



# **REVISÕES DE LITERATURA EM CIÊNCIA ANIMAL: UMA COLETÂNEA**

**1ª Edição**



**Uema**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO MARANHÃO



**Editora  
Uema**

Universidade Estadual do Maranhão - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Revisões de literatura em ciência animal: uma coletânea / organizadores Andréa Pereira da Costa, Higor da Silva Ferreira, Rita de Maria Seabra Nogueira – São Luís, 2024.

209 p: il. color.

Livro eletrônico

ISBN: 978-85-8227-476-7

1.Artigos de Revisão. 2.Redação Científica. 3.Medicina Veterinária Preventiva. 4. Reprodução Animal. 5. Conservação. I. Costa, Andréa Pereira da [et al.] organização. II.Título.

CDU:636.09:001.891

**EDITOR RESPONSÁVEL**

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

**CONSELHO EDITORIAL**

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho

Ana Lucia Abreu Silva

Ana Lúcia Cunha Duarte

Cynthia Carvalho Martins

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Emanoel Cesar Pires de Assis

Fabíola Hesketh de Oliveira

Helciane de Fátima Abreu Araújo

Helidacy Maria Muniz Corrêa

Jackson Ronie Sá da Silva

José Roberto Pereira de Sousa

José Sampaio de Mattos Jr

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Marcos Aurélio Saquet

Maria Medianeira de Souza

Maria Claudene Barros

Rosa Elizabeth Acevedo Marin

Wilma Peres Costa

Costa, Andréa Pereira da; Ferreira, Higor da Silva; Nogueira, Rita de Maria Seabra

São Luís: EDUEMA, 2024. p. 209

ISBN: 978-85-8227-476-7

**EDITORA UEMA**

Cidade Universitária Paulo VI - CP 09 Tirirical - CEP - 65055-970 São Luís – MA

[www.editorauema.uema.br](http://www.editorauema.uema.br) – [editora@uema.br](mailto:editora@uema.br)

## APRESENTAÇÃO

A presente coletânea intitulada *REVISÕES DE LITERATURA EM CIÊNCIA ANIMAL: UMA COLETÂNEA*, reúne revisões de literatura que abordam temas relevantes na área de concentração em Medicina Veterinária Preventiva, Reprodução e Conservação Animal do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA) da Universidade Estadual do Maranhão.

Este volume compila revisões de literatura que foram produzidas durante a disciplina de Redação Científica ministrada no segundo semestre de 2023. A publicação oportuniza aos mestrandos e doutorandos a realização do levantamento de artigos e outros tipos de publicação técnico científica, instigando-os a leitura crítica e reflexão do tema de sua pesquisa de mestrado e doutorado, possibilitando a prática da redação científica e mantendo-os alertas quanto à necessidade constante de leitura das atualidades que cercam o tema de sua pesquisa enquanto pós-graduandos.

A coletânea também fomenta o envolvimento docente e discente na produção técnico científica do PPGCA, considerando que tem como autores os mestrandos, doutorando e professores orientadores. Além de poder ser utilizada como recurso didático de interesse para graduação e pós-graduação na área de medicina veterinária.

São Luís, ano de 2024

*Andréa Pereira da Costa*

*Higor da Silva Ferreira*

*Rita de Maria Seabra Nogueira*

Organizadores

## SUMÁRIO

<b>Antifúngicos utilizados contra <i>Sporothrix brasiliensis</i> e terapias complementares ao tratamento da esporotricose: Revisão de Literatura.....</b>	<b>6</b>
<b>Avaliação andrológica de ovinos da raça Dorper no Nordeste Brasileiro: Revisão de Literatura .....</b>	<b>19</b>
<b>Biometria ultrassonográfica ocular em cães: Revisão de Literatura .....</b>	<b>31</b>
<b>Culicídeos de importância médica e veterinária: Revisão de Literatura .....</b>	<b>40</b>
<b>Dípteros da Família Streblidae e Nycteribiidae ectoparasitas de quirópteros na região Nordeste do Brasil: Revisão de Literatura .....</b>	<b>55</b>
<b>Erliquiose monocítica canina e micoplasmose hemotrófica felina: Revisão de Literatura .....</b>	<b>69</b>
<b>Filarídeos em pequenos mamíferos da Ordem Chiroptera: Revisão de Literatura</b>	<b>79</b>
<b>Fisiopatologia, diagnóstico e tratamento das úlceras de córnea em cães: Revisão de Literatura .....</b>	<b>90</b>
<b>Geoprópolis da abelha <i>Melipona fasciculata</i> Smith: Compostos químicos e atividades farmacológicas: Revisão de Literatura .....</b>	<b>103</b>
<b>Importância do processo de reconversão pecuária na sustentabilidade dos sistemas de produção animal: Revisão de Literatura .....</b>	<b>114</b>
<b>Neoplasias oculares em cães e gatos: Revisão de Literatura .....</b>	<b>125</b>
<b>Norovírus (NOV) e Adenovírus Humano (HADV) como contaminantes do queijo artesanal: Revisão de Literatura .....</b>	<b>144</b>
<b>Os búfalos e o estresse térmico frente a fatores ambientais: Revisão de Literatura .....</b>	<b>157</b>
<b>Principais espécies da ictiofauna do médio rio Tocantins comercializadas em Imperatriz, Maranhão, Brasil: Revisão de Literatura.....</b>	<b>167</b>
<b>Prospectiva da pitiose na atualidade: Revisão de Literatura .....</b>	<b>177</b>
<b>Virus entéricos em moluscos bivalves comerciais: Revisão de Literatura .....</b>	<b>189</b>

## **Antifúngicos utilizados contra *Sporothrix brasiliensis* e terapias complementares ao tratamento da esporotricose: Revisão de Literatura**

Nayara Silva Oliveira<sup>1</sup>; Juliana Sá Vitor<sup>2</sup>; Larissa Sarmento dos Santos Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Graduanda do Curso de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>3</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### **RESUMO**

A esporotricose é uma micose subcutânea de caráter agudo, subagudo ou crônico, que se manifesta tradicionalmente na forma cutânea, sendo no Brasil *Sporothrix brasiliensis* é a espécie frequentemente isolada das lesões de felinos, que apresenta maior patogenicidade entre as demais espécies do Complexo. Nesse sentido, a presente revisão de literatura descreve as opções terapêuticas utilizadas e alternativas para o tratamento da esporotricose felina. O tratamento é realizado com o uso de antifúngicos, tendo o itraconazol o fármaco recomendado como primeira opção terapêutica, contudo tem se observado crescente o número de cepas resistentes ao itraconazol, sendo necessário a associação de outros fármacos que apresentem ação antifúngica, tais como iodeto de potássio, terbinafina e anfotericina B intralesional. Outras alternativas de tratamento da esporotricose felina são alvo de estudo afim de diminuir o tempo de tratamento ou toxicidade que alguns antifúngicos podem apresentar aos felinos, como a termoterapia, laser terapia e utilização de óleos essenciais.

**Palavras-chave:** Esporotricose felina, Antifúngicos, Terapêutica.

### **INTRODUÇÃO**

A esporotricose é uma micose subcutânea de caráter agudo, subagudo ou crônico, causada por espécies do Complexo *Sporothrix schenckii*, que são fungos dimórficos presentes no ambiente na forma micelial à 25°C, e nos animais assumem a forma leveduriforme entre 35°C e 37°C (Pires, 2017; Gremião *et al.*, 2021). Considerada uma doença zoonótica que acomete várias espécies, sendo os felinos os mais acometidos pela micose (Rodrigues; Hoog; Camargo, 2016).

A doença se manifesta tradicionalmente na forma cutânea, com úlceras e/ou nódulos isolados ou em toda extensão do corpo, no entanto, sinais extracutâneos,

particularmente sinais respiratórios (espirros, dispneia e secreção nasal), são frequentes e lesões mucosas (Pereira; Gremião; Menezes, 2015). Para o tratamento da esporotricose felina, o itraconazol é o medicamento de eleição, contudo relatos do aumento de casos refratários à medicação vem aumentando, culminando em falha terapêutica (Gremião *et al.*, 2021). Além disso, estudos relataram resistência *in vitro* do *Sporothrix brasiliensis* isolado de gatos tratados com itraconazol (Sanchonete *et al.*, 2017; Waller *et al.*, 2018; Nakasu *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de estudos com a utilização de outros medicamentos e técnicas para o tratamento da esporotricose felina vem sendo realizados, com pesquisas envolvendo monoterapia ou associações ao itraconazol, tais como iodeto de potássio, terbinafina, anfotericina B intralesional que são exemplos de alternativas terapêuticas (Schubach *et al.*, 2004; Gremião *et al.*, 2011; Rocha *et al.* 2018; Thomson *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2018).

Com as problemáticas apontadas acerca de resistência, falha terapêutica e a necessidade de validação de medicamentos para o tratamento da esporotricose felina, assim como as propriedades farmacológicas dos antifúngicos, estudos comparativos da eficácia, segurança e tempo de tratamento da esporotricose em ou associação, têm sido conduzidos a fim de garantir opções terapêuticas contra essa micose. Dessa forma, na perspectiva de agregar conhecimento para auxiliar na condução terapêutica do paciente felino com esporotricose, esta revisão descreve as opções disponíveis para tratamento em felinos, ressaltando suas características e possíveis complicações com podem ser observadas durante tratamento no animal.

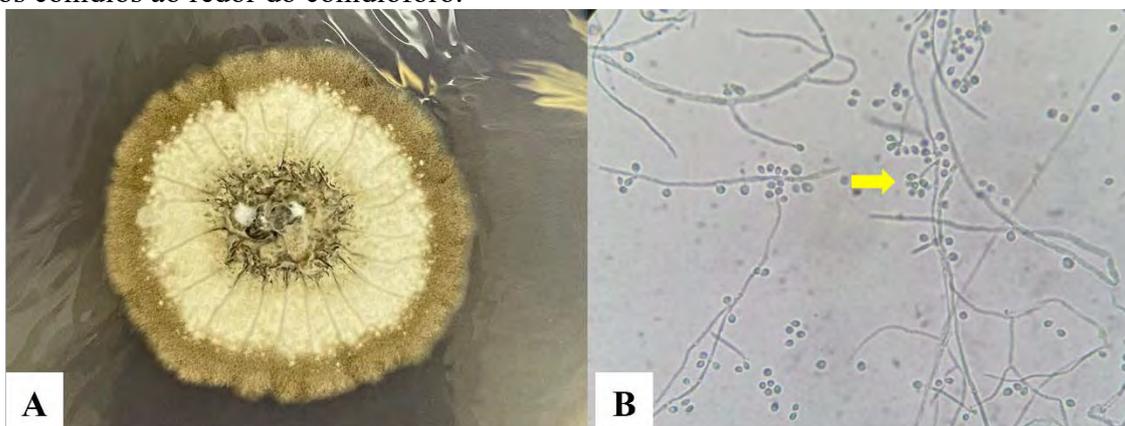
### **Complexo *Sporothrix schenckii* e a esporotricose felina**

As espécies do Complexo *Sporothrix schenckii* são pertencentes ao Reino Fungi, portanto, são organismos eucariotos, imóveis, heterotróficos, com parede celular composta de glicoproteínas e polissacarídeos que variam em tipo e quantidade de acordo com a fase saprofítica ou parasitária. Atualmente, após revisão taxonômica, esses fungos estão na divisão Ascomycota, classe Pyrenomycetes, ordem Ophiostomatales e família Ophiostomataceae (Marimon *et al.*, 2007; De Beer; Duong; Wingfield, 2016).

É considerado um fungo termodimórfico que na fase saprófita ou quando cultivado em laboratório a 25°C se apresenta na forma filamentosa, composto hifas hialinas septadas de 1 a 2 µm de largura, células conidiogênicas que derivam de hifas indiferenciadas formando conídios em grupos pequenos em forma de lágrima com

formações semelhantes a “margaridas” (Figura 1) (Barros; Paes; Schubach, 2011). Em temperatura de 37°C, o fungo assume a forma de levedura (parasitária) que pode ser observada microscopicamente em diferentes tamanhos e formas, variando de redondo a oval com 2-6µm de diâmetro ou em forma de “charuto” e macroscopicamente as colônias de leveduras apresentam aspecto liso, creme ou bege (Castro *et al.*, 2013).

**Figura 1:** (A) Imagem fotográfica evidenciando a macromorfologia após técnica de isolamento em meio ágar Sabouraud acrescido com Cloranfenicol. (B) Imagem fotográfica evidenciando a micromorfologia filamentosa de *Sporothrix brasiliensis*, observada em microscópio óptico (100x). Na seta, detalhe da formação “em margarida” dos conídios ao redor do conidióforo.



Fonte: Laboratório de Micologia Veterinária da UEMA – 2024

Estudos moleculares utilizados para investigação de aspectos morfológicos, fisiológicos e moleculares destes fungos culminaram com a descrição do Complexo *Sporothrix schenckii* (Oliveira *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2013). Tais estudos revelam que o complexo engloba espécies que podem desencadear a doença nos felinos, tais como o *S. schenckii stricto sensu* e *S. globosa*. Contudo, *S. brasiliensis* é a espécie frequentemente isolada das lesões de felinos na América do Sul (Marimon *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2013). Os fatores de virulência foram avaliados e associados a esta e às outras espécies, tanto *in vitro* quanto *in vivo*, que apontaram para o fato de o *S. brasiliensis* realmente possuir maior potencial virulento causando rápida invasão tecidual e altas taxas de mortalidade (Castro *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2013; Montenegro *et al.*, 2014).

A esporotricose ocorre pela inoculação traumática do fungo na pele através do contato com plantas contaminadas, solo ou matéria orgânica em decomposição e menos frequentemente, por inalação de conídios. A transmissão zoonótica e entre animais geralmente ocorre através de mordidas ou arranhões de animais doentes (Barros; Paes;

Schubach, 2011). A esporotricose felina é caracterizada por uma micose subcutânea que clinicamente se apresenta como uma lesão única ou lesões múltiplas lesões, podendo os gatos desenvolver doença sistêmica. A forma clínica mais frequente é caracterizada por múltiplas lesões cutâneas com envolvimento de mucosas, principalmente da mucosa nasal (Schubach *et al.*, 2004; Pereira; Gremião; Menezes., 2015).

### **Tratamento da esporotricose felina**

O tratamento da esporotricose em felinos é um desafio devido a fatores que podem dificultar a cura, como a necessidade de tratamento prolongado e regular, dificuldade na administração de medicamentos por via oral em gatos pelos tutores, o custo elevado, além da ocorrência de recidivas (Pereira *et al.*, 2014; Podestá Junior *et al.*, 2022). As opções terapêuticas disponíveis para o tratamento da esporotricose felina são os azólicos itraconazol e cetoconazol, os triazólicos posaconazol e fluconazol, os iodetos de sódio e potássio, a terbinafina, a anfotericina B, a termoterapia local e a criocirurgia (Pereira *et al.*, 2014; Gremião *et al.*, 2021).

O tratamento precoce da esporotricose felina deve ser realizado baseado em um diagnóstico preciso (Miranda *et al.*, 2018). O estado geral do gato, a ocorrência de sinais respiratórios, bem como o número, extensão e localização das lesões são fatores que podem influenciar no prognóstico (Gremião *et al.*, 2015). De acordo com a avaliação clínica do animal e considerando a gravidade do caso, recomenda-se a monoterapia com antifúngico azólico (itraconazol) ou associação de antifúngicos (Podestá Junior *et al.*, 2022).

### **Antifúngicos no tratamento da esporotricose felina**

#### **Itraconazol**

O itraconazol é um derivado azólicos que possui ação sobre o 14- $\alpha$  esterol demetilase com amplo espectro de ação antifúngica, e atua na membrana fúngica inibindo a biossíntese dos lipídios, especialmente o ergosterol (Adams, 2003). É o fármaco de eleição para o tratamento da esporotricose em animais por tratar-se de uma terapia classicamente considerada como segura e efetiva, contudo, relatos demonstram o crescente número de casos com falha terapêutica e recidivas quando usados isoladamente (Antunes *et al.*, 2009; Rocha, 2014).

O itraconazol é um fármaco antifúngico que apresenta boa absorção quando administrado pela via oral, com sua biodisponibilidade aumentada em ambiente ácido,

com característica química de um bis-triazólico resultante da substituição do anel imidazólico por triazólico, o que favorece amplo espectro de ação e seletividade para o citocromo P450 da célula fúngica (Korolkovas, 2006).

O mecanismo de ação resulta na capacidade de inibição da síntese do ergosterol, um componente vital da membrana da célula dos fungos, que apresenta como consequência um aumento da permeabilidade da membrana celular, desencadeando alterações morfológicas que resultam em necrose celular (Korolkovas, 2006; Lacaz; Del Nero, 2002). O itraconazol é altamente lipofílico, apresentando baixa solubilidade em soluções aquosas e rápida absorção oral (Heykants *et al.*, 1987).

Para esporotricose felina, o itraconazol é recomendado como primeira opção terapêutica nas dosagens de 5 a 10 mg/kg, administrado pela via oral. Os intervalos recomendados de administração são de 12 ou 24 horas, preferencialmente no momento da alimentação e devem ser usados por pelo menos um mês após a cura clínica (Lloret *et al.*, 2013; Schubach; Menezes; Wanke, 2015). Sua ação depende, diretamente, da quantidade de proteínas plasmáticas circulantes, pois o fármaco possui alta afinidade de ligação às proteínas plasmáticas (Catalán; Montejo, 2006; Rocha, 2014). Na pele, a concentração do itraconazol chega a ser 10 vezes maior que no plasma, devido à forte ligação da medicação com queratinócitos, justificando a ação nas lesões cutâneas (Jaham; Paradis; Papich, 2000).

Estudos demonstram que o itraconazol demonstrou boa atividade *in vitro* contra cepas de *S. brasiliensis* isoladas de gatos com esporotricose (Brilhante *et al.*, 2015; Espinel-Ingroff *et al.*, 2017). No entanto, é necessário cautela com a correlação entre o ensaio de suscetibilidade antifúngica *in vitro* e o a resposta terapêutica *in vivo* (Gremião *et al.*, 2015). Como já relatado o itraconazol permanece sendo o antifúngico de escolha ao tratamento da esporotricose com monoterapia, porém, um número crescente de cepas resistentes ao itraconazol ao longo do tempo tem sido documentadas (Borba-Santos *et al.*, 2015; Almeida-Paes *et al.*, 2017).

### **Iodeto de Potássio**

O iodeto de potássio pertence ao grupo químico dos iodetos inorgânicos, sendo considerado o antifúngico mais antigo empregado no tratamento da esporotricose, tanto humana quanto felina. Contudo, seu mecanismo de ação não é bem estabelecido, mas acredita-se que atuam na resposta imune do hospedeiro, aumentando a atividade do sistema halidaperoxidase e modulando a resposta inflamatória, principalmente por meio

das células fagocitárias (Guimarães; Górnaiak, 2017). Estudos *in vitro* sugerem que a conversão do iodeto de potássio em iodo pode gerar dano celular na parede fúngica (Torres-Mendoza; Vázquez-Valls; Gonzalez-Mendoza, 1997).

Em casos que foram realizados tratamento da esporotricose felina com iodeto de potássio, foi possível observar diversas reações nos felinos tratados, levando à substituição por azólicos mais seguros (Gremião *et al.*, 2015; Reis *et al.*, 2012). Para avaliar o efeito do iodeto de potássio, um estudo com 48 gatos utilizando o fármaco manipulado em cápsulas, principalmente frente à facilidade de administração se comparado à solução, utilizou-se a dose média de 5 a 20 mg/kg a cada 24 horas, onde foi observado taxa de cura no estudo foi de aproximadamente 48% (Reis *et al.*, 2016)

Apesar da eficácia demonstrada, é importante ressaltar que os felinos são sensíveis à toxicidade medicamentosa que os iodetos podem causar, sendo necessário o acompanhamento hematológico e bioquímico, pois, caso haja alguma alteração, é necessário interromper o tratamento ou diminuir a dose do KI, podendo recomeçar o tratamento frente a melhora do paciente (Gremião *et al.*, 2021; Reis *et al.*, 2012).

Para gatos, a indicação principal permanece sendo o itraconazol, no entanto, o uso do iodeto de potássio, especialmente em associação aos azólicos é uma alternativa em casos de pacientes com resposta terapêutica demorada. Um estudo realizado por Rocha *et al.* (2018) avaliou a associação do iodeto de potássio e itraconazol no tratamento da esporotricose refratária em felinos e mostrou resultados efetivos com 63,2% de cura clínica.

### **Terbinafina**

O antifúngico terbinafina pertence ao grupo farmacológico das alaninas, que promove inibição da escalo epoxidase fúngica, bloqueando a síntese de ergosterol, tendo ação fungicida (Bennet, 2006). A ação ocorre após se ligar às proteínas plasmáticas e possui alta lipossolubilidade, sendo efetivamente distribuída no estrato córneo, glândulas sebáceas e folículos pilosos (Rippon, 1988; Adams, 2003).

A terbinafina classicamente não é o fármaco de eleição para o tratamento da esporotricose, entretanto, estudos já demonstraram sua eficácia em casos recidivantes após tratamento com itraconazol e iodeto de potássio (Heidrich *et al.*, 2011). Seu uso em medicina veterinária é limitado, porém alguns estudos *in vitro* já foram realizados demonstrando a boa atividade contra o *Sporothrix* spp. (Meinerz *et al.*, 2007).

O uso deve ser considerado na terapêutica de felinos quando houver suspeita

de resistência ou pouca resposta ao uso do itraconazol, recomendando a dose de 30 mg/gato, a cada 24 horas, por via oral (Lloret *et al.*, 2013). Como vantagens e em comparação ao uso do itraconazol, a terbinafina não sofre influência do pH gástrico, e também apresenta menor interação com outros medicamentos que os azóis (Heidrich *et al.*, 2011).

### **Anfotericina B**

A anfotericina B é um antibiótico poliênico produzido a partir do *Actinomiceto streptomycesnodosus*, cuja atuação gera atividade fungistática quando utilizado em altas concentrações, com ação primária na alteração da permeabilidade celular da membrana fúngica, tendo maior afinidade pelo ergosterol dos fungos do que pelo colesterol dos mamíferos (Catalán; Montejo, 2006; Rocha; Sidrim, 1999). A medicação não é absorvida quando empregada por via oral, assim, quando se trata de infecções sistêmicas, seu uso é restrito à via intravenosa ou intralesional. Todavia, seu potencial tóxico desestimula seu uso (Guimarães; Górnack, 2017).

Apesar de não ser a primeira escolha no tratamento da esporotricose, estudos reconhecem seu efeito frente algumas espécies sensíveis de *Sporothrix*, podendo ser usada por via intravenosa, intra-articular ou intratecal, visto seu baixo poder de penetração em determinados fluidos corporais, como líquido cérebro-espinhal, humor vítreo e líquido sinovial (Catalan; Montejo, 2006; Gremião *et al.*, 2011). Estudos descreveram o uso, com sucesso, da anfotericina B intralesional em associação com o itraconazol por via oral, em felinos com esporotricose refratária a monoterapia com o azol (Gremião *et al.*, 2009; Gremião *et al.*, 2015).

### **Terapêuticas alternativas**

A medicina alternativa tem sido alvo de pesquisas no tratamento das micoses visto que as terapias convencionais antifúngicas trazem dificuldades em seu uso pelo longo tempo de administração dos medicamentos, o alto custo e efeitos colaterais, além da resistência aos antifungicos, tornando necessário a busca por novos agentes que sejam eficazes no tratamento de doenças fúngicas (Chami *et al.*, 2004; Cleff *et al.*, 2010; De Souza *et al.*, 2020).

O uso de hipertermia local é conhecido há décadas e produz conhecidamente um efeito benéfico reduzindo o tamanho das lesões de esporotricose cutânea. Sua recomendação é especialmente destacada nos casos de gestantes e mulheres que estão

amamentando, devido à falta de segurança no uso dos fármacos indicados. Atualmente dispõe-se de aparelhos específicos com raios infravermelhos que aquecem os tecidos a 42-43°C, temperatura que inviabiliza o crescimento das espécies de fungos não termotolerantes (Kauffman *et al.*, 2007; Schubach; Menezes; Wanke, 2015).

Devido as dificuldades quanto a aplicação, forma clínica da doença e da cooperação do paciente, a termoterapia ainda não é praticada com frequência na medicina veterinária. Apesar disso, Honse *et al.* (2010) obtiveram a cura clínica em um gato com esporotricose localizada no tórax, usando exclusivamente a termoterapia com duas aplicações diárias por sete semanas.

Outra alternativa para tratamento da esporotricose é a laserterapia, ou laser de baixa intensidade, que consiste na diferenciação morfológica e proliferação celular, neoformação tecidual, revascularização, redução de edema, maior regeneração celular, aumento da microcirculação local e da permeabilidade vascular (Henriques; Cazal; Castro, 2010). Em estudo realizado por Ribeiro *et al.*, (2023), demonstraram os resultados obtidos no tratamento com a laserterapia em oito casos de gatos infectados por *Sporothrix* spp., observando eficácia ao tratamento, além de bons resultados de cicatrização tanto em monoterapia quanto em associação com itraconazol.

No contexto de terapias alternativas, extratos vegetais com ação *in vitro* antimicrobiana comprovada, se destacando o óleo essencial do orégano (*Origanum vulgare*), já demonstraram ação antifúngica frente a espécies de *Candida* (Cleff *et al.*, 2010) e *Malassezia pachydermatis* (Prestes *et al.*, 2008). A boa atividade *in vitro* frente a espécies do Complexo *S. schenckii* também foi avaliada em diferentes estudos (Cleff *et al.*, 2010; Waller *et al.*, 2016; Waller *et al.*, 2017a; Waller *et al.*, 2019). Atribui-se aos componentes fenólicos do óleo essencial do orégano seu efeito antimicrobiano, especialmente o carvacrol e o eugenol, os quais já foram testados, quanto a sua ação, em ratos com candidíase oral experimental induzida por *Candida albicans*, demonstrando resultados promissores (Chami *et al.*, 2004).

Um estudo *in vitro* utilizando-se extrato aquoso de chá verde (*Camelia sinensis*) demonstrou resultados satisfatórios contra isolados clínicos de *Sporothrix brasiliensis* (Waller *et al.*, 2015). Da mesma forma, o uso *in vitro* de própolis marrom brasileiro (*Apis mellifera*) contra isolados clínicos de cães e gatos com *S. brasiliensis* resistente ao uso de itraconazol, tem sido estudado, obtendo-se resultados promissores (Waller *et al.*, 2017b).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O itraconazol permanece sendo o fármaco de primeira escolha para o tratamento da esporotricose na clínica veterinária, contudo em casos refratários, a associação com o iodeto de potássio por via oral ou da anfotericina B intralesional pode ser uma alternativa. Outras alternativas como uso de óleos essenciais, hipertermia e laserterapia necessitam de maiores estudos clínicos, assim como os novos fármacos e as terapias alternativas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela concessão da bolsa de doutorado a Nayara Silva Oliveira. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código de Financiamento 001).

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, H.R. Farmacologia e terapêutica em veterinária. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 1034p.
- ALMEIDA-PAES, R. *et al.* Minimal inhibitory concentration distributions and epidemiological cutoff values of five antifungal agents against *Sporothrix brasiliensis*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 112, p. 376-381, 2017.
- ANTUNES, T.A. *et al.* Esporotricose cutânea experimental: Avaliação in vivo do itraconazol e terbinafina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 6, p. 706-710, 2009.
- BARROS, M.B.L.; PAES, R.A.; SCHUBACH, A. O. *Sporothrix schenckii* and Sporotrichosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 24, n. 4, p. 633-654, 2011.
- BENNET, J.E. Antimicrobial agents: antifungal agents. In: GOODMAN; GILMAN'S. **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. 11<sup>a</sup>. New York: McGraw-Hill; 2006. p. 1225-1242.
- BORBA-SANTOS, L.P. *et al.* Susceptibility of *Sporothrix brasiliensis* isolates to amphotericin B, azoles and terbinafine. **Medical Mycology**, v. 53, n. 2, p. 178-188, 2015.
- BRILHANTE, R.S.N. *et al.* In vitro inhibitory activity of terpenic derivatives against clinical and environmental strains of the *Sporothrix schenckii* complex. **Medical Mycology**, v. 53, n. 2, p. 93-98, 2015.
- CASTRO, R.A. *et al.* Differences in Cell Morphometry, Cell Wall Topography and Gp70 Expression Correlate with the Virulence of *Sporothrix brasiliensis* Clinical Isolates. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, e75656, 2013.
- CATALÁN, M., MONTEJO, J.C. Antifúngicos sistêmicos. Farmacodinamia y farmacocinética. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 23, n. 1, p. 39-49, 2006.
- CHAMI, N. *et al.* Antifungal treatment with carvacrol and eugenol of oral candidiasis in immunosuppressed rats. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 8, n. 3, p. 217-226, 2004.

- CLEFF, M.B. *et al.* Atividade inibitória do óleo essencial de orégano em fungos de importância médica e veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 5, p. 1291-1294, 2010.
- DE BEER, Z.W.; DUONG, T.A.; WINGFIELD, M.J. The divorce of *Sporothrix* and *Ophiostoma*: solution to a problematic relationship. **Studies in Mycology**, v. 83, n. 1, p. 165-191, 2016.
- DE SOUZA F.C. *et al.* Editorial: plant derived products to combat bacterial, fungal and parasitic pathogens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, n. 570613, p. 1-3, 2020.
- ESPINEL-INGROFF, A. *et al.* Multicenter, international study of MIC/MEC distributions for definition of epidemiological cutoff values for *Sporothrix* species identified by molecular methods. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 61, n. 10, p. e01057-17, 2017.
- GREMIÃO, I.D.F. *et al.* Guideline for the management of feline sporotrichosis caused by *Sporothrix brasiliensis* and literature revision. **Brazilian journal of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 107-124, 2021.
- GREMIÃO, I.D.F. *et al.* Treatment of refractory feline sporotrichosis with a combination of intralesional amphotericin B and oral itraconazole. **Australian Veterinary Journal**, v. 89, n. 9, p. 346-351, 2011.
- GREMIÃO, I.D. *et al.* Feline sporotrichosis: epidemiological and clinical aspects. **Sabouraudia**, v. 53, n. 1, p. 15-21, 2015.
- GREMIÃO, I.D. *et al.* Intralesional amphotericin B in a cat with refractory localised sporotrichosis. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 11, n. 8, p. 720-723, 2009.
- GUIMARÃES, E.O.C.F.; GÓRNIAC, S.L. Agentes antifúngicos e antivirais. In: SPINOSA, H.S; GÓRNIAC, S.L..BERNARDI, M.M. Farmacologia aplicada à medicina veterinária. 6ª ed., Rio de Janeiro: **Editora Rio de Janeiro**. 2017.791-p.785-798
- HEIDRICH, D. *et al.* Sucesso terapêutico da terbinafina em um caso de esporotricose. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, (4Supl 1), p. 182-185, 2011.
- HENRIQUES, Á.C.G.; CAZAL, C.; CASTRO, J.F.L.D. Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular: revisão da literatura. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 37, n. 4, p. 295-302, 2010.
- HEYKANTS, *et al.* The clinical pharmacokinetics of itraconazole: an overview. **Mycoses**, v. 32, Suppl 1, p. 67-87, 1987.
- HONSE, C.O. *et al.* Use of local hyperthermia to treat sporotrichosis in a cat. **Veterinary Record**, v. 166, n. 7, p. 208-209, 2010.
- JAHAM, C.; PARADIS, M.; PAPICH, M.G. Antifungal dermatologic agents: azoles and allylamines. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 22, n. 6, p. 548-559, 2000.
- KAUFFMAN, C.A. *et al.* Clinical practice guidelines for the management of sporotrichosis: 2007 update by the Infectious Diseases Society of America. **Clinical Infectious Diseases**, v. 45, n. 10, p. 1255-1265, 2007.
- KOROLKOVAS, A. Dicionário Terapêutico Guanabara, ed. 2005/2006, **Guanabara Koogan**: Rio de Janeiro, 2006, p. 189.

- LACAZ, C.S.; DEL NERO, G. Em Farmacologia; Silva, P., ed.; 6ª ed.; **Guanabara Koogan**: Rio de Janeiro, 2002, p. 1118.
- LLORET, A. *et al.* Sporotrichosis in cats: ABCD guidelines on prevention and management. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 15, n. 7, p. 619-623, 2013.
- MARIMON, R. *et al.* *Sporothrix brasiliensis*, *S. globosa*, and *S. mexicana*, three new *Sporothrix* species of clinical interest. **Journal of clinical microbiology**, v. 45, n. 10, p. 3198-3206, 2007.
- MEINERZ, A.R.M. *et al.* Efeitos de doses elevadas da terbinafina e itraconazol em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 1, p. 105-109, 2007.
- MIRANDA, L.H.M. *et al.* Monitoring fungal burden and viability of *Sporothrix* spp. in skin lesions of cats for predicting antifungal treatment response. **Journal of Fungi**, v. 4, n. 3, p. 92, 2018.
- MONTENEGRO, H. *et al.* Feline sporotrichosis due to *Sporothrix brasiliensis*: an emerging animal infection in São Paulo, Brazil. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. 269, p. 1-10, 2014.
- NAKASU, C.C.T. *et al.* Feline sporotrichosis: a case series of itraconazole-resistant *Sporothrix brasiliensis* infection. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 163-171, 2021.
- OLIVEIRA, D.C. *et al.* Antifungal susceptibilities of *Sporothrix albicans*, *S. brasiliensis*, and *S. luriei* of the *S. schenckii* complex identified in Brazil. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 49, n. 8, p. 3047-3049, 2011.
- PEREIRA, S.A.; GREMIÃO, I.D.F.; MENEZES, R.C. Sporotrichosis in animals: zoonotic transmission. Sporotrichosis: new developments and future prospects, p. 83-102, 2015.
- PEREIRA, S.A. *et al.* The epidemiological scenario of feline sporotrichosis in Rio de Janeiro, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 47, n. 3, p. 392-393, 2014.
- PIRES, C. Revisão de literatura: esporotricose felina. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 15, n. 1, p. 16-23, 2017.
- PODESTÁ JUNIOR, R.L. *et al.* Esporotricose felina: Conduta clínica, diagnóstico e tratamento preconizado no município de Vitória-ES. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e589111031028, 2022.
- PRESTES, L.S. *et al.* Actividad de extractos de orégano y tomillo frente a microorganismos asociados con otitis externa. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 13, n. 4, 2008.
- REIS, E.G. *et al.* Potassium iodide capsule treatment of feline sporotrichosis. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 14, n. 6, p. 399-404, 2012.
- REIS, E.G. *et al.* Association of itraconazole and potassium iodide in the treatment of feline sporotrichosis: a prospective study. **Medical Mycology**, v. 54, n. 7, p. 684-690, 2016.
- RIBEIRO, D.S.C. *et al.* Laser therapy in the treatment of feline sporotrichosis: A case series. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 45, p. e005822, 2023.

- RIPPON, J.W. The true pathogenic fungus infections and the opportunistic fungus infections. In: Rippon J, editor. **Medical Mycology - The Pathogenic Fungi and the Pathogenic Actinomycetes**. 3<sup>a</sup> ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company. p. 373-380.1988.
- ROCHA, M.F.G.; SIDRIM, J.J.C. Drogas antifúngicas. In: SIDRIM, J. J. C.; MOREIRA, J. L. B. Fundamentos clínicos e laboratoriais da micologia médica. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 1999. Cap. 5, p. 36-44
- ROCHA, R.F.D.B. **Tratamento da esporotricose felina refratária com a associação de iodeto de potássio e itraconazol oral**. 2014. 73 f. Dissertação (Doutorado em Pesquisa Clínica em Doenças Infecciosas) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.
- ROCHA, R.F.D.B. *et al.* Refractory feline sporotrichosis treated with itraconazole combined with potassium iodide. **Journal of Small Animal Practice**, v. 59, n. 11, p. 720-721, 2018.
- RODRIGUES, A.M. *et al.* P. Phylogenetic analysis reveals a high prevalence of *Sporothrix brasiliensis* in feline sporotrichosis outbreaks. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n. 6, p. e2281, 2013.
- RODRIGUES, A.M.; HOOG, G.S.; CAMARGO, Z.P. *Sporothrix* species causing outbreaks in animals and humans driven by animal–animal transmission. **PLoS Pathogens**, v. 12, n.7, p. e1005638, 2016.
- SANCHOTENE, K.O. *et al.* In vitro susceptibility of *Sporothrix brasiliensis*: comparison of yeast and mycelial phases. **Medical Mycology**, v. 55, n. 8, p. 869-876, 2017.
- SANTOS, C.R.G. *et al.* Uso de anfotericina B por via intralesional associada ao itraconazol oral para tratamento de recidiva de esporotricose nasal em um gato-relato de caso. **Clínica Veterinária**, v. XXIII, p. 48-54, 2018.
- SCHUBACH, T.M. *et al.* Evaluation of an epidemic of sporotrichosis in cats: 347 cases (1998–2001). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 224, n. 10, p. 1623-1629, 2004.
- SCHUBACH, T.M.P.; MENEZES, R.C.; WANKE, B. Esporotricose. In: Greene, C. E Doenças Infeciosas em cães e gatos.4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2015. Cap. 61, p. 678-684
- THOMSON, J. *et al.* An atypical cause of sporotrichosis in a cat. **Medical Mycology Case Reports**, v. 23, p. 72-76, 2019.
- TORRES-MENDOZA, B.M.; VÁZQUEZ-VALLS, E., GONZALEZ-MENDOZA, A. Effect of potassium iodide on the immune response in the sporotrichosis. **Revista Iberoamericana de Micologia**, v. 14, n. 3, p. 98-100, 1997.
- WALLER, S.B. *et al.* Plants from Lamiaceae family as source of antifungal molecules in humane and veterinary medicine. **Microbial Pathogenesis**, v. 104, p. 232-237, 2017a.
- WALLER, S.B. *et al.* Anti-*Sporothrix* spp. activity of medicinal plants. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 52, n. 2, p. 221-237, 2016.
- WALLER, S.B. *et al.* In vitro susceptibility of the *Sporothrix brasiliensis* to aqueous extracts of the green tea (*Camelia sinensis* L. Kuntze). **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 4, p. 342-347, 2015.

WALLER, S.B. *et al.* Anti-*Sporothrix brasiliensis* activity of different pyrazinoic acid prodrugs: a repurposing evaluation. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 54, n. 4, p. e17858, 2019.

WALLER, S.B. *et al.* Chemical and cytotoxic analyses of brown Brazilian propolis (*Apis mellifera*) and its in vitro activity against itraconazole-resistant *Sporothrix brasiliensis*. **Microbial Pathogenesis**, v. 105, p. 117-121, 2017b.

## Avaliação andrológica de ovinos da raça Dorper no Nordeste Brasileiro: Revisão de Literatura

Leandra Patrícia da Silva Almeida<sup>1</sup>; Sergio Henrique Costa Júnior<sup>1</sup>; Higor da Silva Ferreira<sup>2</sup>; Felipe de Jesus Moraes Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

<sup>2</sup>*Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

<sup>3</sup>*Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

### RESUMO

A ovinocultura no Brasil gera recurso financeiro e alimentar para muitas famílias, principalmente as de baixa renda, o que justifica a utilização de raças mais adequadas para corte, como a Dorper. No Nordeste brasileiro encontra-se grande parte do rebanho ovino, apesar das altas temperaturas e escassez de recursos. Diante disso, o objetivo desta revisão de literatura foi explanar sobre o manejo reprodutivo de ovinos, em específico a avaliação andrológica associada à ultrassonografia testicular como alternativa para determinação do potencial reprodutivo de animais jovens e adultos. Enfatizando a importância do espermograma na escolha do reprodutor para monitoramento da saúde do animal com interesse zootécnico.

**Palavras-chaves:** Eficiência reprodutiva, Espermograma, Ultrassonografia.

### INTRODUÇÃO

Em 2018 o Brasil obteve o maior rebanho da raça Dorper Puro de Origem (PO) do mundo, conforme dados da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO, 2020). No entanto, a ausência de conhecimento científico limita o crescimento desta atividade. No Nordeste brasileiro, a ovinocultura apresenta-se com animais nativos da região, sem padrão de raça definida e com baixa produtividade. O que faz com que os criadores busquem por raças com melhor adaptabilidade, alta rusticidade e boa produtividade (Oliveira, 2021). Estas características podem ser observadas na raça Dorper, que se destaca principalmente na produção de carne (Mendes *et al.*, 2014).

Em pequenos ruminantes, a eficiência reprodutiva é um dos fatores mais importantes para o incremento da produtividade (Freitas *et al.*, 2017). Nesse sentido, agregar ferramentas para detectar e quantificar fatores que estão atuando de forma negativa no desempenho reprodutivo dos animais ganham espaço na Medicina Veterinária,

principalmente quando aliadas a métodos não invasivos como os exames de imagem (Chacur, 2017).

Diversos fatores podem afetar a reprodução animal, dentre eles a temperatura ambiente, onde altas temperaturas aumentam o número de espermatozoides anormais (Ruediger *et al.*, 2014).

Em termos reprodutivos, os ovinos são animais precoces, possuem um intervalo entre gerações curto, favorecendo assim o melhoramento genético do rebanho quando em condições de nutrição e sanidade ideais. Essa aptidão reprodutiva possui variação individual, podendo ser analisada por exames clínicos, ginecológico nas fêmeas e andrológico nos machos, para percepção do status reprodutivo naquele momento (Oliveira *et al.*, 2023).

As tecnologias reprodutivas, como a ultrassonografia em modo-B vem cada vez mais sendo usada rotineiramente, pois é uma técnica segura e não invasiva para a identificação dos parâmetros biométricos testiculares que tem correlação direta com o potencial de fertilidade. Desta forma, com o incremento dos exames de imagem e avaliações das ultraestruturas espermáticas associadas as biotecnologias reprodutivas, obtém-se a otimização do sistema produtivo (Pinho *et al.*, 2018; Fonseca *et al.*, 2014).

Diante disso, objetivou-se realizar uma revisão de literatura abordando sobre a associação da ultrassonografia no manejo reprodutivo de ovinos. Tendo em vista a escassez da produção científica em regiões com altas temperaturas, como no Nordeste brasileiro, visando o avanço do agronegócio aliado a pesquisa.

## **Ovinocultura**

Os ovinos domésticos (*Ovis aries*) possuem grande importância econômica devido a sua produção de carne, lã e leite, sendo classificados conforme idade, em ordem crescente, como: cordeiro (a), borrego (a), carneiro ou ovelha. A criação destes teve início na origem da civilização e sua exploração econômica no início do século XX. (Moraes *et al.*, 2020; SENAR, 2019).

No Brasil, a atividade da ovinocultura passou por transformações com a utilização de melhoramento genético e com o uso de técnicas de manejo que elevaram a produtividade, tendo em vista a potencialidade da atividade, o que agradou os consumidores e os instigaram a aumentar seu critério de seleção, na busca de criações com garantia de qualidade e com certificações de bem estar animal (Moraes *et al.*, 2020). Entretanto, no Nordeste brasileiro a ovinocultura, além de ser uma fonte de recurso

financeiro, é uma das principais fontes de alimentos para a população de baixa renda, porém a baixa produção, os baixos índices reprodutivos e a alta mortalidade servem como fatores limitantes desta atividade (Paula; Cardoso, 2018).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), o Brasil possui cerca de 21 milhões de cabeças de ovinos, quantitativo encontrado em maior parte na região Nordeste, como no Piauí que possui cerca de 1,7 milhão de cabeças, ocupando a quarta colocação no ranking nacional. No entanto, a atividade possui alguns limitantes como a escassez de investimentos, manejo rudimentar, as condições climáticas adversas e a falta de assistência técnica com profissionais adequados.

### **Raça Dorper**

A raça Dorper é originária da África do Sul, do cruzamento da ovelha Blackhead Persian com o Dorset Horn, resultando em cordeiros Dorper totalmente brancos. Podendo ter variação na cabeça, a cabeça preta (Dorper) e a cabeça branca (White Dorper). Sua pelagem é coberta por pelo e lã, protegendo os animais das adversidades climáticas (Quadros, 2018).

Em estudos realizados por Borges *et al.* (2020), evidenciou-se a capacidade homeotérmica destes animais, com facilidade de adaptação em climas com altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, como no Maranhão e no Piauí, demonstrando assim o grande potencial para exploração nestas regiões, adotando medidas como evitar a exposição a luz solar em horários de grande intensidade luminosa para conforto térmico aos animais.

Estes animais foram introduzidos no Nordeste Brasileiro no final da década de 90, por meio da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A – EMPAER, objetivando a produção de carne por meio do cruzamento planejado e sendo levado em consideração as características de adaptabilidade, habilidade materna, taxa de crescimento e qualidade de carcaça (Gadelha *et al.*, 2020).

Em pouco tempo a raça Dorper ganhou popularidade pela boa conformação de carcaça, pela maturidade sexual precoce, boa habilidade materna, além de não possuir alta exigência nutricional e por ter um perfil adaptado as variações climáticas brasileiras (Kiya *et al.*, 2019).

Esta raça foi criada para desenvolver-se em criações extensivas, sendo capaz de manter velocidade de crescimento e desenvolvimento de massa muscular, sendo este, um dos motivos da preferência dos criadores pela introdução de ovinos da raça Dorper no

Nordeste brasileiro. Além da utilização como raça paterna em cruzamentos com matrizes da raça Santa Inês, buscando melhor conformação de carcaça, peso ao nascimento e peso ao desmame (ARCO, 2020; Gadelha *et al.*, 2020).

### **Eficiência Reprodutiva**

A eficiência reprodutiva é o conjunto da fertilidade, da prolificidade e da sobrevivência dos cordeiros ao desmame, podendo ser obtida pela razão entre o número de filhotes desmamados pelo número de fêmeas em idade reprodutiva, podendo assim, avaliar também a fertilidade, prolificidade e mortalidade da propriedade. O ambiente, a genética e o manejo podem interferir neste parâmetro, bem como a nutrição, sanidade e bem-estar animal, todavia, em condições favoráveis, vislumbra-se a maximização da eficiência reprodutiva do rebanho (Silva, 2023; Fonseca, 2006).

Conforme Camela *et al.* (2017), a avaliação da eficiência reprodutiva deve conciliar um exame clínico geral do animal e órgãos reprodutivos, a libido e avaliação seminal. Podendo utilizar a ultrassonografia como ferramenta não invasiva para confirmação de patologias. Associando a outras ferramentas disponíveis para avaliação da produtividade do rebanho, como o peso e idade à puberdade, taxa de concepção, fertilidade, intervalo entre partos, taxa de parição, perda fetal, período de gestação e prolificidade (Fonseca, 2006).

Uma importante ferramenta prática para seleção de reprodutores é a mensuração biométrica testicular, correlacionada positivamente com vários aspectos reprodutivos como a qualidade e quantidade espermática, atividade reprodutiva e também com a função gametogênica e ovulatória das fêmeas descendentes. No macho, a aptidão reprodutiva é avaliada pela libido, análise do sêmen, exame do aparelho reprodutor, mensuração testicular e exame clínico geral. Nesse contexto, a circunferência escrotal (CE) é um indicador da produção espermática, capacidade de serviço e desenvolvimento corporal. (Rodrigues *et al.*, 2021.).

Além disso, os ovinos sofrem efeito do fotoperíodo, fator-chave no desencadeamento do ciclo reprodutivo, no entanto, no Nordeste brasileiro os animais não apresentam essa estacionalidade reprodutiva. Nessa região, o desempenho reprodutivo dos animais é afetado principalmente pela nutrição, manejo de criação, raça, idade e sanidade (Maia, 2011).

## **Anatomia Genital dos Ovinos**

A anatomia reprodutiva do macho é composto por um par de testículos, vias espermáticas, vesículas seminais, próstata e as glândulas uretrais, o pênis e o prepúcio. Estes órgãos funcionam em sintonia a produção de espermatozoides e posteriormente deposição no trato reprodutivo da fêmea (Cunningham; Klein, 2014).

