitador, de modo a garantir a sustentabilidade das populações de *Chelonia mydas* nos ecossistemas costeiros (López *et al.*, 2017; Wibbels *et al.*, 2003; Godfrey *et al.*, 2003; Campbell *et al.*, 2014; Barten *et al.*, 2013).

5. Impacto da Pneumonia e Conservação

A pneumonia representa um desafio crítico para programas de conservação de *Chelonia mydas*. Estudos realizados no litoral norte da Bahia e em outras regiões do Brasil identificaram a doença como causa de morte em 22,45% a 54,1% dos casos de tartarugas analisadas (Portal Regional da BVS, 2020). Centros de reabilitação desempenham papel essencial na recuperação e soltura, porém exigem manejo rigoroso, incluindo higiene, substratos adequados e monitoramento ambiental constante para prevenir imunossupressão e novas infecções. Diagnóstico laboratorial envolve aspiração traqueal para cultura bacteriana, identificação de patógenos e testes de sensibilidade antimicrobiana (Frye, 2007). O tratamento é multidisciplinar, incluindo fluidoterapia, oxigenoterapia, antibióticos, suporte nutricional e monitoramento contínuo. A pneumonia impacta negativamente a capacidade reprodutiva e a sobrevivência, reforçando a importância de estratégias integradas de conservação, redução da poluição marinha e fortalecimento de habitats naturais (Godfrey *et al.*, 2003; Harms *et al.*, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pneumonia em tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) é uma doença de origem multifatorial, fortemente influenciada pela poluição marinha. A exposição a plásticos, metais pesados e compostos químicos compromete o sistema imunológico, favorecendo infecções respiratórias por agentes oportunistas. Dessa forma, a poluição atua como fator determinante tanto na ocorrência quanto na severidade da doença. Conclui-se que a redução da contaminação ambiental e o manejo adequado são fundamentais para a prevenção da pneumonia e para a conservação da espécie.

REFERÊNCIAS

- BARTEN, R.; HARMS, C.; WIBBELS, T. *et al.* Fungal infections in marine turtles: A review. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 49, n. 2, p. 1–12, 2013.
- BARTEN, S. L. *et al.* Reptile respiratory medicine. In: MADER, D. R. (Ed.). **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2013. p. 759–769.
- BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. (Eds.). **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 199–231.
- BOWEN, B. W. *et al.* Global phylogeography of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). **Journal of Biogeography**, v. 20, n. 4, p. 345–358, 1993.
- BURKLEW, D. *et al.* Role of marine megaherbivores in coral reef ecosystems. **Marine Ecology Progress Series**, v. 450, p. 211–222, 2012.
- CAMPBELL, T. *et al.* Clinical management of respiratory disease in reptiles. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 17, n. 2, p. 353–372, 2014.
- CMS – CONVENTION ON THE CONSERVATION OF MIGRATORY SPECIES OF WILD ANIMALS. IOSEA **Marine Turtle MoU Conservation Status Reports**. 2020. Disponível em: <https://www.cms.int>.
- FLINT, M. *et al.* Health surveillance of stranded green turtles in southern Queensland, Australia (2006–2009): an epidemiological analysis of causes of morbidity and mortality. **EcoHealth**, v. 7, n. 1, p. 135–145, 2010.
- FOURQUREAN, J. W. *et al.* Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. **Nature Geoscience**, v. 3, p. 505–509, 2010.
- FRYE, F. L. **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

GIRGIS, S. Respiration of the green turtle (*Chelonia mydas*). **Physiological Zoology**, v. 34, n. 1, p. 56–66, 1961.

GODFREY, M. H. *et al.* The effects of environmental contamination on sea turtle health: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, n. 3, p. 329–344, 2003.

HARMS, C. A. *et al.* Herpesvirus infections in marine turtles. **Veterinary Microbiology**, v. 136, p. 123–130, 2009.

HARMS, C. A. *et al.* Pathology and health assessments of sea turtles. In: WYNEKEN, J.; LOHMANN, K. J.; MUSICK, J. A. (Eds.). **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton: CRC Press, v. 2, p. 281–307, 2009.

JACKSON, D. C. *et al.* How do turtles breathe? **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 83, n. 1, p. 207–214, 2010.

LÓPEZ, A. *et al.* Environmental factors influencing respiratory diseases in sea turtles: a review. **Veterinary Journal**, v. 224, p. 34–42, 2017.

NORTON, T. M.; WYNEKEN, J. Respiratory diseases of sea turtles. In: MANIRE, C. A. *et al.* (Eds.). **Sea Turtle Health and Rehabilitation**. Plantation: J. Ross Publishing, 2015. p. 251–270.

ONE EARTH. Species of the Week: Green Sea Turtle. 2022. Disponível em: <https://www.oneearth.org>.

PRITCHARD, P. C. H.; MORTIMER, J. A. Taxonomy, external morphology, and species identification. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. (Eds.). **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1999.

SHORT, F. T. *et al.* Global seagrass distribution and diversity: a bioregional model. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 350, p. 3–20, 2011.

WORK, T. M. *et al.* Causes of green turtle (*Chelonia mydas*) stranding and mortality in Hawaii, 1982–2003. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 62, p. 145–154, 2005.

WIBBELS, T. *et al.* Diseases of sea turtles. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. (Eds.). **Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy**. 5. ed. Philadelphia: Saunders, 2003. p. 574–582.

WYNEKEN, J. **The Anatomy of Sea Turtles**. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. Miami: U.S. Department of Commerce, 2001.