A produção dos espermatozoides é denominada espermatogênese, onde a células germinativas se dividem por mitose e meiose para a produção de novas células, na fase de puberdade do indivíduo nos testículos (Santos *et al.*, 2016).

O eixo hipotálamo-hipófise regula as funções exócrinas (produção de espermatozoides) e endócrinas (hormônios esteroides) que intercorrem nos testículos. Estes, normalmente são ovais e localizados na região inguinal, sendo abrangidos pela bolsa escrotal. O escroto aloja e proteger os testículos, além de cooperar na termorregulação por meio do músculo cremáster. Sendo composto pela epiderme, que pode ou não ser enrugada e coberta por lã. Os carneiros também possuem as glândulas bulbouretrais, localizadas caudalmente, na cavidade pélvica, palpável por via retal. O pênis é do tipo fibroelástico, firme quando não ereto e possui uma curvatura em forma de S, a flexura sigmoide, que se desfaz durante a ereção e ejaculação (Colville; Bassert, 2010; Silva, 2020).

O epidídimo divide-se em cabeça, corpo, onde ocorre a maturação e aumento da motilidade, e cauda, responsável pelo armazenamento dos espermatozoides, conservando seu potencial fertilizante. A próstata e as glândulas bulbouretrais secretam secreções na uretra que misturam com secreções do ducto deferente e os espermatozoides durante a ejaculação, compondo assim o sêmen (Hafez; Hafez, 2004).

## **Exame Andrológico**

Os ovinos são animais com boa precocidade sexual, quando jovens, atingem a maturidade sexual a partir de seis meses, entretanto, inferior à de animais adultos. Estes por sua vez, diminuem sua atividade reprodutiva quando atingem cerca de oito anos. Para a classificação destes animais como reprodutores, observam-se aspectos como a simetria e firmeza testicular, ter boa libido, integridade escrotal com ausência de parasitas, ter aspectos masculinos como porte e desenvolvimento testicular e peniano, apresentar espermograma normal para espécie, tendo o volume de 0,5 a 2,0 mL, cor de branca a amarela, o aspecto variando de leitoso a cremoso, concentração  $3 \times 10^9$  spz/mL, motilidade e turbilhonamento  $> 3$  e com alterações morfológicas  $< 15\%$  (Ferra; Sereno, 2006).

Com o surgimento das tecnologias da reprodução, como a inseminação artificial e transferência de embriões, por exemplo, torna-se fundamental a avaliação do reprodutor. Para tal, realiza-se o exame andrológico, melhorando o desempenho do rebanho através da qualidade do reprodutor, podendo diagnosticar precocemente alterações do desenvolvimento do sistema genital, alterações inflamatórias, regressivas e progressivas, transtornos na libido e habilidade copulatória

### **Tipos de Coleta**

A coleta do sêmen pode ser realizada por vários métodos, sendo a técnica da utilização da vagina artificial, uma das mais usadas por mimetizar uma vagina sendo regulada por pressão e temperatura adequadas, variando entre 42° C e 46° C. Para tal uso, é necessário a presença de uma fêmea em estro, que normalmente é contida em manequim, o que permite que o macho realize o salto ao mesmo tempo em que, o pênis é desviado para a vagina artificial e ocorrendo a ejaculação em seguida. Com o material coletado em tubos graduados, deve-se evitar o contato com a luz solar, poeira e vento, realizando as avaliações logo em seguida com auxílio de um microscópio (Santos; Simplicio; Machado, 1999).

Segundo Maia (2011), para que ocorra o sucesso desta técnica, é necessário realizar antes o treinamento com os animais, para tal, necessita-se de uma fêmea em estro para que o macho demonstre seu comportamento sexual, acostumando-se com a presença do operador. Quando condicionado, a coleta torna-se mais rápida, efetivando o tempo para as análises seminais.

Outra forma é a eletroejaculação, consistindo na introdução de uma sonda elétrica bipolar por via retal, liberando estímulos de baixa voltagem entre 2 a 4 segundos intercalados a cada 10 a 20 segundos até a ejaculação. Porém, se trata de um método estressante para os animais e de fácil contaminação com a urina, necessitando descarte do material caso aconteça (Ferra; Sereno, 2006).

### **Avaliações Macroscópicas e Microscópicas do Ejaculado**

Os espermatozoides são as células reprodutivas dos machos, possuindo uma cabeça larga coberta pelo acrossomo, que possui enzimas digestivas que auxiliam a penetração no óvulo, pela peça intermediária e uma cauda longa e estreita (Colville; Bassert, 2010).

Os espermatozoides junto com o plasma seminal formam o sêmen, que pode ser comercializado para inseminação artificial como sêmen congelado, dependendo da sua qualidade. Esta pode ser dividida em características quantitativas e qualitativas, podendo sofrer alterações de acordo com a variação individual, época do ano, condições alimentares e temperatura (Frazão Sobrinho *et al.*, 2014).

Para avaliação do sêmen, de acordo com o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, se faz uso do espermograma, onde são avaliadas a quantidade e qualidade seminal, pelo volume, aspecto (cremoso, leitoso ou aquoso), cor (podendo ser modificada pela presença de urina, sangue ou pus), odor, vigor, turbilhonamento, viabilidade e concentração espermática (CBRA, 2013).

O turbilhonamento ou movimento em massa é o resultado da interação da concentração e motilidade, sendo avaliado em uma gota de sêmen e classificado numa escala de 0 a 5, onde 0 é ausência e 5 é um movimento acentuado maçal. Podendo ainda ser alterado de acordo com o método escolhido para coleta, temperatura e condições de preservação. Sendo uma avaliação subjetiva dos espermatozoides com movimentos progressivos, é realizada em microscópio óptico com objetiva de 10 ou 40 vezes de aumento, e classificado entre zero e cinco, onde zero significa que as células estão paradas e cinco, com bom movimento (CBRA, 2013).

A motilidade apresenta a porcentagem de espermatozoides móveis, avaliada imediatamente após a coleta. Para avaliação do vigor ou motilidade progressiva individual, deve-se diluir o ejaculado, sendo classificado numa escala de 0 a 5, expressando a intensidade de deslocamento da célula no campo do microscópio. A concentração é representada pela quantidade de células no volume do ejaculado, varia de acordo com o método de coleta, nutrição, estação do ano, raça, indivíduo e patologias (Fonseca, 2006).

Quanto a morfologia espermática, pode-se avaliá-la por meio da preparação úmida e esfregaços corados. As patologias espermáticas podem ser classificadas em primárias e secundárias, denominadas de defeitos maiores e menores, sendo capazes de alcançar qualquer estrutura do acrossomo, cabeça, peça intermediária e cauda. Também podem ser classificados os espermatozoides, com defeitos maiores e menores, de acordo com a gravidade de interferência à fertilidade. Os maiores geralmente são originados no início da espermatogênese, enquanto os menores, ao final ou no momento da manipulação (Simões, 2021; Araújo; Araujo, 2011).

### Ultrassonografia Testicular

A ultrassonografia (US) veterinária é uma técnica de diagnóstico muito utilizada, devido a possibilidade de avaliação em tempo real de aspectos hemodinâmicos dos vasos em diferentes órgãos, avaliar alterações de maneira não invasiva e auxiliar no acompanhamento reprodutivo, além da praticidade, por ser realizado em qualquer ambiente (Sales; Braga; Braga Filho, 2019).

Conforme estudos de Nogueira *et al.* (2021), esta técnica pode ser aplicada ao campo para diagnóstico imediato, entretanto, a falta de mão-de-obra qualificada e o custo do equipamento limitam a difusão desta técnica. Contudo, em bovinos e equinos são utilizados em programas reprodutivos, melhorando assim, o manejo das propriedades rurais.

De acordo com Torres *et al.* (2021), a ultrassonografia testicular é uma técnica de determinação na avaliação andrológica do animal, permitindo avaliação do parênquima testicular e mediastino. Esta pode ser utilizada para assegurar o acompanhamento de vários eventos fisiológicos reprodutivos para se obter importantes informações morfológicas de forma não invasiva (Feliciano; Oliveira; Vicente 2014).

Por isso, essa ferramenta torna-se indispensável na avaliação das glândulas sexuais e parâmetros testiculares dos reprodutores, evidenciando alterações assintomáticas. Garantindo assim, que somente os com alta capacidade reprodutiva mantenham-se no rebanho (Lacerda *et al.*, 2019).

A US modo B, o mais utilizado, viabiliza a avaliação das dimensões, forma, contorno, ecotextura e ecogenicidade do parênquima, além deste, pode-se utilizar outras modalidades para avaliação do sistema reprodutor masculino, como o modo Doppler colorido, Power e Espectral (Camela *et al.*, 2017).

O modo B ou modo de brilho é a imagem padrão de ultrassom, expondo uma imagem bidimensional em variações de tonalidade cinza. A imagem observada se dá por meio das reflexões das ondas ultrassonográficas emitidas pelo transdutor em diferentes tecidos, posterior a sua propagação pelo corpo em diferentes graus, dependendo da sua impedância acústica (Beltrame; Costa, 2020).

Conforme Feliciano; Oliveira; Vicente (2014), no modo B os tecidos são apresentados em escala de cinza, podendo ser usado como exame complementar na avaliação clínica reprodutiva, observando assim, por exemplo, a ocorrência de distúrbios como a vesiculites, prostatite, epididimites e até mesmo processos degenerativos.

Carvalho *et al.* (2012), em estudos com carneiros experimentalmente infectados com *Brucella ovis*, evidenciou que a utilização da ultrassonografia aperfeiçoa a avaliação clínica, contribuindo para uma avaliação precoce de alterações testiculares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ovinocultura brasileira enfrenta algumas dificuldades, no entanto, observa-se um crescimento da demanda pela carne de cordeiro. Por conta disso há uma exigência de melhor eficiência nos sistemas de produção, por meio da introdução de tecnologias, o que torna o manejo reprodutivo mais eficiente, e que proporciona um aumento dos índices produtivos do rebanho (Sousa, 2018). Logo, com o crescimento do rebanho ovino no Brasil, observa-se a necessidade da utilização de biotecnologias como a inseminação artificial, programas de múltipla ovulação e transferência de embriões (MOTE) e produção *in vivo* de embriões, para obtenção de rebanhos com alto valor zootécnico e comercial. Uma realidade que se evidencia devido ao aumento da demanda de programas de melhoramento genético e ao foco de grupos de pesquisas pelo tema (Fonseca *et al.*, 2014).

Assim, ampliar a avaliação das características testiculares no processo de seleção de reprodutores se faz necessário em virtude da sua correlação com a fertilidade masculina, seu peso e desenvolvimento corporal (Almeida; Batista; Santos, 2021).

Visto isso, nota-se a importância da andrologia animal, principalmente quando associada a técnicas que proporcionem maior segurança para a seleção dos reprodutores. Agregando assim, maior valor a atividade, devido a obtenção de descendentes com características desejáveis e genética superior.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código do financiamento 001) e pela concessão da bolsa de mestrado a Leandra Patrícia da Silva Almeida.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.M. de; BATISTA, L.; SANTOS, J.F.N. Inseminação artificial em tempo fixo em pequenos ruminantes: desafio de um programa comercial. **Ciência Animal**, v. 31, n. 1, p. 14–24, 2021
- ARAÚJO, A.M.S.; ARAUJO, S.A.C. Patologias Espermáticas mais comuns em garanhões da raça Pônei Brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 145-148, 2011.

- ARCO – Assistência aos Rebanhos de Criadores de Ovinos/Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. **Regulamento do Registro Genealógico de Ovinos no Brasil**. MAPA, 2020.
- BELTRAME, R.T.; COSTA, R.L.D. da. Ultrassonografia Doppler em ovelhas. **Ciência Animal**, v.30. n.4, p. 90-97, 2020.
- BORGES, L. da S. *et al.* Características Termorreguladoras de ovinos da raça Dorper criados em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66805-66813, 2020.
- CAMELA, E.S.C *et al.* Ultrasonographic characteristics of accessory sex glands and spectral Doppler indices of the internal iliac arteries in peri- and post-pubertal Dorper rams raised in a subtropical climate. **Animal Reproduction Science**, v. 184, p. 29 – 35, 2017.
- CARVALHO, C. *et al.* Andrological, pathologic, morphometric, and ultrasonographic findings in rams experimentally infected with *Brucella ovis*, **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 2–3, 2012.
- CBRA – Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Manual para exame andrológico e avaliação do sêmen animal. 3. Ed, Belo Horizonte: **Colégio Brasileiro de Reprodução Animal**, 2013. 91 p.
- CHACUR, M.G.M. Termografia por infravermelho na reprodução de bubalinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.41, n.1, p.180-187, 2017.
- COLVILLE, T.P.; BASSERT, J.M. **Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária**. 2º ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5º ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- FELICIANO, M.A.R.; OLIVEIRA, M.E.F.; VICENTE, W.R.R. **Ultrassonografia na Reprodução Animal**. 1º ed. - São Paulo: MedVet, 2014.
- FERRA, J. de C.; SERENO, J.R.B. **Inseminação artificial em ovinos**. Planatina, DF: Embrapa Cerrados. 26 p. 2006.
- FONSECA, J.F. **Biotecnologia da Reprodução em ovinos e caprinos**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2006.
- FONSECA, J.F. *et al.* **Biotechnologias aplicadas à reprodução de ovinos e caprinos**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- FRAZÃO SOBRINHO, J.M. *et al.* Characteristics of the semen of Dorper, Santa Ines and undefined breed sheep, pre-and post-freezing, in the rainy and dry period. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 969-976, 2014.
- FREITAS, V.J.F. *et al.* Estado da arte e perspectivas da produção *in vitro* de embriões em caprinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.41, p.201-207, 2017.
- GADELHA, J.A.F. *et al.* Influência do melhoramento genético em rebanhos ovinos de corte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e129107774, 2020.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Reprodução animal. Barueri, SP: **Manole**, 7º ed. 2004.
- IBGE. Rebanho de Ovinos (Ovelhas e Carneiros). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2024.

- KIYA, C.K. *et al.* Estimates of the genetic parameters of a Dorper flock in Brazil. **Small Ruminant Research**. v. 171, p. 57-62, 2019.
- LACERDA, L.A. *et al.* Ultrassonografia modo-B na avaliação de testículos de ovinos. **PUBVET**, v. 13, p. 150, 2019.
- MAIA, M.S. Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 175-179, 2011.
- MENDES, A.M. de P. *et al.* Zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 986-993, 2014.
- MORAES, R. E. *et al.* Produção de carne ovina sob a ótica bem-estar animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21900-21911, 2020.
- NOGUEIRA, E. *et al.* **Ultrassonografia na reprodução e avaliação de carcaças em bovinos**. Brasília, DF: Embrapa. 2021.
- OLIVEIRA, F.C. *et al.* Interação reprodução x produção na ovinocultura: Aspectos reprodutivos relacionados com produtividade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 47, n. 2, p. 134-139, 2023.
- OLIVEIRA, N. “O Dorper no Brasil”: como é a criação no Nordeste? ABCDORPER, 2021. Disponível em: <<https://abcdorper.com.br/institucional/o-dorper-no-brasil-como-e-a-criacao-no-nodeste/>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2023.
- PAULA, N.R.O.; CARDOSO, J.F.S. **Inseminação Artificial: uma importante ferramenta biotecnológica para o incremento produtivo do rebanho caprino e ovino**. 32f. Boletim Técnico - Caucaia: Editora Veleiros, 2018.
- PINHO, R. *et al.* The use of ultrasonography in the reproductive evaluation of boars. **Reproduction Domestic Animals**, v.53, p.393–400, 2018.
- QUADROS, D.G. **Cadeia Produtiva da Ovinocultura e da Caprinocultura**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.
- RODRIGUES, A.K.M. *et al.* Avaliação (biometria) de testículos de ovinos criados em Araguaína-To região da Amazônia legal. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 30181-30187, 2021.
- RUEDIGER, F.R. *et al.* Termografia digital por infravermelho do escroto e qualidade do sêmen em touros nelore (*Bos Tauros Indicus*). **Colloquium Agrariae**, v.10, n.2, p.67-74, 2014.
- SALES, R.O.; BRAGA, P.S.; BRAGA FILHO, C.T. A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: Ensino. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.13, n.2, p. 156-178, 2019.
- SANTOS, D.O.; SIMPLICIO, A.A.; MACHADO, R. **Guia prático do inseminador de caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos. 32 p. 1999.
- SANTOS, R. *et al.* Aspectos Moleculares da Espermatogênese. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, 2016.
- SENAR. **Ovinocultura: criação e manejo de ovinos de corte / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. Brasília: Senar, 2019.
- SILVA, E.I.C. **Anatomia e Fisiologia do Sistema Reprodutivo dos Animais Domésticos**. IFPE, 2020.

- SILVA, E.I.C. **Manejo Reprodutivo e Índices Zootécnicos em Gado de Leite.** Bovinocultura Leiteira, Produção de Bovinos de Leite e Manejo e Administração na Bovinocultura de Leite. 2023.
- SIMÕES, M. da R. S. Revisão Sistemática sobre Avaliações Reprodutivas em Ovinos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação.** v. 7, n. 12, p. 1742-1765, 2021.
- SOUSA, W.H. **Indicadores técnicos e econômicos de produtividade de um sistema de produção de ovinos de corte no semiárido.** 1º ed. João Pessoa: EMEPA – PB, 2018.
- TORRES, D.B. de A. *et al.* Quantitative analysis of echotexture and testicular biometry in asinines used in animal-drawn vehicles. **Journal of Veterinary Medicine and Animal Health,** v. 13, n. 3, p. 144-150, 2021.

## Biometria ultrassonográfica ocular em cães: Revisão de Literatura

Nelson Costa Pinheiro<sup>1</sup>; Porfírio Candanedo Guerra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

<sup>2</sup>*Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

### RESUMO

Essa revisão de literatura aborda a evolução e importância da ultrassonografia ocular em cães, concentrando-se na biometria como uma ferramenta diagnóstica valiosa. Desde sua introdução em 1968 na medicina veterinária, a ultrassonografia ocular tem desempenhado um papel crucial na detecção precoce de alterações oftalmológicas. Contudo, observa-se uma lacuna em estudos que abordam a biometria ocular em cães, especialmente considerando as variações entre diferentes raças caninas. A revisão de literatura destaca a diversidade morfológica entre cães braquicefálicos, enfatizando a alta prevalência de alterações oculares nesse grupo. O estudo da anatomia ocular canina, a utilização de técnicas como a ultrassonografia em modo B e a biometria ocular são detalhadamente explorados. A biometria ocular emerge como uma ferramenta indispensável na avaliação pré-operatória, sendo crucial para cirurgias oftálmicas, especialmente em casos de catarata. Diferentes métodos de biometria ocular são discutidos, incluindo ultrassonografia, interferometria, tomografia e ressonância magnética, com enfoque nas vantagens e desvantagens de cada abordagem. A revisão ressalta a importância da precisão e resolução nas medidas biométricas, e a influência do tipo de transdutor e do ganho durante o exame. Como comentários finais destaca-se a necessidade contínua de avanços na compreensão das variações entre raças caninas e na escolha de metodologias, reforçando a importância crescente da biometria ocular na prática clínica veterinária.

**Palavras-chave:** Ultrassonografia, Biometria ocular, Cães.

### INTRODUÇÃO

A ultrassonografia ocular desempenha um papel crucial na oftalmologia humana desde 1956, quando foi introduzida como método auxiliar de diagnóstico. Na medicina veterinária, seu primeiro relato ocorreu em 1968, e desde então, a técnica tem passado por aprimoramentos contínuos, tornando-se uma ferramenta valiosa no tratamento de diversas alterações oftalmológicas e no diagnóstico cada vez mais precoce (Mattoon; Nyland, 2005).

A obtenção de padrões precisos ocorre por meio de estudos de biometria ocular, nos quais são realizadas medidas das estruturas oculares. A ultrassonografia ocular em modo B é especialmente utilizada para a mensuração das estruturas oftálmicas. Essa abordagem diagnóstica oferece vantagens significativas, sendo realizada *in vivo*, de maneira não invasiva, com baixo custo e frequentemente dispensando a necessidade de sedação prévia do paciente, em muitas espécies (El-Tookhy; Tharwat, 2013; Corrêa; Santa'Anna; Souza Junior, 2014).

No entanto, em cães, há uma lacuna em estudos que abordam a biometria ocular, especialmente ao considerar as variações entre diferentes raças caninas. Além disso, os cães apresentam uma notável diversidade morfológica entre os mamíferos, sendo classificados em três tipos de conformações cranianas: mesaticefálicos, dolicocefálicos e braquicefálicos (Mattoon; Nyland, 2005). Notavelmente, os cães braquicefálicos, caracterizados por um comprimento de focinho menor que a metade do comprimento total craniano, apresentam uma elevada prevalência de alterações oculares (Mattoon; Nyland, 2005).

Essa revisão de literatura tem como objetivo realizar um levantamento sobre a ultrassonografia ocular em cães para identificar dados do conhecimento existente, contextualizar a evolução do tema, selecionar a metodologia mais apropriada e fundamentar teoricamente a pesquisa.

### **Anatomia do olho dos cães**

Os olhos são órgãos complexos, que tem como função primordial captar e focalizar os raios luminosos pela retina (Fartashvand, 2013). Eles são protegidos por tecido musculoesquelético e tecido cutâneo, e são formados por três camadas: a túnica fibrosa que é a mais externa, compreendida entre a córnea e esclera, a túnica vascular, formada por íris, coroide e o corpo ciliar e a túnica nervosa, formada por retina e o disco óptico (Kassab, 2012).

A córnea é transparente sem pigmentos, sem vascularização e possui quatro camadas, epitélio anterior, estroma, membrana de Descemet e endotélio (Cunha *et al.*, 2008; Samuelson, 2013). A íris é constituída por um agregado de vasos sanguíneos, por tecido conjuntivo, fibras musculares e nervosas, sua função é o controle da passagem dos raios luminosos pela pupila (Samuelson, 2013). Corpo ciliar localiza-se caudalmente a íris, composto por túnica vascular e possui processos ciliares que suportam e acomodam

as lentes. Responsável também pela produção do humor aquoso que está presente nas câmaras anterior e posterior (Cunha *et al.*, 2008). A lente tem formato biconvexo e é composta por lâminas celulares concêntricas formadas por um conteúdo lenticular. Ela está localizada entre câmara posterior e câmara vítrea, e a retina reveste a coróide, tem formato concavo formada por várias camadas de células nervosas (Leite, 2013).

### **Ultrassonografia ocular**

A ultrassonografia em modo Bidimensional como exame complementar é usada em diagnóstico das enfermidades oftálmicas nos humanos e vem sendo cada vez mais utilizada na medicina veterinária (Bapodra *et al.*, 2010). É um procedimento de baixa invasão, pouco custo e que não necessita de anestesia geral para ser realizada (Montiani-Ferreira *et al.*, 2008). Com a técnica é possível observar os componentes anatômicos do olho e mensurar as estruturas de forma particular. É necessário que se utilize equipamentos modernos com transdutores multe frequências e técnicas específicas, para adequada avaliação com qualidade que possibilitem identificar estruturas superficiais e mais profundas (Ali; Sadan; Ibrahim, 2015).

As técnicas utilizadas para o exame ultrassonográfico ocular são definidas em qual região o transdutor é posicionado, que pode ser pela pálpebra ou direto na córnea. A técnica transcorneal é a de eleição, onde o transdutor é posicionado na superfície da córnea após a utilização de soluções anestésicas de uso tópico para impedir a movimentação do bulbo ocular possibilitando adequada visualização dos componentes intraoculares (El-Maghraby; Nyland; Bellhorn, 1995).

### **Biometria ocular**

Biometria ocular compreende o estudo das medidas dos componentes oculares para identificação de parâmetros de normalidade que auxiliam na identificação de enfermidades congênitas e as adquiridas como a: microftalmia, glaucoma, ectasia escleral, *phthisis bulbi*, pseudoexoftalmia, estafiloma, anoftalmia, macroftalmia e coloboma (Toni *et al.*, 2009). Essas enfermidades cursam com alterações que alteram o tamanho das câmaras, com a biometria é possível detectar essas alterações precocemente, além de obter auxílio em procedimentos cirúrgicos oftálmicos e em reconstruções de próteses oculares (Ali; Sadan; Ibrahim, 2015).

A ultrassonografia ocular na avaliação no pré-operatória é considerada uma técnica indispensável para cirurgias de catarata, no qual é possível descartar alterações

que impossibilitem o procedimento cirúrgico, como por exemplo em descolamentos de retina. Além disso, as medidas biométricas das câmaras intraoculares são necessárias para a realização do poder dióptrico da lente para permitir o implante em procedimentos de facectomia e para posterior monitoramento do paciente avaliando a possibilidade de complicações no pós-operatório ou êxito no procedimento (Mirshahi; Shafigh; Azizzadeh, 2014).

### **Métodos de biometria ocular**

A avaliação dos elementos oculares pode ser realizada por meio de diversas técnicas disponíveis. A biometria ocular é conduzida utilizando métodos como ultrassonografia, interferometria de coerência parcial, tomografia e ressonância magnética, que oferecem modos tanto unidimensionais (modo-A) quanto bidimensionais (modo-B).

Apesar do modo-A ser reconhecido pela sua precisão na biometria ocular (Osuobeni, 1999), a eficácia do modo-B para esse propósito tem alcançado melhores resultados (Silva *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2022; Binsha *et al.*, 2023). Quando se trata da ultrassonografia, a espessura do cristalino é apontada como a medida mais consistente, enquanto as medições menos confiáveis estão relacionadas à profundidade das câmaras anterior e vítrea, conforme indicado por estudo sobre a repetibilidade das medições (Zadnik; Mutti; Adams, 1992). Contudo com avanço da tecnologia nos aparelhos atuais, é possível a mensuração completa das estruturas oculares (Binsha *et al.*, 2023).

A interferometria, como um método óptico, oferece a vantagem de não requerer contato para realizar medidas, sendo tão precisa quanto o ultrassom. No entanto, seu custo elevado é considerado uma desvantagem (Németh; Fekete; Pesztenlehrer, 2003). Um estudo comparativo de 2008 entre interferometria e ultrassom para determinar a lente intraocular após cirurgia de catarata não mostrou diferença significativa na redução de erros refrativos (Moeini *et al.*, 2008). Em contrapartida, outro estudo de 2008 destacou a superioridade da interferometria no cálculo da lente intraocular em relação à biometria ultrassônica (Bhatt *et al.*, 2008). No entanto, um estudo indicou a ausência de diferença entre biometria ultrassônica e interferometria de coerência parcial para o cálculo da lente intraocular (Raymond; Favilla; Santamaria, 2009).

Khan (2006) comparou medidas biométricas em crianças afácicas por retinoscopia e ultrassonografia ocular, não encontrando diferenças significativas entre os dois métodos. Em outro estudo, a ressonância magnética demonstrou utilidade e eficácia na biometria ocular, apresentando resultados comparáveis aos do ultrassom modo-A (Akduman *et al.*, 2008). A biometria ocular por tomografia computadorizada, em um estudo com corujas, também apresentou valores semelhantes e sem diferença significativa em comparação com a ultrassonografia (Kolm, 2006).

### **Técnica ultrassonográfica ocular**

A ultrassonografia ocular pode ser realizada por contato direto ou imersão, utilizando uma interface aquosa entre a sonda e a superfície ocular. Um estudo comparou três técnicas de posicionamento do transdutor: 1<sup>a</sup>) contato corneal direto; 2<sup>a</sup>) sobre as pálpebras fechadas; e 3<sup>a</sup>) sobre um pequeno balão com água em contato direto com a córnea. O contato corneal direto proporcionou uma definição anatômica superior do segmento posterior e tecidos orbitários, enquanto a técnica de imersão ofereceu imagens da câmara anterior e do cristalino de melhor qualidade. A técnica de contato palpebral mostrou-se inadequada, apresentando artefatos que degradaram a imagem. A técnica de imersão também demonstrou maior reprodutibilidade e precisão do que a de contato direto em um estudo posterior (Kronbauer; Kronbauer; Kronbauer, 2006).

Na avaliação inicial ocular, são empregados planos frontais (horizontal), sagitais (vertical) e oblíquos. No modo B, o ecograma centraliza a cápsula posterior da lente e a parte superior do nervo óptico, exibindo ecos da córnea, lente e da interface retina-córóide-esclera para uma imagem padrão (Mattoon; Nyland, 2005). Diferentes cortes axiais são obtidos, dependendo da posição do transdutor em relação a um relógio de ponteiros. Cortes axiais verticais e horizontais são utilizados para biometria, avaliação do polo posterior e alterações do disco óptico (Garcia, 2001). Embora tenha sido demonstrado em 1991 que a biometria ocular em cães pode ser realizada sem sedação ou anestesia (Gaiddon *et al.*, 1991), um estudo com cães Samoieda destacou que a sedação leve aumenta a precisão da biometria, tornando o exame mais rápido e fácil (Ekesten, 1994) e vem sendo utilizada em estudos mais recentes sem detecção de interferências quando a obtenção dos dados (Silva *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2022; Binsha *et al.*, 2023).

### **Estudos de biometria em diferentes raças e aplicações**

A avaliação biométrica utilizando diferentes raças caninas permitiu a obtenção de medidas precisas das estruturas do globo ocular, incluindo cães, braquicefálicos e mesaticefálicos (Silva *et al.*, 2018). Esses valores, apesar de ter sua contribuição como parâmetros gerais na avaliação ultrassonográfica ocular, mostram-se generalistas, não sendo possível abordar as diferenças entre as raças e suas particularidades, que podem ser consideradas normais para algumas e anormais para outras.

Andrade *et al.* (2020), realizou estudo biométrico ocular em animais braquicefálicos da raça Bulldog Francês, obtendo valores que servem como parâmetros de valores normais de biometria ocular e exames oftalmológicos para a rotina ambulatorial, cirurgias intraoculares e futuros estudos oftalmológicos nesta raça.

Santos *et al.* (2022), obteve valores para os parâmetros de normalidades de animais hípidos braquicefálicos da raça Shih-Tzu, sendo possível avaliar a correlação da biometria ocular com o crescimento craniano de animais de diferentes idades.

Esses valores contribuem em estudos que utilizam parâmetros biométricos no estudo de patologias oculares, como na caracterização de animais com glaucoma, sendo possível observar as alterações que cursam com a modificação na morfologia ocular (Ngamrojanavanit *et al.*, 2019) e em casos de catarata, demonstrando valores significativos na biometria ocular entre animais hípidos (Binsha *et al.*, 2023).

Além de contribuírem na detecção e acompanhamento do estadiamento de doenças oftálmicas, a ultrassonografia ocular, com auxílio de dados biométricos são utilizados na avaliação do bulbo ocular em cães que foram submetidos à facoemulsificação com ou sem implante de lente intraocular, possibilitando acesso conveniente e não invasivo na avaliação do bulbo ocular no pós-operatório tardio da facoemulsificação, tornando possível descrever o implante, detectar luxações da lente, degeneração de vítreo e descolamento de retina (Pavan, *et al.*, 2014).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em síntese, a ultrassonografia ocular e a biometria representam ferramentas valiosas na investigação oftalmológica, fornecendo informações detalhadas e precisas sobre as estruturas oculares em diferentes raças caninas. A revisão de literatura realizada serve como base para futuras pesquisas em diferentes raças bem como diferentes patologias oculares, ressaltando a importância da biometria ocular não apenas como uma ferramenta diagnóstica, mas também como um apoio indispensável em intervenções

cirúrgicas oftálmicas e na monitorização pós-operatória. Este contexto reforça a relevância crescente dessas técnicas na prática clínica, impulsionando a busca por métodos cada vez mais precisos e eficazes para a avaliação oftalmológica em cães.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código de financiamento 001) e pela concessão da bolsa de mestrado a Nelson Costa Pinheiro.

## REFERÊNCIAS

- AKDUMAN, E.I. *et al.* Accuracy of ocular axial length measurement with MRI. **Ophthalmologica**, v. 222, p. 397-399, 2008.
- ALI, M.M.; SADAN, M.A.; IBRAHIM, A. Ocular field surgery in ruminants. **International Journal of Veterinary Medicine**, v. 2015, p. 1-8, 2015.
- ANDRADE, T.F. *et al.* Ocular biometry and ophthalmic parameters of normal eyes in french bulldog healthy dogs. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 9, n.3, p. 438-441, 2021.
- BAPODRA, P. *et al.* Ultrasonographic anatomy of the asian elephant (*Elephas maximus*) eye. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 41, n.3, p. 409-417, 2010.
- BHATT, A.B. *et al.* Comparison of predictions made by intraocular lens master and ultrasound biometry. **Archives of Ophthalmology**, v. 126, n. 7, p. 929-933, 2008.
- BINSHA, K.M. *et al.* B-mode ultrasonographic ocular biometry in cataractous dogs. **The Pharma Innovation Journal**, v. 12, n. 12, p. 892-899, 2023.
- CORRÊA, L.B.N.S.; SANTA'ANNA JUNIOR, L.P.; SOUZA JUNIOR P. Biometric evaluation of Nelore cattle eyes. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 207-212, 2014.
- CUNHA O.D. *et al.* **Manual de Oftalmologia Veterinária**. 1 ed. Palotina: UFPR, 2008. p. 1-12.
- EKESTEN, B. Biological variability and measurement error variability in ocular biometry in Samoyed dogs. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 35, p. 427-433, 1994.
- EL-MAGHRABY H.M.; NYLAND T.G.; BELLHORN R.W. Ultrasonographic and biometric evaluation of sheep and cattle eyes. **Veterinary Radiology Ultrasound**, v. 36, n. 2, p. 148-151, 1995.
- EL-TOOKHY, O.; THARWAT, M. Clinical and ultrasonographic finding of some ocular conditions in sheep and goats. **Open Veterinary Journal**, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2013.
- FARTASHVAND, M. Ultrasonographic evaluation of buffalo eyes. **Turk Journal of Veterinary Animal Science**, v. 37, n. 4, p. 395-398, 2013.
- GAIDDON, J. *et al.* Use of biometry and keratometry for determining optimal power for intraocular lens implants in dogs. **Journal of Veterinary Research**, v. 52, n. 5, p.

781-783, 1991.

- GARCIA, I. Review of ocular ultrasonography. **Veterinary Radiology Ultrasound**, v. 42, n. 6, p. 485-495, 2001.
- KASSAB, A. Ultrasonographic and macroscopic anatomy of the enucleated eyes of the buffalo (*Bos bubalis*) and the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) of different ages. **Anatomy Histology and Embryology**, v. 41, n. 1, p. 7-11, 2012.
- KHAN, A.O. Retinoscopic (refractive) estimation of axial length in paediatric aphakia: a comparison with ultrasonic measurement. **British Journal of Ophthalmology**, v. 90, p. 987-989, 2006.
- KOLM, G. Ultrasonographic and computed tomographic examinations of the avian eye: physiologic appearance, pathologic findings, and comparative biometric measurement. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 47, n. 5, p. 492-502, 2006.
- KRONBAUER, A.L.; KRONBAUER, F.L.; KRONBAUER, C.L. Estudo comparativo das medidas ecobiométricas pelos métodos de imersão e contato. **Arquivo Brasileiros de Oftalmologia**, v. 69, n. 6, p. 875-880, 2006.
- LEITE A.G.B. Morphology of ocular system of domestic animals. **Ars Veterinária**, v. 29, n.1, p. 42-51, 2013.
- MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. Olho. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. **Ultrassom diagnóstico em pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Editora Roca LTDA., cap.16, p.315-336, 2005.
- MIRSHAHI, A.; SHAFIGH, S.H.; AZIZZADEH, M. Ultrasonographic biometry of the normal eye of the Persian cat. **Australian Veterinary Journal**, v. 92, n. 7, p. 246-249, 2014.
- MOEINI, H. *et al.* Comparison of ultrasound and optic biometry with respect to eye refractive errors after phacoemulsification. **Journal of Research in Medical Sciences**, v. 13, n. 2, p. 43-47, 2008.
- MONTIANI-FERREIRA, F. *et al.* The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. **Veterinary Ophthalmology**, v. 11, n. 6, p. 386- 394, 2008.
- NÉMETH, J.; FEKETE, O.; PESZTENLEHRER, N. Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber depth for intraocular lens power calculation. **Journal of Refractive Surgery**, v. 29, n. 1, p. 85-88, 2003.
- NGAMROJANAVANIT, N. The use of B-scan coupling with A-scan ultrasonography to characterize ocular biometry in canine absolute glaucoma. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 49, n. 3, p. 273-281, 2019.
- OSUOBENI, E.P. Ocular components values and their intercorrelations in Saudi Arabians. **Ophthalmic & Physiological Optics**, v. 19, n. 6, p. 489-497, 1999.
- PAVAN, P.T. *et al.* Avaliação ultrassonográfica do bulbo ocular em cães submetidos à facoemulsificação com ou sem implante de lente intraocular. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 121-128, 2014.
- RAYMOND, S.; FAVILLA, I.; SANTAMARIA, L. Comparing ultrasound biometry with partial coherence interferometry for intraocular lens power calculations: a randomized study. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 50, n. 6, p. 2547-52, 2009.

- SAMUELSON, D.A. **Ophthalmic Anatomy**. 5 ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. p. 39-154.
- SANTOS, M.A.P. *et al.* Ocular echobiometry and relationship with cranial and body morphometric parameters in Shih Tzu dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 74, n. 5, p. 807-813, 2022.
- SILVA, E. G. *et al.* Biometric, B-mode and color Doppler ultrasound assessment of eyes in healthy dogs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 565-571, 2018.
- TONI, M.C. *et al.* Ophthalmic ultrasound of dogs with different skull conformations. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 331-335, 2013.
- ZADNIK, K.; MUTTI, D.O.; ADAMS, A.J. The repeatability of measurement of the ocular components. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 33, n. 7, p. 2325-2333, 1992.

## Culicídeos de importância médica e veterinária: Revisão de Literatura

Aline do Carmo Silva<sup>1</sup>; Rita de Maria Seabra Nogueira<sup>2</sup>; Juliana Maria Trindade Bezerra<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

### RESUMO

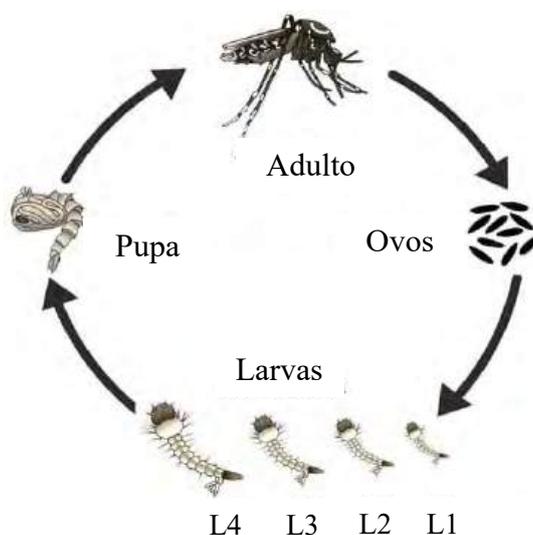
Culicídeos são mosquitos hematófagos pertencentes à ordem Diptera. *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Aedes albopictus* são espécies de culicídeos de elevada importância médica e veterinária. *Ae. aegypti* é uma espécie de comportamento sinantrópico, sendo responsável pela transmissão da dengue (DENV), Chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV) e febre amarela (YFV). Aos animais, é responsável por transmitir nematoides que causam a dirofilariose e é considerado um vetor competente do vírus da febre do Vale do Rift (RVFV). *Ae. albopictus* é uma espécie que possui hábitos urbanos, contudo está mais presente em áreas rurais, suburbanas e silvestres, e quando infectados, são responsáveis pela transmissão de arboviroses, como dengue, Chikungunya, Zika e febre amarela, bem como pela transmissão da dirofilariose, WNV e é um potencial transmissor do RVFV. Por sua vez, o *Cx. quinquefasciatus* é um culicídeo subtropical presente em quase todos continentes. Aos humanos, a espécie é responsável por transmitir o nematoide *Wuchereria bancrofti*, agente causador da filariose linfática e é um potencial transmissor do ZIKV no Brasil. Aos animais transmite o agente da dirofilariose, e o vírus do Nilo Ocidental (WNV). É necessário que estratégias de controle e monitoramento de criadouros artificiais e naturais destes culicídeos sejam devidamente realizadas, com o intuito de reduzir o processo de reprodução de cada espécie, bem como a disseminação de doenças transmitidas por estes.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Aedes albopictus*, Vetores.

### INTRODUÇÃO

Os culicídeos são mosquitos hematófagos pertencentes à ordem Diptera, sendo vetores responsáveis pela transmissão de diversos agentes infecciosos aos humanos e aos animais, e possuem uma grande capacidade para selecionar ambientes propícios para o desenvolvimento de suas larvas (Dias *et al.*, 2020). São holometábolos, passando pelos estádios de ovo, quatro estádios larvais (L1, L2, L3 e L4), pupa e adulto (Hossain *et al.*, 2022) (Figura 1). As espécies *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) e *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) são de grande importância para a medicina humana e veterinária.

**Figura 1.** Ciclo biológico dos culicídeos.



Fonte: Adaptado de Hossain *et al.*, 2022.

Conhecido como “odioso do Egito”, o *Ae. aegypti* é um mosquito de comportamento sinantrópico, que possui preferência por criadouros artificiais contendo água limpa, ainda que venha demonstrando adaptação bem-sucedida a locais de água com altos níveis de poluição (Chitolina *et al.*, 2016). O *Ae. albopictus*, conhecido como “tigre asiático”, pode realizar o processo de reprodução em criadouros artificiais e naturais; assim, a espécie possui capacidade para circular em áreas urbanas, periurbanas e silvestres (Gratz, 2004). Por sua vez, o *Cx. quinquefasciatus*, conhecido popularmente no Brasil como pernileto e muriçoca, tem preferência por locais com água parada e altamente poluída, em virtude dos altos níveis de matéria orgânica existente nesses locais (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020).

### ***Aedes aegypti* Linnaeus, 1762**

A evolução do *Ae. aegypti* é fortemente associada às atividades humanas nos últimos milhares de anos. No entanto, dados genéticos sugerem que a espécie tenha se originado nas ilhas do sudoeste do Oceano Índico e deslocou-se para a África continental há aproximadamente 85.000 anos, antes de propagar-se para as florestas tropicais da África (Soghigian *et al.*, 2020). Por volta de 5.000 a 10.000 anos atrás, esta espécie se dispersou de seus habitats florestais para localidades com presença de vida humana, e no Velho Mundo se disseminou para diversos países a partir da África Ocidental (Gloria-Soria *et al.*, 2016). Sua dispersão para o mundo teve início entre os séculos XVII e XIX,

em decorrência do tráfego de navios mercantes e comerciantes de escravos (Xia *et al.*, 2021).

Esta espécie foi identificada como transmissora de arbovírus em 1900, na Cuba, por Walter Reed, Carlos Finlay e James Carroll (Reed; Carrol, 1901). Atualmente, sabe-se que a *Ae. aegypti* é responsável por transmitir diferentes vírus aos humanos, como o vírus da dengue (DENV), Chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV) e febre amarela (YFV) (Souza-Neto; Powell; Bonizzoni, 2018). Aos animais, é responsável pela transmissão da dirofilariose e é considerado um vetor competente do vírus da febre do Vale do Rift (RVFV) (Scavo *et al.*, 2022; Smith *et al.*, 2023). Nos últimos anos, a espécie vem apresentando adequação para desenvolvimento em mais de 188 países (Leta, *et al.*, 2018), e no Brasil, pode ser encontrada em todos os estados (Figueredo *et al.*, 2023).

#### ***Aedes albopictus* Skuse, 1894**

A espécie *Ae. albopictus* é oriunda das florestas tropicais do Sudeste da Ásia, assim sendo conhecido como “tigre asiático”. Esta era encontrada apenas no continente asiático e no Pacífico Ocidental, contudo, por volta de 1979 foi relatada sua circulação na Albânia, país europeu (Adhami; Murati, 1987). Nas Américas, o *Ae. albopictus* teve sua primeira descrição em 1985, em Houston, no Texas, Estados Unidos da América. Sua introdução no continente americano se deu por meio do transporte de pneus, deslocados por meio de navios japoneses para a América do Norte, bem como por navios vindos do Sudeste asiático para a América do Sul (Hawley *et al.*, 1987). No Brasil, o primeiro registro da espécie ocorreu no Rio de Janeiro, em 1986 (Forattini, 1986).

O *Ae. albopictus* possui hábitos urbanos, entretanto está mais presente em áreas rurais, suburbanas e silvestres, onde se desenvolve com maior facilidade em criadouros naturais, como orifícios de árvores e em plantas com acúmulo de água (Gratz, 2004). Esses mosquitos são mais resistentes às baixas temperaturas que o *Ae. aegypti*, e sua introdução em zonas temperadas foi considerada uma característica chave para seu estabelecimento bem-sucedido nesses habitats (Kreß *et al.*, 2017). Espécimes de *Ae. albopictus* infectados são responsáveis pela transmissão de arboviroses, como dengue, Chikungunya, Zika e febre amarela, bem como por transmitir dirofilariose (Gratz, 2004), WNV (Rothman *et al.*, 2021) e por ser um potencial vetor do RVFV (Brustolin *et al.*, 2017). Atualmente, o *Ae. albopictus* encontra-se presente em todos os estados do Brasil,

destacando-se que o Acre, em 2022, foi o último estado a fazer seu primeiro registro da espécie (Rocha *et al.*, 2023).

### ***Culex quinquefasciatus* Say, 1823**

O *Cx. quinquefasciatus* é um culicídeo pertencente ao complexo *Culex pipiens*, sendo um mosquito subtropical presente nas Américas, Austrália, Ásia, África, Oriente Médio e Nova Zelândia (Lopes; Lima; Martins, 2019). Descrito inicialmente em 1823, em New Orleans, Luisiana, Estados Unidos da América, por muitos anos a espécie foi nomeada de *Culex pipiens fatigans* ou *Culex fatigans*. Contudo, em 1977, Belkin estabeleceu situações específicas que culminaram na redescrição desse culicídeo (Forattini, 2002). No Brasil, dentre as diversas espécies registradas do gênero *Culex*, o *Cx. quinquefasciatus* se destaca por ser a mais frequente e antropofílica (Forattini, 2002).

Espécimes fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* infectadas são responsáveis pela transmissão de agentes biológicos patogênicos aos humanos, incluindo o nematoide *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877), agente causador da filariose linfática no Brasil (Regis, 1995). Aos animais, transmite o nematoide *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) Railliet & Henry, 1911, causador da dirofilariose em cães e gatos (Villavaso; Steelman, 1970), WNV (Richards *et al.*, 2010), é um potencial vetor do RVFV (Meegan, 1979) e a partir de um estudo experimental realizado em Pequim, China, passou a ser considerado um potencial transmissor do ZIKV (Guo *et al.*, 2016). Considerado um culicídeo cosmopolita, o *Cx. quinquefasciatus* encontra-se distribuído em todos os estados do Brasil (Forattini, 2002).

### **Doenças de importância médica transmitidas por culicídeos**

#### ***Dengue***

Os primeiros relatos de doenças semelhantes à dengue foram encontrados em uma enciclopédia médica chinesa publicada durante a Dinastia Jin (265-420 d. C.), sendo esta reeditada posteriormente em 610 d. C. e 992 d. C. (Nobuchi, 1979). Nesses registros, a doença estava relacionada a insetos voadores associados à água, os quais foram denominados de “veneno da água”. Outros relatos foram descritos em 1635, nas Índias Ocidentais, e em 1699, no Panamá (Howe, 1977; McSherry, 1982). Contudo, as duas primeiras evidências de casos da doença foram descritas em Java, na Indonésia por David Bylon, em 1779 e por Benjamin Rush, em 1789, na Filadélfia, Estados Unidos da América (Carey, 1971).

A dispersão do *Ae. aegypti* pela Ásia e pelas Américas resultou em grandes epidemias de dengue, em virtude das favoráveis condições de reprodução que a espécie encontrou nesses locais (Mayer; Tesh; Vasilakis 2017). A doença resulta na infecção por qualquer um dos quatro sorotipos do vírus da dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4), onde a infecção por um destes confere imunidade permanente contra este sorotipo em específico e imunidade temporária contra os outros três (Reich *et al.*, 2013). Outro vetor de importante papel na transmissão do DENV é o *Ae. albopictus*, considerado o vetor secundário da doença e de outras infecções zoonóticas e enzoóticas (Santos *et al.*, 2018), sendo alguns exemplos destas últimas a Oropuche, Keystone e as encefalites equinas, japonesa e La Crosse (Ponce *et al.*, 2004).

### ***Chikungunya***

A febre Chikungunya teve sua primeira descrição entre 1952 e 1953 na Tanzânia, país africano, onde surgiram relatos de uma epidemia inicialmente associada à dengue (Jupp; McIntosh, 1988). O CHIKV foi isolado em 1953 no sangue de indivíduos febris, bem como em algumas espécies de culicídeos, inclusive de *Ae. aegypti* (Jupp; McIntosh, 1988). A doença apresenta um único sorotipo com quatro genótipos, sendo eles o Leste-Centro-Sul-Africano (ECSA), África Ocidental, Asiático e a Linhagem do Oceano Índico (IOL) (Coffey; Faillox; Weaver, 2014). Os genótipos ECSA e Asiático são transmitidos principalmente por fêmeas de mosquitos *Ae. aegypti* infectadas. Já a IOL, é transmitida por *Ae. albopictus* em decorrência de mutações genéticas que ocorreram na cepa ECSA em locais onde o *Ae. aegypti* era escasso e o *Ae. albopictus* era abundante (Coffey; Faillox; Weaver, 2014).

Nas Américas, os primeiros casos autóctones de Chikungunya foram registrados na ilha caribenha de Saint Martin, em 2013, sendo o *Ae. aegypti* o principal vetor das infecções que foram provocadas pelo genótipo Asiático (Cassadou *et al.*, 2014). No Brasil, casos importados da doença foram descritos desde 2010, porém, os primeiros casos autóctones foram identificados de forma independente em 2014 no Oiapoque, Amapá, região Norte, provocados pelo genótipo Asiático e em Feira de Santana, Bahia, região Nordeste, ocasionados pelo genótipo ECSA (Nunes *et al.*, 2015). Atualmente, o país possui o maior número de casos de Chikungunya das Américas em virtude da ampla distribuição das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Souza *et al.*, 2023).

### *Zika*

O vírus da Zika foi isolado inicialmente em um macaco rhesus (*Macaca mulatta*, Zimmermann, 1780) febril, na reserva florestal Ziika, na Uganda, África, em 1947, enquanto estava sendo realizado um monitoramento de febre amarela em animais dessa espécie (Dick, 1952). Um ano depois, o vírus foi detectado em mosquitos *Aedes* (*Stegomyia*) *africanus* (Theobald, 1901) na mesma floresta (Dick; Kitchen; Hoddow, 1952). Nos seres humanos, o ZIKV foi registrado em amostras de sangue de indivíduos da Uganda e Tanzânia, em 1952, durante estudos que descreveram a presença de anticorpos neutralizantes para o vírus da febre amarela (MacNamara, 1954). A primeira descrição de transmissão do ZIKV por *Ae. aegypti* foi registrada fora do continente africano, na Malásia, em 1966 (Marchette; Garcia; Rudnick, 1969).

Nas Américas, a Zika surgiu inicialmente no Brasil, em 2015. Estudos filogenéticos sugerem que o vírus tenha sido introduzido no país em 2014, ano em que o país sediou o Campeonato Mundial de Canoagem de Primavera, no Rio de Janeiro, região Sudeste, onde participaram competidores de localidades com relatos de surtos, como a Nova Caledônia, Ilha Cook, Ilha de Páscoa e Polinésia Francesa (Musso; Gubler, 2016). No ano de 2023, entre as semanas epidemiológicas 1 e 32, foram reportados 8.425 casos prováveis de Zika no país (taxa de incidência de 4,1 casos por 100.000 habitantes), que representou um aumento de 20,8% quando comparado ao mesmo período do ano de 2022 (MS, 2023). O potencial surgimento da doença no Brasil é explicado pela ampla distribuição e disseminação dos vetores *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Marcondes; Ximenes, 2016).

### *Febre Amarela Urbana*

A febre amarela é uma doença cuja origem se deu na África e por volta do século XVII se expandiu para as Américas (McNeill, 2004). No ano de 1881, Carlos Finlay levantou a hipótese de que a doença era transmitida por *Ae. aegypti*, porém, seus experimentos realizados com 102 voluntários inoculados por YFV não foram bem aceitos (Reed; Carroll; Agramonte, 1901). Antes que o modo de transmissão fosse elucidado, entre os anos de 1881 e 1889, a febre amarela foi responsável por provocar milhares de mortes durante a construção do Canal do Panamá (Gorgas, 1912). A confirmação referente à transmissão da doença por *Ae. aegypti*, deu-se apenas em 1900, pela Comissão

Francesa liderada por Walter Reed, a partir de um estudo experimental (Reed; Carroll; Agramonte, 1901).

A descoberta da transmissão de YFV por *Ae. aegypti* infectados, trouxe esperanças para o controle da doença nas Américas no início do século XX (Chaves-Carballo, 2005). Para tanto, o controle vetorial da espécie foi a primeira tentativa de eliminar a transmissão urbana da febre amarela (Gabiane; Yen; Failloux, 2022). Outro potencial vetor da doença é o *Ae. albopictus*, visto que em um estudo realizado no Brasil, entre 2016 e 2018, destacou que este pode ser um vetor ponte para o YFV na interface cidade-floresta nas localidades pesquisadas, pois a análise de fêmeas ingurgitadas de sangue, capturadas em campo, demonstraram que estas se alimentavam principalmente de humanos e mamíferos domésticos, indicando um raro contato com a vida silvestre nas bordas florestas (Santos *et al.*, 2018).

### ***Filariose linfática***

A filariose linfática é uma doença parasitária estreitamente associada à pobreza. É considerada endêmica em mais de 70 países, sendo causada por três nematoides filariais: *Brugia malayi* (Brug, 1927), *Brugia timori* (Partono *et al.*, 1977) e *W. bancrofti*, onde a última espécie é responsável por mais de 90% do total dos casos da doença em todo o mundo (Cromwell *et al.*, 2020). A evidência mais remota da filariose linfática decorreu do Egito, em virtude da estátua do Faraó Mentuhotep II (2055-2004 a.C.) ter sido representada com os membros inchados, sendo esta uma característica própria da doença (Goel; Goel, 2016). No Brasil, Otto Wucherer descreveu a primeira microfilária em 1866, no entanto, estudos epidemiológicos sistemáticos a respeito da doença só foram realizados décadas depois (Fontes *et al.*, 2012).

Nas Américas, a doença foi historicamente endêmica em 24 países, sendo causada exclusivamente pelo parasita *W. bancrofti*, que, provavelmente, foi introduzido no continente por meio da comercialização de escravos africanos (Addiss; Chuke, 2002). A descoberta que algumas espécies de mosquitos são vetoras obrigatórias da filariose linfática deu-se por Patrick Manson, em 1884 (Manson, 1884). Entretanto, no continente americano, os culicídeos da espécie *Cx. quinquefasciatus* são os únicos transmissores da doença (WHO, 2013). Atualmente, no Brasil, o estado de Pernambuco, região Nordeste, é considerado a última área endêmica da doença, representada pelos municípios de

Jalapão dos Guararapes, Olinda, Paulista e a capital do estado, Recife (Aquino *et al.*, 2023).

## **Doenças de importância veterinária transmitidas por culicídeos**

### ***Dirofilariose***

Nematódeos do gênero *Dirofilaria* (Spirurida: Onchocercidae) são parasitas transmitidos por mosquitos que infectam mamíferos domésticos e silvestres de diferentes ordens, tendo os canídeos como hospedeiros predominantes (Canestri *et al.*, 1997). Possuindo dois subgêneros, *Dirofilaria* e *Nochtiella*, as espécies *D. immitis* e *Dirofilaria repens* (Railliet & Henry, 1911) pertencem a estes subgêneros, respectivamente. Esses parasitas afetam principalmente cães e são responsáveis por causar a dirofilariose cardiopulmonar e subcutânea (Silaghi *et al.*, 2017). Há registros na literatura de infecção humana por *D. repens* (Gheorghitiã *et al.*, 2017) e *D. immitis* (Saha *et al.*, 2022). Enquanto a *D. immitis* tem distribuição mundial, a *D. repens* é somente encontrada na Europa, Ásia e África (Genchi; Krames, 2017).

A primeira descrição da *D. immitis* ocorreu nos Estados Unidos da América, em 1847, pelo físico Osborne. Em 1856, Joseph Leidy relatou a existência de vermes no coração de um cão no Alabama, e os nomeou de *Filaria immitis* (Leidy, 1856). Todavia, a criação do gênero *Dirofilaria* em 1911, por dois parasitologistas franceses, resultou na alteração da definição taxonômica da espécie para *D. immitis* (Railliet; Henry, 1911). Assim, é sabido que a transmissão de microfíliarias tanto aos humanos quanto aos cães acontece, sobretudo, por meio da picada de mosquitos fêmeas infectadas do gênero *Aedes* e *Culex*, incluindo as espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus* (Simón *et al.*, 2012).

### ***Nilo Ocidental***

O WNV é um membro do complexo sorológico do vírus da encefalite japonesa (JEV) (Calisher *et al.*, 1989). Este é responsável pela infecção do Nilo Ocidental, transmitido principalmente por fêmeas de *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus* infectadas. Isolado inicialmente em 1937, na província do Nilo Ocidental, na Uganda, em um paciente febril (Smithburn *et al.*, 1940), o WNV tem como hospedeiros naturais algumas espécies de aves silvestres, sendo mantido em um ciclo ave-mosquito-ave (Habarugira *et al.*, 2020). Todavia, a infecção tem sido responsável por elevados números

de casos de morbidade e mortalidade em humanos e diferentes espécies de animais, incluindo aves, cavalos, ovelhas, répteis, gatos e roedores (Habarugira *et al.*, 2020).

Nas Américas, o WNV foi introduzido pela cidade de Nova York, Estados Unidos da América e culminou em uma epizootia aviária, bem como em infecções detectadas em mosquitos e em humanos (CDC, 1999). No Brasil, foram realizados estudos em 2002, 2003 e 2004 (Araujo *et al.*, 2003; Araujo *et al.*, 2004a; Araujo *et al.*, 2004b) para detecção de anticorpos específicos do vírus em aves migrantes e residentes, contudo não se obteve sucesso nos resultados. Já um estudo sorológico realizado com aves migratórias e nativas e com equídeos, coletados entre 2002 e 2009, nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste, confirmou a positividade para WNV em quatro amostras de equídeos coletados no estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do Brasil (Ometto *et al.*, 2013).

### ***Febre do Vale do Rift***

O vírus da febre do Vale do Rift é um patógeno zoonótico que acomete principalmente ruminantes, mas que pode ser letal aos seres humanos (Brustolin *et al.*, 2017). O RVFV foi descrito pela primeira vez em 1930, na província do Vale do Rift, no Quênia (Daubney; Hudson, 1931) e desde então apresenta grave impacto na saúde pública e na economia dos países do continente africano, tendo em vista as altas taxas de mortalidade em ruminantes recém-nascidos, principalmente de ovinos e caprinos, bem como determinando aborto em animais infectados (Brustolin *et al.*, 2017; Birnberg *et al.*, 2019). Embora o vírus ainda não tenha sido detectado nas Américas e na Europa é importante ressaltar que os vetores que o transmitem são encontrados no continente americano, o que abre porta para possibilidade de novas localizações, podendo causar morbidade e mortalidade em humanos e prejuízos econômicos (Chevalier *et al.*, 2010; Hartley *et al.*, 2011).

O RVFV apresenta o ciclo de transmissão enzoótico e o ciclo epidêmico (Stoek *et al.*, 2022). Quanto ao ciclo enzoótico, acredita-se que o arbovírus é mantido pela transmissão vertical na população de mosquitos do gênero *Aedes*, incluindo *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, e pela infecção acidental de animais suscetíveis ao vírus (Brustolin *et al.*, 2017; Rissmann *et al.*, 2020). Por sua vez, o ciclo epidêmico ocorre, geralmente, em decorrência das mudanças climáticas, que favorecem a reprodução dos vetores, resultando em uma maior probabilidade de transmissão do vírus para hospedeiros suscetíveis. Em 1944 o RVFV foi isolado em mosquitos selvagens capturados em uma

floresta de Semliki, na Uganda (Smithburn; Haddow; Gillett, 1948), e desde então já foi descrita a infecção natural pelo vírus em diversas espécies da família Culicidae, como em *Culex poicilipes* (Theobald, 1903) (Faye *et al.*, 2007), *Culex antennatus* (Becker, 1903) (Faye *et al.*, 2014) e *Anopheles pharoensis* (Theobald, 1901) (Stoek *et al.*, 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os culicídeos *Ae. aegypti*, *Cx. quinquefasciatus* e *Ae. albopictus* são importantes vetores de agentes patogênicos. Aos humanos, são responsáveis pela transmissão da dengue, febre Chikungunya, Zika, febre amarela urbana e filariose linfática, sendo estas importantes causas de morbidade e inclusive de mortalidade em alguns países. Para os animais, são fundamentais na transmissão da dirofilariose, Nilo Ocidental e febre do Vale do Rift. Para tanto, faz-se necessário que estratégias de controle e monitoramento de criadouros artificiais e naturais destes culicídeos sejam devidamente realizadas, a fim de reduzir o processo de reprodução de cada espécie, bem como a disseminação de doenças transmitidas por estes.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código financiamento 001) e pela concessão da bolsa de mestrado a Aline do Carmo Silva, à Universidade Estadual do Maranhão pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa a Dra. Juliana Maria Trindade Bezerra Bolsa de (Chamada Interna nº 05/2023 - PPG-UEMA).

## REFERÊNCIAS

- ADISS, D.; CHUKE, S. **Lymphatic filariasis in the Americas: an epidemiologic history**. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2002.
- ADHAMI, J.; MURATI, N. Prani e mushkonjës *Aedes albopictus* në shqipëri. **Revista Mjekësore**, v. 1, p. 13-16, 1987.
- ALMEIDA, L.S.; COTA, A.L.S.; RODRIGUES, D.F. Sanitation, Arboviruses, and Environmental Determinants of Disease: impacts on urban health. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, 2020.
- AQUINO, L.T. *et al.* The Impact of the COVID-19 Pandemic on People With Lymphedema in an Endemic Area for Lymphatic Filariasis in Brazil. **International Journal of Public Health**, v. 68, p. 1-7, 2023.
- ARAÚJO, F.A.A. *et al.* Segundo inquérito sorológico em aves migratórias e residentes do Parque Nacional da Lagoa do Peixe/RS para detecção do vírus do Nilo Ocidental e outros vírus. **Boletim Eletrônico Epidemiológico**, n. 5, p. 1-8, 2004a.

- ARAÚJO, F.A.A. *et al.* Inquérito sorológico em aves migratórias e residentes de Galinhos/RN para detecção do vírus da Febre do Nilo Ocidental e outros vírus. **Boletim Eletrônico Epidemiológico**, n. 2, p. 1-12, 2004b.
- ARAÚJO, F.A.A. *et al.* Primeiro inquérito sorológico em aves migratórias e nativas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe/RS para detecção do vírus do Nilo Ocidental. **Boletim Eletrônico Epidemiológico**, n. 1, p. 3, 12, 2003.
- BIRNBERG, L. *et al.* Field-captured *Aedes vexans* (Meigen, 1830) is a competent vector for Rift Valley fever phlebovirus in Europe. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 484, 2019.
- BRUSTOLIN, M. *et al.* Rift Valley fever virus and European mosquitoes: vector competence of *Culex pipiens* and *Stegomyia albopicta* (= *Aedes albopictus*). **Medical and Veterinary Entomology**, v. 31, n. 4, p. 365-372.
- CALISHER, C.H. *et al.* Antigenic relationships between flaviviruses as determined by cross-neutralization tests with polyclonal antisera. **Journal of General Virology**, v. 70, n. 1, p. 37-43, 1989.
- CANESTRI *et al.* The species of the genus *Dirofilaria* Railliet & Henry, 1911. **Parassitologia**, v. 39, p. 369-374, 1997.
- CAREY, D.E. Chikungunya and dengue: a case of mistaken identity? **Journal of the History of Medicine and Allied Sciences**, v. 26, p. 243-262, 1971.
- CASSADOU, S. *et al.* Emergence of chikungunya fever on the French side of Saint Martin Island, October to December 2013. **Euro Surveillance**, v. 19, n. 13, 2014.
- CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of West Nile-like viral encephalitis-New York, 1999. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 48, n. 38, p. 845-849, 1999.
- CHAVES-CARBALLO, E. Carlos Finlay and yellow fever: triumph over adversity. **Military Medicine**, v. 170, n. 10, p. 881-885, 2005.
- CHEVALIER, V. *et al.* Rift Valley fever--a threat for Europe? **Euro surveillance: European communicable disease bulletin**, v. 15, n. 10, 19506, 2010.
- CHITOLINA, R.F. Raw sewage as breeding site *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, Culicidae). **Acta Tropica**, v. 164, p. 290-296, 2016.
- COFFEY, L.L.; FAILLOX, A.B.; WEAVER, S.C. Chikungunya Virus-Vector Interactions. **Viruses**, v. 6, p. 4628-4663, 2014.
- CROMWELL, E.A. *et al.* The global distribution of lymphatic filariasis, 2000–18: a geospatial analysis. **The Lancet Global Health**, v. 8, n. 9, p. 1186-1194, 2020.
- DAUBNEY, R.; HUDSON, J.R. Enzootic hepatitis or rift valley fever. An undescribed virus disease of sheep cattle and man from East Africa. **Journal of Pathology and Bacteriology**, v. 34, p. 545–579, 1931.
- DIAS, D.A. *et al.* Estrutura de comunidades e espécies indicadoras de culicídeos (Diptera: Nematocera) em ambientes com diferentes graus de impacto ambiental. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 4, p. 856-858, 2020.
- DICK, G.W. Zika virus (II). Pathogenicity and physical properties. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 46, n.5, p. 521–534, 1952.

- DICK, G.W.; KITCHEN, S.F.; HODDOW, A.J. Zika virus (I). Isolations and serological specificity. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 46, p. 509–520, 1952.
- FAYE O. *et al.* Reemergence of Rift Valley fever, Mauritania, 2010. **Emerging Infectious Diseases**, v 20, n. 2, p. 300-303, 2014.
- FAYE O. *et al.* Rift Valley fever outbreak with East-Central African virus lineage in Mauritania, 2003. **Emerging Infectious Diseases**, v 13, n. 7, p. 1016-1023, 2007.
- FIGUEREDO, S.A. *et al.* Perfil Epidemiológico de Arboviroses no Estado do Maranhão Durante os Anos de 2017 a 2021. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 1, n. 1, p. 504–513, 2023.
- FONTES, G. *et al.* Lymphatic filariasis in Brazil: epidemiological situation and outlook for elimination. **Parasites & Vectors**, v. 5, n. 272, p. 1-11, 2012.
- FORATTINI, O.P. **Culicidologia médica**. São Paulo: EDUSP; 2002, 864 p.
- FORATTINI, O.P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, 244, 245, 1986.
- GABIANE, G.; YEN, P.S.; FAILLOUX, A.B. *Aedes* mosquitoes in the emerging threat of urban yellow fever transmission. **Review in Medical Virology**, v. 32, n. 4, e2333, 2022.
- GENCHI, C.; KRAMER, L.K. Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): na infection spreading throughout the old world. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2017.
- GHEORGHITĂ, M.I. *et al.* Intramuscular human *Dirofilaria repens* infection of the temporal region – case report and review of the literature. **Romanian Journal of Morphology and Embryology**, v. 58, n. 2, p. 585-592, 2017.
- GLORIA-SORIA, A. *et al.* Global genetic diversity of *Aedes aegypti*. **Molecular Ecology**, v. 25, n. 21, 5377-5395, 2016.
- GOEL, T.C.; GOEL, A. **Lymphatic Filariasis**. Springer Nature: Singapore, 2016.
- GORGAS, W.C. Sanitation at Panama. **Journal of American Medical Association**, v. 58, n. 13, p. 907-909, 1912.
- GRATZ, N.G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 18, p. 215-227, 2004.
- GUO, X.X. *et al.* *Culex pipiens quinquefasciatus*: a potential vector to transmit Zika virus. **Emerging Microbes & Infections**, v. 5, e102, 2016.
- HABARUGIRA, G. *et al.* West Nile Virus: An Update on Pathobiology, Epidemiology, Diagnostics, Control and "One Health" Implications. **Pathogens**, v. 9, n. 7, p. 1-51, 2020.
- HARTLEY, D.M. *et al.* Potential Effects of Rift Valley Fever in the United States. **Emerging infectious diseases**, v. 17, n. 8, e1, 2011.
- HAWLEY, W.A. *et al.* *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. **Science**, v. 236, n. 480, p. 1114-1116, 1987.
- HOSSAIN, M.S. *et al.* *Aedes* Larva Detection Using Ensemble Learning to Prevent Dengue Endemic. **BioMed Informatics**, v. 2, n. 3, p. 405-423, 2022.

- HOWE, G.M. **A World Geography of Human Disease**. Academic Press; New York: 1977.
- JUPP, P.; McINTOSH, B. Chikungunya virus disease. In: Month, T. ed. **The arborviruses: epidemiology and ecology**. Boca Raton. CRC Press, p. 137-157, 1988.
- KNIPE, D. *et al.* **Fields Virology**. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, USA, 2013.
- KREß, A. *et al.* Cold tolerance of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* and its response to epigenetic alterations. **Journal of Insect Physiology**, v. 99, p. 113-121, 2017.
- LEIDY, J.A. Synopsis of entozoa and some of their ecto-congeners observed by the author. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 8, p. 43-59, 1856.
- LETA, S. *et al.* Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25-35, 2018.
- LOPES, R.P.; LIMA, J.B.P.; MARTINS, A. J. Insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 in Brazil: a review. **Parasites & Vectors**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2019.
- MACNAMARA, F.N. Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 48, n. 2, p. 139-145, 1954.
- MANSON, P. The metamorphosis of *Filaria sanguinis hominis* in the mosquito. **Zoology**, v. 2, p. 367-388, 1884.
- MARCHETTE, N.J.; GARCIA, R.; RUDNICK, A. Isolation of Zika Virus from *Aedes Aegypti* Mosquitoes in Malaysia. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 18, n. 3, p. 411-415, 1954.
- MARCONDES, C.B.; XIMENES, M.F.F.M. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. 1, p. 4-10, 2016.
- MAYER, S.V.; TESH, R.B.; VASILAKIS, N. The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and zika fevers. **Acta Tropica**, v. 166, p. 155-163, 2017.
- MCNEILL, J.R. Yellow jack and geopolitics: environment, epidemics, and the struggles for empire in the American tropics, 1650-1825. **OAH Magazine of History**, v. 18, n. 3, p. 9-13, 2004.
- McSHERRY, J.A. Some medical aspects of the Darien scheme: was it dengue? **Scottish Medical Journal**, v. 27, n. 2, p. 183-184, 1982.
- MEEGAN, J.N. The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. Description of the epizootic and virological studies. **Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 73, p. 618- 623, 1979.
- MUSSO, D.; GUBLER, D.J. Zika Virus. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 29, n. 3, p. 487-524, 2016.

- NOBUCHI, H. The symptoms of a dengue-like illness recorded in a Chinese medical encyclopedia. **Kanpo Rinsho**, v. 26, p. 422–425, 1979.
- NUNES, M.R.T. *et al.* Emergence and Potential for Spread of Chikungunya Virus in Brazil. **BMC Medicine**, v. 13, n. 102, p. 1-10, 2015.
- OMETTO, T. *et al.* West Nile virus surveillance, Brazil, 2008–2010. **Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 107, p. 723-730, 2013.
- PONCE, G. *et al.* Bionomía de *Aedes albopictus* (Skuse). **Revista Salud Pública y Nutrición**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2004.
- RAILLET, A.; HENRY, A. Sur une Filarie péritonéale des Porcins. **Bulletin de la Société de Pathologie Exotique**, v. 4, p. 386-389, 1911.
- REED, W.; CARROLL, J. The Prevention of Yellow Fever. **Public Health Papers and Reports**, v. 27, p. 113-129, 1901.
- REED, W.; CARROLL, J.; AGRAMONTE, A. Experimental yellow fever. **Military Medicine**, v. 166, n. 9, p. 55-60, 1901.
- REGIS, L. *et al.* Integrated control measures against *Culex quinquefasciatus*, the vector of filariasis in Recife. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, n. 1, p. 115-119, 1995.
- REICH, N.G. *et al.* Interactions between serotypes of dengue highlight epidemiological impact of cross-immunity. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 10, n. 86, p. 1-9, 2013.
- RICHARDS, S.L. *et al.* Environmental and Biological Factors Influencing *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) Vector Competence for West Nile Virus. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 83, p. 126-134, 2010.
- RISSMANN, M. *et al.* Mechanisms of inter-epidemic maintenance of Rift Valley fever phlebovirus. **Antiviral Research**, v. 174, 2020.
- ROCHA, R.C. *et al.* First official record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in the Acre State, Northern Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 65, p. 1-4, 2023.
- ROTHMAN, S. E. *et al.* Higher West Nile Virus Infection in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and *Culex* (Diptera: Culicidae) Mosquitoes from Lower Income Neighborhoods in Urban Baltimore, MD. **Journal of Medical Entomology**, v. 58, n. 3, p. 1424-1428, 2021.
- SAHA, B.K. *et al.* Human Pulmonary Dirofilariasis: A Review for the Clinicians. **American Journal of the Medical Sciences**, v. 363, n. 1, p. 11-17, 2022.
- SANTOS, T.P. *et al.* Potential of *Aedes albopictus* as a bridge vector for enzootic pathogens at the urban-forest interface in Brazil. **Emerging Microbes & Infections**, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2018.
- SCAVO, N.A. *et al.* High prevalence of canine heartworm, *Dirofilaria immitis*, in pet dogs in south Texas, USA, with evidence of *Aedes aegypti* mosquitoes contributing to transmission. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2022.
- SILAGHI, C. *et al.* Development of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in *Aedes japonicus* and *Aedes geniculatus*. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2017.

- SIMÓN, F. *et al.* Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 25, n. 3, p. 507-544, 2012.
- SMITH, C.B. *et al.* Dishevelled Has Anti-Viral Activity in Rift Valley Fever Virus Infected *Aedes aegypti*. **Viruses**, v. 15, n. 11, p 1-11, 2023.
- SMITHBURN, K.C.; HADDOW, A.J.; GILLET, J.D. Rift Valley fever; isolation of the virus from wild mosquitoes. **British Journal of Experimental Pathology**, v. 29, n. 2, p. 107-121, 1948.
- SMITHBURN, K. *et al.* A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 20, p. 471-473, 1940.
- SOGHIGIAN, J. *et al.* Genetic evidence for the origin of *Aedes aegypti*, the yellow fever mosquito, in the southwestern Indian Ocean. **Molecular Ecology**, v. 29, n. 19, p. 3593-3606, 2020.
- SOUZA, W.M. *et al.* Spatiotemporal dynamics and recurrence of chikungunya virus in Brazil: an epidemiological study. **Lancet Microbe**, v. 4, n. 5, e319-e329, 2023.
- SOUZA-NETO, J.; POWELL, J.R.; BONIZZONI, M. *Aedes aegypti* vector competence studies: a review. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 67, p. 191-209, 2019.
- STOEK, F. *et al.* Mosquito survey in Mauritania: Detection of Rift Valley fever virus and dengue virus and the determination of feeding patterns. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 16, n.4, e001020, 2022.
- VILLAVASO, E.J.; STEELMAN, C.D. Laboratory and Field Studies of the Southern House Mosquito, *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, Infected with the Dog Heartworm, *Dirofilaria immitis* (Leidy), In Louisiana. **Journal of Medical Entomology**, v. 7, n. 4, p. 471-476, 1970.
- WHO - World Health Organization **Lymphatic filariasis: a handbook of practical entomology**. WHO/HTM/NTD/PCT/2013.10; Geneva: World Health Organization; 2013.
- XIA, S. *et al.* Larval sites of the mosquito *Aedes aegypti formosus* in forest and domestic habitats in Africa and the potential association with oviposition evolution. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 22, p. 16327-16343, 2021.

## Dípteros da Família Streblidae e Nycteribiidae ectoparasitas de quirópteros na região Nordeste do Brasil: Revisão de Literatura

Juliane Pinheiro Moraes Silva<sup>1</sup>; Rita de Maria Seabra Nogueira<sup>2</sup>; Ciro Líbio Caldas dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>3</sup>Coordenação de Licenciatura em Ciências Naturais, Centro de Ciências de Imperatriz, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

### RESUMO

Os morcegos são divididos em duas subordens Yinpterochiroptera e Yangochiroptera, e habitam todo o território nacional em diversos biomas brasileiros. Os quirópteros abrigam uma rica fauna de ectoparasitos como moscas, ácaros e pulgas, tornando-se excelentes modelos para o estudo dessa relação entre hospedeiro e parasito. Portanto, a investigação da interação entre ectoparasitas e morcegos, é fundamental para o conhecimento da ectoparasitofauna e da manutenção desta diversidade, além de servir como entendimento da transmissão e disseminação de vetores de doenças. A presente revisão objetivou apresentar os principais dípteros das famílias Streblidae e Nycteribiidae ectoparasitas de quirópteros listados para a região Nordeste do Brasil. Ao todo foram encontrados 16 trabalhos realizados na região Nordeste, sem restrição de período de publicação, no qual o estado do Maranhão e Pernambuco apresentaram uma maior quantidade de trabalhos publicados, com cinco estudos, Sergipe com três, Paraíba com dois e Bahia com apenas 1 estudo. Encontram-se listadas 12 espécies pertencentes a família Nycteribiidae e 65 espécies da família Streblidae. A família Streblidae foi a mais comumente encontrada parasitando morcegos, o que pode estar relacionada com a alta taxa de captura de quirópteros da família Phyllostomidae. O gênero *Trichobius* apresentou uma maior diversidade de espécies nos estudos apresentados. Na região de Barreirinhas, estado do Maranhão, houve registro de uma nova espécie de *Hershkovitzia*, até então só encontrada nesse local e sendo o primeiro registrado para o bioma Cerrado. Sendo assim, foi observado uma riqueza significativa de espécies de ectoparasitos, demonstrando que a região Nordeste apresenta potencial para estudos nessa área devido a sua diversidade de hospedeiros, biomas e clima. Todavia, é necessário a realização de novos estudos e maiores esforços de amostragem para ampliar o conhecimento da ectoparasitofauna de quirópteros na região Nordeste do Brasil.

**Palavras-chave:** Morcegos, Parasitismo, Cerrado, Caatinga.

### INTRODUÇÃO

Os parasitas, de modo geral, têm ganhado reconhecimento por serem membros que fazem parte das comunidades ecológicas, pois desempenham papéis importantes nos

animais e podem afetar desde a estrutura da comunidade até mesmo a saúde destes (Shilereyo et al., 2022; Wale; Bekele; Yihune, 2023). Estes, por sua vez, são comuns em diversos grupos de organismos, dentre eles os pequenos mamíferos, que além de hospedarem diversos ectoparasitos, podem ser reservatórios e vetores de patógenos zoonóticos (Asiry; Fetoh, 2014; Hamidi; Nourani; Moravvej, 2015; Shilereyo *et al.*, 2022).

As moscas, comumente encontradas parasitando vários grupos de animais e até humanos, caracterizam-se por apresentarem uma grande diversidade de indivíduos e possuem importância médico-veterinária, por serem vetores mecânicos de microrganismos e hospedeiros intermediários transmissores de doenças (REY, 2010). Entre os dípteros ectoparasitos destaca-se o grupo de moscas hematófagas da família Streblidae e Nycteribiidae, exclusivas dos quirópteros e encontradas em todas as regiões biogeográficas, principalmente em áreas tropicais (Prevedello; Graciolli; De Carvalho, 2005).

Os morcegos são pertencentes à ordem Chiroptera, palavra que deriva do grego, *cheir*=mão e *pteron*= asa, apontando que as asas destes indivíduos são mãos modificadas (Reis *et al.*, 2011). Estes animais estão classificados em duas subordens Yinpterochiroptera e Yangochiroptera, a partir de uma reconsideração realizada com base em evidências morfológicas, comportamentais e moleculares (Lei; Dong, 2016). Representam a segunda ordem de mamíferos com maior diversidade de espécies no mundo, depois dos roedores, com 1.474 espécies, distribuídas em 27 famílias e 237 gêneros. (Burgin *et al.*, 2018; Lei; Dong, 2016; Simmons; Cirranello, 2024). No Brasil, a lista oficial de morcegos brasileiros inclui, 181 espécies, 68 gêneros e 9 famílias (SBEQ, 2020).

Em razão da sua diversidade de hábitos alimentares, possuem grande importância ecológica na dispersão de sementes, polinização e controle das populações de insetos e pragas agrícolas (REIS *et al.*, 2011, 2007). Por outro lado, por serem susceptíveis a doenças e atuarem como reservatórios naturais, os morcegos tornam-se excelentes modelos para o estudo da relação entre parasita e hospedeiro (Silva; Valim; Graciolli, 2017).

A relação dos morcegos como reservatórios naturais de agentes etiológicos de doenças torna-se possível devido a diversidade de usos do habitat, dieta variada, ampla

distribuição geográfica e características como capacidade de voo e dispersão a longa distância, formação de colônias, hibernação, comportamentos sociais e adaptação a ambientes antrópicos, pois facilitam a manutenção e a dispersão desses agentes (FAO, 2011). Sendo assim, a presença destes ectoparasitas nos morcegos pode ser preocupante, na propagação de agentes zoonóticos aos humanos, como *Bartonella* spp., identificadas em moscas da família Streblidae (Do Amaral *et al.*, 2018), além de *Rickettsia* spp. e *Borrelia* spp., detectadas em carrapatos (Loftis *et al.*, 2005).

Os estudos realizados no Brasil sobre ectoparasitos de morcegos estão concentrados principalmente nas regiões centro-sul. No entanto, na última década uma maior quantidade de trabalhos foi publicada na região Nordeste. Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar os principais dípteros das famílias Streblidae e Nycteribiidae ectoparasitas de quirópteros listados para a Região Nordeste do Brasil.

### **Família Streblidae e Nycteribiidae**

As moscas parasitas de morcegos pertencem a duas famílias: Nycteribiidae com 28 espécies e Streblidae com 101 espécies para o Brasil (Graciolli, 2022; Graciolli; Hrycyna, 2022). Estão distribuídas em todas as regiões biogeográficas, principalmente em áreas tropicais, sendo que, as espécies da família Streblidae são encontradas no Novo Mundo e no Velho Mundo, enquanto as da família Nycteribiidae apresentam mais espécies no Velho Mundo, com apenas os dois gêneros no Novo Mundo: *Basilina* e *Herskovitzia* (Graciolli, 2004; Graciolli; De Carvalho, 2001a, 2001b; Prevedello; Graciolli; De Carvalho, 2005).

Quanto às características morfológicas, a família Nycteribiidae apresenta espécies com mesonoto reduzido e despigmentado e suas pleuras são deslocadas para a face dorsal por conta da expansão do esterno torácico, conferindo-lhes um aspecto acariforme ou semelhante a uma aranha, e, ao se alimentarem, a cabeça tem a capacidade de girar 180° para frente e para baixo (Dick; Pospischil, 2015; Graciolli, 2004). No continente americano são conhecidos dois gêneros dessa família, *Basilina*, com 24 espécies no Brasil e *Herskovitzia* com 4 espécies catalogadas para o país (Graciolli, 2004; Graciolli; Hrycyna, 2022). Já as moscas da família Streblidae inclui espécies ápteras, braquípteras e aladas, em que os olhos são reduzidos ou ausentes, o esterno torácico é amplo, separando as inserções das pernas, o abdômen dos dois sexos possuem poucos escleritos

e a cabeça é dobrada para trás quando não estão se alimentando (Dick; Miller, 2010; Graciolli, 2004).

Os dípteros dos quirópteros permanecem a maior parte do seu ciclo de vida sob o corpo do animal ou nos abrigos dos morcegos, dos quais dependem para encontrar novos hospedeiros, além de apresentarem alto grau de especificidade e serem altamente sensíveis a mudanças ambientais e a perturbações antropogênicas (Marshall, 1982; Urbietta; Graciolli; Vizentin-Bugoni, 2020). Durante as estações secas, é comum que as taxas reprodutivas desses ectoparasitas aumente, e conseqüentemente as taxas de infestação nos morcegos sejam maiores, ao contrário do período chuvoso, no qual a mortalidade dos ectoparasitas aumenta e a taxa reprodutiva é menor, isto demonstra que a temperatura e a umidade podem ser as principais causas de mortalidade desses insetos (Marshall, 1982; Rui; Graciolli, 2005).

As moscas de morcegos vivem na pele e na membrana das asas do animal, são hematófagas, se reproduzem por viviparidade adenotrófica, no qual a fêmea produz apenas um ovo por vez, e este se desenvolve passando por todos os estágios larvais, sendo nutrido, até que a larva seja depositada e forme imediatamente um pupário (Dick; Dittmar, 2014; Dick; Patterson, 2006). Mesmo que estes dípteros passem a maior parte do seu ciclo de vida no corpo do hospedeiro, eles deixam o animal para acasalarem e, as fêmeas para depositarem a pré-pupa, geralmente nas paredes do abrigo ou no solo, enquanto os machos, normalmente permanecem no hospedeiro (Dick; Patterson, 2006; Poinar; Brown, 2012).

Outras condições que também podem alterar ou determinar a comunidade desse grupo de indivíduos são a distribuição geográfica do hospedeiro, o tamanho corporal, o comportamento e até mesmo o sexo do hospedeiro, já que as fêmeas dos morcegos podem estar mais parasitadas por permanecerem mais tempo no abrigo durante o período da reprodução (Bezerra; Bocchiglieri, 2022; Marshall, 1982; Prevedello; Graciolli; De Carvalho, 2005).

### **Espécies de Streblidae e Nycteribiidae na região Nordeste**

Ao todo foram encontrados 16 trabalhos realizados na região Nordeste, no qual o estado do Maranhão e Pernambuco apresentaram a mesma quantidade de estudos, com cinco, Sergipe com três, Paraíba com dois e Bahia com apenas um estudo (tabela 1).

Sendo assim, encontram-se listadas até o momento, 12 espécies pertencentes a família Nycteribiidae e 65 espécies da família Streblidae.

Dentre as duas famílias de dípteros, Streblidae foi a mais comumente encontrada parasitando morcegos, o que pode estar relacionada com a alta taxa de captura de quirópteros da família Phyllostomidae, todavia essa associação parasita-hospedeiro é comum para essa família de moscas (Bezerra; Bocchiglieri, 2022; Prevedello; Graciolli; De Carvalho, 2005).

O gênero *Trichobius* apresentou uma maior diversidade de espécies nos estudos realizados na região Nordeste e, de acordo com Guerrero (1994), este gênero realmente é o mais diverso e numeroso da família Streblidae (tabela1). Destaca-se ainda a ocorrência de uma nova espécie de *Herskovitzia* na região de Barreirinhas, estado do Maranhão (Hrycyna et al., 2022), até então só encontrada nesse local e sendo o primeiro registro para o bioma Cerrado.

Tabela 1. Lista de espécies de dípteros da família Nycteribiidae e Streblidae registrados na região Nordeste do Brasil, parasitando morcegos.

Família Nycteribiidae		
Espécie de ectoparasito	Estados	Publicações
<i>Basilina mimoni</i> Teodor & Peterson, 1964	MA	Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Basilina</i> sp. (travosoi cf.)	MA	Dias <i>et al.</i> (2009)
<i>Basilina travassosi</i> Guimarães, 1938	SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016); Bezerra; Bocchiglieri (2022)
<i>Basilina juquienses</i> Guimarães, 1946	MA	Caldas (2019)
<i>Basilina hughscotti</i> Guimarães, 1946	PE	Barbier <i>et al.</i> (2016)
<i>Basilina anceps</i> Guimarães & D'Andretta, 1956	PB	Barbier <i>et al.</i> (2019)
<i>Basilina</i> sp.	MA	Dias <i>et al.</i> (2009)
<i>Basilina</i> sp.	BA	Rios; Sá-Neto; Graciolli (2008)
<i>Basilina</i> sp.	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Basilina</i> spp.	SE	Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016)

*Hershkovitzia mariae* Hrycyna,  
 dos Santos, Rebêlo & Graciolli,  
 2022 MA Hrycyna *et al.* (2022)

*Hershkovitzia* sp. Guimarães e  
 d'Andreatta, 1956 MA Santos *et al.* (2013)

#### Família Streblidae

*Aspidoptera falcata* Wenzel,  
 1976 MA, SE,  
 PE, PB Barbier *et al.* (2019); Barbier; Graciolli;  
 Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri  
 (2022); Bezerra; De Vasconcelos;  
 Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias et  
 al. (2009); Santos et al. (2013), (2009);  
 Soares *et al.* (2017), (2013)

*Aspidoptera phyllostomatis*  
 Perty, 1833 MA, SE,  
 PE, PB Barbier *et al.* (2019); Barbier; Graciolli;  
 Bernard, (2018); Bezerra; Bocchiglieri  
 (2022); Bezerra; De Vasconcelos;  
 Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias *et*  
*al.* (2009); Santos et al. (2013), (2009);  
 Soares *et al.* (2017)

*Aspidoptera delatorrei* Wenzel,  
 1966 SE Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri  
 (2016)

*Mastoptera minuta* Costa Lima,  
 1921 MA, PE Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Dias et  
 al., (2009); Santos *et al.* (2013), (2009);  
 SOARES *et al.* (2016, 2013)

*Megistopoda aranea* Coquillett,  
 1899 MA, SE,  
 PE, PB Barbier *et al.* (2019); Barbier; Graciolli;  
 Bernard (2018); Barbier; Prado-Neto;  
 Bernard (2016); Bezerra; Bocchiglieri  
 (2022); Bezerra; De Vasconcelos;  
 Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias *et*  
*al.* (2009); Santos et al. (2013, 2009); Soares  
*et al.* (2017)

*Megistopoda próxima* Séguy,  
 1926 MA, SE,  
 PE, PB Barbier *et al.* (2019); Barbier; Graciolli;  
 Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri  
 (2022); Bezerra; De Vasconcelos;  
 Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias Et  
 Al. (2009); Santos *et al.* (2013, 2009); Soares  
*et al.* (2017, 2013)

*Paradyschiria parvula* Falcoz,  
 1931 MA Dias *et al.* (2009)

*Paradyschiria fusca* Speiser,  
 1900 PB Barbier *et al.* (2019)

*Paratrichobius longicrus*  
 Miranda Ribeiro, 1907 MA, SE,  
 PE, PB Barbier *et al.* (2019); Barbier; Graciolli;  
 Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri  
 (2022); Bezerra; De Vasconcelos;

		Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias <i>et al.</i> (2009); Soares <i>et al.</i> (2016, 2013)
<i>Speiseria ambigua</i> Kessel, 1925	MA, SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard, (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016); Bezerra; Bocchiglieri (2022); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013, 2009); Soares <i>et al.</i> (2016, 2017, 2013)
<i>Stizostrebla longirostris</i> Jobling, 1939	MA	Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013, 2009)
<i>Trichobioides perspicillatus</i> Pessoa & Galvão, 1937	MA, SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri (2022); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013, 2009); Soares <i>et al.</i> (2017, 2013)
<i>Trichobius costalimai</i> Guimarães, 1938	MA, SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri (2022); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013), (2009); Soares <i>et al.</i> (2016, 2017, 2013)
<i>Trichobius diaemi</i> Wenzel, 1976	MA	Dias <i>et al.</i> (2009)
<i>Trichobius dugesii</i> Townsend, 1891	MA, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013, 2009)
<i>Trichobius dugesioides</i> Wenzel, 1966	SE, MA	Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Caldas (2019)
<i>Trichobius dugesioides phyllostomus</i> Guerrero, 1998	MA	Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2009)
<i>Trichobius dugesioides dugesioides</i> Wenzel, 1966	PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; graciolli; bernard (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016); Soares <i>et al.</i> (2013)
<i>Trichobius joblingi</i> Wenzel, 1966	MA, SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri (2022); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013), (2009); Soares <i>et al.</i> (2016, 2017, 2013)

<i>Trichobius longipes</i> Rudow, 1871	MA, SE, PE	Bezerra; Bocchiglieri (2022); Caldas (2019); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013), (2009); Soares <i>et al.</i> (2017), (2013)
<i>Trichobius parasiticus</i> Gervais, 1844	MA, BA, PE, PB	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Rios; Sá-Neto; Graciolli (2008); Santos <i>et al.</i> (2013); Soares <i>et al.</i> (2017, 2013)
<i>Trichobius silvicolae</i> Wenzel, 1976	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Trichobius angulatus</i> Wenzel, 1976	SE, PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri (2022)
<i>Trichobius flagellatus</i> Wenzel, 1976	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius anducei</i> Guerrero, 1998	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichobius uniformis</i> Curran, 1935	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Soares <i>et al.</i> (2016)
<i>Trichobius cf. persimilis</i> Wenzel, 1976	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius cf. angulatus</i> Wenzel, 1976	PE	Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichobius lonchophyllae</i> Wenzel, 1966	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius propinquus</i> Wenzel, 1976	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius diphyllae</i> Wenzel, 1966	PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016)
<i>Trichobius furmani</i> Wenzel, 1966	MA	Caldas (2019)
<i>Trichobius tiptoni</i> Wenzel, 1976	MA, PE	Caldas (2019); Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichobius galei</i> Wenzel, 1966	PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016)
<i>Trichobius pallidus</i> Curran, 1934	PB	Barbier; Prado-Neto; Bernard (2016)
<i>Trichobius affinis</i> Wenzel, 1976	PE	Soares <i>et al.</i> (2013)

<i>Trichobius jubatus</i> Wenzel, 1976	PE	Barbier; Dantas-Torres (2023)
<i>Trichobius</i> sp.	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Trichobius</i> sp.	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Trichobius</i> sp.	PE	Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichobius</i> sp. 1	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius</i> sp. 1	PE	Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichobius</i> sp. 2	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius</i> sp. 3	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius</i> sp. 4	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Trichobius</i> sp. (complexo <i>dugesii</i> )	SE, PE	Bezerra; Bocchiglieri (2022); Soares <i>et al.</i> (2017), (2013)
<i>Strebla diaemi</i> Wenzel, 1966	MA	Dias <i>et al.</i> (2009)
<i>Strebla galindoi</i> Wenzel, 1966	MA, PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Strebla guajiro</i> , García & Casal, 1965	MA, SE, PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Caldas (2019); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013), (2009); Soares <i>et al.</i> (2017, 2013)
<i>Strebla hertigi</i> Wenzel, 1966	MA, SE, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; Bocchiglieri (2022); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013), (2009); Soares <i>et al.</i> (2017)
<i>Strebla hoogstraali</i> Wenzel, 1966	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Strebla wiedemanni</i> Kolenati, 1856	SE, BA, PE, PB	Barbier <i>et al.</i> (2019); Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Prado-Neto; Bernard (2016); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016); Rios; Sá-Neto; Graciolli (2008); Soares <i>et al.</i> (2016)
<i>Strebla tonatiae</i> Kessel, 1924	MA, PE	Dias <i>et al.</i> (2009); Santos <i>et al.</i> (2013); Soares <i>et al.</i> (2013)
<i>Strebla curvata</i> Wenzel, 1976	SE	Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016)

<i>Strebla mirabilis</i> Waterhouse, 1879	SE, PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Bezerra; De Vasconcelos; Bocchiglieri (2016)
<i>Strebla cf. carvalhoi</i> Graciolli, 2003	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Strebla altmani</i> Wenzel, 1966	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Soares <i>et al.</i> (2013)
<i>Strebla sp.</i>	MA	Dias <i>et al.</i> (2009)
<i>Strebla sp.</i>	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Pseudostrebla sparsisetis</i> Wenzel, 1976	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Pseudostrela greenwelli</i> Wenzel, 1966	MA, PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018); Santos <i>et al.</i> , (2013)
<i>Pseudostrela ribeiroi</i> Lima, 1921	MA	Santos <i>et al.</i> (2013)
<i>Exastinion clovosi</i> Pessôa & Guimarães, 1936	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Nycterophilia parnelli</i> Wenzel, 1966	PE	Barbier; Graciolli; Bernard (2018)
<i>Noctiliostrebla sp.</i> Wenzel, 1966	PB	(Barbier <i>et al.</i> , 2019)

MA= Maranhão, SE= Sergipe, PE= Pernambuco, BA= Bahia, PB= Paraíba.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se pelo levantamento bibliográfico realizado, uma riqueza significativa de espécies de ectoparasitos na região Nordeste do Brasil e destaca-se o potencial para estudos nessa área devido a diversidade de hospedeiros, biomas e clima. A continuidade de estudos e maiores esforços de amostragem são necessários para ampliar o conhecimento da ectoparasitofauna, sua distribuição e associações com morcegos, além de servir para o entendimento da transmissão e disseminação de vetores e doenças.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão/FAPEMA pela concessão da bolsa de mestrado de Juliane Pinheiro Moraes Silva, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (código do financiamento 001).

## REFERÊNCIAS

- ASIRY, K.A.; FETOH, B.E.S.A. Occurrence of ectoparasitic arthropods associated with rodents in Hail region northern Saudi Arabia. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, n. 17, p. 10120–10128, 2014.
- BARBIER, E. *et al.* New Record, New Host, and Geographic Distribution of *Basilia hughscotti* Guimarães, 1946 (Diptera: Nycteribiidae). **Entomological News**, v. 126, n. 5, p. 394–399, 2016.
- BARBIER, E. *et al.* Updated species list of the bat ectoparasitic flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 90, p. 1–12, 2019.
- BARBIER, E.; DANTAS-TORRES, F. Capítulo 4 - ARTRÓPODES ECTOPARASITOS DE MORCEGOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO. Em: **Morcegos no estado de Pernambuco: histórico e desafios**. [s.l: s.n.]. p. 71–103.
- BARBIER, E.; GRACIOLLI, G.; BERNARD, E. Structure and composition of Nycteribiidae and Streblidae flies on bats along an environmental gradient in Northeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, p. 409–418, 2018.
- BARBIER, E.; PRADO-NETO, J.G.; BERNARD, E. Records of Bat Flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in the Semi-Arid Caatinga in the State of Paraíba, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 45, n. 6, p. 740–745, 2016.
- BEZERRA, R.H.S.; BOCCHIGLIERI, A. Ectoparasitic flies of bats (Mammalia: Chiroptera) in urban green areas of northeastern Brazil. **Parasitology Research**, v. 122, n. 1, p. 117–126, 2022.
- BEZERRA, R.H.S.; DE VASCONCELOS, P.F.; BOCCHIGLIERI, A. Ectoparasites of bats (Mammalia: Chiroptera) in Atlantic forest fragments in north-eastern Brazil. **Parasitology Research**, v. 115, n. 10, p. 3759–3765, 2016.
- BURGIN, C.J. *et al.* How many species of mammals are there? **Journal of Mammalogy**, v. 99, n. 1, p. 1–14, 2018.
- CALDAS, C.L. **Moscas parasitas de morcegos no município de São Bernardo, Maranhão**. 2019.
- DIAS, P.A. *et al.* Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 128–133, 2009.
- DICK, C.; DITTMAR, K. **Parasitic Bat Flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae): Host Specificity and Potential as Vectors**. In: *Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases and Parasites*. Springer Berlin Heidelberg, p. 131–155, 2014.
- DICK, C.W.; MILLER, J.A. **Streblidae (Bat Flies)**. In: Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E., Zumbado, M. (Eds) *Manual of Central American Diptera*. NRC Research Press, Ottawa, vol. 2, 1249–1260, 2010.
- DICK, C.W.; POSPISCHIL, R. (2015). **Nycteribiidae (Bat Flies)**. In: Mehlhorn, H. (eds) *Encyclopedia of Parasitology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2015.
- DICK, C.W.; PATTERSON, B.D. **Bat flies: Obligate ectoparasites of bats**. Em: **MORAND, S.; KRASNOV, B. R.; POULIN, R.** (Eds.). *Micromammals and Macroparasites*. Tokyo: Springer Japan, 2006. p. 179–194.

- DO AMARAL, R.B. *et al.* Molecular detection of Bartonella spp. and Rickettsia spp. in bat ectoparasites in Brazil. **Plos One**, v. 13, n. 6, p. e0198629, 2018.
- FAO (ED.). **Investigating the role of bats in emerging zoonoses: balancing ecology, conservation and public health interests**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.
- GRACIOLLI, G. **Taxonomia de Streblidae, Nycteribiidae (Diptera, Hippoboscoidea) e parasitismo sobre as espécies de Artibeus Leach (Chiroptera, Phyllostomidae) na Região Sul do Brasil e associação histórica entre Trichobius grupo Phyllostomae (Diptera, Streblidae) e seus hospedeiros**. 2004. 162 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná, 2004.
- GRACIOLLI, G. **Streblidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2624>>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- GRACIOLLI, G.; DE CARVALHO, C. Moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea, Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Estado do Paraná, Brasil. I. Basília, taxonomia e chave pictórica para as espécies. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, 2001a.
- GRACIOLLI, G.; DE CARVALHO, C.J.B. Moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Estado do Paraná. II. Streblidae: chave pictórica para gêneros e espécies. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 907–960, 2001b.
- GRACIOLLI, G.; HRYCYNA, G. **Nycteribiidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1145>>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- GUERRERO, R. Catalogo de los Streblidae (Diptera:Pupirara) parasitos de murcielagos (Mammalia:Chiroptera) del Nuevo Mundo. II. Los grupos Pallidus, Caecus, Major, Uniformis y Longipes del genero Trichobius gervais,1844. **Acta Biologica Venezuelica**, v. 15, n. 1, p.1-18, 1994.
- HAMIDI, K.; NOURANI, L.; MORAVVEJ, G. The relationship of ectoparasite prevalence to the capturing season, locality and species of the murin rodent hosts in Iran. **Persian Journal of Acarology**, v.4, n.4, 2015.
- HRYCYNA, G. *et al.* A New Species of *Hershkovitzia* (Diptera: Nycteribiidae) from Maranhão, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 1, p. e20191161, 2022.
- LEI, M.; DONG, D. Phylogenomic analyses of bat subordinal relationships based on transcriptome data. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 27726, 2016.
- LOFTIS, A. D. *et al.* Detection of *Rickettsia*, *Borrelia*, and *Bartonella* in *Carios kelleyi* (Acari: Argasidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 42, n. 3, p. 473–480, 2005.
- MARSHALL, A.G. **Ecology of insects ectoparasitic on bats**. In: Kunz TH (ed) Ecology of bats. New York, USA: Plenum Press, 1982.
- POINAR, G.; BROWN, A. The first fossil streblid bat fly, *Enischnomyia stegosoma* n. g., n. sp. (Diptera: Hippoboscoidea: Streblidae). **Systematic Parasitology**, v. 81, n. 2, p. 79–86, 2012.

- PREVEDELLO, J.; GRACIOLLI, G.; DE CARVALHO, C.A. fauna de dípteros (Streblidae e Nycteribiidae) ectoparasitos de morcegos (Chiroptera) do estado do Paraná, Brasil: Composição, distribuição e áreas prioritárias para novos estudos. **Biociências**, v.13, n.2, p. 193-209, 2005.
- REIS, N.R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. . 439, 2 ed, Londrina, 2011.
- REIS, N.R. *et al.* **Morcegos do Brasil**. p. 253, Londrina, 2007.
- REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- RIOS, G.; SÁ-NETO, R.; GRACIOLLI, G. Fauna de dípteros parasitas de morcegos em uma área de Caatinga do nordeste do Brasil. **Chiroptera Neotropical**, v. 14, p. 339–345, 2008.
- RUI, A.M.; GRACIOLLI, G. Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no sul do Brasil: associações hospedeiros-parasitos e taxas de infestação. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 438–445, 2005.
- SANTOS, C. *et al.* Parasitism of ectoparasitic flies on bats in the northern Brazilian cerrado. **Acta Parasitologica**, v. 58, n. 2, 2013.
- SANTOS, C.L.C. *et al.* Moscas ectoparasitas (Diptera: Streblidae) de morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Município de São Luís, MA: taxas de infestação e associações parasito-hospedeiro. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 595–601, 2009.
- SBEQ. **Lista de espécies de quirópteros do Brasil**. Disponível em: <<https://www.sbeq.net/lista-de-especies>>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- SHILEREYO, M. *et al.* Ectoparasite load of small mammals in the Serengeti Ecosystem: effects of land use, season, host species, age, sex and breeding status. **Parasitology Research**, v. 121, n. 3, p. 823–838, 2022.
- SILVA, C. DE L.; VALIM, M.P.; GRACIOLLI, G. Ácaros ectoparasitos de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 107, n. suppl, 2017.
- SIMMONS, N.B.; CIRRANELLO, A.L. **Batnames.org Species List** Version 1.5. 28 jan. 2024.
- SOARES, F. *et al.* Bat (Mammalia: Chiroptera) diversity in an area of mangrove forest in southern Pernambuco, Brazil, with a new species record and notes on ectoparasites (Diptera: Streblidae). **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 56, p. 63–68, 2016.
- SOARES, F. *et al.* Ectoparasitic bat flies (Diptera, Streblidae) of bats (Chiroptera, Mammalia) from Mata do Junco Wildlife Refuge, Sergipe, northeastern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, p. 385–395, 2017.
- SOARES, F.A.M. *et al.* Bat flies (Diptera: Streblidae) ectoparasites of bats at an Atlantic Rainforest site in northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 242–246, jun. 2013.
- URBIETA, G.L.; GRACIOLLI, G.; VIZENTIN-BUGONI, J. Modularity and specialization in bat–fly interaction networks are remarkably consistent across patches within urbanized landscapes and spatial scales. **Current Zoology**, v. 67, n. 4, p. 403–410, 2020.

WALE, M.; BEKELE, A.; YIHUNE, M. Diversity of small mammal ectoparasite species and factors that affect their abundance in Chimit Kola, northwestern Ethiopia. **Global Ecology and Conservation**, v. 41, p. e02370, 2023.

## **Erliquiose monocítica canina e micoplasmose hemotrópica felina: Revisão de Literatura**

Thaís Avelar Vieira<sup>1</sup>; Alana Lislea de Sousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### **RESUMO**

As hemoparasitoses são enfermidades ocasionadas por bactérias e/ou protozoários que parasitam obrigatoriamente as células do sistema hematopoiético. O contágio em cães e gatos pode ocorrer por meio da picada de ectoparasitas como pulgas do gênero *Ctenocephalides*, que transmitem o patógeno *Mycoplasma* spp, e carrapatos do gênero *Rhipicephalus*, transmissores do patógeno *Ehrlichia* spp. Esses microrganismos patogênicos debilitam o organismo do animal podendo levá-lo a óbito. A sintomatologia clínica semelhante é um desafio para o médico veterinário concluir o diagnóstico, tornando-se necessário realizar diversas avaliações clínicas e laboratoriais. Estas enfermidades apresentam alta morbidade e prevalecem em territórios com clima predominantemente tropical e subtropical como o Brasil, o que favorece a permanência dos vetores. A presente revisão de literatura teve como objetivo abordar os aspectos clínicos e fisiopatológicos da Erliquiose Monocítica Canina e da Micoplasmose Hemotrópica Felina, bem como métodos de diagnóstico e a conduta terapêutica.

**Palavras-chaves:** Hemoparasitas, Animais de companhia, Métodos de diagnóstico.

### **INTRODUÇÃO**

A aquisição de animais de companhia tem se destacado nos últimos anos, intensificando o contato destes com os seres humanos (Santos *et al.*, 2016). Estes animais quando inseridos no seio familiar representam um importante membro, e estudos recentes apontam diversos benefícios psicossociais como menores índices de depressão, ansiedade, estresse e maiores índices de endorfina, hormônio ligado a felicidade (Carvalho; Pessanha, 2013).

O aumento significativo de animais de companhia nos lares requer maiores cuidados por parte dos tutores, no que diz respeito a manifestação de doenças que podem oferecer potencial risco zoonótico (Day, 2011). Dentre os cuidados essenciais, o controle de ectoparasitos como pulgas e carrapatos que possuem extrema importância na clínica médica veterinária por veicularem microorganismos patogênicos (Linardi, 2004; Torres; Figueiredo; Faustino, 2004).

As hemoparasitoses são doenças ocasionadas por diferentes espécies de protozoários e bactérias que parasitam obrigatoriamente as células sanguíneas, tais como as hemácias, plaquetas, leucócitos mononucleares (linfócitos e monócitos) e neutrófilos. Em cães é comum a presença de hemoparasitas como *Babesia canis*, *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis* e *Mycoplasma canis* (Silva *et al.*, 2014; Leal, 2015), e em felinos domésticos, *Mycoplasma haemofelis* e *Anaplasma platys* (Eberhardt *et al.*, 2006; Biondo *et al.*, 2009). Os animais acometidos pelas hemoparasitoses, de modo geral, manifestam sinais clínicos inespecíficos como febre, *prostração*, *inapetência*, icterícia e distúrbios neurológicos, além de alterações hematológicas como anemia, trombocitopenia, leucocitose e leucopenia (Salgado, 2006; Almeida *et al.*, 2012).

No Brasil, uma das principais hemoparasitoses mais relatadas em cães é a Erliquiose Monocítica Canina, ocasionada por bactérias do gênero *Ehrlichia* spp. e transmitida a partir da saliva do carrapato *Rhipicephalus sanguineus*, contaminado no momento do repasto sanguíneo. Em felinos domésticos, a Micoplasmose Hemotrópica Felina é uma afecção que possui alta relevância, tendo como principal grupo acometido os animais imunossuprimidos, e podendo ser veiculada por artrópodes hematófagos, transfusão sanguínea e/ou brigas territoriais entre gatos machos com acesso livre à rua (Martinez *et al.*, 2016; Albuquerque *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2021).

Em virtude da sintomatologia semelhante provocada pelos diferentes agentes, a conclusão de um diagnóstico das infecções hemoparasitárias é um obstáculo para o clínico veterinário, e em regiões endêmicas os animais podem apresentar poliparasitismo (Otranto *et al.*, 2010). O risco de infecção das hemoparasitoses e a intensidade dos sinais clínicos são determinados sobre influência da relação entre o patógeno, o vetor artrópode e o sistema imune do indivíduo (Movilla *et al.*, 2017).

Territórios com climas predominantemente tropical e subtropical favorecem a permanência de vetores artrópodes, e a disseminação das hemoparasitoses (Vieira *et al.*, 2011). A presente revisão de literatura teve como objetivo abordar os aspectos clínicos e fisiopatológicos da Erliquiose Monocítica Canina e da Micoplasmose Hemotrópica Felina, bem como métodos de diagnóstico e a conduta terapêutica.

### **Erliquiose Monocítica Canina (EMC)**

A Erliquiose Monocítica Canina (EMC) é uma riquetsiose hemorrágica infectocontagiosa, cosmopolita, de alta morbidade e variada mortalidade, acometendo

principalmente os animais em regiões de clima quente (Barr; Bowman, 2010). O agente etiológico, *Ehrlichia canis*, é uma bactéria pertencente à ordem Rickettsiales, família Anaplasmataceae e gênero *Ehrlichia*, é gram-negativa, envelopada com uma fina membrana externa rugosa, com formato de cocobacilos ou elipsoidal, e pode aparecer isolada ou agrupada. Esta bactéria parasita os leucócitos como monócitos, linfócitos e macrófagos (Dumler *et al.*, 2001; Duarte; Parente; Linhares, 2013; Padilha, 2020).

Segundo Melo *et al.* (2016), o carrapato *R. sanguineus* (fase de ninfa e/ou adulto) se infecta após ingestão de sangue com leucócitos parasitados por *E. canis* no momento do repasto sanguíneo, isto ocorre na segunda ou terceira semana de infecção do cão (fase aguda), onde a maioria dos monócitos e linfócitos encontram-se infectados. No carrapato, a bactéria se multiplica nas células epiteliais do intestino, nos hemócitos e nas células da glândula salivar (fonte de contaminação para outros hospedeiros).

O carrapato pode transmitir o agente em um período de cinco meses após ser infectado. Outra forma de contaminação é através da transfusão sanguínea (Harrus *et al.*, 2005; Mavromatis *et al.*, 2006). Após os cães se infectarem com *E. canis*, a bactéria se adere à membrana plasmática da célula hospedeira, penetrando-a e se fixando no interior do vacúolo, onde ocorre a multiplicação por divisão binária, resultando em inclusões intracelulares denominadas mórulas (Stich *et al.*, 2008). O período de incubação dura cerca de 8 a 20 dias, e o parasito localiza-se em células do sistema monócito macrofágico de órgãos como fígado, baço e linfonodos (Borin; Crivelenti; Ferreira, 2009).

Três estágios clínicos caracterizam as fases aguda, subclínica e crônica da Erliquiose Monocítica Canina (Borin; Crivelenti; Ferreira, 2009). No primeiro, o período de incubação dura entre 5 a 15 dias, e os animais apresentam pico febril intenso com agravamento dos sinais. No segundo ocorre elevação dos títulos de anticorpos, e as alterações hematológicas são discretas. No último estágio, os achados hematológicos são similares aos achados da fase aguda (Almosny, 2002). Estudo de Nakaghi *et al.* (2008) confirmaram como principais sinais clínicos a prostração, inapetência, vômito, secreção óculo nasal, esplenomegalia, mucosas pálidas, hemorragias (petéquias, equimoses e epistaxe) e uveíte. Esta enfermidade ocorre em cães independente de fatores como idade, sexo ou raça (Sousa *et al.*, 2010). Quanto as raças de predileção Tilley; Smith Junior (2003) afirmaram que a enfermidade é mais severa em cães Doberman, Pinscher e Pastor

Alemão, e a suscetibilidade racial de cães pastores alemães é resultante da imunodepressão mediada por células.

Dentre os métodos de diagnóstico, o esfregaço sanguíneo para identificação de mórulas possui baixa especificidade por conta das parasitemias transitórias e baixo quantitativo de mórulas (Harrus; Waner, 2011). A reação em cadeia da polimerase (PCR) é o método que demonstra altamente sensível e específico, por ser espécie específico às diferentes cepas de *Ehrlichia*, o que é raro em outras técnicas, e isto possibilita a realização do diagnóstico do agente etiológico e permite o monitoramento epidemiológico da doença (Souza *et al.*, 2004). A Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) é o teste sorológico mais utilizado, e reconhecido como teste padrão-ouro, pois detecta anticorpos para *Ehrlichia canis* e apresenta resultado positivo entre o 10º e 28º dia após contágio (Zhang *et al.*, 2017).

Há uma diversidade de fármacos que podem ser utilizados na conduta terapêutica da erliquiose, dentre eles estão: a oxitetraciclina, o cloranfenicol, o dipropionato de imidocarb, a tetraciclina e a doxiciclina. O fármaco de eleição indicado para todos os estágios da doença é a doxiciclina. Este fármaco é amplamente distribuído pelo organismo do animal e devido a sua lipossolubilidade, penetra nos tecidos e fluidos corporais de forma mais eficaz que o cloridrato de tetraciclina e a oxitetraciclina (Andrade; Santarém, 2002). Nas fases agudas, a dosagem é de 5 mg/kg entre 7 a 10 dias e nos casos crônicos 10 mg/kg ao dia durante 7 a 21 dias. O dipropionato de imidocard, tem sido eficaz em casos refratários ou coinfeção por *Babesia canis*, na dosagem de 5mg/kg subcutânea, seguida de outra administração duas semanas depois (Gal *et al.* 2007).

### **Micoplasmose Haemotrópica Felina (MHF)**

A Micoplasmose Haemotrópica Felina (MHF), também conhecida como Anemia Infeciosa Felina, é uma enfermidade de amplitude mundial que se manifesta de forma subclínica, ou de forma aguda em decorrência da anemia hemolítica que varia de leve a grave (Neimark *et al.*, 2001). É ocasionada por uma bactéria pertencente à ordem Mycoplasmatales, família Mycoplasmataceae e gênero *Mycoplasma*, que não possui parede celular, apresentando formato de cocos, anel ou haste, e visualizada de forma isolada ou em agrupamento na periferia dos eritrócitos (Sykes, 2010; Tasker, 2010).

Tasker *et al.* (2003) cita quatro principais espécies que infectam os felinos, *Mycoplasma haemofelis*, *Candidatus Mycoplasma haemominutum*,

*Candidatus Mycoplasma turicensis* e *Candidatus Mycoplasma haematoparvum*. O agente *Mycoplasma haemofelis* está associado aos casos de anemia e sinais clínicos da doença, *Candidatus Mycoplasma haemominutum* provoca infecção inaparente e leve alteração no volume globular, exceto em coinfeções, como imunodeficiência felina (FIV), leucemia viral felina (FELV) e neoplasias (Harvey, 2006).

Estudos mostram que a transmissão dos micoplasmas felinos pode ocorrer pela picada ou ingestão de pulgas da espécie *Ctenocephalides felis* e *Pulex irritans*, por transfusão sanguínea, brigas entre felinos de livre acesso à rua, e/ou durante a gestação. *Mycoplasma spp.* é um patógeno oportunista, que pode permanecer no animal com ausência de sintomas (Souza; Almonny, 2002; Biondo *et al.*, 2009; Martinez *et al.*, 2016).

Os gatos mais jovens são mais vulneráveis do que os idosos. Gatos positivos para FELV apresentam maior risco devido a imunossupressão (Sykes, 2003). No organismo do hospedeiro vertebrado, o parasita se adere a parte superficial da hemácia, em seguida penetra nos eritrócitos prejudicando a membrana eritrocitária, reduzindo a meia vida e causando hemólise. A hemólise eritrocitária intravascular, manifesta resposta autoimune do organismo e aumento da fragilidade osmótica na célula, enquanto o extra vascular ocorre em baço, fígado, pulmões e medula óssea. Macrófagos esplênicos possuem a capacidade de retirar microrganismos dos eritrócitos, desse modo os eritrócitos retornam desparasitados à circulação, e este processo é conhecido como “esburacamento” (Tasker, 2006; Macieira *et al.*, 2009).

A infecção por *Mycoplasma spp.* ocorre em quatro fases. Na fase pré-parasitária o animal é exposto ao microrganismo antes que este se reproduza, dura cerca de duas a três semanas, com ou sem manifestação de sinais clínicos. Na fase aguda os sinais clínicos ficam em evidência, e a gravidade e intensidade dos sinais vai depender dos fatores de risco e se o animal foi submetido a esplenectomia. Na fase de recuperação, o volume globular retorna aos valores normais, ou bem próximo disso, e não é possível visualizar a bactéria em esfregaços sanguíneos (Sykes, 2003). Durante a fase assintomática não há evidências de sinais clínicos, e os portadores do microrganismo podem permanecer assim por um longo período, inclusive após o término do tratamento. Nesta fase a relação parasito-hospedeiro aparenta estar em equilíbrio, pois a replicação do microrganismo é equilibrada por sua fagocitose e eliminação do organismo. Em situações de estresse, a doença pode recidivar (Tasker, 2004; Harvey, 2006).

Os sinais clínicos mais observados na MHF são a anorexia, anemia, perda de peso, fraqueza, mucosas pálidas, alguns animais podem ser portadores assintomáticos, outros podem apresentar esplenomegalia e mucosas ictericas ocasionados pela hemólise extravascular, em casos graves o paciente pode ir a óbito (Souza; Almonny, 2002).

O diagnóstico por meio da microscopia no esfregaço sanguíneo é uma técnica que nem sempre possibilita a visualização do parasita nos eritrócitos, devido a parasitemia cíclica e a fase do portador infectado (Tasker, 2010; Santos *et al.*, 2011). Desse modo, o método molecular de Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) é o mais recomendado, pois detecta o agente em baixo nível de parasitemia, bem como a espécie de micoplasma presente (Sykes, 2010).

Para o tratamento da MHF são utilizados os fármacos a base de tetraciclina e fluoroquinolonas, que cessam os sinais clínicos, porém não eliminam a infecção (Tasker, 2010). A doxiciclina é recomendada por ter menos efeitos colaterais em felinos, em relação as demais tetraciclina. Clinicamente alguns gatos manifestaram vômito após ingestão de doxiciclina na dose de 10mg/kg (uma vez ao dia), sendo então administrada na dose 5mg/kg (duas vezes ao dia). A terapêutica deve ser continuada por um período de 14 a 21 dias (Tasker; Lappin, 2002). Para estes mesmos autores, a anemia induzida por *Mycoplasma spp.* é em parte imunomediada, sendo recomendada a administração de glicocorticóides. A prednisona na dose de 2mg/Kg uma vez ao dia é a mais aplicada, seu uso é reduzido após um período de três semanas em caso de aumento no volume globular. Gatos portadores de doença cardíaca e diabetes mellitus estão isentos de receber tratamento à base de glicocorticóides.

A transfusão sanguínea nem sempre é necessária. Deve-se avaliar o estágio da doença e a resposta ao tratamento. Recomenda-se um volume de 8 a 12mL/kg para transfusão, a velocidade de 1mL por minuto (Fazio, 2006; Hagiwara, 2003). A terapia de suporte, através da hidratação do animal e suplementação vitamínica, auxilia no tratamento da enfermidade (Maes *et al.*, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Eriquiose Monocítica Canina é uma enfermidade cosmopolita que possui alta morbidade e variada mortalidade, sendo veiculada por vetores artrópodes de difícil controle. Os sinais clínicos podem ser inespecíficos e variam conforme o estágio da doença, sendo mais intensos durante a fase aguda. Os métodos de diagnóstico mais

eficazes são a Reação em Cadeia da Polymerase (PCR), devido à alta sensibilidade e especificidade, e a Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI). O fármaco de eleição indicado para todos os estágios da doença é a doxiciclina, e o dipropionato de imidocard é mais indicado em casos de coinfeções de outros hemoparasitos.

A Micoplasmose Haemotrófica Felina é uma doença oportunista que acomete principalmente gatos com acesso livre à rua e imunossuprimidos, podendo ser transmitida por ectoparasitas, através da gestação, e/ou de forma iatrogênica. Os sinais clínicos são bem evidenciados na fase aguda, e o método molecular de Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) é o mais recomendado. O tratamento consiste na aplicação da antibioticoterapia com fármacos pertencentes à classe das tetraciclina e fluoroquinolonas, conciliado a terapia de suporte, como hidratação do animal e suplementação vitamínica.

#### AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Técnico de Nível Superior/CAPES (Código de financiamento 001) e à Universidade Estadual do Maranhão pela concessão da bolsa de mestrado a Thaís Avelar Vieira.

#### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F.A.S.A. *et al.* Clinical variations observed among the main hemoparasitosis caused by *Rhipicephalus sanguineus* in dogs. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e351101220680, 2021.
- ALMEIDA, A.B.P.F. *et al.* *Ehrlichia canis* e *Anaplasma platys* em carrapatos de cães de Cuiabá, Mato Grosso. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, 1123–1126, 2012.
- ALMOSNY, N.R.P.; MASSARD, C.L. Erliquiose em pequenos animais e como zoonose. In: ALMOSNY, N.R.P. **Hemoparasitoses em Pequenos Animais Domésticos e como Zoonoses**. Rio de Janeiro: L.F. Livros Ltda., p.14-56. 2002.
- ANDRADE, S.F.; SANTARÉM, V.A. Endoparasitocidas e ectoparasitocidas. In: ANDRADE, S.F. **Manual de terapêutica veterinária**. 2.ed. São Paulo: Roca, p.437-476. 2002.
- BARR, S. C.; BOWMAN, D.D. **Doenças Infecciosas e Parasitárias em Cães e Gatos– Consulta em 5 minutos**. Rio de Janeiro. Revinter, [s. l.], 2010.
- BIONDO, A.W. *et al.*; A review of the occurrence of hemoplasmas (hemotropic mycoplasmas) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária de Jaboticabal**. v. 18, n. 3, p.1-7, 2009.
- BORIN, S.; CRIVELENTI, L. Z.; FERREIRA, F.A. Epidemiological, clinical, and hematological aspects of 251 dogs naturally infected with *Ehrlichia* spp. morulae. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 566-571, 2009.

- CARVALHO, R.L.S.; PESSANHA, L.D.R. Relação entre famílias, animais de estimação, afetividade e consumo: Estudo realizado em bairros do Rio de Janeiro. **Sociais e Humanas**, v. 26, n. 3, p. 622-637, 2013.
- DAY, M.J. One health: the importance of companion animal vector-borne diseases. **Parasites & Vectors**, v. 4, n. 49, p. 1-6, 2011.
- DUARTE, S.C.; PARENTE, J.A.; LINHARES, G.F.C. DIAGNÓSTICO molecular de Ehrlichia canis EM CÃES de GOIÂNIA, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 42, n. 1, p. 30-41, 2013.
- DUMLER, J.S. *et al.* Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, description of six new species combinations and designation of Ehrlichia equi and 'HGE agent' as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophila. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 51, p. 2145-2165, 2001.
- EBERHARDT, J.M. *et al.* Prevalence of selected infectious disease agents in cats from Arizona. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 8, p. 164-8, 2006.
- FAZIO, K.A. Effectively treating cats with FHM. **Banfield Journal**, v. 2, n. 4, p. 36-42, 2006.
- GAL, A. *et al.* Coinfection with multiple tick-borne and intestinal parasites in a 6-week old dog. **Canadian Veterinary Journal**, v.48, n. 6, p.619-22, 2007.
- HAGIWARA, M.K. Anemia. In: Justen, Heloisa. **Coletânea em medicina e cirurgia felina**. Rio de Janeiro: L.F. Livros, p15-20, 2003.
- HARRUS, S. *et al.* Ehrlichiosis and anaplasmosis. In M.J. Day & S.E. Shaw (Eds.), **Arthropod-borne infectious diseases of the dog and cat**. p. 120-133, 2005.
- HARRUS, S.; WANER, T. Diagnosis of canine monocytotropic ehrlichiosis (Ehrlichia canis): An overview. **The Veterinary Journal**, v. 187, n. 3, p. 292-296, 2011.
- HARVEY, J.W. Hemotrophic mycoplasmosis (hemobartonellosis). In: Greene, C. E. **Infectious Diseases of the dog and cat**. 3 ed. St Louis: SaundersElseiver, p. 252-260, 2006.
- LEAL, P.D.S. *et al.* Infecção por hematozoários nos cães domésticos atendidos em serviço de saúde animal. Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37 (Supl.1), p. 55-62, 2015.
- LINARDI, P.M. Biologia e Epidemiologia das pulgas. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 103-106, 2004.
- MACIEIRA, D.B. *et al.* Uso da técnica de Southern Blot/Hibridação associada à reação em cadeia de polimerase para aumentar a sensibilidade no diagnóstico das infecções por hemoplasmas em gatos domésticos. **Revista Brasileira de Parasitologia**, v. 18, supl. 1, p. 1-6, 2009.
- MAES, D. *et al.* Antimicrobial Treatment of *Mycoplasma hyopneumoniae* Infections. **The Veterinary Journal**, v. 259-260, 2020.
- MARTINEZ, M.S. *et al.* Análise hematológica em gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) diagnosticados com micoplasmose em Osasco, São Paulo - Brasil. **Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2016.

- MAVROMATIS, K. *et al.* The genome of the obligately intracellular bacterium Ehrlichia canis reveals themes of complex membrane structure and immune evasion strategies. **Journal of Bacteriology**, v. 188, n. 11, p. 4015-4023, 2006.
- MELO, A.L.T. *et al.* A survey of tick-borne pathogens in dogs and their ticks in the Pantanal biome, Brazil. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 30, n. 1, p. 112–116, 2016.
- MOVILLA, R. *et al.* Molecular detection of vector borne pathogens in blood and splenic samples from dogs with splenic disease. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–8, 2017.
- NAKAGHI, A.C.H. *et al.* Canine ehrlichiosis: clinical, hematological, serological and molecular aspects. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 766-770, 2008.
- NEIMARK, H. *et al.* Proposal to transfer some members of the genera Haemobartonella and Eperythrozoon to the genus Mycoplasma with descriptions of „Candidatus Mycoplasma haemofelis“, Candidatus Mycoplasma haemomuris“, Candidatus Mycoplasma haemosuis“ and „Candidatus Mycoplasma wenyonii“. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.51, p.891-899, 2001.
- OTRANTO, D. *et al.* Diagnosis of canine vector-borne diseases in young dogs: a longitudinal study. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 48, n. 9, p. 3316–3324, 2010.
- PADILHA, V.M. Erliquiose monocítica canina recidivante: relato de caso. **PUBVET**, v. 14, n. 5, p. 1-7, 2020.
- RODRIGUES, K.B.A. *et al.* Frequência de hemoparasitos em cães e gatos domésticos naturalmente infectados, provenientes de zonas urbanas no município de Araguaína, Região da Amazônia Legal-TO, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 53147-53159, 2021.
- SALGADO, F.P. **Identificação de hemoparasitos e carrapatos de cães procedentes do Centro de Controle de Zoonoses de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Mato Grosso. Campo Grade, p. 55, 2006.
- SANTOS, A.P. *et al.* Genome of Mycoplasma haemofelis, unraveling its strategies for survival and persistence. **Veterinary Research**, v.42, n. 1, p.102. 2011.
- SANTOS, R.C.B. *et al.* Interação homem-animal de companhia no município de Paragominas, sudeste do Pará. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 1, p.55-62, 2016.
- SILVA, M.C.A. *et al.* Hemoparasitos em cães domésticos naturalmente infectados, provenientes das zonas urbana e rural do município de Abadia dos Dourados, Minas Gerais, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 892–900, 2014.
- SOUSA, V.R.F. *et al.* Avaliação clínica e molecular de cães com erliquiose. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 1309-1313, 2010.
- SOUZA, A.M.; ALMONNY, N.R.P. Hemobartonelose em pequenos animais domésticos e como zoonose. Cap.5 pag. 90-101. In: ALMONSY, Nadia R. P. **Hemoparasitoses em pequenos animais domésticos e como zoonoses.** 1ed. 2002.

- SOUZA, M.G. *et al.* Tratamento da Erliquiose Canina de ocorrência natural com doxiciclina, precedida ou não pelo dipropionato de imidocarb. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p. 126-130, 2004.
- STICH, R.W. *et al.* Host surveys, ixodid tick biology and transmission scenarios as related to the tick-borne pathogen, *Ehrlichia canis*. **Veterinary Parasitology**, v. 158, n. 4, p. 256- 273, 2008.
- SYKES, J.E. Feline hemotropicmycoplasmosis (feline hemobartonellosis). **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 33, n. 4, p. 773-789, 2003.
- SYKES, J.E. Feline hemotropic mycoplasmas. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 20, n. 1, p. 62-69, 2010.
- TASKER, S.; LAPPIN, M.R. Haemobartonellafelis: recent developments in diagnosis and treatment. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.4, n. 1, p.3-11, 2002.
- TASKER, S. *et al.* Use of real-time PCR to detect and quantify Mycoplasma haemofelis and “Candidatus Mycoplasma haemominutum” DNA. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 41, p. 3877-3880, 2003.
- TASKER, S. Hemobartonellafelis. In: Lappin, M. R. **Segredos em Medicina Interna Felina**. Porto Alegre: Artmed, p.455-459, 2004.
- TASKER, S. Anemia infecciosa Felina. In: Chandler, E. A.; GASKELL, C. J; GASKELL, R. M. **Clínica e Terapêutica em felinos**. 3 ed. São Paulo: Roca. p.545-550, 2006.
- TASKER, S. Haemotropic mycoplasmas: what's their real significance in cats? **Journal of Feline Medicine & Surgery**, v. 12, n. 5, p. 369-381, 2010.
- TILLEY, L.P.; SMITH JUNIOR, F.W.K. **Consulta veterinária em 5 minutos**. 2. ed. São Paulo-Barueri: Manole, 1423 p. 2003.
- TORRES, F.D.; FIGUEIREDO, L.A.; FAUSTINO, M. A da G. Ectoparasitos de cães provenientes de alguns municípios da região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 4, p. 151-154, 2004.
- VIEIRA, R.F.C. *et al.* Ehrlichiosis in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2011.
- ZHANG, L. *et al.* Epidemiological survey of ticks and tick-borne pathogens in pet dogs in south-eastern China. **Parasite**, v. 24, n. 35, p. 1-8, 2017.

## Filarídeos em pequenos mamíferos da Ordem Chiroptera: Revisão de Literatura

Beatriz Ferreira Santos<sup>1</sup>; Andréa Pereira da Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

<sup>2</sup>*Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

### RESUMO

Os quirópteros representam um quarto das espécies de mamíferos do mundo compondo o grupo de mamíferos com a segunda maior diversidade de espécies encontrada na região Neotropical, habitando em todos os continentes, exceto a Antártica. As comunidades de morcegos são notáveis pela sua riqueza e diversidade ecológica e, são cada vez mais monitorados devido ao seu grande potencial de transmissão de agentes zoonóticos. Desempenham um papel crucial na transmissão de numerosos vírus emergentes ou reemergentes para humanos e para os animais. São hospedeiros de protozoários, helmintos, bactérias e fungos. Dentre os helmintos, os filarídeos há espécies que podem causar doenças em humanos e animais, algumas zoonoses. Considerando a importância dos morcegos com hospedeiros de filarídeos, essa revisão de literatura objetivou levantar dados sobre o parasitismo por filarídeos nesse hospedeiro.

**Palavras-chave:** Morcego, Parasitologia, Filarídeo.

### INTRODUÇÃO

Os quirópteros pertencem à ordem Chiroptera, abrangem uma ampla variedade de espécies e representam cerca de 25% de todos os mamíferos conhecidos. Essa ordem inclui aproximadamente 20 famílias e mais de 1400 espécies descritas mundialmente, exceto na Antártida (Fumagalli; Zapper; Laporta, 2021; Ming Lei e Dong Dong, 2016). Os morcegos possuem diferentes tipos de hábitos alimentares apresentando-se como carnívoros, frugívoros, insetívoros, onívoros, nectarívoros, piscívoros e hematófagos (Rodhain, 2015). A diversidade nas preferências de habitat e alimentação, juntamente com a ampla distribuição geográfica e características como a capacidade de voo, dispersão a longa distância, formação de colônias, hibernação, comportamentos sociais e adaptação a ambientes modificados pelo homem, possibilita o envolvimento dos morcegos como portadores naturais de agentes causadores de doenças. Isso ocorre porque os morcegos facilitam a manutenção e disseminação desses agentes etiológicos (FAO, 2011).

No que diz respeito a helmintofauna, é importante conhecer as espécies que podem parasitar os quirópteros, uma vez que estudos dessa natureza podem levar a compreensão da sua biologia e evolução, posto que esses parasitas podem regular a densidade populacional e contribuir para o equilíbrio ecológico e organização dos ecossistemas (Jephcott, 2015; Gómez; Nichols, 2013; Poulin; Morand, 2000). Nesse contexto, o parasitismo em morcegos por nematoides, acantocéfalos, trematodas e platelmintos já foi reportado (Santos; Gibson, 2015; Kinsella; Tkach; Tkach, 2024; Garbino *et al.*, 2020).

Dentre os nematoides reportados em morcegos neotropicais está o gênero *Litomosoides* (Nematoda: Onchocercidae). As espécies do gênero de *Litomosoides* são frequentemente encontradas na fase adulta na cavidade torácica e/ou abdominal e nas fases larvais na circulação periférica de morcegos, roedores e marsupiais (Souza, 2003). A revisão de literatura objetivou levantar dados sobre o parasitismo por filarídeos nesse hospedeiro.

### **Chiroptera: agentes ambientais e reservatórios de agentes etiológicos causadores de doenças**

Os morcegos pertencem a ordem Chiroptera, classificados em duas subordens: Yinpterochiroptera e Yangochiroptera (Amador *et al.*, 2016; Lei; Dong, 2016; Springer *et al.*, 2001; Teeling *et al.*, 2002; Tsagkogeorga *et al.*, 2013). Compreende um total de 1.447 espécies em todo mundo, divididas em 27 famílias, 237 gêneros, formando o grupo de mamíferos com a segunda maior diversidade de espécies encontrada nos neotrópicos, ou seja, representam um quarto das espécies de mamíferos do mundo, compreendendo aproximadamente 22% de todas as espécies de mamíferos e habitam todos os continentes, exceto na Antártica (Reis *et al.*, 2017; ASM, 2024).

No Brasil, a quirópteroфаuna é composta por nove famílias, incluindo Noctilionidae, Molossidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Thyropteridae, Natalidae, Mormoopidae e Furipteridae, totalizando 68 gêneros e 182 espécies (Garbino *et al.*, 2020; Mota *et al.*, 2022).

Os morcegos possuem hábitos alimentares diversificados, apresentando-se como carnívoros, frugívoros, insetívoros, onívoros, nectatívoros, piscívoros e hematófagos (Oliveira, 2008), o que os torna importantes para o ecossistema pois, são polinizadores, dispersores de sementes e predadores (Costa *et al.*, 2022). Alguns hábitos alimentares podem sofrer mudanças muitas das vezes devido à pouca oferta de um alimento, que faz

com que algumas espécies incorporem na sua dieta uma nova ou mais uma fonte de alimento (Rose *et al.*, 2023). Essa variedade de hábitos alimentares é evidenciada por modificações físicas na cabeça e no corpo que permitem a exploração de uma ampla gama de alimentos. Essas adaptações morfológicas se traduzem em especializações que facilitam a busca e o consumo de diferentes alimentos, e com isso a procura em vários lugares (Fenton; Simmons, 2015).

As comunidades de morcegos são notáveis por sua riqueza e diversidade ecológica, sendo uma das mais abundantes comunidades de mamíferos (Bernard; Machado; Aguiar, 2011; Corrêa *et al.*, 2013), ocupando um lugar ecologicamente vital, exercendo papéis ecossistêmicos importantes como dispersores de sementes sendo de fundamental importância na recuperação de regiões de florestas alteradas e ou fragmentadas; no controle de populações de insetos-praga através da predação, polinizadores e participam como presas e predadores (Aguiar *et al.*, 2016).

Podem ser encontrados em grandes grupos em colônias ou sozinhos, encontrando refúgio em lugares naturais como ocos de árvores, fendas, folhagens e cavernas. Além disso, também podem se abrigar em locais urbanos e rurais criados pelo ser humano, como vãos de expansão de construções, túneis, bueiros, sótãos e forros de residências (Moratelli; Calisher, 2015; Rodhain, 2015). Ações antrópicas, como desmatamento, reflorestamento, mineração, expansão agrícola, urbanização e a construção de infraestrutura, como rodovias e ferrovias, têm um impacto significativo no meio ambiente. Essas ações provocam mudanças no ambiente, na ecologia e no clima, afetando as populações de vetores, parasitas e hospedeiros (Patz *et al.*, 2000; Riebold *et al.*, 2020).

As alterações ambientais resultam em modificações nos padrões de transmissão de doenças infecciosas e parasitárias. Isso pode levar ao surgimento de novas doenças ou à ressurgência de doenças que anteriormente estavam sob controle. Em resumo, as transformações causadas pela interferência humana no ambiente têm um impacto direto nos padrões ecoepidemiológicos, influenciando a propagação e a prevalência de doenças infecciosas e parasitárias (Colwell; Torres; Otranto, 2011; Patz *et al.*, 2000)

No contexto médico-sanitário os quirópteros estão cada vez mais sendo monitorados devido ao seu grande potencial de transmissão de agentes de cunho zoonótico (Corrêa *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2018; Rahman *et al.*, 2010; Towner *et al.* 2009; Zhu *et al.* 2020), uma vez que albergam patógenos que podem ultrapassar as barreiras entre espécies, infectando tanto humanos quanto outros mamíferos domésticos e selvagens (Austen; Barbosa, 2021; Chummandee *et al.*, 2021).

Morcegos são os principais hospedeiros naturais para uma gama diversificada de vírus de mamíferos e desempenham um papel crucial na transmissão de numerosos vírus emergentes ou reemergentes aos seres humanos e outros animais em seus habitats naturais (Albuquerque *et al.*, 2024). Além disso, são hospedeiros de protozoários, helmintos, bactérias e fungos (Ministério da Saúde, 1998).

Com relação aos helmintos, no Brasil são descritas em morcegos, 48 espécies em 27 gêneros de helmintos, sendo os nematódeos, na América do Sul, o grupo com maior número de espécies descritas (Santos; Gibson, 2015). No entanto, embora diversos nematódeos tenham sido descritos nesse hospedeiro, a biologia, ciclos de vida, especificidade e interações parasita-hospedeiro permanecem em grande parte desconhecidas (Pikula *et al.*, 2023).

### **Filarídeos em morcegos**

Os filarídeos pertencem ao filo Nematoda, a superfamília Filarioidea as famílias Filariidae e Onchocercidae (Anderson, 2000; Santos; Gibson, 2015). No tocante a nematóides filariais oncocercídeos, em particular os gêneros *Litomosa* e *Litomosoides*, têm sido registrado, com relativa frequência em morcegos do Velho Mundo e morcegos Neárticos e Neotropicais das famílias Hipposideridae, Miniopteridae, Molossidae, Phyllostomidae, Pteropidae, Rhinolophidae e Vespertilionidae (Guerrero *et al.*, 2002; Junker *et al.*, 2009; Martin *et al.*, 2006; Notarnicola *et al.*, 2010; Ohbayashi; Kamiya, 1979; Petit, 1980; Ramasindrazana *et al.*, 2016; Rendón-Franco *et al.*, 2019; Vogeler *et al.*, 2018). Outros estudos citam o gênero *Migonella* parasitando morcegos na América do Sul, além do gênero *Litomosoides* (Santos; Gibson, 2015).

Os gêneros *Litomosoides* e *Litomosa* apresentam uma distribuição geográfica ampla, sendo reportados em diversas regiões do mundo, incluindo partes da África, Ásia, América do Sul e algumas ilhas tropicais. Estudos epidemiológicos têm demonstrado a presença desses parasitas em diferentes ecossistemas, com variações na prevalência e na intensidade de infecção em morcegos de acordo com fatores ambientais e características específicas dos hospedeiros envolvidos (Notarnicola *et al.*, 2010; Ohbayashi; Kamiya, 1979; Ramasindrazana *et al.*, 2016; Santos; Gibson, 2015). Na América do Sul pesquisas identificaram a presença de parasitas pertencentes ao gênero *Litomosoides* em espécies de morcegos *A. jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *A. aztecus* (Rendón-Franco *et al.*, 2019) em *Carollia perspicillata*, *Dermanura gnoma* e *Glossophaga soricina* (Costa *et al.*, 2022).

Pequenos mamíferos silvestres como roedores, marsupiais e morcegos podem ser infectados por ácaros dermanissóides ou serem portadores de filaríose, como é o caso de espécies do gênero *Litomosoides* e *Litomosa*, este parasita pode ser encontrado em seu estágio adulto na cavidade torácica e abdominal, e na circulação periférica destes mamíferos, neste caso nomeadas de microfílarias. As fêmeas desses parasitas geram essas larvas conhecidas como microfílarias, que circulam pelo sistema sanguíneo periférico do hospedeiro definitivo ou habitam a pele, camada subcutânea e órgãos (Conga *et al.*, 2024; Guerrero *et al.*, 2002; Lefoulon *et al.*, 2015; Votycka; Brzonova; Petrzekova, 2020). Pesquisadores sugerem que o gênero *Litomosoides* evoluiu dos morcegos e se divergiu para outras espécies como os roedores, porém estudos sobre essa troca de hospedeiro ainda não foi elucidado (Brant; Gardner, 2000; Guerrero *et al.*, 2002; Guerrero *et al.*, 2006; Jimenez *et al.*, 2021).

O ciclo de vida da filária *Litomosoides* envolve a liberação de microfílarias pelas fêmeas no local da infecção, que se espalham pelo hospedeiro através da circulação sanguínea e linfática. Embora a transmissão usualmente ocorra por meio de artrópodes, apenas um ectoparasita macronyssídeo, o ácaro tropical do rato (*Ornithonyssus bacoti*), foi confirmado experimentalmente como um vetor para uma filária *Litomosoides* em morcegos frugívoros da espécie *A. jamaicensis* comuns da Costa Rica. Essa transmissão é facilitada pelo comportamento dos morcegos, que tendem a viver em colônias e utilizar cavernas e árvores como locais de abrigo. Os vetores se alimentam do hospedeiro, ingerindo microfílarias que se desenvolvem em larvas L3 infecciosas. Essas larvas podem infectar um novo hospedeiro quando o vetor se alimenta de outro morcego. O ciclo continua com a migração das larvas para locais específicos do corpo, maturação, acasalamento e produção de microfílarias pelas fêmeas adultas (Bain *et al.*, 2002; Lefoulon *et al.*, 2015; Melaun *et al.*, 2014; Pikula *et al.*, 2023; Vogeler *et al.*, 2018).

O ciclo evolutivo desses filarídeos em quirópteros é pouco explorado na literatura, na pesquisa de Quintana *et al.*, (2019), foi relatado o ciclo *in vitro* e *in vivo* da espécie *L. sigmodontis*. Porém relatos do ciclo evolutivo em hospedeiro de vida livre ainda não foi especificamente esclarecido, e nem de fato quais os seus vetores e hospedeiros.

Os morcegos hospedeiros desses filarídeos não apresentam sinais clínicos, contudo estudos sobre a patogenia não foi esclarecido. No entanto, Rendón-Franco *et al.*, (2019), notaram sinais de fraqueza, taquipneia e hemorragias em dois morcegos frugívoros astecas machos (*A. aztecus*) capturados no México. Um trabalho realizado na ilha de Madagascar no ano de fevereiro 2012 a março de 2013 indicou que entre os membros de

quirópteros da família Miniopteridae, os machos apresentam uma probabilidade estatisticamente significativa maior de serem infectados em comparação com as fêmeas, o que pode ser devido a fatores ecológicos ou fisiológicos (Ramasindrazana *et al.*, 2016). Com a mesma abordagem, o trabalho de Vogeler *et al.*, (2018), descreve que os morcegos machos podem se envolver em interações agressivas com mais frequência, o que aumenta a chance de transmissão de parasitas entre os indivíduos por meio do contato com saliva ou sangue.

Algumas espécies dos gêneros *Litomosa* e *Litomosoides* são usadas como modelos experimentais englobando espécies que são relevantes no contexto médico e são utilizadas em diversas áreas de pesquisa, como imunologia, biologia, estudos sobre a eficácia de novas drogas contra helmintos, interações entre parasitas e hospedeiros, e a relação entre oncocercídeos (vermes parasitas) e bactérias simbiotes (Morris *et al.*, 2013; Jimenez; Notarnicola; Gardner, 2021). Espécies de *Litomosa* e *Litomosoides* reportadas na literatura estão listadas no quadro 1

Ao contrário da relevância significativa desses filarídeos como modelos para compreender os fundamentos do parasitismo e das doenças filariais em humanos e animais, a filogenia e a evolução desses parasitas têm recebido pouca atenção. Investigar a relação parasita-hospedeiro e sua epidemiologia é essencial devido à ampla distribuição desse grupo de parasitas em morcegos. A maioria das espécies de *Litomosoides* sp. é conhecida apenas através de descrições originais, muitas vezes carentes de contexto que poderia ajudar a entender o esforço de coleta (Conga *et al.*, 2024; Jimenez *et al.*, 2021).

Quadro 1 - Espécies de filarídeos dos gêneros *Litomosoides* e *Litomosa* reportadas em morcegos, com respectivas referências.

Espécies	Referências
<i>Litomosoides carinii</i> / <i>Litomosoides sigmodontis</i>	Bain; Petit; Diagne (1989)
<i>Litomosoides molossi</i>	Oviedo <i>et al.</i> , (2016)
<i>Litomosa hamleti</i>	Notarnicola; Ruíz; Gardner (2010)
<i>Litomosa ottaviani</i>	Lagrange; Bettini (1948)
<i>Litomosa vaucheri</i>	Petit (1980)
<i>Litomosa goodmani</i>	Martin <i>et al.</i> (2006)
<i>Litomosoides brasiliensis</i>	Almeida (1936); Mourão; Avilla; Lent (2002); Vicente <i>et al.</i> (1997); Costa <i>et al.</i> (2022)
<i>Litomosa chiropterorum</i>	Junker <i>et al.</i> (2009)
<i>Litomosoides yutagensis</i>	Guerrero <i>et al.</i> (2006)
<i>Litomosoides guiteras</i>	Vígueras (1934); Albuquerque <i>et al.</i> (2016)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas que abordam esse tema são fundamentais para o enriquecimento do conhecimento sobre a helmintofauna de quirópteros, considerando sua importância ecológica, biodiversidade e como hospedeiros de patógenos com potencial zoonótico.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código financiamento 001) e pela concessão da bolsa de mestrado a Beatriz Ferreira Santos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, L.M. *et al.* Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. **Global Ecology and Conservation**, v. 5, p. 22–33, 2016.

- ALBUQUERQUE, A.C.A. **Estudos helmintológicos em quirópteros no Bioma Amazônia.** Dissertação de mestrado pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, 2016.
- ALBUQUERQUE, N.K. *et al.* Virome analysis of *Desmodus rotundus* tissue samples from the Amazon region. **BMC Genomics**, v. 25, p. 34, 2024.
- ALMEIDA, J.L. Sobre um parasito de chiroptera: *Litomosoides brasiliensis*. **Revista do Departamento Nacional da Produção Animal**, v. 3, p. 133-139, 1936.
- AMADOR, L.I. *et al.* Bat systematics in the light of unconstrained analyses of a comprehensive molecular supermatrix. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 25, n. 1, p. 37-70, 2016.
- AMERICAN SOCIETY OF MAMMOLOGITIS - ASM. **Mammal Diversity Database.** Versão 1.12. 2024.
- ANDERSON, R. The superfamily Filarioidea. In: ANDERSON, R. (Ed.) **Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission.** UK: CABI, p. 467-532. 2000.
- AUSTEN, J.M.; BARBOSA, A.D. Diversidade e epidemiologia de tripanossomas de morcegos: uma perspectiva de saúde única. **Patógenos**, v. 10, p. 1148, 2021.
- BAIN, O. *et al.* First account on the larval biology of a *Litomosoides* filaria, from a bat. **Parassitologia**, v. 44, p. 89-92, 2002.
- BAIN, O.; PETIT, G.; DIAGNE, M. Étude de quelques *Litomosoides* parasites de Rongeurs; conséquences taxonomiques. **Annual Parasitology Hum Com**, v. 64, p. 64-68, 1989.
- BERNARD, E.; MACHADO, R.B.; AGUIAR, L.M.S. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mammal Review**, v. 41, n. 1, p. 23-39. 2011.
- BRANT, S.V.; GARDNER, S.L. Phylogeny of species of the genus *Litomosoides* (Nemata [corrected]: Onchocercidae): evidence of rampant host switching. **The Journal of Parasitology**, v. 86, n. 3, p. 545–554, 2000.
- COLWELL, D.D; DANTAS, T.F; OTRANTO, D. Vector-borne parasitic zoonoses: emerging scenarios and new perspectives. **Veterinary Parasitology**, v. 182, n. 1, p. 14-21. 2011.
- CONGA, D.F. *et al.* Cerebral filariasis infection with *Litomosoides* in *Molossus barnesi* (Chiroptera: Molossidae) in the Brazilian eastern Amazon, with comments on *Molossinema wimsatti* Georgi, Georgi, Jiang and Fronguillo, 1987. **Parasitology Research**, v. 123, n. 2, p. 125, 2024.
- COSTA, T.F. *et al.* *Litomosoides brasiliensis* (Nematoda: Onchocercidae) infectando quirópteros na Amazônia Legal, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 31, n. 4, e011722, 2022.
- FENTON, M.B.; SIMMONS, N.B. Bats: A world of science and mystery. **University of Chicago Press**, 2015.
- FERREIRA, M.S. *et al.* *Coxiella* and *Bartonella* spp. in bats (Chiroptera) captured in the Brazilian Atlantic Forest biome. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, p. 279, 2018.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Investigating the role of bats in emerging zoonoses: Balancing ecology, conservation and public health interests. In: Newman SH, HE Field, CE de Jong, JH Epstein (Eds.), **FAO Animal Production and Health Manual**. 12. Rome, 2011.
- FUMAGALLI, M.R. *et al.* Role of body temperature variations in bat immune response to viral infections. **Journal da Royal Society, Interface**, v. 18, n. 180, 20210211, 2021.
- GARBINO, G.S.T. *et al.* Updated checklist of Brazilian bats. Versão 2020. **Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq)**, 2020.
- GÓMEZ, A.; NICHOLS, E. Neglected wild life: parasitic biodiversity as a conservation target. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wild Life**, v. 2, p. 222-227, 2013.
- GUERRERO, R. *et al.* New and known species of *Litomosoides* (Nematoda: Filarioidea): important adult and larval characters and taxonomic changes. **Comparative Parasitology**, v. 69, n. 2, p. 177-195, 2002.
- GUERRERO, R. *et al.* The infective larva of *Litomosoides yutajensis* (Nematoda: Onchocercidae), a Wolbachia-free filaria from bat. **Parasite**, v. 13, n. 2, p. 127-30, 2006.
- JEPHCOTT, T.G. *et al.* Host-parasite interactions in food webs: diversity, stability, and coevolution. **Food Webs**, v. 6, p. 1-8, 2016.
- JIMÉNEZ, F.A.; NOTARNICOLA, J.; GARDNER, S.L. Host Switching Events in *Litomosoides* Chandler, 1931 (Filarioidea: Onchocercidae) are Not Rampant but Clade Dependent. **Journal of Parasitology**, n. 107, p. 320-335, 2021.
- JUNKER, K. *et al.* *Litomosa chiropterorum* Ortlepp, 1932 (Nematoda: Filarioidea) from a South African Miniopterid: Redescription, *Wolbachia* Screening and Phylogenetic Relationships with *Litomosoides*. **Parasite**, v. 16, p. 43–50, 2009.
- KINSELLA, J.M.; TKACH, M.V.; TKACH, V.V. Checklist of helminth parasites of Chiroptera of North America north of Mexico. **Zootaxa**, v. 5397, n. 3, p. 301-341, 2024.
- LAGRANGE, E.; BETTINI, S. Descrição de uma nova filária, *Litomosa ottavianii* Lagrange e Bettini 1948, parasita de pipistrelli. **Rivista di Parassitologia**, v. 9, p. 61–77, 1948.
- LEFOULON, E. *et al.* Shaking the Tree: Multi-locus Sequence Typing Usurps Current Onchocercid (Filarial Nematode) Phylogeny. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 11, e0004233, 2015.
- LEI, M.; DONG, D. Phylogenomic analyses of bat subordinal relationships based on transcriptome data. **Scientifica Reports**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2016.
- MARTIN, C. *et al.* First report of *Litomosa* spp. (Nematoda: Filarioidea) from Malagasy bats; review of the genus and relationships between species. **Parasite**, v. 13, p. 3–10, 2006.
- MELAUN, C. *et al.* In book: **Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases and Parasites. Facts and Myths**. Parasitology Research Monographs. Chapter 3: Bats as Potential Reservoir Hosts for Vector-Borne Diseases. Publisher: SpringerEditors: S. Klimpel, H. Mehlhorn, 2014.

- MORATELLI, R.; CALISHER, C. H. Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses? **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** v. 110, n. 1, p. 1-22, 2015.
- MOTA, T.F.M. *et al.* DNA Barcode is Efficient for Identifying Bat Species. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 29, p. 63-75, 2022.
- MOURÃO, E.D.; AVILLA, L.S.; LENT, H. Redescricao de *Litomosoides brasiliensis* Almeida, 1936 (Nematoda: Filariidae) Parasito de *Anoura caudifera* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 4, p. 495-499, 2002.
- NOTARNICOLA, J.; RUÍZ, F.A.J.; GARDNER, S.L. *Litomosoides* (Nemata: Filarioidea) of bats from Bolivia with records for three known species and the description of a new species. **Journal of Parasitology**, v. 96, p. 775–782, 2010.
- OHBAYASHI, M.; KAMIYA, H. Nematode parasites from *Vespertilio orientalis* Wallin. **Japanese Journal of Veterinary Research**, v. 27, p. 11–15, 1979.
- OLIVEIRA, K.P.A. **Desmistificando morcegos**. Artigo publicado para o site Redactor Comunicação, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.
- OVIDO, M.C. *et al.* Emended Description of *Litomosoides molossi* (Nematoda: Onchocercidae) and First Records of *Litomosoides* Species Parasitizing Argentinean Bats. **Journal of Parasitology**, v. 102, n. 4, p. 440-450, 2016.
- PATZ, J.A. *et al.* Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal for Parasitology**, v. 30, p. 1395-1405, 2000.
- PETIT G. Sur les Filaires du genre *Litomosa* (Nematoda: Filarioidea), parasites de Chauves-souris. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris**, 4ème série, 2, 365-374, 1980
- PIKULA, J. *et al.* Case report: Filarial infection of a parti-coloured bat: *Litomosa* sp. adult worms in abdominal cavity and microfilariae in bat semen. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, 1284025, 2023.
- POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. **The Quarterly Review of Biology**, v. 75, n. 3, p. 277-293, 2000.
- QUINTANA, J.F. *et al.* Comparative analysis of small RNAs released by the filarial nematode *Litomosoides sigmodontis* in vitro and in vivo. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 11, e0007811, 2019.
- RAHMAN, S.A. *et al.* Characterization of Nipah virus from naturally infected *Pteropus vampyrus* bats, Malaysia. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 12, p. 1990–1993, 2010.
- RAMASINDRAZANA, B. *et al.* Diversity, host specialization, and geographic structure of filarial nematodes infecting Malagasy bats. **PLoS One**, v. 11, e0145709, 2016.
- REIS, N.R. *et al.* História Natural dos Morcegos Brasileiros, Chave de Identificação de Espécies. Technical Books Editora. p, 416, 2017.
- RENDÓN-FRANCO, E. *et al.* *Litomosoides* sp. (Filarioidea: Onchocercidae) infection in frugivorous bats (*Artibeus* spp.): pathological features, molecular evidence, and prevalence. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 10, n. 4, p. 77, 2019.

- RIEBOLD, D. *et al.* Occurrence of gastrointestinal parasites in small mammals from Germany. **Vector Borne and Zoonotic Diseases**, v. 20, n. 2, p. 125-133, 2020.
- RODHAIN, F. Chauves-souris et virus: des relations complexes / Bats and viruses: complex relationship. **Bulletin de la Société de Pathologie Exotique**, v. 108, p. 272-289, 2015.
- ROSE, A.; TSCHAPKA, M.; KNÖRNSCHILD, M. Social information facilitates learning about novel food sources in adult flower-visiting bats. **Animal Cognition**, v. 26, n. 5, p. 1635-1642. 2023.
- SANTOS, C.P.; GIBSON, D.I. Checklist of the helminth parasites of South American bats. **Zootaxa**, v. 3937, n. 3, p. 471-499, 2015.
- SOUZA, R. **Desenvolvimento intra-uterino da microfilária Litomosoides chagasfilhoi sp. nov. (Nematoda: Filarioidea)**. Dissertação (Mestrado em Biofísica e Radiologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- SPRINGER, M.S. *et al.* Integrated fossil and molecular data reconstruct bat echolocation. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 98, n. 11, p. 6241–6246, 2001.
- TEELING, E.C. *et al.* Microbat paraphyly and the convergent evolution of a key innovation in Old World rhinolophoid microbats. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 99, n. 3, p. 1431–1436, 2002.
- TOWNER, J.S. *et al.* Isolation of genetically diverse Marburg viruses from Egyptian fruit bats. **PLoS Pathogens**, v. 5, n. 7, e1000536, 2009.
- TSAGKOGEOGA, G. *et al.* Phylogenomic analyses elucidate the evolutionary relationships of bats. **Current Biology**, v. 23, n. 22, p. 2262–2267, 2013.
- VICENTE, J.J. *et al.* Nematóides do Brasil. Parte V: Nematóides de mamíferos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 1–452, 1997.
- VIGUERAS, I.P. Notas sobre las especies de Filarioidea (Nematoda) encontradas en Cuba. **Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"**, v. 8, p. 55-60, 1934.
- VOGELER, A.V. *et al.* *Litomosoides* microfilaria in seven neotropical bat species. **Journal of Parasitology**, v. 104, p. 713–717, 2018.
- VOTYPKA, J.; BRZONOVA, J.; PETRZELKOVA, K.J. **Trypanosomiasis and Filariasis**. In: KNAUF, S.; JONES-ENGEL, L. (Eds.) *Neglected Diseases in Monkeys: From the Monkey-Human Interface to One Health*. Switzerland: Springer, Cap. 15, p. 343-371. 2020.
- ZHU, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **New England Journal of Medicine**, v. 382, p. 727-733, 2020.

## **Fisiopatologia, diagnóstico e tratamento das úlceras de córnea em cães: Revisão de Literatura**

Bruna Bianca Costa Ribeiro<sup>1</sup>; Alcyjara Rêgo Costa<sup>2</sup>; Tiago Barbalho Lima<sup>3</sup>; Larissa Sarmiento dos Santos Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Discente do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão*

<sup>2</sup>*Médica Veterinária, Hospital Veterinário Universitário da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão*

<sup>3</sup>*Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil*

### **RESUMO**

A úlcera de córnea, prevalente na oftalmologia veterinária, resulta da exposição do estroma devido a lesões epiteliais. Suas causas variam, incluindo trauma, corpos estranhos, anormalidades palpebrais, deficiência lacrimal, infecções bacterianas, virais, fúngicas e doenças imunomediadas. Os sinais clínicos comuns abrangem blefarospasmo, lacrimejamento, dor, fotofobia, hiperemia conjuntival, miose e opacidade corneana. A classificação em superficial ou profunda indica a gravidade, com úlceras profundas podendo resultar em perfuração e perda visual. O diagnóstico envolve exame clínico e o teste pelo tingimento de fluoresceína. O tratamento visa remover a causa primária, associado a antibioticoterapia, antiinflamatórios, inibidores de metaloproteases e intervenções cirúrgicas quando necessário.

**Palavras-chave:** Oftalmologia, Ceratite ulcerativa, Cães.

### **INTRODUÇÃO**

O olho é um órgão esférico situado dentro da cavidade orbital, composto por diversos elementos complexos, sendo a córnea um deles. Nos cães, a córnea está localizada na porção anterior do globo ocular, é uma estrutura transparente formada histologicamente por quatro camadas: epitélio, estroma, membrana de Descemet e endotélio (König; Liebich, 2014; Belknap, 2015). Além de captar estímulos fotossensíveis, as informações passam pela córnea e vão para o sistema nervoso central por meio do nervo óptico, utilizando meios refrativos para esse fim (Murphy, Samuelson; Pollock, 2013; Samuelson, 2013) e desempenha funções de suporte e proteção mecânica para as estruturas intraoculares. Devido à sua forma elíptica, a córnea também desempenha um papel crucial na refração da luz (Samuelson, 2014).

Para manter sua transparência, a córnea precisa ser avascular. A nutrição, limpeza e oxigenação da córnea são dependentes da lágrima, dos vasos do limbo e do humor aquoso (Gelatt *et al.*, 2014; Samuelson, 2014; Whitley; Hamor, 2021). Composta por aproximadamente 80% de água, é a estrutura com maior concentração de células nervosas, em comparação com o restante do corpo especialmente nervos ciliares provenientes do nervo trigêmeo (Evans; De Lahunta, 2013; Gelatt *et al.*, 2014). A espessura da córnea varia conforme sua localização, sendo mais estreita no centro e mais espessa na periferia. No caso dos cães, essa espessura varia de 0,6 a 0,95 mm (Meekins *et al.*, 2021; Samuelson, 2013; Sanchez *et al.*, 2020). Essas características são essenciais para manter a córnea saudável, e qualquer desequilíbrio pode levar a úlceras de córnea (Gelatt; Samuelson, 2014).

A úlcera de córnea destaca-se como uma das principais oftalmopatias atendidas na clínica de pequenos animais, sendo considerada uma urgência. Essa condição é definida como a ruptura da camada epitelial com exposição do estroma, podendo apresentar caráter inflamatório ou infeccioso (Ledbetter; Gilger, 2014; Farghali *et al.*, 2021). Diversos fatores são destacados como predisponentes ao desenvolvimento da úlcera, incluindo causas traumáticas, presença de corpo estranho, anormalidades palpebrais, deficiência lacrimal, infecções bacterianas, fúngicas ou virais, e doenças imunomediadas (Maggs; Miller; Ofri, 2017; Farghali *et al.*, 2021). A classificação das úlceras ocorre com base na extensão e profundidade do envolvimento corneano, podendo ser superficial, profunda, descemetocèle ou perfurada (Ledbetter; Gilger, 2014).

Os sinais clínicos predominantes incluem blefarospasmos, miose, fotofobia, lacrimejamento, hiperemia conjuntival e edema de córnea (Ledbetter; Gilger, 2014). O diagnóstico é estabelecido através de anamnese, observação dos sinais clínicos e utilização de um corante tópico específico, a fluoresceína sódica, que cora o estroma exposto, facilitando a identificação da úlcera de córnea (Ledbetter; Gilger, 2014). Após o diagnóstico, é essencial identificar a causa subjacente e iniciar o tratamento apropriado.

Objetivou-se revisar a fisiopatologia, sinais clínicos, diagnóstico e tratamento das úlceras de córnea em cães.

## Fisiopatologia

A úlcera de córnea é uma das patologias oftálmicas mais prevalentes em cães. As raças braquicefálicas caracterizada por focinho curto e dobra nasal como Shih-tzus, Boxer, Pequinês, Pugs e Bulldogs podem ser predispostas ao desenvolvimento das úlceras. Essa prevalência é atribuída à conformação anatômica do crânio desses cães, que predispõe o bulbo ocular a proeminências, uma abertura palpebral mais ampla e pelagem na região da face. Essa anatomia peculiar torna os braquicefálicos mais suscetíveis a problemas oculares, incluindo úlceras de córnea (Packer *et al.*, 2015; Hindley *et al.*, 2016; Silva, 2017; Monteiro *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2019; Lobo *et al.*, 2021).

Os animais com focinho encurtado, dobra nasal e excesso de pelagem na região da face estão predispostos a desenvolver a úlcera de córnea, assim como aqueles que apresentam entrópio, lagoftalmia, distiquíases e triquíases nas pregas nasais (Packer Hendricks; Burn, 2015). O atrito resultante entre cílios e pálpebras na córnea, causado por essas disfunções palpebrais, pode comprometer a barreira epitelial, levando à ceratite ulcerativa (Belknap, 2015; Maggs; Miller; Ofri, 2017; Whitley; Hamor, 2021).

A córnea responde a agressões tanto endógenas quanto exógenas de diversas maneiras para proteger-se. As manifestações mais comuns incluem edema, vascularização, pigmentação e fibrose corneanas, bem como a infiltração estromal por leucócitos, acumulação de substâncias anormais na córnea e o desenvolvimento de ceratomalácia (Maggs, 2013).

O edema corneano ocorre quando há entrada de água na córnea após a ruptura das barreiras corneanas, como o endotélio e o epitélio, ou quando os mecanismos de desidratação da córnea falham. Como resultado, a córnea aumenta de espessura e pode apresentar uma coloração azulada, perdendo sua transparência na região afetada (Maggs, 2013).

A microbiota ocular normalmente contém quantidades consideradas normais de microrganismos, e o olho possui uma resistência natural a infecções. No entanto, desequilíbrios na região corneana, causados por traumas ou outras disfunções, podem resultar em infecções secundárias por bactérias presentes na conjuntiva. Esse processo ocorre quando essas bactérias aderem à córnea lesada, rompendo a membrana basal até

atingir o estroma. Os patógenos se multiplicam e liberam toxinas, desencadeando um processo inflamatório e infeccioso (Leadbetter; Gilger, 2014).

As úlceras de origem infecciosa são predominantemente causadas por bactérias provenientes da microbiota ocular, incluindo *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Corynebacterium* sp., *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa* (Martin, 2010; Sila; Davidson, 2011; Ledbetter; Gilger, 2014; Levitt *et al.*, 2020).

As bactérias gram-positivas estão predominantemente presentes na microbiota ocular dos cães. Embora algumas dessas bactérias isoladas sejam inicialmente consideradas não-patogênicas, há o potencial de se tornarem patogênicas como oportunistas, especialmente em resposta a condições oculares específicas (Kudirkiene; Zilinskas; Siugzdaite, 2006).

O gênero mais comumente encontrado é o *Staphylococcus*, sendo o *Staphylococcus pseudintermedius* a bactéria mais frequentemente associada à ceratite infecciosa em muitas regiões geográficas ao redor do mundo, incluindo América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia (Prado *et al.*, 2005; Ventrella *et al.*, 2017; Suter *et al.*, 2018; Ekapopphan *et al.*, 2018; Auten *et al.*, 2019; Hewitt *et al.*, 2020)

As bactérias gram-negativas são menos frequentes na microbiota ocular. No entanto, as espécies do gênero *Pseudomonas* são reconhecidas como os principais patógenos associados à ceratomalácia em cães (Wang *et al.*, 2008; Gould; Papisouloti, 2013). Foi documentado que *Pseudomonas aeruginosa* secreta diversas proteases, incluindo a alcalina (AP), elastase A (LasA) e elastase B (LasB). Pesquisas recentes sugerem que outras proteases pseudomonais, como a protease IV (PIV) e a pequena protease de *Pseudomonas* (PASP), provavelmente desempenham papéis mais significativos na patogênese da ceratite (O'Callaghan *et al.*, 2019).

De acordo com Leadbetter; Gilger (2014) as úlceras de córnea de origem viral costumam ocorrer em animais com o sistema imunológico comprometido, sendo menos comum em cães e mais frequente em felinos, que costumam desenvolver esse tipo de afecção por infecções secundárias aos herpes vírus felino (FHV-1) (Little, 2015).

As úlceras fúngicas são raras em cães e geralmente são consideradas secundárias. Essas úlceras ocorrem principalmente em indivíduos imunossuprimidos, que fizeram uso prolongado de corticoides ou que sofreram traumas. A ocorrência desse tipo de úlcera

está associada a condições que comprometem a resposta imunológica, tornando os cães mais suscetíveis a infecções fúngicas na córnea (Ledbetter; Gilger, 2014; Tsvetanova *et al.*, 2021; Whitley; Hamor, 2021).

*Aspergillus* spp. é o fungo mais frequentemente isolado em cães, e sua presença pode resultar em uma inflamação acentuada, conhecida como "melting" ou ceratomalácia. Além disso, também foram relatadas úlceras corneanas causadas por outros fungos, como *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. e *Candida* sp. (Tsvetanova *et al.*, 2021; Whitley; Hamor, 2021). Essas infecções fúngicas podem apresentar desafios adicionais no diagnóstico e tratamento de úlceras de córnea em cães.

Quando há uma falha nas barreiras e defesas fisiológicas do olho, as enzimas proteolíticas, conhecidas como proteases e collagenases, desempenham um papel essencial no processo de cicatrização. Essas enzimas são responsáveis pela limpeza e remoção de células desvitalizadas. No entanto, um desequilíbrio entre essas enzimas e seus inibidores, juntamente com o filme lacrimal, pode levar ao desenvolvimento de patologias oculares (Ledbetter; Gilger, 2014; Pot *et al.*, 2014).

O excesso de enzimas proteolíticas pode resultar na liquefação do estroma corneano, conferindo-lhe uma aparência gelatinosa, conhecida como "melting", ceratomalácia ou úlceras complicadas (Ledbetter; Gilger, 2014; Guyonnet *et al.*, 2020). Nesta fase, é crucial uma terapia efetiva, envolvendo antibióticos de amplo espectro e atropina, ambos aplicados topicamente. Se não tratada, essa condição pode levar à perfuração e até mesmo à perda do olho (Ledbetter; Gilger, 2014; Pot *et al.*, 2014; Jaksz *et al.*, 2020; Guyonnet *et al.*, 2020).

A córnea é propícia a diversas situações de traumas, como físicos, químicos ou biológicos, devido ao seu contato direto com o ambiente externo. Essa condição pode levar a perda da função de barreira protetora, fazendo com que seu mecanismo de defesa, mecanismo de reparação seja regulado por mediadores inflamatórios e fatores de crescimento, estes que são produzidos logo após a lesão corneana acontecer (Gum; Mackay, 2013, 2019).

### **Classificação e Sinais Clínicos**

As úlceras de córnea são classificadas de acordo com a profundidade do envolvimento corneano (superficial, estromal profundo e descemetocel) ou pelo fator desencadeante. Podendo ser não complicadas (úlceras superficiais) e complicadas

(úlceras profundas, melting, descemetoceloses e perfuradas). As úlceras superficiais se limitam ao epitélio corneano, porém é uma das mais dolorosas pois o epitélio possui várias inervações (Laignier *et al.*, 2022). Ela cicatriza rapidamente variando entre 5-7 dias, sem nenhuma complicação se tratada corretamente. Defeitos epiteliais pequenos cicatrizam inteiramente sem nenhuma multiplicação celular, apenas por migração de células epiteliais durante as primeiras 24 horas. Quando uma quantidade considerável do epitélio precisa ser repostada, o epitélio anterior do limbo se torna a fonte primária de produção de novas células-tronco do epitélio corneal. (Kern, 2008).

A úlcera de córnea profunda se manifesta com a perda total do epitélio, associada à redução do conteúdo estromal (Laignier *et al.*, 2022). Embora não seja tão dolorosa quanto a úlcera superficial, é mais preocupante, exigindo um tratamento prolongado. O animal pode apresentar hiperemia de conjuntiva, edema, formação de secreção e uveíte. Geralmente, é propensa a infecções por microrganismos da microbiota ocular ou como resultado de traumas (Belknap, 2015; Santos, 2020).

A úlcera de córnea profunda pode ser classificada como progressiva ou não progressiva. As não progressivas geralmente respondem bem ao tratamento conservativo, conforme descrito por Ledbetter; Gilger (2014). Por outro lado, as úlceras progressivas ocorrem em casos de falha no tratamento conservativo, infecção crônica ou quando atingem mais de 50% da profundidade da córnea. Nessas situações, a abordagem preferencial é o tratamento cirúrgico, conforme indicado por Hartley (2010) e Ledbetter e Gilger (2014).

Úlceras profundas ou estromais podem progredir para o quadro conhecido como ceratomalácia ou melting. Essa mudança é mais comum em raças braquicefálicas (Abreu; Philippsen; Lima, 2017) e é caracterizada pela dissolução progressiva do estroma corneano pelas enzimas proteolíticas, que agem sobre o colágeno, proteoglicanos e outros componentes da matriz celular (Maggs; Miller; Ofri, 2017). Com a ceratomalácia, o estroma corneano adquire uma aparência gelatinosa e pode protruir para além de seu limite anatômico (Whitley; Hamor, 2021).

A descemetocelose é uma forma grave de úlcera profunda, caracterizada pela destruição completa do epitélio, estroma e exposição da membrana de Descemet, aumentando o risco de perfuração ocular (Laignier *et al.*, 2022). Devido à complexidade

da cicatrização, que é mais demorada, intervenção cirúrgica urgente se faz necessária, conforme destacado por Maggs; Miller; Ofri (2017).

A membrana de Descemet é conhecida por sua resistência e elasticidade. Quando essa barreira final é rompida, caracteriza-se uma lesão de espessura total ou perfuração corneana, resultando na perda do humor aquoso, redução da câmara anterior e do diâmetro pupilar. Além disso, pode levar à formação de sinéquia anterior, prolapso da íris e seclusão pupilar. Perfurações corneanas não tratadas podem evoluir para endoftalmite e resultar em perda total da visão (Amorim *et al.*, 2018).

Ledbetter; Gilger (2014) enfatizam que úlceras profundas e complicadas demandam terapias mais agressivas, pois há o potencial de ameaçar o globo ocular, podendo até requerer enucleação em casos graves. Recomendam, igualmente, a realização de cultura, antibiograma e citologia a partir de amostras da córnea para orientar a antibioticoterapia.

Os sinais clínicos mais observados são blefaroespasmos, lacrimejamento, fotofobia, miose, retração ocular e dor, podendo ser intensa ou baixa, pois a sensibilidade é inversamente proporcional ao tipo de lesão, por isso, em úlceras mais profundas o paciente sente menos dor, além de neovascularização e uveíte associada (Slatter, 2005; Slatter, 2015; Radziejewski; Balicki; Szadkowski, 2018).

### **Diagnóstico**

O diagnóstico da úlcera de córnea é baseado no histórico, sinais clínicos, exame clínico oftálmico e uso de corantes específicos. Para confirmação definitiva, o teste de eleição é a aplicação do corante de fluoresceína, conforme indicado por Featherstone; Heinrich (2021).

Este corante verde fluorescente, hidrossolúvel e atóxico, destaca lesões corneanas. Se o epitélio estiver íntegro, o corante não atravessa, permanecendo sem alterações, pois não pode penetrar o epitélio hidrofóbico (Maggs, 2008; Auten *et al.*, 2019; Miller, 2017).

O teste chamado de Rosa Bengala, é um corante tóxico, dependendo da dose causa irritação no olho, é utilizado para identificar tecidos sem vitalidade, quando utilizado é necessário lavagem do olho após aplicação. Sendo assim, o uso do teste de fluoresceína é mais seguro (Mitchell, 2013; Davis; Gionfriddo, 2011; Ferreira, 2022).

## Tratamento

Conforme Slatter (2005), o tratamento das úlceras de córnea é variável, dependendo da classificação ulcerativa, que leva em consideração profundidade, extensão e degradação do colágeno estromal. Essa abordagem, conforme destacado por Featherstone; Heinrich (2021), não apenas auxilia na instituição do tratamento, mas também na identificação da causa primária, no alívio da dor e na prevenção do agravamento da lesão.

Maggs (2008) destaca que as úlceras frequentemente são contaminadas por microorganismos secundários, tornando o uso de antibioticoterapia tópica essencial, independentemente da classificação da úlcera. Os antimicrobianos comumente empregados incluem Gentamicina e Ciprofloxacina, Cloranfenicol e Tobramicina para infecções bacterianas, e Nistatina ou Anfotericina B para infecções fúngicas. A frequência da administração varia conforme a apresentação do fármaco e a gravidade da úlcera (Miller, 2013; Marcon; Sapin, 2021).

Em casos de úlceras graves quando mais da metade da córnea está acometida ou quando não há resposta satisfatória ao tratamento convencional, é necessário recorrer aos procedimentos cirúrgicos (Belknap, 2015). O tratamento cirúrgico de úlceras de córnea possui inúmeras técnicas eficazes, que incluem retalhos de terceira pálpebra, flap ou enxerto conjuntival, transposição corneoescleral ou córneo-conjuntival, enxerto autólogo, enxertos alogênicos fresco ou congelados, membranas amnióticas, cápsula renal equina, pericárdio bovino, matriz da vesícula urinária de suínos, córnea de suínos e submucosa intestinal, tarsorrafia lateral temporária ou ceratoplastia. A escolha da técnica cirúrgica depende da localização e profundidade da úlcera, além da presença ou ausência de doenças concomitantes (Felberg *et al.*, 2003; Gelatt, 2013; Barachetti *et al.*, 2020; Jaksz *et al.* 2020).

Os procedimentos comuns para corrigir úlceras de córnea incluem enxertos conjuntivais e flaps. Esses métodos envolvem a aplicação de uma fina película de conjuntiva sobre um defeito na córnea, suturando-a à córnea saudável adjacente. Os flaps conjuntivais oferecem suporte e vascularização aos defeitos corneanos, preservando parte da córnea para manter a visão do animal (Ledbetter; Gilger, 2014; Azevedo, 2023).

Conforme Azevedo (2023), embora haja diversos materiais para substituir a córnea, a técnica mais eficaz fisiologicamente é a queratoplastia (transplante), que envolve a substituição de parte da córnea por tecido doador. No entanto, se as úlceras de córnea não forem tratadas, podem progredir para ruptura oftálmica, endoftalmite, glaucoma secundário e cegueira, eventualmente levando à necessidade de enucleação (Bentley, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A úlcera de córnea é uma condição oftálmica comum em cães, especialmente em raças braquicefálicas. O diagnóstico precoce e o tratamento são essenciais para um prognóstico positivo, prevenindo complicações como perfuração ocular ou enucleação. A avaliação cuidadosa dos sinais clínicos durante o exame físico, combinada com o teste de fluoresceína, é crucial. O tratamento geralmente envolve o uso de colírios antibióticos e midriáticos, com a cirurgia sendo uma opção em casos necessários. Apesar de tratável, um acompanhamento adequado é vital para evitar complicações.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código do financiamento 001) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela concessão da bolsa mestrado a Bruna Bianca Costa Ribeiro.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, W.U.; PHILIPPSEN, C.; LIMA, D.J.D.S. Ceratoplastia com recobrimento de terceira pálpebra em felino doméstico para o tratamento de descemetocelose com perfuração de córnea. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 45, p. 1-4, 2017.
- AMORIM, T. M. *et al.* Impacto do grau de uveíte em diferentes tipos de úlceras de córneas em cães submetidos ao enxerto pediculado de conjuntiva bulbar - 34 casos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, v. 70, n. 4, p. 1233-1239, 2018.
- AUTEN, C.R. *et al.* Comparison of bacterial culture results collected via direct corneal ulcer vs conjunctival fornix sampling in canine eyes with presumed bacterial ulcerative keratitis. *Veterinary Ophthalmology*, v. 22, n. 5, p. 613-618, 2019.
- AZEVEDO, M.A.C. **Queratoplastia como tratamento cirúrgico de úlceras de córnea, descemetocelos, perfurações e outras afecções corneanas em cães e gatos.** 2023. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de Évora. Escola de Ciências e Tecnologia, Évora, 2023.

- BARACHETTI, L. *et al.* Use of four-layer porcine small intestinal submucosa alone as a scaffold for the treatment of deep corneal defect in dogs and cats: preliminary results. **Veterinary Record**, v. 186, n. 19. e28, 2020.
- BELKNAP, E.B. Corneal Emergencies. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 30, n. 3, p. 74-80, 2015.
- BENTLEY, E. Ceratite Ulcerativa. In: TILLEY, L.P; SMITH JR, F.W.K. **Consulta Veterinária em 5 minutos**. Barueri: Manole, 2015. p.196-197.
- COSTA, D. *et al.* A multicenter retrospective study on cryopreserved amniotic membrane transplantation for the treatment of complicated corneal ulcers in the dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 22, n. 5, p. 695-702, 2019.
- DAVIS, K.T.; GIONFRIDDO, J.R. A challenging case: A dog with nonhealing corneal ulcers. **Veterinary Medicine**, v.1, 2011.
- EKAPOPPHAN, D. *et al.* Identification and antimicrobial susceptibility of microorganisms isolated from severe corneal ulcers of dogs in Thailand. **Journal of Vetereinary Medical Science**, v. 80, p. 1259–65, 2018.
- EVANS, H.E.; DE LAHUNTA, A. **Miller's Anatomy of the Dog - E-Book**. 4. ed. Philadelphia: Saunders, 2013.
- FARGHALI, H.A. *et al.* Corneal Ulcer in Dogs and Cats: Novel Clinical Application of Regenerative Therapy Using Subconjunctival Injection of Autologous Platelet-Rich Plasma. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, art 641265, 2021.
- FEATHERSTONE, H.J; HEINRICH, C.L. Ophthalmic Examination and Diagnostics. In: GELATT *et al.* **Veterinary Ophthalmology**. 6. ed. John Wiley & Sons. 2021. p.564-578.
- FELBERG, S. *et al.* Adesivo de cianoacrilato no tratamento de afinamento e perfurações corneais: técnicas e resultados. **Arquivo Brasileiro de Oftalmologia**, v. 66, p. 345-349, 2003.
- FERREIRA, L.M. **Utilização de plasma autólogo no tratamento de úlceras da córnea no cão: estudo retrospectivo de 30 casos**. 2022. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa. 2022.
- GELATT, K.N; SAMUELSON, D.A. (2014). **Veterinary Ophthalmology**, Essencials of Veterinary Ophthalmology, 3rd ed., Wiley, p. 12-39.
- GELATT, K.N. **Essentials of Veterinary Ophthalmology**. 5. ed. Ames: John Wiley and Sons Inc., 2013.
- GOULD, D.J.; PAPASOULIOTIS, K. (2013). Clinical Microbiology and Parasitology. In GELATT, GILGER, & KERN (Eds.), Gelatt's **Veterinary Ophthalmology**. Ed: Wiley-Blackwell, 2013. 5th ed., p. 300-350
- GUM, G.G.; MACKAY, E.O. Fisiologia do Olho. In: GELATT, K. N.; BEN-SHLOMO, G.; GILGER, B. C.; HENDRIX, D. V.; KERN, T. J.; PLUMMER, C. E. (Eds.). **Oftalmologia Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2019. p. 109-145.
- GUM, G.G; MACKAY, E.O. Physiology of the Eye. In: **Veterinary Ophytalmology**. 5ed. Ed: Wiley Blackwell, 2013.

- GUYONNET, A. *et al.*, Outcome of medical therapy for keratomalacia in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 61, n. 4, p. 253-258, 2020.
- HARTLEY, C. Treatment of Corneal Ulcers: When is surgery indicated? **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 12, p. 398-405, 2010.
- HEWITT, J.S. *et al.* Prevalence and antibiotic susceptibility of bacterial isolates from dogs with ulcerative keratitis in Midwestern United States. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 20, n. 7, 2020.
- HINDLEY, K.E. *et al.* Bacterial isolates, antimicrobial susceptibility, and clinical characteristics of bacterial keratitis in dogs presenting to referral practice in Australia. **Veterinary Ophthalmology**, v. 19, n. 5, p. 418-426, 2016.
- JAKSZ, M. *et al.* Autologous corneal graft for the treatment of deep corneal defects in dogs: 15 cases (2014-2017). **Journal of Small Animal Practice**. v.62, n.2. p.123-130. 2020.
- KERN, T.J. **Afeções da córnea e esclera**. In: BICHARD, S. J.; SHERDING, R. G. 3ª ed. São Paulo: Ed: Roca. 2008.
- KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- KUDIRKIENE, E.; ZILINSKAS, H.; SIUGZDAITE, J. Microbial flora of the dog eyes. **Veterinarija ir Zootechnika**, v. 34, n. 56, 2006.
- LAIGNIER, C.S. *et al.* Ceratite ulcerativa profunda em canino – Relato de caso. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.1, p. 1688-1697, 2022.
- LEADBETTER, E.C.; GILGER, B.C. Canine Cornea: Diseases and Surgery. Em GELATT, KIRK N. (Ed.) - **Essentials of Veterinary Ophthalmology**. 3. ed. [S.l.]: Wiley, 2014. ISBN 978-1-118-77192-1v. 1. p. 216–248
- LEVITT, S. *et al.* Bacterial isolates of indolent ulcers in 4 dogs. **Veterinary Ophthalmology**, v. 6, p. 1009-1013, 2020.
- LITTLE, S.E. **O gato: medicina interna**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. p.1332
- LOBO, T. *et al.* A córnea as ceratites ulcerativas em cães: uma revisão da anatomia, etiopatogenia e diagnóstico. **Enciclopédia Biosfera, Jandaia**, v. 18, n. 36, p. 17, 2021.
- MAGGS, D.J. - Cornea and Sclera. Em MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. (Eds.) - **Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology**. V. 5. ed. [S.l.] : Elsevier, 2013. ISBN 978-1-4377-2367-0. p. 184–219.
- MAGGS, D.; MILLER, P.; OFRI, R; Slatter's **Fundamentals of Veterinary Ophthalmology E-Book**. Elsevier Health Sciences, p. 184-219, 2017.
- MAGGS, D.J. Basic diagnostic techniques. In: MAGGS, D.J.; MILLER, P.E. Miller; OFFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 4 ed. Missouri: Saunders. 2008. p. 81-100.
- MARCON, I.L; SAPIN, C.F. Causas e correções da úlcera de córnea em animais de companhia – Revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.
- MARTIN, C. **Ophthalmic disease in veterinary medicine**. Manson Publishing Ltd. London. p 113- 141. 2010.

- MEEKINS, J. M.; RANKIN A.J.; SAMUELSON, D.A. **Ophthalmic Anatomy**. In: GELATT, K. N.; BEN-SHLOMO, G.; GILGER, B. C.; HENDRIX, D. V.; KERN, T. J.; PLUMMER, C. E. (Eds.). 6th ed. John Wiley & Sons, 2021. p. 41-123.
- MILLER, D. Pharmacological treatment for infectious corneal ulcers. **Expert Opinion on Pharmacotherapy**, v.14.n. 5. p. 543-560. 2013.
- MILLER, P.E. The Eye and Vision. In: MAGGS, D.J.; MILLER, P.E. Miller; OFFRI, R. **Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2017.
- MITCHELL, N. Ocular pharmacy: Stroking 'the eye cabinet'. **Companion Animal**, v. 18, 2013.
- MONTEIRO, G.B. *et al.* Antibiotic susceptibility of bacteria isolated from different types of ulcerative keratitis of dogs in the city of Cuiabá, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 4, p.726-733. 2018.
- MURPHY, C.J.; SAMUELSON, D.A.; POLLOCK, R.V.H. The Eye. In: MILLER, Malcolm Eugene. **Miller's Anatomy of the Dog**. 4. ed. Missouri: Elsevier, 2013. Cap. 21. p. 746-785
- O'CALLAGHAN, R. *et al.* *Pseudomonas aeruginosa* Keratitis: Protease IV and PASP as Corneal Virulence Mediators. **Microrganisms**, v.7, n. 9, p. 281, 2019.
- PACKER, R.M.A; HENDRICKS, A.; BURN, C.C. Impact of Facial Conformation on Canine Health: Corneal Ulceration. **PLOS ONE**, v. 10, n. 5, e0123827, 2015.
- POT, S.A. *et al.* Corneal collagen cross-linking as treatment for infectious and noninfectious corneal melting in cats and dog: results of a prospective, nonrandomized, controlled trial. **Veterinary Ophthalmology**, v.17, n.4, p. 250-260, 2014.
- PRADO, M.R. *et al.* Survey of bacterial microorganisms in the conjunctival sac of clinically normal dogs and dogs with ulcerative keratitis in Fortaleza, Ceará, Brazil. **Veterinary Ophthalmology**, v. 8, p. 33–337, 2005.
- RADZIEJEWSKI, K.; BALICKI, I.; SZADKOWSKI, M. Assessment of corneal and conjunctival metaplasia by impression cytology during the treatment of canine keratoconjunctivitis sicca. **Acta Veterinaria Hungarica, Budapest**, v. 66, n. 2, p. 189-203, 2018.
- SAMUELSON, D.A. Ophthalmic anatomy. In: K. N. Gelatt, B. C. Gilger & T.J. Kern, **Veterinary ophthalmology**. 5 ed. Oxford: Wiley-Blackwell. p.39-40, 46-76. 2013.
- SAMUELSON, D.A. - Ophthalmic Structures. Em GELATT, KIRK N. (Ed.) - **Essentials of Veterinary Ophthalmology**. 3. ed. [S.l.] : Wiley, 2014. ISBN 978-1-118- 77192-1v. 1. p. 12–39.
- SANCHEZ, R. F. *et al.* Progressive retrocorneal pigmentation in dogs: A clinical report of 34 cases. **Veterinary Ophthalmology**, v. 23, n. 6, p. 943–949, 2020.
- SANTOS, T.G.S. **Incidência de ceratite ulcerativa em cães – estudo comparativo em braquicefálicos e não braquicefálicos**. Orientador: Guilherme Kanciukaitis Tognoli. 2020. TCC (Graduação) – Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac, Gama, 2020.
- SILA, G. H. E. & DAVIDSON, H. J. (2011). **Corneal Ulcer**. In: **Norsworthy**. The Feline Patient. (4a ed.), 41, 93-95.

- SILVA, A.C.E. Introdução à oftalmologia veterinária. In: SILVA, A.C.E. **Oftalmologia veterinária**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017. p 9
- SLATTER, D. Córnea e Esclera. In: SLATTER, D. **Fundamentos da Oftalmologia Veterinária**. 3. ed. São Paulo: Roca, cap. 11, p. 283-338, 2005.
- SUTER, A. *et al.* Septic keratitis in dogs, cats, and horses in Switzerland: associated bacteria and antibiotic susceptibility. **Veterinary Ophthalmology**, v. 2, p. 66–75, 2018.
- TSVETANOVA, A. *et al.* Melting corneal ulcers (keratomalacia) in dogs: A 5-year clinical and microbiological study (2014-2018). **Veterinary Ophthalmology**, v. 24, n. 4, p. 352-359, 2021.
- VENTRELLA, G. *et al.* Frequency, antimicrobial susceptibility and clonal distribution of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in canine clinical samples submitted to a veterinary diagnostic laboratory in Italy: a 3-year retrospective investigation. **Veterinary Microbiology**, v. 211, p. 103–106, 2017
- WANG, L. *et al.* Evaluation of matrix metalloproteinase concentrations in precorneal tear film from with *Pseudomonas aeruginosa*–associated keratitis. **American journal of Veterinary Research**, v. 69, n. 10, 2008.
- WHITLEY, R.D. HAMOR, R. E. Diseases and Surgery of the Canine Cornea and Sclera. Em GELATT, KIRK N. *et al.* (Eds.) - **Veterinary Ophthalmology**. 6. ed. [S.l.] : Wiley, 2021. ISBN 978-1-119-44183-0v. 1. p. 1082–1172.

## Geoprópolis da abelha *Melipona fasciculata* Smith: Compostos químicos e atividades farmacológicas: Revisão de Literatura

Luciana Rocha Paula<sup>1</sup>; Francisca Neide Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

A geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith é um produto elaborado pelas abelhas a partir de mistura da resina de plantas, barro, pólen, cera e secreções salivares. Essa substância é utilizada na colmeia para diversos fins, incluindo vedação de frestas, proteção contra invasores, isolamento térmico e propriedades antimicrobianas. A composição química da geoprópolis varia de acordo com a flora local, a região geográfica visitada pelas abelhas e a sazonalidade da coleta, além da genética das abelhas rainhas. Esses fatores influenciam a composição química e determinam as propriedades farmacológicas desse produto meliponícola. Esta revisão teve como objetivo sintetizar estudos disponíveis em bases de dados sobre a geoprópolis da tiúba, com ênfase na sua composição química e atividades. Os levantamentos realizados demonstraram sua ação antimicrobiana, fungistática, antioxidante, imunomoduladora e anti-leishmania. Portanto, a geoprópolis apresenta um considerável potencial farmacognóstico, destacando a necessidade de mais pesquisas e testes para explorar seu uso na área da saúde.

**Palavras-chave:** Tiúba, Composição química, Farmacognosia.

### INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão são insetos extremamente eussociais, constituindo um grupo predominante tropical com mais de 500 espécies identificadas (e possivelmente outras 100 ainda não descritas). Elas são pan-equatoriais e distribuem-se em grande parte nas regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo, incluindo locais como Austrália, África, Sudeste Asiático, Mesoamérica e América do Sul. Pertencem à ordem Hymenoptera e foram classificadas em uma das quatro tribos da família Apidae (Meliponini) (Vit; Pedro; Roubik, 2013; Chuttong *et al.*, 2016).

A geoprópolis é produzida por abelhas da tribo Meliponini, sua constituição é basicamente a mistura da resina de plantas, barro ou partes do solo, pólen, secreções salivares e cera. A substância gerada forma um tipo de cimento, sua coloração varia de

acordo com os materiais que a compõem, podendo ser uma coloração preta, marrom ou acinzentada com aspecto poroso. Ela é utilizada na colmeia para vedação de frestas, proteção contra invasores, como isolante térmico e agente antimicrobiano (De Souza *et al.*, 2018; Villas-Bôas, 2018).

Dentre as abelhas sem ferrão ou melíponas, estudos sobre a composição da geoprópolis da *Melipona fasciculata* Smith têm sido realizados para investigar suas atividades farmacológicas. Essa espécie no Brasil é popularmente nomeada como: tiúba, urucu-cinzenta ou jandaíra-preta-da-Amazônia e possui distribuição nos estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Amapá, Amazonas e Goiás (Villas-Bôas, 2018; ICMBio, 2021).

A composição química da geoprópolis depende da flora local e da região geográfica que as abelhas visitam e com a sazonalidade do período da coleta, além da variedade genética das abelhas rainhas (Silva *et al.*, 2013; Araújo *et al.*, 2015). Esses fatores não influem somente na composição química, mas também nas propriedades farmacológicas desse produto melipônico (Silva *et al.*, 2013).

### **Composição química**

Os principais compostos químicos geralmente encontrados em geoprópolis de tiúba são: compostos fenólicos, como ácidos fenólicos, ácidos graxos, álcoois, galotaninos, elagitaninos, os triterpenos, taninos hidrolisáveis, açúcares, esteroides, saponinas, flavonoides.

Na geoprópolis coletada em municípios da Baixada Maranhense, em relação a abordagem química dos extratos hidroalcoólicos, houve a presença de substâncias das classes dos compostos fenólicos, dos triterpenos e das saponinas, não sendo detectados alcaloides na amostragem. Quanto aos teores de flavonoides, esses variaram entre 0,17 - 2,67% (Dutra *et al.*, 2008).

No estudo de Cunha *et al.* (2009) sobre os extratos de geoprópolis do Povoado Centro no município de Palmeirândia apresentaram substâncias fenólicas, triterpênicas e ausência de esteroides e alcaloides. Sendo evidenciado maiores teores fenólicos e triterpênicos nos extratos alcoólicos e hidroalcoólicos. O procedimento remaceração demonstrou concentrações mais elevadas de compostos fenólicos e flavonoides.

Os teores de compostos fenólicos totais, tiveram uma variação de 7,36% a 37,04%, e os teores de flavonoides variaram de 0,8% a 1,85%. Os extratos etanólicos e hidroalcoólicos, com hidromódulo 1:5, apresentaram maiores valores de polifenóis totais,

os valores desses compostos aferidos com aparelho de Soxhlet obtiveram a variação de 7,73% a 14,35%, em ambas as relações de hidromódulos (Cunha *et al.*, 2009).

Com a caracterização química dos extratos de geoprópolis coletada nos municípios de Palmeirândia (HAE-2), São Bento (HAE-3) e no município de Fernando Falcão (HAE-1), foi determinada a presença de compostos fenólicos em todas as amostras, havendo divergência entre o teor dos três extratos estudados, o extrato HAE-2 apresentou menor concentração, porém compreendeu a maior concentração de flavonoides. Houve detecção de triterpenos em HAE-1 e HAE-2, mas não teve em HAE-3; não obteve detecção de alcaloides nas amostras (Liberio *et al.*, 2011).

A análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM) forneceu uma caracterização detalhada dos constituintes da geoprópolis de abelhas da espécie *M. fasciculata* da cidade de Palmeirândia, sendo os principais: carboidratos e seus derivados, triterpenos, ácido anacárdico, alquilresorcinóis e álcoois de açúcar, contribuindo assim para maior entendimento das propriedades químicas dessa substância (Araújo; Bosco; Sforcin, 2016).

No batume da microrregião do Alto Mearim e Grajaú a fração acetato de etila (57,89%) e o extrato hidroalcolico de geoprópolis (47,78%) apresentaram os maiores teores de fenólicos totais, e foram mais eficazes contra o radical DPPH. Ao serem analisadas suas composições químicas por HPLC/UV-vis e HPLC-DAD-MS/MS, os compostos encontrados foram: ácido gálico, HHDP-galoilglicose, hexa-hidroxi-difenoilglicose (HHDP-glicose), di-HHDP-glicose, glicose trigaloil, Isômero HHDP-digaloilglicose, dilactona de ácido valoneico, isômero trisgaloil-HHDP-glicose, di-HHDP-galoilglicose, trigaloil-HHDP-glicose e ácido elágico (Dutra *et al.*, 2014).

No nordeste do Brasil, em Palmeirândia (Maranhão), os compostos químicos da geoprópolis foram investigados por meio de análise GC-MS, sendo identificados os seguintes produtos químicos e classes químicas : carboidratos e seus derivados, hexoses, dissacarídeos, ácido glucurônico, pentoses, triterpenos, lupeol, beta-amirina, cetona triterpênica, alfa-amirina, beta-amirenona, alfa-amirenona, ácido anacárdico, isômero do ácido heptedecenil salicílico, isômero do ácido nonadecenil salicílico, ácido nonadecenil salicílico, ácido heptedecenil salicílico, ácido pentadecil salicílico, alquilresorcinóis, heptadecilresorcinol, nonadecenilresorcinol (isômero), heptadecenilresorcinol, pentadecilresorcinol, nonadecenilresorcinol, heptedecadienilresorcinol, álcoois de açúcar, xilitol, glucitol, álcool de açúcar, Inositol, glicerol, ácido metilmalônico e outros (Araújo *et al.*, 2015).

Em relação aos aspectos físico-químicos, as amostras de geoprópolis de *M. fasciculata* coletada em Santa Maria do Tocantins, apresentaram uma perda por dessecação a 105 °C de  $3,11 \pm 0,03\%$  m/m, teor de cinzas de  $1,40 \pm 0,04\%$  m/m e o teor de cera de  $0,95 \pm 0,91\%$  m/m sendo esses resultados expressos em média e desvio padrão. Quanto ao teor de compostos fenólicos totais, medido pelo método Folin-Ciocalteu foi de  $631,29 \pm 4,22$  (média e desvio padrão). No que diz respeito aos compostos fenólicos identificados por HPLC, a análise revelou a presença de ácido gálico, catequina, galocatequina e hesperidina (Araújo *et al.*, 2016).

Os extratos hidroalcoólicos de geoprópolis (HEG) pesquisados por Batista *et al.* (2016), oriundos dos municípios de Palmeirândia e Fernando Falcão, região Nordeste do Brasil (MA) que correspondem a duas regiões fitogeográficas distintas, várzea e cerrado, foram submetidos a análises de sua composição química por GC/MS. Os resultados revelaram uma diversidade de componentes, incluindo ácidos graxos como palmítico, esteárico, linoleico, melíssico e octenóico, bem como ácidos orgânicos como glicólico, glucônico e quínico.

Além disso, foram identificados açúcares como glicose, frutose, manose, arabinose, galactose, fucose, sorbose, xilose, ribose e aucubina, juntamente com álcoois como eritritol, arabitol, sorbitol, glicerol, xilitol e inositol. Dentre os ácidos fenólicos presentes estão o protocatecuico, gálico e elágico. Também foram detectados triterpenos como ácido urs-12-en-24-oico, 3-oxo,  $\beta$ -amirina, triterpeno desconhecido, cicloursano e cicloartenol, assim como os esteroides lanosterol e acetato de lanosterol (Batista *et al.*, 2016).

Barboza *et al.* (2019) ao realizar a caracterização do perfil químico de duas amostras de geoprópolis de *M. fasciculata* de meliponários da região da Baixada maranhense, Maranhão, denominados EHGv (extrato hidroetanólico de geoprópolis do meliponário de Viana); EHGP (extrato hidroetanólico de geoprópolis do meliponário de Pinheiro). Identificaram o meio de ensaio fotoquímico em EHGv, taninos condensáveis, antocianidinas, antocianinas, saponinas, esteroides, triterpenos, enquanto que no EHGP foram encontrados saponinas, esteroides e triterpenos.

A análise por cromatografia em camada delgada (CCD) revelou bandas de coloração lilás nas amostras, indicando a presença de saponinas, terpenos e esteroides. O cromatograma evidenciou a predominância de compostos apolares nos tempos de retenção a partir de  $T_r \cong 40$  minutos nos extratos EHGv e EHGP, indicando similaridade no perfil cromatográfico entre elas. Esses resultados provenientes de CCD e HPLC,

confirmam a predominância de compostos apolares e a presença das classes saponinas, terpenos e esteroides, corroborando com dados da literatura (Barboza *et al.*, 2019).

A análise por GC/MS identificou vinte e três compostos em HEG e nas frações da geoprópolis advinda do cerrado do Maranhão (Fernando Falcão). Os ácidos graxos presentes incluem ácido palmítico, ácido oleico, ácido esteárico, ácido behênico, ácido lignocérico. O ácido orgânico identificado foi o ácido quínico. Ácidos fenólicos como ácido gálico, ácido elágico, ácido protocatecuico, também foram detectados. Quanto aos triterpenos foram encontrados  $\beta$ -amirina, lupenona, ácido oleanólico. Entre os esteroides identificados estão campesterol, estigmasterol,  $\beta$ -sitosterol. Foi confirmada a presença de açúcares como frutose, glicose, manose e xilose. Além da detecção de álcoois como glicerol, xilitol e inositol (Dutra *et al.*, 2019).

Da geoprópolis da abelha *M. fasciculata*, de amostra proveniente da Escola Agrícola de Blumenau (VO102) foram obtidos óleos voláteis (VO) por hidrodestilação, sendo estes líquidos de coloração amarelada e odor amadeirado. Os rendimentos dos VO foram calculados utilizando a relação entre a massa de geoprópolis e a massa de óleo tendo como resultado 0,19 (% peso/ peso), e a densidade relativa de  $0,996 \pm 0,041$  (Storch Portal *et al.*, 2023).

### **Atividade antioxidante**

As amostras de geoprópolis provenientes de *M. fasciculata*, coletadas em Santa Maria do Tocantins, revelaram uma notável atividade antioxidante, medida por meio do ensaio DPPH, com um valor médio de  $CE_{50}$  de  $29,81 \pm 2,49$   $\mu\text{g/mL}$ . Demonstrando a capacidade dessas amostras em neutralizar o radical DPPH, ressaltando desse modo seu potencial antioxidante (Araújo *et al.*, 2016).

A atividade antioxidante avaliada pelo ensaio DPPH (método que mede a capacidade antioxidante em neutralizar radicais livres). Os valores  $IC_{50}$  (concentração que inibe 50% da atividade) variaram de 4,24 a  $44,44$   $\mu\text{g mL}^{-1}$ , indicando uma notável capacidade de neutralização de radicais livres. Os extratos demonstram propriedades redutoras, com valores de 1,29 a  $18,42$   $\text{mmol Fe}^{\text{II}} \text{g}^{-1}$  no ensaio FRAP, ultrapassando até mesmo o padrão Trolox em relação de poder de redução férrica. A correlação negativa constatada entre DPPH e TPC, assim como entre DPPH e FRAP, sugere que extratos com baixos valores  $IC_{50}$  no ensaio DPPH estão associados a um maior conteúdo fenólico e uma maior capacidade redutora (Batista *et al.*, 2016).

### Atividade antimicrobiana

Duailibe; Gonçalves; Ahid (2007) em sua pesquisa observaram que o extrato de geoprópolis da abelha *M. fasciculata* apresentou uma redução significativa no número de *Streptococcus mutans* na cavidade oral, tanto no início quanto ao final do tratamento. Foi demonstrado uma diminuição de 81% do número de colônia de *S. mutans* na maioria das amostras posteriormente estas serem expostas ao extrato. As análises estatísticas revelaram uma diferença significativa na quantidade numérica de *S. mutans* entre as coletas antes e depois do uso do extrato de geoprópolis, indicando um efeito inibitório desse extrato (atividade antimicrobiana). Esses resultados apontam que o extrato de geoprópolis pode ter um impacto benéfico na redução do número de *S. mutans* na cavidade oral, apresentando potencial relevância para saúde bucal a longo prazo.

No estudo de Liberio *et al.* (2011) foram observados efeitos inibitórios da geoprópolis sobre alguns patógenos orais, não havendo toxicidade detectável em camundongos. Apresentando ação antimicrobiana contra *S. mutans* e *Candida albicans*. A atividade contra *S. mutans* foi confirmada através demonstração adicional do efeito antibacteriano de um extrato na viabilidade do biofilme. Nenhuma atividade contra *Lactobacillus acidophilus* foi detectada. Demonstrando que a geoprópolis tem potencial para ser usada para o controle ou prevenção de doenças da cavidade oral, especialmente cárie e candidíase.

Araújo *et al.* (2015), ao analisarem a amostra de geoprópolis obtida do mesmo local (Palmerândia) que o estudo acima, não obtiveram resultado eficiente da atividade antibacteriana contra as cepas *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, isso pode ser relacionado com a metodologia de obtenção de extrato, diferentes métodos de análise ou até mesmo com a flora próximo a colmeia, da qual as abelhas coletam os materiais. Extrato de geoprópolis apresentou atividade inibitória para *S. aureus* e *E. coli*, mas apenas em concentrações elevadas. Os valores de concentração inibitória mínima para 90% para *S. aureus* foram 15,36% (1997 µg/mL) enquanto para *E. coli* foram 13,75% (1788 µg/mL).

Houve uma redução das unidades formadoras de colônias (UFC) para *S. aureus* 24 horas após a incubação com geoprópolis ou com etanol a 70%, porém o efeito inibitório foi observado de modo mais rápido com a geoprópolis. Para *E. coli*, a diminuição de UFC ocorreu após 24 horas de incubação com geoprópolis, mas apenas 9

horas com etanol a 70%. Foi observada ação sinérgica da geoprópolis com o cloranfenicol somente nas cepas de *S. aureus*, mas não nas cepas de *E. coli*. Demonstrando um efeito potencialmente mais forte quando combinado com esse antibiótico específico (Araújo *et al.*, 2015).

### **Ação imunomoduladora**

Liberio *et al.* (2011) em sua pesquisa observaram uma ação imunomoduladora, devido ao aumento de citocinas anti-inflamatórias. Foi avaliada um gel com base adicionado de geoprópolis que foi utilizado topicamente na cavidade oral dos camundongos, por 1 minuto, durante quatro dias sucessivos. No sétimo dia após o tratamento, foi coletada amostras de sangue do plexo retro-orbital, para as análises bioquímicas e imunológicas, das citocinas IFN- $\gamma$ , IL-4, TNF- $\alpha$  e IL-10. Onde houve um aumento significativo na produção de IL-4 e IL-10 no grupo de camundongos que recebeu o gel base com HAE-2(GP), enquanto a produção de IFN-g e TNF- $\alpha$  se manteve inalterada quando comparada aos grupos que não tinham geoprópolis (S e GS).

Em células HEP-2, após o período de 6 horas de incubação, houve uma diminuição expressiva na viabilidade celular quando expostas a concentrações de 50 e 100  $\mu\text{g/mL}$  de extrato de geoprópolis. Nas horas subsequentes: 24, 48 e 72 horas, a diminuição na viabilidade celular foi significativa em concentrações variando de 25 para 100  $\mu\text{g/mL}$ , com uma diminuição progressiva ao longo do tempo. O extrato de geoprópolis, em concentrações não citotóxicas (10, 25 e 50  $\mu\text{g/mL}$ ), influenciou positivamente a produção de citocinas pelos monócitos, apresentando tanto efeitos pro-inflamatórios (aumento do TNF- $\alpha$ ) quanto imunomodulatórios (aumento da IL-10), com concentrações específicas mostrando um perfil imunoestimulatório semelhante ao do LPS (Araújo *et al.*, 2015).

Oliveira *et al.* (2016) observaram que a geoprópolis (GEO) desempenhou um perfil pró-inflamatório ao elevar a expressão de TLR-4 e CD80 e a produção de TNF- $\alpha$ , propiciando a ativação da resposta imune/inflamatória. A combinação da GEO com a doxorrubicina (DOX) não interferiu na viabilidade celular, pois não apresentou efeitos citotóxicos/citostáticos em células THP-1 (uma linhagem celular monocítica de leucemia humana utilizada como padrão para estudo da atividade de monócitos e macrófagos, analisando a viabilidade celular, expressão de marcadores de células e produção de citocinas), além de expressar ação imunomoduladora. Enfatiza-se que concentrações menores de doxorrubicina combinação com geoprópolis produzida por *M. fasciculada*

tem a possibilidade de serem usadas em pacientes oncológicos, inibindo efeitos colaterais e beneficiando-os com as propriedades farmacológicas dessa geoprópolis.

A geoprópolis apresentou potencial para ampliar o efeito anticâncer da doxorubicina (DOX) em células HEP-2, promovendo apoptose e alterações morfológicas, sem interferir na ação da P-gp. A combinação de geoprópolis e DOX demonstrou um notável potencial apoptótico de uso da combinação de geoprópolis em com agentes anticâncer. Isso pode contribuir para a redução da concentração dos medicamentos e minimizar os efeitos colaterais no tratamento do carcinoma epidermoide da laringe humana (Bartolomeu *et al.*, 2016).

### Outras atividades

Os testes de sensibilidade conduzidos em isolados do fungo *Pythium insidiosum* frente a extrato de geoprópolis produzida por *M. fasciculata* e coletados em Palmeirândia, estado do Maranhão, nordeste do Brasil, revelaram efeitos fungistáticos em diferentes concentrações. Decorrido o tempo de 24 horas, somente dois isolados (B-01 e Eq-15) foram inibidos na dose de 3,4 mg mL<sup>-1</sup>, porém, o efeito constatado foi temporário, pois o crescimento desses isolados foi retomado, após 48 horas. Na concentração de 5,0 mg mL<sup>-1</sup>, também foi verificado efeito fungistático para alguns isolados (Eq-3, Eq-4, Eq-12, Eq-14 e Eq-15) comparado à mesma concentração em 24 horas (Araújo; Bosco; Sforcin, 2016).

Na concentração de 7,0 mg mL<sup>-1</sup>, foi obtida ação fungistática para outros isolados (Eq-3, Eq-13 e Eq-15) no mesmo período de tempo. A concentração de 12,5 mg mL<sup>-1</sup> de geoprópolis, demonstrou a ação fungistática mais eficiente, com nenhum crescimento foi observado após 7 dias de exposição (Araújo; Bosco; Sforcin, 2016). Com os resultados dessa pesquisa, destaca-se a capacidade da geoprópolis em inibir o crescimento do fungo *P. insidiosum*, sendo sua eficácia influenciada diretamente tanto pelo tempo de exposição quanto pela quantidade da concentração.

No ensaio de toxicidade aguda conduzido através da exposição dos extratos de geoprópolis de *M. fasciculata* da Baixada Maranhense frente ao modelo zebrafish (*Danio rerio*), resultados indicaram que ambos os extratos apresentaram baixa toxicidade, sendo o EHGP (Pinheiro) com menor toxicidade, com uma concentração de 1222,38 μg/mL, em comparação ao EHG(Viana), que registrou 476,39 μg/mL (Barboza *et al.*, 2019).

Dutra *et al.* (2019) investigaram a atividade anti-leishmania do extrato de geoprópolis (HEG) e suas frações: fração hexânica (HF), fração de clorofórmio (CF), fração de acetato de etila (EAF) e fração hidroalcolólica (HAF) em promastigotas vivos de *Leishmania amazonenses*. O HEG exibiu uma redução dose-dependente na quantidade de promastigotas, alcançando uma IC<sub>50</sub> de 47 µg/ml e inibição completa a 250 µg/ml.

A fração EAF foi a mais ativa, com IC<sub>50</sub> de 29,89 µg/ml e inibição total a 62,5 µg/ml. CF e HAF também exibiram atividade inibitória, com IC<sub>50</sub> de 43,21 µg/ml e 49,48 µg/ml, respectivamente, enquanto FH não apresentou atividade. Quanto à análise de citotoxicidade, HEG e EAF foram menos citotóxicos para os macrófagos comparados com HAF e CF. Ambos HEG e EAF reduziram consideravelmente o número de amastigotas em macrófagos infectados com *L. amazonenses*. Esses achados indicam o potencial de agente anti-leishmania do HEG e suas frações, especialmente EAF (Dutra *et al.*, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas abordadas nesta revisão investigaram as diversas atividades farmacológicas da geoprópolis. Esses estudos foram conduzidos em condições laboratoriais controladas, utilizando células isoladas, cepas de fungos e bactérias, e até mesmo animais. No entanto, são dados preliminares, destacando a necessidade de pesquisas adicionais e ensaios clínicos para estabelecer a dosagem ideal para possíveis medicamentos à base de geoprópolis, tanto pra uso humano quanto na medicina veterinária.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código financiamento 001) e concessão da bolsa de doutorado a Maria da Penha Silva do Nascimento.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K.S.D.S. *et al.* Physicochemical properties and antioxidante capacity of propolis of stingless bees (*Meliponinae*) and *Apis* from two regions of Tocantins, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 1, p. 61-68, 2016.
- ARAÚJO, M.J.A.M. *et al.* The chemical composition and pharmacological activities of geopropolis produced by *Melipona fasciculata* Smith in Northeast Brazil. **Journal of Molecular Pathophysiology**, v. 4, n. 1, p. 12-20, 2015.

- ARAÚJO, M.J.A.M.; BOSCO, S.D.M.G.; SFORCIN, J.M. *Pythium insidiosum*: inhibitory effects of propolis and geopropolis on hyphal growth. **Brazilian journal of microbiology**, v. 47, n. 4, p. 863-869, 2016.
- BARBOZA, J.R. *et al.* Abordagem química e toxicidade em modelo zebrafish de geoprópolis de melipona fasciculata Smith/Chemical approach and toxicity in zebrafish model of geipropolis of melipona fasciculata Smith. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 6, p. 5582-5594, 2019.
- BARTOLOMEU, A.R. *et al.* Combinatorial effects of geopropolis produced by Melipona fasciculata Smith with anticancer drugs against human laryngeal epidermoid carcinoma (HEp-2) cells. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 81, p. 48-55, 2016.
- BATISTA, M.C.A. *et al.* Chemical composition and antioxidant activity of geopropolis produced by Melipona fasciculata (Meliponinae) in flooded fields and cerrado areas of Maranhão State, northeastern Brazil. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 3, p. 315-322, 2016.
- CHUTTONG, B. *et al.* Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South east Asia (Thailand). **Food chemistry**, v. 192, p. 149-155, 2016.
- CUNHA, M.S. *et al.* Padronização de extrativos de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith (túbu). **Cadernos de Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 31-38, 2009.
- DE SOUZA, S.A. *et al.* Characterisation of phenolic compounds by UPLC-QTOF-MS/MS of geopropolis from the stingless bee *Melipona subnitida* (jandaíra). **Phytochemical analysis**, v. 29, n. 6, p. 549-558, 2018.
- DUAILIBE, S.A.D.C.; GONÇALVES, A.G.; AHID, F.J. Effect of a própolis extract on *Streptococcus mutans* counts in vivo. **Journal of Applied Oral Science**, v. 15, n. 5, p. 420-423, 2007.
- DUTRA, R.P. *et al.* Antileishmanial activity and chemical composition from Brazilian geopropolis produced by stingless bee Melipona fasciculata. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 287-293, 2019.
- DUTRA, R.P. *et al.* Avaliação farmacognóstica de geoprópolis de Melipona fasciculata Smith da Baixada maranhense, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 557-562, 2008.
- DUTRA, R.P. *et al.* Phenolic acids, hydrolyzable tannins, and antioxidant activity of geopropolis from the stingless bee Melipona fasciculata Smith. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62, n. 12, p. 2549-2557, 2014.
- ICMBIO. **Portaria nº 665, de 3 de novembro de 2021**. Institui o Catálogo Nacional de Abelhas-Nativas-Sem-Ferrão. Brasília: ICMBio, 2021.
- LIBERIO, S.A. *et al.* Antimicrobial activity against oral pathogens and immunomodulatory effects and toxicity of geopropolis produced by the stingless bee Melipona fasciculata Smith. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2011.
- OLIVEIRA, L.P.G. *et al.* Immunomodulatory/inflammatory effects of geopropolis produced by Melipona fasciculata Smith in combination with doxorubicin on THP-1 cells. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 68, n. 12, p. 1551-1558, 2016.

- SILVA, E.C.C.D. *et al.* Constituintes fenólicos e atividade antioxidante da geoprópolis de duas espécies de abelhas sem ferrão amazônicas. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 628-633, 2013.
- STORCH PORTAL, A. *et al.* Composition, antibiofilm, and antibacterial potential of volatile oils from geopropolis of different stingless bees' species. **Chemistry & Biodiversity**, v. 20, n. 8, p. e202300592, 2023.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). 2 ed. Brasil, 2018.
- VIT, P.; PEDRO, S. R.M.; ROUBIK, D. (Ed.). **Pot-honey: a legacy of stingless bees**. Springer Science & Business Media, 2013.

## Importância do processo de reconversão pecuária na sustentabilidade dos sistemas de produção animal: Revisão de Literatura

Maria da Penha Silva do Nascimento<sup>1</sup>; Francisca Neide Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

Reconversão Pecuária consiste na introdução de manejos mais ecológicos e sustentáveis, visando otimizar a produção animal, sem promover a degradação das pastagens, utilizando-se das metodologias dos sistemas agroflorestais, que reduz os gastos com adubações, favorece o desempenho dos animais e promove maior renda ao produtor. Desse modo, objetivou-se com esta revisão de literatura reunir informações sobre a influência do processo de Reconversão Pecuária na sustentabilidade dos sistemas de produção animal. Para tanto, realizou-se uma busca nas principais bases de dados e na literatura cinza (*Google acadêmico*), selecionando artigos científicos relevantes para compor o estudo, publicados nos idiomas Inglês, Espanhol e Português, sem restrição de período de publicação. Dessa maneira, esta revisão de literatura encontra-se fragmentada nos seguintes tópicos: *Impactos da Pecuária na Saúde Única; Viabilidade da Produção Agropecuária Sustentável; Importância dos Sistemas Integrados de Produção Animal, Conservação e Fertilidade do Solo em Sistemas Agropecuários Sustentáveis*. Mediante ao exposto, podemos compreender que a influência dos processos de Reconversão Pecuária na produção animal, adotados por meio da implementação de práticas sustentáveis, adotadas de modo assertivo, corrobora para a manutenção da saúde única, conservação dos componentes do sistema como um todo e, principalmente quanto à manutenção dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, ao restituir os nutrientes necessários para a manutenção da biota natural, dando subsídios para a recuperação das áreas de pastagens degradadas. Portanto, o processo de Reconversão Pecuária é vital para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, visto que o manejo responsável dos recursos naturais renováveis e não renováveis, necessários à manutenção dos sistemas produtivos, dão margem a continuidade das atividades agropecuárias e a preservação do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Agropecuária regenerativa, Práticas sustentáveis, Preservação ambiental, Sistemas agroflorestais.

### INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira assume grande importância quanto ao suprimento de alimentos para a população mundial. Os sistemas de produção animal são alicerçados em pastagens, e a intensificação da produtividade dos sistemas de produção, realizada mediante a utilização de práticas de gestão, estratégias de suplementação animal, seleção

de cultivares mais eficientes e utilização de adubação nitrogenada, elevam os riscos de compactação do solo, em decorrência do aumento na taxa de lotação e do pisoteio animal (Gurgel *et al.*, 2020).

A produção dos produtos de origem animal vem reduzindo a disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis, poluindo e consumindo estes recursos em ritmo superior aos níveis de renovação. Além de prejudicar as interações existentes entre os ciclos biogeoquímicos dos quais depende a vida no planeta terra, conseqüentemente, está ocorrendo a aceleração das mudanças climáticas, resultantes da liberação dos gases de efeito estufa (GEE) e outros impactos ambientais, como desmatamento e a redução drástica da biodiversidade (Brügger, 2018).

Dessa forma, o modelo agropecuário predominante no Brasil, fundamentado inicialmente nos princípios da Revolução Verde, tem sido responsável pelo comprometimento e dilapidação de recursos naturais não renováveis, impactos ambientais, ineficiência energética, redução da capacidade produtiva e insegurança alimentar (Silva *et al.*, 2013). Por isso, as formas de produção agropecuária necessitam de técnicas inovadoras de manejo, que deem subsídios para a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Nesse contexto, a Reconversão Pecuária (RP) consiste na introdução de manejos mais ecológicos e sustentáveis, visando otimizar a produção animal sem promover a degradação da área, utilizando-se das metodologias dos sistemas agroflorestais (SAF), que reduz os gastos com adubações, favorece o desempenho dos animais, por meio da minimização do stress térmico provocado pelas altas temperaturas e promove maior renda ao produtor, por apresentar maiores receitas com a venda dos animais e dos outros componentes do sistema (Cangussu *et al.*, 2020).

Além disso, os agroecossistemas que praticam a RP são ecologicamente saudáveis, resilientes e favorecem a manutenção dos recursos hídricos. Dessa maneira, desenvolver e implementar protocolos de gestão regenerativa nos sistemas de produção agropecuários é fundamental para garantir a sustentabilidade a longo prazo (Teague, 2018). Dessa forma, os SAF surgem como uma alternativa viável para a sustentabilidade ambiental, pois favorecem a recuperação do solo e, ao mesmo tempo, contribuem para a mitigação dos custos demandados pela atividade a médio prazo, mediante a obtenção dos produtos agrícolas e florestais, além do beneficiamento resultante do estabelecimento de um agroecossistema biodiversificado (Miccolis *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a RP possibilita a gestão adequada dos recursos ambientais, mediante a adoção de práticas regenerativas, vem ganhando destaque, principalmente pelos benefícios que proporciona aos agroecossistemas e ao meio ambiente como um todo. Assim, o processo de RP apresenta vantagens em relação às formas tradicionais de produção agropecuária mediante a redução do uso de medicamentos, fertilizantes e suplementos (Cangussu *et al.*, 2020).

Desse modo, objetivou-se com esta revisão de literatura reunir informações acerca da importância do processo de Reconversão Pecuária na sustentabilidade dos sistemas de produção animal, de acordo com a visão de diferentes estudiosos, possibilitando oportunizar àqueles que ainda não possuem uma linha de pensamento formada sobre o assunto construí-la, das premissas às conclusões. Para tanto, realizou-se uma busca nas principais bases de dados e na literatura cinza (*Google acadêmico*), para selecionar artigos científicos relevantes para compor o estudo, publicados nos idiomas Inglês, Espanhol e Português, sem restrição de período de publicação.

### **Impactos da Pecuária na Saúde Única**

A pecuária apresenta baixa diversidade ecológica e pouca homogeneidade genética, o que confere vulnerabilidade aos cultivos, resultando em infestações de ervas daninhas, invasões de insetos, epidemias e impactos ocasionados pelas mudanças climáticas (Altieri; Nicholls, 2021).

O controle das pragas, geralmente, é realizado por meio da aplicação de defensivos agrícolas, que se acumulam no solo, no ar e nas águas, e ainda geram custos associados aos efeitos tóxicos agudos e crônicos, desencadeados pela presença de resíduos de pesticidas nos alimentos causando impactos negativos para a saúde pública. Além do mais, os pesticidas utilizados em larga escala mundial são imunossupressores, e podem deflagrar efeitos adversos na saúde humana como alterações transitórias ou permanentes do sistema imunológico (Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016; Altieri; Nicholls, 2021).

Do ponto de vista orgânico, a não utilização de defensivo agrícolas no processo de RP se reflete na manutenção sustentável da atividade agropecuária, pois apresenta como vantagem a redução da poluição ambiental por produtos químicos, que possuem custos elevados, o que encarece e inviabiliza a manutenção dos sistemas produtivos (Binde, 2021).

Além disso, a utilização desenfreada dos inseticidas causa a diminuição de espécies como polinizadores, inimigos naturais das pragas, assim como borboletas e besouros, aves e a biota do solo, que contribuem com a geração de serviços ecológicos fundamentais para manter a viabilidade e a perenidade dos cultivos agrícolas. Nesse sentido, os pesticidas aumentam os efeitos deletérios sobre as comunidades e seus habitats, resultando na perda da biodiversidade, que incide, diretamente, na produção de alimentos e na gestão dos sistemas de promoção da saúde humana (Altieri; Nicholls, 2021).

Enquanto isso, os antimicrobianos (ATM) são utilizados na produção animal para fins terapêutico, metafilático, profilático e como aditivos alimentares melhoradores de desempenho. Atuam impedindo o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos, como forma de restabelecer a saúde dos animais, reduzem os índices de morbidade e mortalidade, propiciando melhorias produtivas e sanitárias, e conseqüentemente, maior qualidade e seguridade dos alimentos de origem animal (Lees *et al.*, 2019).

Dessa forma, o tratamento com antimicrobianos é importante para a sanidade animal e previne a transmissão de zoonoses e patologias veiculadas por alimentos. No entanto, a presença de resíduos de antimicrobianos torna a matéria-prima imprópria para a indústria e o alimento inadequado para o consumo humano, causando prejuízos sociais e econômicos (Lobato; De Los Santos, 2020), pois estes são altamente resistentes a tratamentos térmicos e a presença nos alimentos consiste em prejuízos à saúde pública, podendo levar a problemas de hipersensibilidade, choque anafilático, efeitos tóxicos e carcinogênicos (Pereira; Scussel, 2017).

Neste sentido, a utilização de antibióticos e promotores de crescimento de forma indiscriminada na pecuária, além do alto custo econômico e poluidor, apresenta efeitos negativos na saúde humana ao propiciar condições de resistência de estirpes patogênicas aos medicamentos de uso veterinário, costumeiramente, utilizados nos tratamentos de infecções causadas por bactérias como *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. (Altieri; Nicholls, 2021).

Diante disso, a resistência aos antimicrobianos (RAM) é uma preocupação na Medicina Humana e Veterinária, pois as bactérias e genes relacionados a resistência aos antimicrobianos podem ser propagados no meio ambiente, afetando a economia e segurança mundial, tornando-se um agravo para a Saúde Única (Compri *et al.*, 2020; Zhuang *et al.*, 2021). Assim, deve-se considerar as recomendações de utilização como a escolha correta do princípio ativo ao qual o agente infeccioso é suscetível, a correta

administração no animal e respeitar aos períodos de carência dos produtos de uso veterinário para a produção animal (Pereira; Scussel, 2017).

Dessa forma, o surgimento de espécies resistentes aos antimicrobianos e o efeito poluidor dos defensivos agrícolas, tornam os consumidores expostos à nocividade dos resíduos antimicrobianos e contaminantes químicos, evidenciando a necessidade de readequação das técnicas para o controle de patologias que acometem humanos e animais, além de novas estratégias de manejo para lidar com os vários tipos de endemias emergentes e reemergentes e prevenir possíveis problemas de saúde pública.

### **Viabilidade da Produção Agropecuária Sustentável**

As práticas agropecuárias atuais são responsáveis pela redução da diversidade de espécies, o que limita a disponibilidade e a qualidade nutricional dos alimentos, e levanta preocupações relacionadas a resiliência do sistema agroalimentar mundial, pois a diversidade de culturas é um ponto-chave que assume grande relevância na adequação das práticas de cultivo, principalmente quando se trata da instabilidade na oferta de alimentos, provocada pelo agravamento das mudanças climáticas (Altieri; Nicholls, 2021).

Nesse contexto, as práticas agrícolas tradicionais são insustentáveis e de alto consumo dos recursos naturais. Logo, para que se consiga garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários, a longo prazo, faz-se necessário que a produção agrícola seja guiada por políticas que visem a utilização de protocolos de cultivo regenerativo (Teague, 2018).

Assim, as transformações recentes no meio agrário, provocadas pelo paradigma da sustentabilidade e pela agricultura de baixo carbono, tem motivado a reorganização dos sistemas produtivos, e incentivado a implantação de sistemas de manejos mais sustentáveis (Lima; Gama, 2018). Visto que, a perda da diversidade cultural e a homogeneização dos agroecossistemas resultam em consequências desafiadoras para o fornecimento dos serviços ecossistêmicos e para a recuperação dos sistemas agroalimentares (Altieri; Nicholls, 2021).

Em vista disso, os SAF são considerados como uma alternativa altamente rentável, por apresentarem alta capacidade produtiva e ao mesmo tempo, possibilitam a recuperação de solos degradados. Permite ainda a otimização da renda do produtor, por meio da inserção de outras atividades produtivas no mesmo espaço físico, como a

polinização e a apicultura, por meio do favorecimento da diversidade ambiental do sistema produtivo (Binde, 2021).

Dessa maneira, os inúmeros benefícios nesses sistemas são advindos das interações biológicas entre os componentes do sistema que podem ser observados por meio das melhorias na qualidade física e biológica do solo, no sequestro de carbono, na minimização dos gastos com insumos, pois com a reforma das pastagens a proporção de grãos, utilizados na formulação das dietas dos animais será aumentada, além de reduzir a demanda por defensivos agrícolas e melhorar o aproveitamento da mão de obra (Silva *et al.*, 2020).

Nesse sentido, a gestão adequada dos recursos ambientais, por meio da adoção de práticas regenerativas do solo resultará em agroecossistemas sustentáveis e resilientes, melhorando os serviços ecossistêmicos essenciais e, conseqüentemente, a rentabilidade agropecuária (Teague, 2018). Desse modo, os benefícios advindos do processo de RP é possível graças à manutenção da biodiversidade dos SAF, proporcionada pela extinção de insumos externos e conservação dos recursos naturais, dando espaço para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos que permitem uma produção agropecuária limpa e, ambientalmente sustentável.

### **Importância dos Sistemas Integrados de Produção Animal**

A crescente demanda da população mundial por alimentos favorece a intensificação das produções agrícolas, que implica diretamente na redução da qualidade e fertilidade do solo necessitando de medidas de recuperação de áreas degradadas. Neste processo, a sustentabilidade dos sistemas terrestres está intimamente ligada à qualidade do solo, que advém da manutenção da eficiência da atividade biológica do ecossistema, do equilíbrio ambiental e da promoção da saúde das plantas e dos animais (Binde, 2021).

Diante disso, os Sistemas Integrados de Produção Animal (SIPA) são implantados em diferentes arranjos. O sistema integração lavoura-pecuária (ILP) ou agropastoril integra os componentes agrícola e pecuário em consórcio, sucessão ou rotação, numa mesma área, em um mesmo ano agrícola ou durante muitos anos (Ferreira *et al.*, 2019). Os benefícios nesse sistema estão no mutualismo entre gramíneas e leguminosas, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), levando à diminuição da utilização de fertilizantes artificiais melhorando a viabilidade e a sustentabilidade desse sistema (Silva *et al.*, 2020).

Enquanto que, o sistema integração lavoura-pecuária (IPF) ou silvipastoril integra o componente florestal e pecuário em consórcio (Paciullo *et al.*, 2009). As benfeitorias desse sistema para a produção animal estão na inclusão do componente arbóreo, que proporciona, dentre outros benefícios, a manutenção e os incrementos nos níveis da matéria-orgânica no solo, em virtude da decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos, favorecendo o desenvolvimento das pastagens (Silva *et al.*, 2020).

Já o sistema Integração Lavoura Floresta (ILF) ou silviagrícola integra o componente florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com utilização de culturas agrícolas, em cultivos perenes ou anuais (Bolfé; Batistella, 2011). Nesse tipo de sistema, a utilização da floresta é benéfica, desde a produção de madeira, aumentando a rentabilidade e o bem-estar animal, pois a inserção das árvores que modificam o microclima e influencia a quantidade e qualidade da forragem produzida, sendo associadas às melhores condições de conforto térmico dos animais. Além disso, o sombreamento provoca mudanças no comportamento ingestivo dos animais, como aumento no consumo de forragem e no ganho de peso de animais em pastejo (Paciullo *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2020).

E por último, o sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou agrossilvipastoril, que consiste na conciliação dos componentes agrícola, pecuário e florestal no sistema produtivo, na mesma área, implantado sem plantio consorciado, sequencial ou rotacionado, aproveitando as sinergias existentes entre eles para a produção de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia entre outros. Assim, o sistema ILPF surge como uma alternativa altamente viável quando comparada aos sistemas agrícolas convencionais, principalmente, pelo grande potencial agregador de otimização da qualidade do solo, sobretudo no que tange ao aumento dos estoques de carbono, em curto e médio prazo (Lima; Gama, 2018).

Adiciona-se a isso, a alta produtividade de alimentos, além da lucratividade por meio da exploração econômica de mais de um produto extraídos desses tipos de sistemas (Binde, 2021). Assim, a interação entre culturas, adotadas nos SIPA, possibilita a adoção da rotatividade no uso de sistemas de produção agropecuária, permitindo a conservação natural, principalmente em áreas de solo degradados, obtendo maior qualidade do produto final (Silva *et al.*, 2020).

De modo geral, a implantação dos SAF apresenta benefícios significativos no sequestro de carbono e impactos diretos sobre a qualidade e regeneração natural do solo, melhorando a infiltração da água, fertilidade e formação do solo, ciclagem de nutrientes,

resultando em melhorias nos atributos físicos e químicos do solo; além da conservação da biodiversidade e aumento da estabilidade e resiliência do ecossistema (Teague, 2018; Binde, 2021).

Desse modo, os sistemas integrados podem ser classificados como sistemas de produção sustentáveis, visto que a integração permite a produção de uma mesma quantidade, ou produzir mais, sem necessitar da incorporação de novas áreas produtivas.

### **Conservação e Fertilidade do Solo em Sistemas Agropecuários Sustentáveis**

A agropecuária convencional, pautada no monocultivo tem sido apontada há décadas, como umas das atividades produtivas que mais causam impactos negativos ao solo e ao meio ambiente como um todo. Enraizado por questões culturais, esse tipo de manejo ainda é um dos mais utilizados atualmente, mesmo necessitando de níveis elevados de investimentos em alta tecnologia. Como consequência do esgotamento dos recursos naturais ocorre o abandono da área, por tornar-se improdutivo em meio as características de compactação do solo e redução drástica da biota ali presente (Binde, 2021).

Portanto, a manutenção da qualidade dos solos é essencial para o desenvolvimento das atividades agropecuárias. Contudo, o pisoteio dos animais, resultante de pastejos intensos e frequentes, é a causa preponderante da compactação do solo, que reduz a quantidade de macroporos afetando negativamente o desenvolvimento e a penetração das raízes, causados pela diminuição da taxa de mineralização da matéria-orgânica e difusão lenta de nutrientes e de oxigênio no solo, o que contribui, diretamente, para a degradação das pastagens, prejudicando a nutrição e a produtividade das forrageiras (Gurgel *et al.*, 2020).

Uma medida preventiva que pode ser adotada é o sistema de plantio direto, que traz vários benefícios significativos, oriundos da rotação na produção de grãos com pastagens perenes, que confere aporte mineral aos sistemas, por meio da transformação dos resíduos vegetais em matéria-orgânica e a redução da compactação do solo (Lima; Gama, 2018).

Desse modo, a adoção de medidas conservacionistas no que tange ao manejo adequado do pasto e do pastejo, como o ajuste da taxa de lotação, o controle do pastejo, mediante à manutenção das condições estruturais do dossel das forrageiras, visando a perenidade do pasto, a otimização e a proteção do solo, preferencialmente, em plantio direto, visando manter a cobertura vegetal do solo. Pois, a deposição de matéria-orgânica

e a conservação do solo e dos recursos hídricos contribuem para o equilíbrio nutricional das plantas e da microbiota do solo, além de auxiliarem na manutenção das condições físicas, químicas e biológicas do solo garantindo o funcionamento adequado do sistema produtivo (Gurgel *et al.*, 2020).

A atividade microbiana na rizosfera está intimamente ligada aos atributos físicos e químicos do solo por meio da ciclagem de nutrientes, sofrendo influência tanto na transformação da matéria-orgânica, quanto na estocagem de carbono e nutrientes (Branco; Prates Junior, 2022). Nesse sentido, os micro-organismos presentes no solo são indicadores diretos da qualidade e da viabilidade de uma determinada área, pois além de estarem envolvidos na ciclagem de nutrientes fazem parte da biota do solo, e a avaliação de determinados grupos microbianos, mediante à quantificação de bactérias e fungos, por exemplo podemos obter indícios da sucessão dos processos bioquímicos que ocorrem em determinado solo (Mergulhão *et al.*, 2019).

A aplicação de nitrogênio ( $N_2$ ), na forma de compostos químicos, pode trazer vários prejuízos ao meio ambiente, pois seu excesso ocasiona a eutrofização dos ecossistemas aquáticos e poluição atmosférica. Dessa forma, as práticas de manejo que possibilitam o aproveitamento atmosférico por micro-organismos diazotróficos têm se apresentado como estratégias viáveis para que os sistemas de produção sejam mais sustentáveis e equilibrados do ponto de vista ecológico (Branco; Prates Junior, 2022).

Nesse sentido, a adoção de práticas conservacionistas que visam interromper a utilização de insumos agroquímicos, que destroem a biodiversidade e afetam a saúde humana, animal e ambiental, em detrimento do aumento exacerbado da produtividade, por práticas que dão subsídios para a manutenção da vida selvagem, dos polinizadores e da diversidade natural de pragas específicas, podem auxiliar na utilização de modalidades inovadoras de controle biológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura consultada, pode-se compreender que a influência dos processos de Reconversão Pecuária na produção animal, adotados por meio da implementação de práticas sustentáveis, adotadas de modo assertivo, corrobora para a manutenção da saúde única, conservação dos componentes do sistema como um todo, e principalmente quanto à manutenção dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, ao restituir os nutrientes necessários para a manutenção da biota natural, dando subsídios para a recuperação das áreas de pastagens degradadas.

Portanto, o processo de Reconversão Pecuária é vital para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, visto que o manejo responsável dos recursos naturais renováveis e não renováveis, necessários à manutenção dos sistemas produtivos, dão margem a continuidade das atividades agropecuárias e a preservação do meio ambiente.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código financiamento 001) e concessão da bolsa de doutorado a Maria da Penha Silva do Nascimento.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 57, 2021.
- BINDE, D. R. Eficiência do uso de sistemas agroflorestais sucessionais na recuperação do solo em Flor de Ibez/Barra do Garças-MT. **Revista Panorâmica**, v. 2, 2021.
- BOLFE, E.L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas Silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p.1139 - 1147, 2011.
- BRANCO, J.S.; PRATES JÚNIOR, P. Fixação biológica de nitrogênio na produção sustentável de forragem. **Revista Edutec**, v. 3, n. 1, 2022.
- BRÜGGER, P. O apocalipse da pecuária: uma síntese caleidoscópica dos riscos e possibilidades de mudança. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 13, n. 2, 2018.
- CANGUSSU, M.A.; ROCHA, T.C.; VIANA, D.C. Livestock Reconversion: a possible trajectory for the sustainability of cattle production in Maranhão, Brasil. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 19, 2020.
- COMPRI, M. *et al.* White paper: bridging the gap between surveillance data and antimicrobial stewardship in the animal sector - practical guidance from the JPIAMR ARCH and COMBACTE-MAGNET EPI-Net networks. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**. v. 75, 2020.
- FERREIRA, G.A. *et al.* Soil organic carbon and nitrogen under heights of *Urochloa ruziziensis* grazing in agro-pastoral system. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 3, p. 352–362, 2019.
- GURGEL, A.L.C. *et al.* Compactação do solo: Efeitos na nutrição mineral e produtividade de plantas forrageiras. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 13 - 29, 2020.
- LEES, P. *et al.* A history of antimicrobial drugs in animals: Evolution and revolution. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**. v. 44, n. 2, p. 137 - 171. 2021.

- LIMA, M.C.D.; GAMA, D.C.O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. **Agroforestalis News**, v. 3, n. 1, p. 31-51, 2018.
- LOBATO, C.L.D.S.; DE LOS SANTOS, J.R.G. Resíduos de Antibióticos no Leite: Causas e Impactos para a Indústria e Saúde Pública. **Science and Animal Health**, v. 7, n. 3, p. 232-250, 2020.
- MERGULHÃO, A.C.E.S.; SILVA, M L.R.B.; LYRA, M.C.C.P. Avaliação do estado microbiológico do solo em área preservada e impactada por mineração no semiárido de Pernambuco. **Ambiência**, v. 15, n. 3, p. 611 – 627, 2019.
- MICCOLIS, A. *et al.* Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: **Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF**, 2016.
- NICOLOPOULOU-STAMATI, P. *et al.* Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. **Frontiers in Public Health**, v. 4, n. 148, 2016.
- PACIULLO, D.S.C. *et al.* Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema Silvopastoril e pastagem de Braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528 - 1535, 2009.
- PEREIRA, M.N.; SCUSSEL, V.M. Resíduos de antimicrobianos em leite bovino: fonte de contaminação, impactos e controle. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 2, p. 170 - 182, 2017.
- SILVA, A.W.L. *et al.* A Sustentabilidade Agropecuária Segundo a Concepção e a Prática de Extensionistas Rurais do Oeste Catarinense. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 2, p. 146 - 159, 2013.
- SILVA, J.W.T; SOUZA, B.M. L.; SILVA, C. M. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Ciência Animal**, v. 30, n. 3, p. 71 - 84, 2020.
- TEAGUE, W.R. Forages and Pastures Symposium: Cover Crops in Livestock Production: Whole-System Approach: Managing grazing to restore soil health and farm livelihoods. **Journal Animal Science**, v. 96, n. 4, p. 1519-1530, 2018.
- ZHUANG, M. *et al.* Distribution of antibiotic resistance genes in the environment. **Environmental Pollution**. v. 285, 2021.

## Neoplasias oculares em cães e gatos: Revisão de Literatura

Lygia Silva Galeno<sup>1</sup>; Tiago Barbalho Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

<sup>2</sup>*Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.*

### RESUMO

Neoplasias oculares são patologias de importância dentro da Oftalmologia Veterinária. Sua apresentação clínica é variável e quando presentes no bulbo ocular, órbita e anexos podem ter consequências para a visão, aparência e conforto ocular do paciente. O olho é formado por três túnicas dispostas de forma concêntrica: a camada externa (túnica fibrosa), a camada média (túnica vascular) e a camada interna (túnica nervosa), além dos anexos. As neoplasias que envolvem especificamente o globo ocular, podem se originar de qualquer uma das três túnicas (fibrosa, vascular e nervosa) ou dos anexos oculares. Os tumores oculares podem surgir de células epiteliais, mesenquimais e redondas, podendo ter diferentes tipos histológicos com base na localização anatômica. O diagnóstico envolve a realização de exame oftalmológico, exame físico geral e exames complementares, incluindo ultrassom, radiografia, citologia e histopatológico. O tratamento adequado depende de vários fatores, por exemplo: tipo histológico, localização, tamanho, extensão da massa, se olho é funcional, expectativa de vida e o grau de desconforto relacionada a lesão. O rápido diagnóstico e o tratamento afetam diretamente no prognóstico dos pacientes.

**Palavras-chave:** Olho, Tumores, Patologia ocular.

### Anatomia do olho

O olho é o órgão da visão e compreende as estruturas do bulbo do olho e seus anexos. Os principais anexos oftálmicos são a pálpebra, a conjuntiva, a terceira pálpebra e o aparelho lacrimal, que são responsáveis pela proteção da superfície ocular (Cook, 2013).

A maior parte das estruturas do olho está localizada na órbita, onde o bulbo do olho fica envolto por tecido adiposo. A órbita é um arcabouço ósseo formado pelos ossos do crânio: frontal, lacrimal, esfenóide, zigomático, palatino e maxilar, estes possuem variações de tamanho e profundidade de acordo com os diversos padrões raciais (Samuelson, 2013).

Os músculos do bulbo do olho são responsáveis pelo suporte do olho na órbita e sua função é permitir a movimentação do olho, constituem-se de quatro músculos retos (medial, lateral, superior e inferior), dois músculos oblíquos (inferior e superior) e o músculo retrator do bulbo (Dyce, 2010).

A irrigação do olho e da órbita é feita principalmente através da artéria oftálmica externa, localizada ventralmente a órbita e é derivada de um ramo da artéria maxilar interna, ramo por sua vez da artéria carótida externa. A inervação do globo ocular e seus anexos é feita por seis nervos cranianos: nervo óptico (II par), nervo oculomotor (III par), nervo troclear (IV par), nervo trigêmeo (V par), nervo abducente (VI par) e nervo facial (VII par). (Samuelson, 2013).

O olho é formado por três túnicas dispostas de forma concêntrica: a camada externa (túnica fibrosa), a camada média (túnica vascular) e a camada interna (túnica nervosa) (Dyce, 2010).

A camada externa (túnica fibrosa) compreende a esclera e córnea, que se unem no limbo, ela é composta de tecido colágeno muito denso que, resistindo à pressão interna, confere forma e firmeza ao olho (Dyce, 2010). A camada média (túnica vascular) é composta pela coróide, pela íris e pelo corpo ciliar (Dyce, 2010). Também é definida por úvea ou trato uveal e se situa profundamente a esclera, à qual se fixa (Dyce, 2010). A camada interna (túnica nervosa) é constituída pela retina e se comunica com o encéfalo pelo nervo óptico. Além desses envoltórios, o olho apresenta o cristalino ou lente, uma estrutura biconvexa transparente que funciona como uma lente e é mantida em posição graças a um ligamento circular, a zônula ciliar (Dyce, 2010).

Além das túnicas, o olho é dividido por câmaras, sendo estas: câmara anterior e posterior. Elas se comunicam entre si através da pupila. A câmara anterior é o espaço entre a córnea e a íris, e a câmara posterior é delimitada pela íris e pela lente. Ambas as câmaras são preenchidas por um líquido fisiológico que recebe o nome de humor aquoso (Constatinescu, 2005).

### **Visão geral das neoplasias oculares**

Neoplasias oculares são patologias de importância dentro da Oftalmologia Veterinária e tem sido descrita com frequência nos serviços veterinários, considerando-se que expectativa média de vida dos animais de companhia aumentou nos últimos anos (Kleiner, 2022). Sua apresentação clínica é bastante variável e quando presentes no bulbo

ocular, órbita e anexos podem ter consequências para a visão, aparência e conforto ocular do paciente, além de apontar possíveis doenças sistêmicas e metastáticas (Miller e Teixeira, 2020; Kleiner, 2022).

As neoplasias oculares podem ter origem primária ou secundária. Tumores primários podem surgir de qualquer estrutura orbitária ou dos anexos, tumores secundários invadem a órbita por extensões de tumores que estão localizados na cavidade oral, nasal e/ou glândulas salivares ou pela formação de metástases nas estruturas oculares e tumores multicêntricos que se apresentam em diferentes localizações anatômicas, incluindo o globo ocular (Grahn; Peiffer, 2021; Kleiner, 2022). As neoplasias que envolvem especificamente o globo ocular, se originam de qualquer uma das três túnicas (fibrosa, vascular e nervosa) ou dos anexos oculares (Wilcock; Pefifer, 1986).

Os tumores oculares podem se manifestar clinicamente como massas e nódulos com tamanhos, colorações e localização variadas, conforme sua classificação histológica e localização anatômica. Hifema, uveíte, ceratites, glaucoma e enoftalmia são sinais clínicos secundários que podem ocorrer em virtude da presença das neoplasias (Dubielzig, 1990; Cassotis *et al.*, 1999, Labelle; Labelle, 2013; Dubielzig, 2017). Todas as neoplasias malignas podem metastatizar para os tecidos oculares em virtude do suprimento vascular e imunológico do olho e da órbita (Adkins *et al.* 1997; Cassotis *et al.*, 1999; Miller; Dubielzig, 2013; Dubielzig, 2017).

O diagnóstico das neoplasias oculares envolve a realização de exame oftalmológico completo, exame físico geral, e exames complementares. Os exames de imagem como ultrassonografia, radiografia e tomografia são fundamentais para estadiamento e avaliação da extensão das lesões. O diagnóstico definitivo é realizado através do exame histopatológico. Exame de imuno-histoquímica se faz necessário para confirmação de alguns tipos histológicos, além de auxiliar na determinação do prognóstico dos pacientes (Hesse *et al.*, 2015; Montianiferreira *et al.*, 2016)

O tratamento adequado das neoplasias oculares depende do tipo histológico, sua localização, tamanho e extensão, se olho é visual, a expectativa de vida do animal, o grau de desconforto relacionada a lesão e as limitações financeiras do responsável (Miller; Teixeira, 2020). Diferentes tipos de terapia são descritas, incluindo cirurgia, criocirurgia, eletroquimioterapia e quimioterapia ou uma combinação destes (Aquino, 2007; Guimarães *et al.*, 2021).

### Neoplasias palpebrais

As neoplasias palpebrais são os tumores oculares mais comuns em cães. Se apresentam clinicamente como formações nodulares que podem acometer a pálpebra superior ou inferior podendo afetar a córnea e resultar em secreção ocular, hiperemia conjuntival e úlcera de córnea. A maioria é benigno, de crescimento lento e com envolvimento unilateral (Krehbiel; Langham, 1975; Carlton, 1983; Aquino, 2007; Wang *et al.*, 2019; Grahn; Peiffer, 2021).

Os tumores palpebrais podem surgir de células epiteliais, mesenquimais e redondas. Estudos de prevalência de neoplasias palpebrais em cães demonstram que 30 a 60% dos tumores são benignos, sendo o Adenoma das Glândulas de Meibômio o mais frequente diagnosticado (Wang *et al.*, 2019).

Os adenomas da glândula de Meibômio são neoplasias benignas comuns em cães idosos e se apresentam clinicamente como massas pedunculadas com um ou mais nódulos que se projetam para fora da margem palpebral, podendo ter diferentes tamanhos (Dubielzig, 2002; Turner, 2010; Dubielzig; Ketring; Albert, 2010). Sua coloração varia de preto a marrom e alguns podem ser rosa pálidos (Yuksel; Gulbahar; Aslan, 2005). Nos pacientes acometidos pode ocorrer a formação de granulomas e inflamação em virtude do aumento na quantidade de secreção lipídica que sai das glândulas e que induz resposta granulomatosa (Dubielzig, 2002; Grahn; Peiffer, 2021).

Na avaliação histopatológicas dos adenomas se observam células glandulares totalmente diferenciadas. Além disso, são encontradas estruturas lobulares de diferentes tamanhos, circundadas por células basais indiferenciadas (Yuksel; Gulbahar; Aslan, 2005).

Os epiteliomas sebáceos são semelhantes aos adenomas das glândulas de meibômio, e se diferenciam histologicamente pela maior quantidade de células basais em relação a células glandulares. Apresentam múltiplas ilhas irregulares de células de reservas basais, que podem conter figuras mitóticas (Saber; Khierandish; Azari, 2012). Clinicamente podem ser mais pigmentados e mais profundos na margem palpebral (Dubielzig; Ketring; Albert, 2010).

Os adenocarcinomas e carcinomas das glândulas de meibômio são raros e podem metastatizar em tecidos adjacentes através da via linfática ou sanguínea (Tavasoli *et al.*, 2012). A apresentação clínica dos adenocarcinomas é semelhante ao calázio, conjuntivite palpebral e carcinoma de células basais (Tavasoli *et al.*, 2012). No exame histopatológico, se destaca características invasivas locais, células epiteliais e basais dispostas em um único alinhamento com vacúolos de gotículas lipídicas no citoplasma (Dubielzig; Ketring; Albert, 2010; Saberi; Khierandish; Azari, 2012).

Os melanomas palpebrais podem ser de dois tipos distintos, sendo o tipo 1 o que surge da pele das pálpebras e geralmente é único com uma massa pigmentada, que possui baixa taxa de recorrência. O tipo 2 surge da massa pigmentada e se estende nas margens palpebrais, estes são mais agressivos localmente e sua remoção deve ser mais expansiva. Estes melanomas, apesar de mais agressivo localmente se comporta de forma mais benigna quando comparado com os melanomas na boca e em outros locais, sendo tratado com sucesso através da cirurgia (Gwin; Gelatt; Peiffer, 1976; Gwin; Gelatt; Williams, 1982).

O tratamento mais utilizado para as neoplasias palpebrais é a exérese cirúrgica, onde realiza-se a ressecção completa da neoplasia (Aquino, 2007). Criocirurgia também pode ser utilizada ou uma combinação de ambas as terapias. Por acometer as pálpebras, é importante preservar ou reconstruir as margens palpebrais afetadas através da correta aposição das suturas. Preservar a anatomia e a função palpebral evitam complicações ao bulbo ocular, lubrificação inadequada, além da estética que é importante para a aceitação dos proprietários (Aquino, 2007).

Nos casos de neoplasias palpebrais que não causam grandes defeitos e não comprometem a margem da pálpebra, é indicado utilizar a técnica de exérese em “V” (Romkes; Klopfleisc; Eule, 2014). Já para neoplasias mais extensas e que causam defeitos maiores que 30% da pálpebra, a cirurgia reconstrutiva é o tratamento mais indicado (Lewin, 2003).

Além dos tumores citados, outras neoplasias que podem acometer a pálpebra de cães, porém com menor frequência incluem o mastocitoma, tumor basocelular e histiocitoma (Wang *et al.*, 2019).

Nos felinos, a neoplasia palpebral mais comum é o carcinoma espinocelular e diferente do que é observado nos cães são invasivos e de cunho maligno. Essa neoplasia

provoca lesões crostosas e hemorrágicas além de descarga ocular e conjuntivite. Podem se localizar na margem palpebral, conjuntiva e terceira pálpebra (Dubielzig; Ketring; Albert, 2010). É agressivo localmente e seu desenvolvimento está associado à exposição ultravioleta, sendo comum em gatos brancos (Slatter, 2005; Newkirk; Rohrbach, 2009; Bioni, 2018).

O carcinoma espinocelular é uma neoplasia agressiva e frequentemente associada a recorrência local, porém as taxas de metástase são baixas (Payne; Lean; Greet, 2009). O tratamento recomendado é a excisão cirúrgica com margem de segurança e quando possível a utilização de terapias complementares como criocirurgia e quimioterapia intralesional para eliminar células tumorais residuais (Dugan *et al.*, 1993; Pigatto *et al.*, 2011).

Como apenas o exame histológico pode revelar o diagnóstico definitivo, todos os tumores removidos devem ser submetidos à análise histopatológica, mesmo que haja suspeita de serem benignos (Tseng; Matsuyama; Macdonald-Dickinson, 2023).

Além do carcinoma espinocelular, o adenocarcinoma de terceira pálpebra também acomete os felinos. Dees *et al.* (2015) avaliou neoplasias de terceira pálpebra em cães e gatos e observou que de 18 casos de neoplasias em felinos, 15 eram adenocarcinoma e 3 eram carcinoma espinocelular, descrevendo uma maior prevalência dessa neoplasia em comparação com o carcinoma espinocelular.

### **Neoplasias da conjuntiva**

Melanoma, carcinoma de células escamosas, mastocitoma, hemangioma, hemangiossarcoma, papiloma, histiocitoma e tumor venéreo transmissível podem afetar a conjuntiva de cães. São neoplasias consideradas raras, em virtude de poucos dados disponíveis em literatura sobre a sua ocorrência e comportamento (Hare; Howard, 1977; Hargis; Lee; Thomassen, 1978; Bonney *et al.*, 1980; Buyukmihci; Stannard, 1981; Gwin; Gelatt; Willians, 1982; Johnson; Brightman; Whiteley, 1988; George; Summers, 1990; Thomsen *et al.*, 1991; Scherlie *et al.*, 1992; Collins; Collier; Miller, 1993; Collier; Collins, 1994; Kilrain; Saik; Jeglum, 1994; Boscos *et al.*, 1998).

Os melanomas conjuntivais tendem a ser malignos e sua recorrência e metástase são comuns. Não foram encontradas correlações entre índice mitótico e probabilidade de recorrência local ou metástase (Collins; Collier; Miller, 1993). Os tratamentos

recomendados envolvem excisão cirúrgica e crioterapia, sendo considerado mais eficazes (Collins; Collier; Miller, 1993)

Os mastocitomas conjuntivais se apresentam clinicamente como inchaços e vermelhidão da conjuntiva. São facilmente diagnosticados com citologia através da punção aspirativa com agulha fina (PAAF) e a excisão cirúrgica é curativa. Possuem baixas taxas de metástase e baixos níveis de recorrência local, diferente do que é observado no mastocitoma cutâneo (Johnson *et al.*, 1988; Barsotti; Marchetti; Abramo, 2007; Fife *et al.*, 2011).

A papilomatose ocorre na conjuntiva palpebral ou bulbar, as lesões são bem demarcadas, ásperas e papilares ou sesséis (Johnson *et al.*, 1988; Barsotti; Marchetti; Abramo, 2007; Fife *et al.*, 2011). O carcinoma de células escamosas da área perilimbal é visto com pouca frequência. Esses tumores tem coloração de branca a rósea, são elevados e papilomatosos (Hargis; Lee; Thomassen, 1978; Gwin *et al.*, 1982).

Hemangiomas e hemangiossarcomas podem atingir a conjuntiva bulbar e invadir a córnea gerando edema e neovascularização. Eles têm a aparência macroscópica de uma massa discreta, vermelha, muitas vezes exoftíca. Esses tumores ocorrem em cães de meia idade e que tem atividades ao ar livre, tendo relação com a exposição solar (Hargis; Lee; Thomassen, 1978; Pirie *et al.*, 2006). A excisão cirúrgica alcança a cura em 90% dos casos. Esses tumores não metastatizam facilmente (Richardson; Deykin, 2021)

Histologicamente, o hemangioma e o hemangiossarcoma são diferentes pelo grau de diferenciação celular e invasão tecidual local. A cirurgia normalmente é curativa, mas a recorrência pode acontecer (Hargis; Lee; Thomassen, 1978; Gwin; Gelatt; Williams, 1982; Pirie *et al.*, 2006). Metástase não foram confirmadas (Hargis; Lee; Thomassen, 1978).

Linfoma e linfossarcoma já foram descritos na conjuntiva e podem se infiltrar, causando espessamento conjuntival (Moore, 1989; Mccowan *et al.*, 2014). Normalmente o linfoma conjuntival está associado ao linfoma sistêmico (Vascellari *et al.*, 2005), mas a apresentação extranodal já foi relatada (HONG *et al.*, 2011).

### **Neoplasias de córnea**

Neoplasias que afetam a córnea em cães e gatos são consideradas raras, quando comparadas às massas originárias da conjuntiva, limbo ou estruturas intraoculares que

envolvem a córnea por extensão (Cazalot *et al.*, 2011). Os tumores corneais de maior ocorrência são o hemangioma, hemangiossarcoma e o carcinoma. Além destes, o papiloma e o linfoma também são descritos em cães (Haeussler *et al.*, 2011) e o fibrossarcoma em gatos (Labelle *et al.*, 2012)

A apresentação clínica das neoplasias corneais é variável e depende do tipo histológico. O carcinoma espinocelular primário da córnea se manifesta como uma massa elevada, multilobulada, rosa e branca. O limbo córneo escleral pode estar envolvido (Latimer; Kaswan; Sundberg, 1987; Ward *et al.*, 1992). A idade média para o aparecimento é de 9,6 anos (Dreyfus; Schobert; Dubielzig, 2011).

A irritação crônica da córnea é um dos fatores que pode levar a ocorrência do carcinoma primário da córnea, e pacientes braquicefálicos com histórico de ceratite crônica tem maior possibilidade de serem acometidos (Ward; Latimer; Askren, 1992; Bernays *et al.*, 1999; Dreyfus; Schobert; Dubielzig, 2011). Além disso, o uso de imunossuppressores como ciclosporina e tacrolimus também podem desempenhar um papel no desenvolvimento do tumor (Dreyfus; Schobert; Dubielzig, 2011). A exposição a radiação ultravioleta também é um fator de risco para o desenvolvimento do carcinoma primário da córnea, induzindo mutação do gene supressor de tumor p53 (Montianiferreira *et al.*, 2008; Takiyama; Terasaki; Uechi, 2010).

O tratamento envolve ceratectomia lamelar e o diagnóstico definitivo é realizado após avaliação histopatológica. Recorrência local pode ocorrer, principalmente nos casos de excisão incompleta (Dreyfus; Schobert; Dubielzig, 2011). Terapias combinadas incluindo criocirurgia e mitomicina C tópica pode diminuir a recorrência do tumor, versus somente a cirurgia isolada (Busse *et al.*, 2008; Karasawa; Matsuda; Tanaka, 2008; Nevile *et al.*, 2015).

Papilomas são neoplasias benignas que podem afetar a córnea ocorrendo comumente em cães jovens e se apresentando clinicamente como um crescimento exofítico e papilomatoso. Podem resultar de papilomavírus e afetar outros locais incluindo boca e pálpebras ou por ceratite crônica. O tratamento para os papilomas em córnea é cirúrgico. Pode-se associar a criocirurgia, diminuindo as chances de recorrência (Bonney *et al.*, 1980; Bernays; Flemming; Peiffer, 1999; Kim *et al.*, 2005; Dubielzig; Ketring; Mclellan, 2010)

Vários outros tumores já foram relatados acometendo a córnea, incluindo linfoma, hemangiomas, hemangiossarcomas, melanocitoma e adenocarcinoma (Donaldson *et al.*, 2006; Haeussler *et al.*, 2011; Bauer; Leis; Sayi, 2015). O linfoma normalmente está associado ao linfoma sistêmico avançado e a presença de envolvimento ocular sugere um grau V de estadiamento da doença. O prognóstico é ruim e o tratamento é direcionado a condição sistêmica (Ota"Kuroki *et al.*, 2014).

Os hemangiomas e hemangiossarcomas se apresentam como massas elevadas, vermelhas e irregulares, e são comumente acompanhadas por extensa vascularização da córnea e edema. Quando possível, a terapia é através da remoção cirurgia e pode ser combinada a criocirurgia (Donaldson *et al.*, 2006; Haeussler *et al.*, 2011). Em lesões extensas e com envolvimento escleral a enucleação pode ser necessária (Donaldson *et al.*, 2006).

### **Neoplasias de terceira pálpebra**

Neoplasias de terceira pálpebra em cães e gatos são incomuns. Diferentes tipos histológicos já foram descritos, incluindo melanoma, papiloma, adenocarcinomas, carcinomas de células escamosas, mastocitomas, papilomas, hemangiomas, hemangiossarcomas, angioqueratomas, linfossarcoma e carcinoma basocelular (Hallstrom, 1970; Saunders; Rubin, 1975; Peiffer *et al.*, 1978; Buyukmihci; Stannard, 1981; Lavach; Snyder, 1984; Wilcock; Peiffer, 1988; Collins; Collier; Miller, 1993; Collier; Collins, 1994; Johnson; Brightman; Whiteley, 1988; Liapis; Genovese, 2004; Rodriguez Galarza *et al.*, 2016).

Os tumores mais comuns nessa localização são os adenocarcinomas, papilomas e melanomas malignos (Schäffer; Pflöghaar; Gordon, 1994). Os papilomas têm superfícies papilares semelhantes a couve-flor. Os carcinomas são firmes, lisos, rosados e em alguns casos podem envolver a glândula (Wilcock; Peiffer, 1988). Os hemangiomas e hemangiossarcomas se manifestam como massas avermelhadas e proliferativos (Saunders; Rubin, 1975; Peiffer; Duncan; Terrell, 1978; George; Summers, 1990; Liapis; Genovese, 2004; Pirie *et al.*, 2006).

O tratamento de neoplasias em terceira pálpebra envolve a ressecção cirúrgica, através de biópsia excisional (Collier; Collins, 1994). Em alguns casos, é necessário a remoção da glândula, quando a mesma está envolvida e o tipo histológico é agressivo

(Wilcock; Peiffer, 1988). A crioterapia é um tratamento considerado eficaz, quando associado a cirurgia (Collins; Collier; Miller, 1993).

Dees *et al.* (2015) realizou um amplo estudo sobre neoplasias de terceira pálpebra em cães e gatos e concluiu que a neoplasia da glândula de terceira pálpebra é relativamente incomum em pequenos animais, especialmente em gatos. Nos gatos, todas as neoplasias do estudo foram malignas, sendo o adenocarcinoma a mais comum. Ademais, o comportamento tumoral do adenocarcinoma foi diferente entre cães e gatos. Nos gatos, foi observado menor tempo de sobrevivência, maior ocorrência de metástases e maiores taxas de recorrência local quando comparado com os caninos.

### **Neoplasias da úvea**

Dentre as neoplasias intraoculares que acometem a úvea (íris, corpo ciliar e coroide), os tumores melanocíticos são os mais comuns (Turner, 2010). O termo melanocitoma é utilizado para neoplasias benignas e melanoma para neoplasias malignas com origem em melanócitos (Goldschmidt *et al.*, 1998). Os tumores intraoculares podem ser primários ou secundários e metastáticos. Estes devem ser diferenciados de cistos da íris, lesões granulomatosas e estafilomas (Hendrix, 2021).

O principal local de desenvolvimento de neoplasias melanocíticas é a úvea anterior, e tanto a íris quanto o corpo ciliar são locais de origem comuns. Com grandes massas, o tecido de origem é muitas vezes difícil de ser determinado, mesmo microscopicamente. O melanocitoma é mais frequente em cães e o melanoma difuso de íris em gatos (Dubielzig; Ketring; Mclellan, 2010; Wilcock; Njaa, 2016).

Os melanocitomas se diferenciam dos melanomas pelo pleomorfismo celular, relação núcleo-citoplasma e índice mitótico. Os tumores são considerados malignos se a morfologia celular inclui nucléolos proeminentes, uma relação núcleo-citoplasma maior que um e mais de quatro figuras mitóticas por 10 campos de aumento (Wilcock; Peiffer, 1986; Bussanich; Dolman; Rootman, 1987; Dubielzig, 1990; Giuliano *et al.*, 1999; Labelle; Labelle, 2013).

Olhos intensamente pigmentados são os mais acometidos por neoplasias melanocíticas uveais e não há uma predisposição por sexo e raça (Dubielzig; Ketring; Mclellan, 2010). São tumores que acometem cães velhos, com idade média de 9 anos. No que diz respeito a apresentação clínica, uma mudança de cor ou um efeito de massa no

olho podem ser as primeiras alterações a serem observadas. Além disso, uveíte, hifema, glaucoma, espessamento de íris, pupilas irregulares, cegueira e dor ocular podem ocorrer. Em cães, o melanoma produz efeito nodular e em gatos ocorre infiltração difusa (Hendrix, 2021).

Nos felinos tumores intraoculares acometem pacientes de meia-idade e mais velhos, com idade média de 10,6 a 11 anos, respectivamente (Dubielzig, 2011). Não há predileção por raça ou sexo (Williams; Gelatt; Gwin, 1981; Peiffer, 1983; Dubielzig, 1990; Dubielzig; Ketring; Mclellan, 2010). A detecção precoce das neoplasias intraoculares e o adequado tratamento são cruciais em virtude da natureza localmente invasiva e do alto potencial metastático da maioria dos tumores intraoculares em felinos (Glaze; Maggs; Plummer, 2021)

O diagnóstico envolve a realização do exame oftalmológico, ultrassom, exame de fundo de olho, gonioscopia e exame histopatológico. É importante descartar metástase de um local distante, fazendo um exame físico completo e realizando exames de estadiamento (Hendrix, 2021). O melanoma é uma neoplasia que apresenta alta variabilidade morfológica, o que gera dificuldade no diagnóstico, sendo necessário muitas vezes a realização de exames complementares como a imuno-histoquímica (Banerjee; Harris, 2000; Koopmans *et al.*, 2014).

Melanomas uveais são capazes de gerar metástases. Para todos os casos de melanoma onde a metástase foi confirmada, características morfológicas agressivas foram identificadas, incluindo índice mitótico, necrose, inflamação, grau de pigmentação, infiltração de células tumorais na córnea e episclera (Wilcock; Peiffer, 1986; Bussanich; Dolman; Rootman, 1987; Dubielzig, 1990).

O tratamento da neoplasia intraocular é determinado através de muitos fatores, incluindo o tipo de neoplasia, a saúde geral do globo ocular e do paciente, a presença de doença metastática e as restrições financeiras do proprietário. Diferentes opções de tratamento incluem: observação, excisão local, enucleação, exenteração e possivelmente eutanásia se a doença metastática for presente (Hendrix, 2021).

Tumores epiteliais iridociliares primários são o segundo tumor ocular mais comum em cães, depois das neoplasias melanocíticas. Afetam cães de meia idade a idosos, sendo as raças golden retriever e labrador retriever as mais predispostas em um estudo (Dubielzig *et al.*, 1998). A apresentação clínica inclui uma massa retroiridal que

pode provocar deslocamento da íris ou do cristalino por um crescimento expansivo e, se o tumor for grande, pode-se observar glaucoma secundário, hifema e dor (Gwin; Gelatt; Williams, 1982).

O tratamento pode envolver a enucleação, embora alguns tumores possam permanecer estáticos durante anos, tornando a cirurgia controversa. A ressecção intraocular local ou a fotoablação a laser podem permitir a manutenção da visão e o conforto ocular (Nasissé; Davidson; Olivero, 1993).

Além do melanoma e do tumor iridociliar epitelial, o linfoma é o tumor intraocular secundário mais comum em cães e gatos e lesões oftálmicas estão presentes em aproximadamente um terço dos cães com a doença sistêmica (Williams, Gelatt; Gwin, 1981; Gwin; Gelatt; Williams, 1982; Corcoran; Peiffer; Koch, 1995). O linfoma ocular solitário pode ocorrer e até 60% dos cães que estão livres da doença sistêmica (Lanza *et al.*, 2018).

### **Neoplasias orbitais**

Neoplasias orbitais em cães e gatos podem ser primárias, metastáticas, multicêntricas ou podem invadir a órbita através de qualquer uma das estruturas que circundam o olho (Spiess; Pot, 2013). Os tumores orbitais tem comportamento agressivo e levam a baixa sobrevida dos pacientes após o diagnóstico (Miller; Dubielzig, 2013).

Flaherty *et al.* (2019) realizou um amplo estudo sobre neoplasias orbitais e verificou a ocorrência de 112 casos em 15 anos sendo as raças de grande porte as mais acometidas, incluindo labrador, golden e boxer. A idade média dos pacientes acometidos é de 9 anos, sem predisposição sexual. Os sinais clínicos envolvem exoftalmia progressiva, desvio do globo ocular, epífora crônica, cegueira e ceratoconjuntivite seca de exposição, sinais normalmente unilaterais (Miller; Teixeira, 2020).

Com relação aos tipos histológicos, diferentes neoplasias podem acometer a órbita canina, incluindo tumores epiteliais, mesenquimais, de células redondas, de origem neural e outros tipos de tumores. Os diagnósticos mais comuns descritos nesse estudo incluíram adenocarcinoma nasal, osteossarcoma, linfoma e meningioma (Flaherty *et al.*, 2019).

O diagnóstico das neoplasias orbitais envolve a realização de exame oftalmológico, além de exame físico, ultrassom oftálmico, exames de estadiamento para a pesquisa de metástase, citologia e exame histopatológico. A tomografia

computadorizada é a modalidade de primeira linha para fornecer imagens diagnosticas adequadas para lesões orbitárias (Mason, 2001; Fhaherty *et al.*, 2019)

A neoplasia orbital abrange uma grande diversidade de tumores, estes podem surgir do próprio olho ou da extensão de neoplasias presentes em outras localizações, incluindo cavidade nasal, oral e glândulas salivares. Dessa forma, os tipos histológicos são variáveis e o tratamento será determinado de acordo com o tipo de neoplasia, a condição clínica do paciente e o estadiamento. O prognóstico para a maioria dos tumores que envolvem a órbita e o nervo óptico é ruim (Miller; Teixeira, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As neoplasias oculares, em sua maioria, possuem características que levam a perda dos tecidos oculares e podem provocar déficits visuais importantes, comprometendo o bulbo ocular. Seu rápido diagnóstico e o tratamento afetam diretamente no prognóstico do paciente e evitam que os olhos afetados sejam enucleados.

## AGRADECIMENOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código financiamento 001) e concessão da bolsa de doutorado a Lygia Silva Galeno.

## REFERÊNCIAS

- ADKINS, J.W. *et al.* Plasmocytoma of the eye and orbit. **International Ophthalmology**, v. 20, n. 6, p. 339-343, 1997.
- AQUINO, S.M. Management of eyelid neoplasms in the dog and cat. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 22, p. 46–54, 2007.
- BANERJEE, S.S.; HARRIS, M. Morphological and immunophenotypic variations in malignant melanoma. **Histopathology**, v.3 6, n. 5, p. 387-402, 2000.
- BARSOTTI, G.; MARCHETTI, V.; ABRAMO, F. Primary conjunctival mast cell tumor in a Labrador Retriever. **Veterinary Ophthalmology**, v. 10, n. 1, p. 60–64, 2007.
- BAUER, B.; LEIS, M.L.; SAYI, S. Primary corneal melanocytoma in a Collie. **Veterinary Ophthalmology**, v. 18, p. 429–432, 2015.
- BERNAYS, M.E.; FLEMMING, D.; PEIFFER, R.L. Primary corneal papilloma and squamous cell carcinoma associated with pigmentary keratitis in four dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 214, p. 215–217, 1999.
- BIONI, L.B.F.F. Carcinoma de células escamosas em felino: relato de caso. **Pubvet**, v. 12, n. 7, 2018.

- BONNEY, C.H. *et al.*; KOCH, S. A.; CONFER, A. W. e DICE, P. F. A case report: a conjunctivocorneal papilloma with evidence of a viral etiology. **Journal of Small Animal Practice**, v. 21, p. 183–188, 1980.
- BOSCOS, C.M. *et al.* Ocular involvement of transmissible venereal tumor in a dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 1, n. 2–3, p. 167–170, 1998.
- BUSSANICH, N.M.; DOLMAN, P.J.; ROOTMAN, J. Canine uveal melanomas: Series and literature review. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 23, n. 4, p. 415–422, 1987.
- BUSSE, C. *et al.* Corneal squamous cell carcinoma in a Border Collie. **Veterinary Ophthalmology**, v. 11, p. 55–58, 2008.
- BUYUKMIHCI, N.; STANNARD, A.A. Canine conjunctival angiokeratomas. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 178, n. 12, p. 1279–1282, 1981.
- CARLTON, W.W. Eyelid neoplasms. In: Peiffer RLJ, ed. **Comparative ophthalmic pathology**. Springfield, IL: Charles C. Thomas, p. 64–86, 1983.
- CASSOTIS, N.J. *et al.* Angioinvasive pulmonary carcinoma with posterior segment metastasis in four cats. **Veterinary Ophthalmology**, v. 2, n. 2, p. 125-131, 1999.
- CAZALOT, G. *et al.* Corneal hemangiosarcoma in a cat. **Veterinary Ophthalmology**, v. 14, Supplement 1, p. 117–121, 2011.
- COLLIER, L.L.; COLLINS, B.K. Excision and cryosurgical ablation of severe periocular papillomatosis in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 204, n. 6, p. 881–885, 1994.
- COLLINS, B.K.; COLLIER, L.L.; MILLER, M.A. Biologic behavior and histologic characteristics of canine conjunctival melanoma. **Progress in Veterinary and Comparative Ophthalmology**, v. 3, n. 4, p. 135-140, 1993.
- CONSTANTINESCU, G.M. **Anatomia clínica de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- COOK, C.S. Ocular Embryology and Congenital Malformations. In.: GELATT, K.N.; GILGER B.C.; KERN T. (Eds). **Veterinary Ophthalmology**. 5th, Willey-Blackwell, p. 13-38, 2013.
- CORCORAN, K.A.; PEIFFER, R.L.; KOCH, S.A. Histopathologic features of feline ocular lymphosarcoma: 49 cases (1978-1992), **Progress in veterinary & comparative ophthalmology**, v. 5, p. 35–41, 1995.
- DEES, D. D. *et al.* Third eyelid gland neoplasms of dogs and cats: a retrospective histopathologic study of 145 cases. **Veterinary Ophthalmology**, p. 1-6, 2015.
- DONALDSON, D. *et al.* Multiple limbal haemangiosarcomas in a border collie dog: management by lamellar keratectomy/sclerectomy and strontium 90 beta plesiotherapy. **Journal of Small Animal Practice**, v. 47, p. 545–549, 2006.
- DREYFUS, J.; SCHOBERT, C.S.; DUBIELZIG, R.R. Superficial corneal squamous cell carcinoma occurring in dogs with chronic keratitis. **Veterinary Ophthalmology**, v. 14, p. 161–168, 2011.
- DUBIELZIG, R.R. Ocular neoplasia in small animals. **Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice**, 1990.

- DUBIELZIG, R.R.; KETRING, K.L.; MCLELLAN, G.J. **Veterinary Ocular Pathology: A Comparative Review**. Philadelphia: Saunder, 2010.
- DUBIELZIG, R.R. *et al.* Iridociliary epithelial tumors in 100 dogs and 17 cats: a morphological study, **Veterinary Ophthalmology**, v. 1, p. 223–231, 1998.
- DUBIELZIG, R.R. Tumors of the eye. In: MEUTEN D.J. **Tumors in Domestic Animals**. North Carolina: Ames, IA, p. 892-922, 2017.
- DUBIELZIG, R.R. Tumors of the eye. In: MEUTEN, D.J. **Tumors of domestic animals**. 4 ed. Iowa: Iowa State. cap.15. p.739-754, 2002.
- DUBIELZIG, R.R.; KETRING, K.; ALBERT, D.M. Diseases of the eyelids and conjunctiva. In: **Veterinary Ocular Pathology: a comparative review**. Elsevier. cap. 7. p. 146 – 203, 2010.
- DUGAN, S.J. *et al.* Primary optic nerve meningioma and pulmonary metastasis in a dog. **Journal of the American Animal Hospital Association**, 29, 11–16, 1993.
- DYCE, K.M. (Keith M.) **Tratado de anatomia veterinária** / K.M. Dyce, W.O. Sack, C.J.G. Wensing. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- FIFE, M. *et al.* Canine conjunctival mast cell tumors: A retrospective study. **Veterinary Ophthalmology**, v. 14, n. 3, 153–160, 2011.
- FLAHERTY, E.H. *et al.* Evaluation of cytology and histopathology for the diagnosis of canine orbital neoplasia: 112 cases (2004-2019) and review of the literature. **Veterinary Ophthalmology**, p. 1-10, 2019.
- GEORGE, C.; SUMMERS, B.A. Angiokeratoma: A benign vascular tumour of the dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 31, n. 8, p. 390–392, 1990.
- GIULIANO, E.A. *et al.* A matched observational study of canine survival with primary intraocular melanocytic neoplasia. **Veterinary Ophthalmology**, v. 2, n. 3, p. 185–190, 1999.
- GLAZE, M.B.; MAGGS, D.J.; PLUMMER, C.E. Feline ophthalmology. In: Gelatt. **Veterinary ophthalmology**, p. 1665-1840, 2021.
- GOLDSCHMIDT, M.H. *et al.* Histological classification of epithelial and melanocytic neoplasms of the skin of domestic animals. In: **World Health Organization International Histological Classification of Neoplasms of Domestic Animals**. 2nd series, vol. III. Washington DC: Armed Forces Institute of Pathology, 1998. p. 38-40.
- GRAHN, B.H.; PEIFFER, R.L. Veterinary Ophthalmic Pathology. In: Gelatt K.N. **Veterinary Ophthalmology**. United States: John Wiley & Sons., pp. 479-563, 2021.
- GUIMARÃES, T.G. *et al.* Current Therapeutics and Future Perspectives to Ocular Melanocytic Neoplasms in Dogs and Cats. **Bioengineering**, v. 8, n. 12, p. 225, 2021.
- GWIN, R.M.; ALSACKER, R.D.; GELATT, K.N. Melanoma of the lower eyelid of a dog. **Veterinary Medicine, Small Animal Clinician**, v. 22, p. 929–931, 1976.
- GWIN, R.M., GELATT, K.N.; PEIFFER, R. L. Enophthalmia and entropion associated with an ectopic cilium of the Upper lid in a dog. **Veterinary Medicine, Small Animal Clinician**, v. 71, p. 1098–1099, 1976.

- GWIN, R.M.; GELATT, K.N.; WILLIAMS, L.W. Ophthalmic neoplasms in the dog, **Journal of the American Animal Hospital Association**, v.18, p. 853–866, 1982.
- HAEUSSLER, D.J.Jr. *et al.* Primary central corneal hemangiosarcoma in a dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 14, p. 133–136, 2011.
- HALLSTROM, M. Mastocytoma in the third eyelid of a dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 11, p. 469–472, 1970.
- HARE, C.L.; HOWARD, E.B. Canine conjunctivocorneal papillomatosis: A case report. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 13, n. 6, p. 688–690, 1977.
- HARGIS, A.M.; LEE, A.C.; THOMASSEN, R.W. Tumor and tumor like lesions of perilimbal conjunctiva in laboratory dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 173, n. 9, p. 1185–1190, 1978.
- HENDRIX, D.V.H. Diseases and surgery of the canine anterior uvea. In: Gelatt. **Veterinary Ophthalmology**. p. 1259-1316, 2021.
- HESSE, K.F. *et al.* Neoplasmas oculares e de anexos em cães e gatos no Rio Grande do Sul: 265 casos (2009-2014). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n.1, p. 9-54, 2015.
- HONG, I.H. *et al.* Mucosa associated lymphoid tissue lymphoma of the third eyelid conjunctiva in a dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 14, n. 1, p. 61–65, 2011.
- JOHNSON, B.W.; BRIGHTMAN, A.H.; WHITELEY, H.E. Conjunctival mast cell tumor in two dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 24, n. 4, p. 439–442, 1988.
- KARASAWA, K.; MATSUDA, H.; TANAKA, A. Superficial keratectomy and topical mitomycin C as therapy for a corneal squamous cell carcinoma in a dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 49, p. 208–210, 2008.
- KILRAIN, C.G.; SAIK, J.E.; JEGNUM, K.A. Malignant angioendotheliomatosis with retinal detachment in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 204, n. 6, p. 918–921, 1994
- KIM, M.S. *et al.* Corneal papilloma in a dog. **Veterinary Record**, v.156, n. 14, p. 454, 2005.
- KLEINER, J.A. Neoplasias oculares e anexos. In: ROCHA, C. E. **Oncologia de Pequenos Animais e pets exóticos do diagnóstico ao tratamento**. Curitiba: Medvep, p. 211-216, 2022.
- KOOPMANS, A.E. *et al.* Clinical significance of immunohistochemistry for detection of BAP1 mutations in uveal melanoma. **Modern Pathology**, v.27, n.10, p.1321-1330, 2014.
- KREHBIEL, J.D.; LANGHAM, R.F. Eyelid neoplasms of dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 36, p. 115-119, 1975
- LABELLE, A.L.; LABELLE, P. Canine ocular neoplasia: A review. **Veterinary Ophthalmology**, v. 16 (Suppl. 1), p. 3–14, 2013.
- LABELLE, P. *et al.* Immunohistochemical characteristics of normal canine eyes. **Veterinary Pathology**, v. 49, p. 860–869, 2012.

- LANZA, M.R. *et al.* Clinical and pathological classification of canine intraocular lymphoma, **Veterinary Ophthalmology**, v. 21, n. 2, p. 167-173, 2018.
- LATIMER, K.; KASWAN, R.; SUNDBERG, J. Corneal squamous cell carcinoma in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 11, p. 1430–1432, 1987.
- LAVACH, J.D.; SNYDER, S.P. Squamous cell carcinoma of the third eyelid in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 184, n. 8, p. 975–976, 1984.
- LEWIN, G. Eyelid reconstruction in seven dogs using a split eyelid flap. **Journal of Small Animal Practice**, v. 44, n. 8, p. 346-351, 2003.
- LIAPIS, I.K.; GENOVESE, L. Hemangiosarcoma of the third eyelid in a dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 7, n. 4, p. 279–282, 2004.
- MASON, D.R.; LAMB, C.R.; MCLELLAN, G.J. Ultrasonographic findings in 50 dogs with retrobulbar disease. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 37, n. 6, p. 557–562, 2001.
- MCCOWAN, C. *et al.* Conjunctival lymphoma: Immunophenotype and outcome in five dogs and three cats. **Veterinary Ophthalmology**, v. 17, n. 5, p. 351–357, 2014.
- MILLER, P.A.; TEIXEIRA, L.B.C. Ocular tumors. In: **Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology**, p. 675-686, 2020.
- MILLER, P.E.; DUBIELZIG, R.R. Ocular tumors. In: STEPHEN J. W., DAVID M. V. **Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology**. St. Louis: Elsevier Saunders, p. 597-607, 2013.
- MONTIANI FERREIRA, F. *et al.* Corneal squamous cell carcinoma in a dog: a case report. **Veterinary Ophthalmology**, v.11, p. 269–272, 2008.
- MONTIANI-FERREIRA, F. *et al.* Neoplasias oculares. In: DALECK, C. R.; DE NARDI, A. B. **Oncologia em cães e gatos**. Rio de Janeiro: Roca. 2 ed., p. 541-568, 2016.
- MOORE, C.P. Conjunctival disorders. In: **Current Veterinary Therapy X: Small Animal Practice** (ed. Kirk, R.W.), pp. 673–678. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 1989.
- NASISSE, M.P.; DAVIDSON, M.G.; OLIVERO D.K. Neodymium: YAG laser treatment of primary canine intraocular tumors, **Progress in Veterinary & Comparative Ophthalmology**, v. 3, p. 152–157, 1993.
- NEVILE, J.C. *et al.* Management of canine corneal squamous cell carcinoma with lamellar keratectomy and strontium 90 plesiotherapy: 3 cases. **Veterinary Ophthalmology**, v, 18, p. 254–260, 2015.
- NEWKIRK, K.M.; ROHRBACH, B.W.A Retrospective Study of Eyelid Tumors from 43 Cats. **Veterinary Pathology**, v. 46, p.916–927, 2009.
- OTA-KUROKI, J. *et al.* Intraocular and periocular lymphoma in dogs and cats: a retrospective review of 21 cases (2001"2012). **Veterinary Ophthalmology**, v. 17, p. 389–396, 2014.
- PAYNE, R.J.; LEAN, M.S.; GREET, T.R.C. Third eyelid resection as a treatment for suspected squamous cell carcinoma in 24 horses. **Veterinary Records**. Suffolk, vol. 165. p. 740 – 743. 2009.

- PEIFFER, R.L.Jr.; DUNCAN, J.; TERRELL, T. Hemangioma of the nictitating membrane in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 172, n. 7, p. 832–833, 1978.
- PEIFFER, R.L.J. Ciliary body epithelial tumours in the dog and cat; a report of thirteen cases. **Journal of Small Animal Practice**, v. 24, n. 6, p. 347–370, 1983.
- PIGATTO, J.A. *et al.* Squamous cell carcinoma in the third eyelid of a horse. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39. p. 952. 2011.
- PIRIE, C.G. *et al.* Canine conjunctival hemangioma and hemangiosarcoma: A retrospective evaluation of 108 cases (1989–2004). **Veterinary Ophthalmology**, v. 9, n. 4, p. 215–226, 2006.
- RICHARDSON, S.; DEYKIN, A.R. Surgical treatment of conjunctival hemangioma and hemangiosarcoma: A retrospective study of 52 dogs. **Veterinary Ophthalmology**, v. 24, n. 5, p. 432-441, 2021.
- RODRIGUEZ GALARZA, R. *et al.* A case of basal cell carcinoma of the nictitating membrane in a dog. **Clinical Case Reports**, v. 4, n. 12, p. 1161–1167, 2016.
- ROMKES, G.; KLOPFLEISC, R.; EULE, C.J. Evaluation of one- vs. two-layered closure after wedge excision of 43 eyelid tumors in dogs. **Veterinary Ophthalmology**, v. 17, n. 1, p. 32–40, 2014
- SABERI, M.; KHIERANDISH, R.; AZARI, O. Meibomian epithelioma in dog: a case report. **Comparative Clinical Pathology**, v. . 21. p. 227-229, 2012.
- SAMUELSON, D.A. Ophthalmic Anatomy. In.: GELATT, K.N.; GILGER B.C.; KERN T.J. (Eds). **Veterinary Ophthalmology**. 5th, Willey Blackwell, 2013, p. 39-170.
- SAUNDERS, L.Z.; RUBIN, L.F. (1975) **Ophthalmic Pathology of Animals: An Atlas and Reference Book**. Basel: Karger.
- SCHÄFFER, E.H.; PFLEGHAAR, S.; GORDON, S. Malignant nictitating membrane tumors in dogs and cats. **Tierärztliche Praxis**, v. 22, p. 382–391, 1994.
- SCHERLIE, P.H. *et al.* Ocular manifestation of systemic histiocytosis in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 201, n. 8, p. 1229–1232, 1992.
- SLATTER, D. Pálpebras. In: **Fundamentos de Oftalmologia Veterinária**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2005. cap. 7. p. 159-219.
- SPIESS, B.M.; POT, S.A. Diseases and surgery of the canine orbit. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, eds. **Veterinary Ophthalmology**, 5th ed. Ames, IA: John Wiley & Sons Inc:793-831, 2013.
- TAKIYAMA, N.; TERASAKI, E.; UECHI, M. Corneal squamous cell carcinoma in two dogs. **Veterinary Ophthalmology**, v. 13, p. 266–269, 2010.
- TAVASOLI, A. *et al.* Cytological and histopathology features of meibomian adenocarcinoma in a dog terrier breed. **Journal Clinical & Experimental Pathology**, v. 2, 2012.
- THOMSEN, M.K. *et al.* Impairment of neutrophil functions in a dog with na eosinophilic dermatosis. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 32, n. 4, p. 519–526, 1991

- TSENG, L.J.; MATSUYAMA, A.; MACDONALD-DICKINSON, V. Histology: The gold standard for diagnosis? **The Canadian Veterinary Journal**, v. 6, n. 4, p. 389–391, 2023.
- TURNER, S.M. Párpados. In: **Oftalmología de Pequeños Animales**. Barcelona: Elsevier. cap. 1. p. 15 – 60, 2010.
- VASCELLARI, M.; MULTARI, D.; MUTINELLI, F. Unicentric extranodal lymphoma of the upper eyelid conjunctiva in a dog. **Veterinary Ophthalmology**, v. 8, n. 1, p. 67–70, 2005.
- WANG, S.L. *et al.* The investigation of histopathology and locations of excised eyelid masses in dogs. **Veterinary Record Open**, v. 6, 2019.
- WARD, D.A.; LATIMER, K.S.; ASKREN, R.M. Squamous cell carcinoma of the corneoscleral limbus in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 200, p. 1503–1506, 1992.
- WILCOCK, B.; PEIFFER, R.L. Jr. Adenocarcinoma of the gland of the third eyelid in seven dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 193, n. 12, p. 1549–1550, 1988.
- WILCOCK, B.P.; PEIFFER, R.L.J. Morphology and behavior of primary ocular melanomas in 91 dogs. **Veterinary Pathology**, v. 23, n. 4, p. 418–424, 1986
- WILCOCK, B.P.; NJAA, B.L. Special Senses. MAXIE M.G. (Ed). **Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of domestic animals**. 6 ed., vol. 1. Missouri: Elsevier, p.407-508, 2016.
- WILLIAMS, L.W.; GELATT, K.N.; GWIN, R.M: Ophthalmic neoplasms in the cat, **Journal of American Animal Hospital Association**, v. 17, n. 6, p. 999–1008, 1981.
- YUKSEL, H.; GULBAHAR, M.Y.; ASLAN, L. Congenital synchronous adenomas of meibomian and moll glands of the eyelid in a calf. **Veterinary Medicine**. Czech, vol. 50. p. 379 – 383. 2005.

## Norovírus (NOV) e Adenovírus Humano (HADV) como contaminantes do queijo artesanal: Revisão de Literatura

Ester Clévia dos Santos Vieira<sup>1</sup>; Alcina Vieira de Carvalho Neta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

Os vírus gastroentéricos são microrganismos patogênicos pois, infectam o trato gastrointestinal, sendo os agentes etiológicos que causam maior impacto de veiculação das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) ou Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), dentre eles estão os Norovírus (NoV) e Adenovírus Humano (HadV). Surtos causados por NoV e HadV são cada vez mais frequentes, com estimativa mundial referenciada em torno de 25% de frequência. A transmissão ocorre por veiculação hídrica, alimentos contaminados, transmissão feco-oral, vias aéreas. São extremamente resistentes às condições ambientais e permanecem infecciosos na superfície por período longo. Aproximadamente 30% das pessoas infectadas pelos NoV e HadV são assintomáticas, mas que devido a eliminação das partículas virais pelas fezes podem transmitir a doença por até três semanas. O queijo artesanal é produzido pela fermentação e coagulação do leite que resulta de um processo que depende da presença de bactérias, fungos e leveduras no leite cru. A presença destes microrganismos e suas interações possuem um papel importante na produção do queijo artesanal, que incluem acidificação da coalhada e a maturação do produto, que dão origem a diferentes texturas, composição, aromas e sabores. Estudos demonstram que os vírus gastroentéricos têm sido descritos como contaminantes importantes em matrizes alimentares como o queijo artesanal, causando toxi-infecção alimentar nos consumidores. Desafios para seleção de técnicas que detectam vírus gastroentéricos especificamente os NoV e os HadV são muitas pois esses microrganismos presentes nos alimentos contaminados apresentam doses infecciosas reduzidas, requerendo técnicas sensíveis e específicas como a técnica de Transcrição reversa seguida de Reação em Cadeia da Polimerase (RT-PCR) ou Reação em Cadeia da Polimerase em tempo real (qPCR) em que as sequências alvo do DNA ou RNA viral são amplificadas e detectadas. A presente revisão bibliográfica buscou sintetizar o conhecimento sobre a detecção dos vírus gastroentéricos tipo NoV e HadV como possíveis contaminantes do queijo artesanal haja visto que esses microrganismos podem permanecer infecciosos durante o processo de produção e armazenamento considerando que os processos térmicos comumente utilizados na produção são ineficazes a eliminação deste patógeno.

**Palavras-chave:** Detecção, Vírus gastroentéricos, Norovírus, Adenovírus humano, Queijo artesanal.

## INTRODUÇÃO

Vírus Gastrogastroentéricos são microrganismos que infectam o trato gastrointestinal, dentre eles estão os Norovírus (NoV), Hepatite A (HAV), Adenovírus Humano (HadV), Rotavírus A (RVA) e Enterovírus, a capacidade destes vírus sobreviverem em superfícies ambientais, alimentos e água, pequenos volumes virais (<10 partículas virais) mas que apresentam capacidade de infecção favorecendo a propagação de surtos prolongados das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) ou Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) (Kotwal; Cannon, 2014).

Surtos causados por NoV e HadV são cada vez mais frequentes, com estimativa mundial referenciada em torno de 25% de frequência. A transmissão ocorre por veiculação hídrica, alimentos contaminados, transmissão feco-oral, vias aéreas através de aerossóis que apresentam partículas virais presentes nos vômitos, ou seja, pode ocorrer em ambientes diversos, tais como: restaurantes, creches, asilos, escolas, navios, ambientes hospitalares entre outros. São extremamente resistentes às condições ambientais e permanecem infecciosos na superfície por período longo. Aproximadamente 30% das pessoas infectadas pelos NoV e HadV são assintomáticas, mas que devido a eliminação das partículas virais pelas fezes podem transmitir a doença por até três semanas (Winder; Gohar; Muthana, 2022).

O gênero NoV é subdividido em cinco genogrupos (GI–V). Genogrupos GI, GII e GIV infectam humanos sendo estes genogrupos II, III, IV encontrados em outras espécies como porcos (GII), bovinos e ovinos (GIII) e camundongos (GV). Há uma diversidade de genotipos de NoV que circulam no Brasil sendo estes detectados em rios, esgotos, alimentos e fezes tais genotipos são pertencentes aos genogrupos I e II. No Brasil o Genogrupo GIV, nunca foi detectado, embora tenha sido identificado um surto na Argentina em 2004 (Burke *et al.*, 2021).

Vírus gastroentéricos denominados Adenovírus Humano (HadV) são associados a contaminação de matrizes alimentares os tipos comumente encontrados e relacionados a surtos de DTAs e DTHAs são o HAdV-40 e o HAdV-41. Como característica principal o HAdV mantém-se viável no ambiente extracelular por longos períodos e, assim como os NoV, são estáveis na presença de diferentes agentes físicos e químicos, assim como condições adversas de pH e temperatura (Calgua *et al.*, 2013).

No Brasil, surtos associados à contaminação de alimentos foram notificados nos últimos anos, entretanto o agente etiológico vem sendo indefinido pois surtos de DTAs e

DTHAs de origem alimentar dificilmente são associados à contaminação por NoV e HadV, principalmente porque a Legislação Brasileira exige apenas indicadores de contaminação bacteriológica (Melgaço *et al.*, 2018).

Estudos tem demonstrado que estes microrganismos têm sido descritos como contaminantes importantes em matrizes alimentares como hortaliças, leite cru, queijo, tomates, morangos são passíveis de contaminação por vírus gastroentéricos causando toxi-infecção alimentar nos consumidores (Silva *et al.*, 2021).

Muitos são os desafios para seleção de técnicas que detectam vírus gastroentéricos especificamente os NoV e HadV em matrizes alimentares pois o volume baixo de microrganismos com potencial patogênico requerem técnicas mais sensíveis e específicas. Técnicas RT-PCR e qPCR demonstram eficácia na detecção dos vírus gastroentéricos NoV e HadV em matrizes alimentares (Cantelli *et al.*, 2024)

A presente revisão de literatura buscou sintetizar o conhecimento sobre os vírus gastroentéricos com ênfase aos NoV e HadV como contaminantes do queijo artesanal, haja visto que esses microorganismos podem permanecer infecciosos durante o processo de produção e armazenamento do alimento considerando que os processos térmicos comumente utilizados na produção são ineficazes a eliminação deste patógeno.

Para a busca foram utilizados artigos, livros, relatos de casos, dissertações e teses através dos destratores: Vírus gastroentéricos, NoV, HadV, Contaminação, Surto, matrizes alimentares, alimento, queijo artesanal. Essa pesquisa resultou no compilado de informações a seguir que permitirão o entendimento desse envolvimento viral em patologias entéricas causadas por contaminação alimentar.

### **Vírus Gastroentéricos**

São vírus não-envelopados, possuem capsídeo resistente, características que favorecem a sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis, resistem a acidez e a atividade proteolítica estomacal. Replicam-se com eficiência sendo excretado nas fezes ( $10^5 - 10^{11}$  partículas virais/g. Agentes causadores de inúmeras patologias humanas como Hepatite, Gastroenterite Aguda, Meningite, Encefalite, Problemas respiratórios e cutâneos, Diabetes, Conjuntivite, dentre outras, transmitidos principalmente por via fecal-oral (Owusu *et al.*, 2021).

Dentre eles estão os NoV (Norovírus), HAV (Hepatite A), HAdV (Adenovírus Humano), RVA (Rotavírus A) e Enterovírus que são relacionados a doenças gastrointestinais ocasionadas pela ingestão de alimentos e água contaminados (Kotwal;

Cannon, 2014).

### **Norovírus (NoV)**

Pertencentes ao gênero Norovírus, são vírus não-envelopados, apresentam RNA de fita simples linear, polaridade positiva, pertencentes à família Caliciviridae. O genoma viral é organizado em três fases de leitura aberta (Open Reading Frame – ORF). A primeira fase ORF1 codifica uma poliproteína, que é clivada por uma protease viral em seis proteínas não estruturais (NS1/2-NS7), sendo a NS7 a RNA polimerase RNA dependente (RpRd). A segunda e terceira fase ORFs 2 e 3 originam as proteínas do capsídeo viral (Viral Protein, VP), respectivamente, identificadas como VP1 (maior) e VP2 (menor) (Burke *et al.*, 2021).

Os NoV são classificados de acordo com a sequência de aminoácidos (VP1) de nucleotídeos existentes na segunda fase (ORF2) que definem os genogrupos já estabelecidos (GI a GVII). Devido a grande variação genética da proteína VP1, algumas amostras humanas não se encaixam em nenhum dos genótipos descritos até o momento, por esse motivo podem ser subdivididos em variantes sendo denominadas provisoriamente como Genogupos (GN). Paralelamente a tipagem realizada pelo sequenciamento da NS7 (RpRd), utiliza-se os mesmos critérios do GN ou seja grupos e tipos P já estabelecidos e PN para novos. Dessa forma os Norovírus estão classificados atualmente em 10 genogrupos e 49 genótipos (Burke *et al.*, 2021).

Nas últimas décadas os NoV do tipo GII apresentaram prevalência de 81% nos surtos de gastroenterite aguda em todo mundo sendo o genótipo GII.4 predominante nos casos epidêmicos envolvendo crianças e adultos (Burke *et al.*, 2021).

A Agência de Proteção Ambiental (EPA, do inglês – Environmental Protection Agency), incluiu o NoV como contaminante por apresentar capacidade de resistir a processos de tratamento de água e desinfecção, que ocasionam risco de contaminação de águas consideradas potáveis, tendo ainda, esse vírus capacidade de persistir no ambiente aquático e várias superfícies por longos períodos (Lynch; Kajon, 2021).

Os NoV são potenciais agentes causadores de gastroenterite aguda sendo estas transmitidas por alimentos ou água contaminados. Costumam afetar todas as faixas etárias surgindo em locais onde há grande concentração de indivíduos. De acordo com o Center for Disease Control/CDC, os agentes biológicos estão incluídos na categoria B devido a sua infectividade, estabilidade no ambiente, resistência aos desinfetantes comuns e que causam doenças incapacitantes (Burke *et al.*, 2021).

A gastroenterite aguda causada por NoV é uma infecção que acomete o trato gastrointestinal com ampla distribuição no mundo que acarreta morbidade e impacto na Saúde Pública. Em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, onde as condições higiênico-sanitárias são precárias e há falta de água potável favorecem a disseminação do agente causador (O'Brien; Sanderson; Rushton, 2019).

A enfermidade costuma apresentar um curto período de incubação, geralmente de 1 a 3 dias, frequentemente considerada uma doença leve e autolimitada. No entanto, a sintomatologia que se caracteriza por incluir vômito, dor abdominal e diarreia aquosa não sanguinolenta bem como sintomas adicionais como febre baixa, mialgias, dores de cabeça e calafrios também podem ocorrer, persistindo por duas ou três semanas, complicações neurológicas, enterocolite necrosante e pneumatose intestinal podem estar associadas a essas infecções (Guarines *et al.*, 2020).

### **Adenovírus Humano (HadV)**

Adenovírus são vírus não envelopados que apresentam fita dupla linear de DNA. Possuem capsídeo icosaédrico constituído de três proteínas reconhecidas como hexon, base do peton e fibra. A família Adenoviridae é constituída de 5 gêneros *Atadenovirus*, *Siadenovirus*, *Mastadenovirus*, *Aviadenovirus* e *Ichtadenovirus*, devido as diferentes espécies e composição de DNA, sendo que o HadV pertence a gênero *Mastadenovirus* contendo 7 espécies: HadV-A, HadV-B, HadV-C, HadV-D, HadV-E, HadV-F, HadV-G (Kosulin, 2019). Dentre as sete espécies citadas, a espécie A está associada a doenças do trato gastrointestinal, as espécies B e C associam-se a doenças do trato respiratório em se tratando da espécie D esta é comumente associada a conjuntivite. A espécie E está frequentemente relacionada a conjuntivites e outras infecções oculares e respiratórias. As espécies F e G causam Gastroenterite (Kosulin, 2019).

Surtos associados ao HadV estão comumente relacionados em ambientes de aglomeração, como creches, escolas, hospitais, dentre outros. São transmitidos via fecal-oral, através do contato pessoa-pessoa, ingestão de água e alimentos contaminados ou que estiveram em contato com superfícies contaminadas. Causam enfermidades como conjuntivite, gastroenterite, hepatite, miocardite e pneumonia. Ocorrem em todas as faixas etárias. Crianças, idosos com sistema imunológico mais debilitado são assintomáticos a infecções por HadV. Infecções causadas por Adenovírus Humano costumam apresentar duração de 5 a 12 dias, apresentando sintomas como diarreia aquosa, vômitos, febre moderada a grave, desidratação leve (Lynch; Kajon, 2021).

O HadV está na lista de candidatos contaminantes pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, do inglês – Environmental Protection Agency), por apresentar capacidade de resistir a processos de tratamento de água e desinfecção, que ocasionam risco de contaminação de águas consideradas potáveis pela legislação brasileira, tendo ainda, esse vírus capacidade de persistir no ambiente aquático e várias superfícies por longos períodos. (Lynch; Kajon, 2021).

Estudos têm utilizado técnicas moleculares para detecção do genoma do HadV em amostras ambientais, incluindo em água de piscina, águas superficiais, águas residuárias, águas de rio, moluscos bivalves, hortaliças, , leite, queijo, tomates, morangos. (Melgaço *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2021).

### **Contaminação de Matrizes Alimentares por vírus Gastroentéricos**

A contaminação de matrizes alimentares por vírus gastroentéricos pode ocorrer ao longo de toda a cadeia produtiva, ou seja, do seu ponto primário até o consumidor final, possivelmente devido a má condição higiênico-sanitária ou manipuladores de alimentos que estejam contaminados. Podem estar presentes em matrizes alimentares que foram infectados por transmissão via fecal-oral ou manipuladores de alimentos infectados. Ocorrendo invasão dos vírus nas células do intestino, replicando-se no organismo (Lima *et al.*, 2022).

Quando a contaminação da matriz alimentar ocorre na fonte, os alimentos são infectados ao longo da produção primária, como observado em produtos frescos, crus ou minimamente processados. A contaminação varia muito e depende de fatores como a contaminação dos alimentos por águas residuais ocasionando preocupações prioritárias em se tratando dos vírus NoV e HadV (Lima *et al.*, 2022)

A contaminação no processamento do alimento se dá pela transmissão do vírus através da pele humana, aerossóis diretamente aos alimentos ou indiretamente a superfícies que são fontes secundárias de contaminação ao entrarem em contato com matrizes alimentares. (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, Organização Mundial da Saúde - WHO), 2008).

### **Queijo Artesanal**

A Portaria nº.146, de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ) dos Produtos Lácteos e especificamente para queijo, traz a seguinte definição em

seu anexo I:

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias, aromatizantes e matérias corantes. Entende-se por queijo fresco o que está pronto para o consumo logo após sua fabricação. Entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo. A denominação QUEIJO está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (MAPA, 1996).

Economicamente importante na produção internacional de queijos o Brasil é um país, que ocupa o quarto lugar na produção mundial deste derivado lácteo. A produção brasileira de queijos brasileiros vem crescendo sendo responsável pela produção de cerca de 545 milhões de toneladas (Sório; André, 2018).

O queijo artesanal é produzido a partir da fermentação láctea e adição de coalho sendo considerada a etapa inicial da produção do produto. A variedade na produção dos queijos artesanais, nas formas de adição de fermento lácteo, cozimento da massa, prensagem, salga, adição de creme ou gordura e diferentes períodos de maturação, favorecem características peculiares aos queijos artesanais brasileiros (Borelli *et al.*, 2016; Kamimura *et al.*, 2019). Fatores determinantes no que se refere a diferenças na identidade e nos padrões de qualidade dos queijos artesanais produzidos na mesma região e que são passados de geração em geração, principalmente entre família de pequenos produtores rurais (Perin *et al.*, 2017).

Durante décadas, devido a legislações ausentes, escassas ou ineficientes a cadeia produtiva dos queijos artesanais não foi regulamentada adequadamente, inviabilizando a produção artesanal do produto. Com a promulgação da Lei de Indicações Geográficas (IG) e sua aplicação a produtos artesanais, por meio da criação do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) bem como a regulamentação do Sistema

Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Sisbi-POA) junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), permitiram a regulamentação da produção e comercialização de queijos artesanais permitindo o estabelecimento de critérios de identidade, inocuidade e qualidade (Araújo *et al.*, 2020)

Após a atualização do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) (Brasil, 2017) e regulamentação do selo Arte (Brasil, 2018; 2019), normas estaduais e municipais relacionadas a produtos artesanais, incluindo queijos, foram desenvolvidas e implementadas, objetivando a tipificação, padronização e regulamentação dos processos de produção e comercialização de queijos artesanais produzidos por produtores rurais (Araújo *et al.*, 2020)

Recentemente, os pequenos produtores de queijo artesanal tiveram seus procedimentos e processos de controle de boas práticas, rastreabilidade e fiscalização simplificados pela Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019, que dispõe sobre elaboração e comercialização de queijos artesanais no Brasil e assim define o queijo artesanal:

Art. 1º Considera-se queijo artesanal aquele elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação.

Art. 2º O queijeiro artesanal é responsável pela identidade, pela qualidade e pela segurança sanitária do queijo por ele produzido e deve cumprir os requisitos sanitários estabelecidos pelo poder público (BRASIL, 2019).

### **Contaminantes do Queijo Artesanal**

O queijo como derivado do leite, são considerados substratos para crescimento e desenvolvimento de microrganismos patogênicos que diretamente relacionados às condições insalubres, falhas no controle da matéria prima, higiene dos utensílios, estocagem e processamento permitindo que produtos de baixa qualidade cheguem ao consumidor final, causando doenças ou intoxicações alimentares. A contaminação dos queijos artesanais por microrganismos patogênicos, pois são veículos capazes de causar DTAs e DTHAs, consideradas um sério agravo a saúde pública (Evangelista-Barreto *et al.* 2016).

No que se refere aos indicadores de qualidade: coliformes termotolerantes,

*Escherichia coli*, Estafilococos Coagulase Positiva (ECP) e aeróbios mesófilos se faz obrigatório à comercialização de queijo artesanal (Lima *et al.*, 2023).

Vírus Gastrogastroentéricos – Norovírus e Adenovírus Humano (NoV e HadV) como contaminantes do Queijo Artesanal

Com relação aos vírus, o Brasil ainda não apresenta em suas legislações a avaliação da presença de vírus gastrogastroentéricos na água e em alimentos prontos para consumo, como o leite e queijo, também não é exigida pelas normativas sanitárias vigentes – RDC 724/2022 e IN 161/2022 (Brasil, 2022). NoV e HadV, são os mais importantes agentes patogênicos em surtos de Gastroenterite Aguda (GA) de origem alimentar de etiologia não bacteriana. O HaDV, também é considerado um biomarcador de contaminação fecal, avaliação da qualidade da água, devido a sua ampla distribuição, alta concentração, estabilidade e resistência às condições ambientais adversas, existindo ainda a possibilidade de transmissão zoonótica (Rames *et al.*, 2016; Borkenhagen *et al.*, 2019).

O queijo artesanal é passível de contaminação por NoV e HadV pois apresentam características que facilitam a replicação viral. A falta de utilização de métodos de pasteurização do queijo artesanal torna-se um meio favorável para a disseminação da contaminação do produto bem como a ausência de boas práticas de fabricação, associada ao transporte, embalagem e comercialização inadequados, deixando os consumidores expostos ao risco de doenças transmitidas por alimentos (Silva *et al.*, 2021).

Para detecção de microrganismos patogênicos existem organizações que desenvolvem normas que objetivam especificar determinada técnica que seja adequada à sua finalidade. A maior dessas organizações a ISO (International Organization for Standardization) desenvolve normas internacionais uniformizadoras para certos métodos analíticos, permitindo a implementação dos mesmos. Essas normalizações contribuem facilitando o comércio internacional de produtos alimentantes que cruzam regularmente as fronteiras em todas as fases da cadeia produtiva, desde a exploração agropecuária até o consumo de alimentos e água (Stals *et al.*, 2011).

A norma ISO 15216-2:2019 - Microbiologia da cadeia alimentar - Método horizontal para determinação do vírus da hepatite A e Norovírus utilizando RT-PCR em tempo real se destina a detecção de vírus em alimentos com foco em NoV e HadV, fornecendo informações acerca de como extrair DNA/RNA de vírus e métodos utilizados para deleção das sequências alvo (Stals *et al.*, 2011).

Estudos virais em matrizes de queijos são bem escassos, e recentemente, três reportaram a presença de vírus gastrogastroentéricos em queijos no Brasil. Silva *et al.* (2021), em um estudo transversal randomizado, demonstraram a presença de norovírus genogrupo I em 26,0% (26/100), AdV em 14,0% (14/100) e a codeteção de ambos em 3,0% (3/100) das amostras de QALC (QMA e Coalho) obtidas dos estados de MG e Piauí, no período de 2017 a 2018. Melgaço *et al.* (2018) detectaram o HAdV em 10% (9/10) e norovírus genogrupos I e II em 1,1% (1/90) das amostras de queijo Minas e do tipo prato comercializadas no estado do Rio de Janeiro, em 2015. Cantelli *et al.* (2024) avaliou métodos de extração para detecção de norovírus em queijo minas artesanal de leite cru pronto para consumo, obtidas de quatro microrregiões do estado de Minas Gerais, Brasil, com diferentes tempos de maturação e características geográficas e abióticas, demonstrando a presença de NoV GI e GII em todas as amostras analisadas.

O método para detecção de vírus gastroentéricos em amostras queijo artesanal consiste em três etapas principais: concentração dos vírus, extração viral e detecção molecular. Durante a concentração viral e purificação dos ácidos nucleicos, moléculas como, polissacarídeos, proteínas e ácidos graxos são removidos para evitar que haja inibição na extração de RNA ou DNA e na detecção molecular dos vírus. (Cantelli *et al.*, 2024).

Na técnica de RT-PCR ou PCR em tempo real as sequências alvo do DNA ou RNA viral são amplificadas e detectadas. Sendo também utilizada na detecção de vírus humanos que encontram-se presentes nos alimentos e superfícies mantendo a validação e uso de primers e sondas específicos. (Silva *et al.*, 2021). As técnicas mencionadas mostraram-se eficientes na detecção dos vírus gastroentéricos NoV e HAdV em amostras de queijo artesanal, evidenciando que estes métodos podem ser aplicados para investigar surtos de origem alimentar e avaliar a microbiologia alimentar para rotinas de controle de qualidade, sendo necessária a implementação de projetos e políticas públicas para melhorar a qualidade microbiológica dos queijos artesanais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela concessão da bolsa de doutorado a Ester Clévia dos Santos Viera, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código de financiamento 001).

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.P.A. *et al.* Uma análise histórico-crítica sobre o desenvolvimento das normas brasileiras relacionadas a queijos artesanais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1845-1860, 2020.
- BORELLI, B.M. *et al.* Traditional Cheeses Produced in Brazil: Characterisation, Production Technologies and Health Implications. In: PERKINS, E. (Ed.). Food microbiology fundamentals, challenges and health implications. **New York: Nova Science Publishers, Inc.**, 2016. cap.7, p.161-189.
- BORKENHAGEN, L.K. *et al.* Are adenoviruses zoonotic? A systematic review of the evidence. **Emerging Microbes & Infections**, v. 8, n. 1, p. 1679-1687, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Portaria nº146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 março 1996, sec.1, p.3977, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial União**, Brasília, 30 mar. 2017
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.918, de 18 de julho de 2019. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2019<sup>a</sup>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 jun. 2018. Seção 1, p.2.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada 724 de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, número 126, p.205, 06 de julho de 2022.
- CALGUA, B. *et al.* Detection and quantification of classic and emerging viruses by skimmed-milk flocculation and PCR in river water from two geographical areas. **Water Research**, v. 47n. 8, p. 2797-2810, 2013.
- CANTELLI, C.P. *et al.* Evaluation of Extraction Methods to Detect Noroviruses in Ready-to-Eat Raw Milk Minas Artisanal Cheese. **Food and Environmental Virology**, v. 5, 2024.
- EVANGELISTA-BARRETO, N.S. *et al.* Queijos artesanais como veículo de contaminação de *Escherichia coli* e estafilococos coagulase positiva resistentes a antimicrobianos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 1, p. 55-67, 2016.
- FAO/WHO, 2008. Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: Meeting Report. **Microbiological Risk Assessment Series**, 14(1726-5274), pp.1–151

- GUARINES, K.M. *et al.* Norovirus-associated gastroenteritis, Pernambuco, Northeast Brazil, 2014-2017. **Journal of Medical Virology**, v. 92, n. 8, p. 1093-1101, 2020.
- ISO – ISO 15216-2:2019 – Microbiology of the food chain – Horizontal method for determination hepatitis A vírus and norovirus using real-time RT-PCR -Part 2: Method for detection.
- KAMIMURA, B.A. *et al.* Brazilian artisanal cheeses: an overview of their characteristics, main types and regulatory aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.18, p.1636-1657, 2019.
- KOSULIN, K. Intestinal HAdV Infection: Tissue Specificity, Persistence, and Implications for Antiviral Therapy. **Viruses**. 2019;v. 11, n. 9, p. 804, 2019.
- KOTWAL, G.; CANNON, J.L. Environmental persistence and transfer of enteric viruses. **Current Opinion in Virology**, v. 4, p. 37-43, 2014.
- LIMA, F.S. *et al.* *Escherichia coli*, Species C Human Adenovirus, and Enterovirus in Water Samples Consumed in Rural Areas of Goiás, Brazil. **Food Environmental Virology**, v. 14, n. 1, p. 77-88, 2022.
- LIMA, T.T.M. *et al.* Projeto Queijo+ Forte: um plano de atendimento a produtores de queijos artesanais no contexto da pandemia de Covid-19. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 14, n. 3, p. 223-240, 2023.
- LYNCH, J.P. 3rd; KAJON, A.E. Adenovirus: Epidemiology, Global Spread of Novel Types, and Approach to Treatment. **Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 42, n. 6, p. 800-821, 2021.
- MELGAÇO, F.G. *et al.* Assessment of viral and bacterial contamination of fresh and ripened semi-hard cheeses. **FEMS Microbiology Letters**, v. 365, n. 20, p. 1-7, 2018.
- O'BRIEN, S.J.; SANDERSON, R.A.; RUSHTON, S. Control of norovirus infection. **Current Opinion in Gastroenterology**, v. 35, n. 1, p. 14-19, 2019.
- OWUSU, I.A. *et al.* Egress of non-enveloped enteric RNA viruses. **Journal of General Virology**, v. 102, n. 3, p. 1-15, 2021.
- PERIN, L.M. *et al.* Bacterial ecology of artisanal Minas cheeses assessed by culture-dependent and -independent methods. **Food Microbiology**, v.65, p.160-169, 2017.
- BURKE, R.M. *et al.* Norovirus and Other Viral Causes of Medically Attended Acute Gastroenteritis Across the Age Spectrum: Results from the Medically Attended Acute Gastroenteritis Study in the United States. **Clinical Infectious Diseases**, v. 73, n. 4, p. e913–e920, 2021.
- RAMES, E. *et al.* Technical aspects of using human adenovirus as a viral water quality indicator. **Water Research**, v. 96, p. 308-326, 2016.
- SILVA, M.R. *et al.* Assessment of Viral Contamination of Five Brazilian Artisanal Cheese Produced from Raw Milk: a Randomized Survey. **Food and Environmental Virology**, v. 13, n. 4, p. 528-534, 2021.
- SÓRIO, A. Cadeia Agroindustrial do leite no Brasil: diagnóstico dos fatores limitantes à competitividade. **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**. 2018
- STALS, A. *et al.* Evaluation of a norovirus detection methodology for ready-to-eat foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145n . 2-3, p. 420-425, 2011.

WINDER, N.; GOHAR, S.; MUTHANA, M. Norovirus: An Overview of Virology and Preventative Measures. *Viruses*, v. 14, n. 12, p. 2811, 2022.

## Os búfalos e o estresse térmico frente a fatores ambientais: Revisão de Literatura

Sara Regina Pinheiro Serra Moura<sup>1</sup>; Helder de Moraes Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

O fenômeno do aquecimento global representa um desafio significativo para a produção animal, sendo particularmente impactante para a criação de bubalinos domésticos (*Bubalus bubalis*), cuja população é predominantemente encontrada em países situados na zona intertropical. O estresse térmico surge como obstáculo significativo na criação de bubalinos, uma vez que, esses animais, devido à sua sensibilidade à radiação solar e à limitada capacidade de dissipar calor, enfrentam dificuldades na termorregulação. Esse desafio térmico, por sua vez, exerce uma influência negativa na capacidade reprodutiva e nutricional dos búfalos, destacando a necessidade premente de estratégias adaptativas e sustentáveis na produção animal diante das mudanças climáticas. Objetivou-se, mediante revisão de literatura, descrever aspectos relacionados ao estresse térmico em búfalos, destacando a influência de fatores ambientais e suas implicações no comportamento ingestivo, reprodutivo e alimentar.

**Palavras-chave:** Bubalinos, Calor, Estresse, Termorregulação.

### INTRODUÇÃO

Os búfalos são animais originários da Ásia, e foram introduzidos no Brasil em 1895 na Amazônia, onde são criadas quatro raças, Murrah, Jafarabadi, Mediterrâneo e Carabao Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization). O rebanho brasileiro de búfalos é de aproximadamente 1.598.268 cabeças, sendo o maior rebanho fora do continente Asiático (IBGE, 2022).

Em 1960, com o crescente aumento dos rebanhos, foi criada a Associação Brasileira de Criadores de Búfalos –ABCB, que entre seus objetivos traria o incentivo a bubalinocultura no país; aprimoramento de técnicas de criação; e incentivo ao amadurecimento dos mercados interno e externo dos produtos de origem bubalina. Desta forma, para o auxílio dos associados e o fortalecimento do mercado de búfalos no país, a associação executa ações de orientações técnicas; serviços de registros e promoções de eventos de divulgação de informações referentes à bubalinocultura (ABCB, 2023).

Os bubalinos são adaptados ao ambiente quente úmido e a terrenos alagados, embora sejam sensíveis as altas temperaturas do ar, principalmente se associadas à radiação solar direta (Marai; Haeeb, 2010). Devido a essas particularidades esses animais tornam-se mais susceptíveis ao estresse térmico, e como consequência reduzem o nível de bem-estar (Vilela, 2013).

O estresse pode ser definido como a soma de mecanismos de defesa do organismo em resposta da exposição do indivíduo a um ambiente hostil (Ferro *et al.*, 2010). Isso provoca sobrecarga no seu sistema de controle para manter a homeostase e aumenta de mortalidade. Também, gera insucesso na produção e reprodução, sendo os agentes estressores classificados como de natureza mecânica (traumatismos), física (calor ou frio), química (drogas) e biológica (parasitas, fatores nutricionais, agentes infecciosos) (Ferro *et al.*, 2010).

Esta revisão de literatura tem por objetivo, descrever aspectos relacionados ao estresse térmico em búfalos, destacando a influência de fatores ambientais e suas implicações no comportamento ingestivo, reprodutivo e alimentar. A análise é embasada em estudos e evidências da literatura, proporcionando uma compreensão mais abrangente das respostas desses animais diante dessas situações desafiadoras.

### **Revisão de literatura**

Os bubalinos destacam-se pela sua notável capacidade adaptativa em diversos climas, demonstrando um desempenho produtivo robusto mesmo em condições desfavoráveis para outras espécies, como forragens de qualidade inferior, entre outros desafios. Damasceno; Viana; Tinôco (2010), relatou que em comparação com os bovinos, os bubalinos manifestam uma sensibilidade térmica mais pronunciada, atribuída à maior absorção de raios solares devido à coloração escura de sua pele. Além disso, sua capacidade limitada de dissipação de calor é evidenciada pela menor quantidade de glândulas sudoríparas, tornando-os mais dependentes de mecanismos de perda de calor por condução e convecção. Esses aspectos, conforme discutido por (Dhaliwal *et al.* 2021), ressaltam a importância de estratégias de manejo específicas para garantir o bem-estar térmico desses animais em diferentes ambientes, otimizando assim seu desempenho global.

Os bubalinos podem ser criados nas mais diversas condições climáticas, até mesmo como opção para o aproveitamento de áreas na propriedade às quais os bovinos não se adaptam. A preferência por regiões alagadas ou áreas pantanosas é bastante

peculiar para a espécie; isto ocorre porque os búfalos possuem um menor número de glândulas sudoríparas em relação aos bovinos e sua pele escura apresenta uma espessa camada de epiderme, fazendo com que eles sejam menos eficientes na termorregulação corpórea (Monteiro, 2009). Quando o ambiente é muito quente, a baixa umidade relativa do ar favorece mecanismos evaporativos, que ocorrem com maior rapidez e causam irritação cutânea e desidratação. Por outro lado, níveis elevados prejudicam perda de calor e intensificam o estresse térmico (Silva, 2000).

Silva (2000) destacou que o número de glândulas sudoríparas em funcionamento está relacionado com o ciclo de atividade dos folículos pilosos e também pela a idade do animal tendo em vista que a densidade e a eficiência das glândulas sudoríparas tendem a diminuir com o avanço da mesma. Assim, eles procuram a água para se refrescarem e para se protegerem do ataque de insetos e parasitos, motivo pelo qual segundo Thomas (2004) a espécie *Bubalus bubalis* também é chamada de búfalo aquático (Gonçalves *et al.* 2012), estudou condições de búfalas colocadas em contato direto com raios solares e evidenciou que os animais aumentaram sua taxa de sudação, avaliando variáveis fisiológicas de búfalas após estresse térmico.

Os bubalinos são animais sensíveis termicamente quando comparados à espécie bovina, pois a sua pele absorve quantidades elevadas de calor e realiza pouca dissipação, assim aumentando a temperatura corporal repentinamente devido ao fato de possuir glândulas sudoríparas limitadas, dificultando a mitigação de calor. Estudos citados por Koga *et al.* (2004) revelaram que a temperatura retal e cutânea dos búfalos aumentam facilmente sob radiação solar. Dessa forma, as aguadas, como açudes e/ou lagoas, parecem importantes locais de dissipação de calor, principalmente nos horários mais quentes do dia. Porém a imersão em água não é essencial para a sobrevivência desses animais, desde que, seja disponibilizado sombreamento adequado (Damasceno; Viana; Tinôco, 2010).

Garcia (2006), afirmou que, os bubalinos não conseguem manter seu equilíbrio de temperatura, desencadeando reações fisiológicas que desequilibram seus padrões reprodutivos e de crescimento, como de concepção e ganho de peso em consequência do estresse térmico. Os impactos das condições estressoras ambientais nas fêmeas podem ser percebidos pelas alterações no comportamento sexual, como menor manifestação estral, menores taxas de concepção e maior mortalidade embrionária precoce. Nos machos, o

estresse térmico se traduz em redução da qualidade seminal e menor viabilidade dos espermatozoides.

As alterações climáticas são vistas como uma ameaça significativa à sustentabilidade da produção pecuária em muitas partes do mundo, particularmente em regiões tropicais e podem resultar no comprometimento da pecuária regional (Pereira *et al.*, 2020). A umidade relativa do ar passa a ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto para o animal (Marai; Haebe, 2010). Quando um animal é exposto a temperaturas iguais ou superiores a 27°C, por várias horas, a temperatura corporal aumenta a limites acima dos toleráveis (Pires; Campos, 2004). Nesta situação, o estresse térmico provoca alterações nas funções biológicas dos animais com prejuízo ao seu desenvolvimento, produção de carne e leite, reprodução e capacidade de trabalho (Ablas *et al.*, 2007). Tanto os machos quanto as fêmeas sofrem efeito da sazonalidade para sua reprodução. Segundo Ohashi; Sousa; Vale (1988), os efeitos do calor ambiental alteram comportamentos fazendo com que o desejo da cópula em machos só seja possível em horas onde a temperatura esteja mais amena no dia, tendo preferência e manifestando maior libido durante a noite, logo após o pôr do sol, ou ainda de madrugada. O estresse pelo calor tem um efeito deletério sobre a qualidade dos oócitos de búfalas, os quais podem ser mais sensíveis ao calor do que os oócitos de bovinos (Neglia *et al.*, 2003). Quando se manifesta de forma mais intensa, a supressão das ovulações durante o período mais quente do ano leva as búfalas a apresentarem um quadro conhecido como "anestro de verão". Durante esse período, as búfalas permanecem sexualmente inativas, sem quaisquer sinais de cio (Das; Khan, 2010).

A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo (balanço de calor), isto é, do equilíbrio entre a quantidade de calor produzida no organismo, ou por ele absorvida, e a quantidade liberada para o ambiente (Costa, 2007). Os mamíferos ajustam seus processos físicos, bioquímicos e psicológicos na tentativa de conter os efeitos negativos do estresse, o que envolve dissipação do calor para o ambiente e redução da produção do calor metabólico. Associada à dificuldade de observação de cios, o estresse térmico pode desencadear reações fisiológicas nas búfalas, levando à baixa fertilidade. A influência do período do dia na concepção foi observada por Baruselli (1994). O animal a fim de restabelecer a troca de calor com o meio, apresenta alterações comportamentais, a diminuição da ingestão de alimentos, aumento no consumo de água,

aumento no tempo de repouso e a adoção de posturas corporais atípicas são alguns sinais de que o animal, de algum modo, busca aumentar sua dissipação de calor para o ambiente (Garcia, 2006)

Como o búfalo é um animal de intensa pigmentação epidérmica, a superfície de sua pele apresenta cor preta, característica da espécie. Isso tem um efeito benéfico para o animal, pois a melanina protege a derme contra a penetração de raios ultravioleta, nocivos à saúde. Contudo, pelo fato de possuírem pele escura, os búfalos têm baixa refletividade e facilmente absorvem a radiação solar. Ao nascer, são dotados de abundantes pelos, que, com o avançar da idade, sofrem natural rarefação. Ainda, possuem um sistema de termorregulação evaporativa menos eficiente que os bovinos (Joshi; McDowell; Sadhu, 1968).

A radiação solar age de forma danosa, principalmente em animais de pele escura, que possuem boa proteção contra a radiação ultravioleta, mas absorve maior quantidade de energia térmica, o que limita a capacidade de dissipar calor (Silva *et al.*, 2011). Em virtude das características da pele, como baixo número de glândulas sudoríparas e reduzida quantidade de pelos, o búfalo procura a imersão na água ou charfudação na lama para manter a homeotermia (Loypetjra *et al.*, 1987). Quando em estresse térmico, o sebo produzido pelas glândulas sebáceas se espalha na epiderme tornando-a mais brilhante, aumentando o reflexo, e aliviando parcialmente o animal da carga térmica excessiva (Villares; Ramos; Rocha, 1979).

Pesquisas conduzidas na Índia revelaram que o intervalo de conforto térmico para bubalinos está situado entre temperaturas ambiente de 15,5°C a 21,1°C. Em ambientes com temperaturas em torno de 23,6°C, observa-se que esses animais podem entrar em estado de estresse fisiológico. A manifestação desse estresse leva os bubalinos a recorrerem às vias respiratórias e à medição da temperatura retal como meios para eliminar o excesso de calor, especialmente em temperaturas superiores a 36°C, momento em que atingem o ponto crítico de seu mecanismo termorregulador (Guimarães *et al.*, 2001). Este entendimento é crucial para desenvolver estratégias de manejo que minimizem o impacto do estresse térmico e promovam o bem-estar desses animais em ambientes climáticos adversos.

Apesar disso, a imersão em água não é essencial para a sobrevivência dos animais dessa espécie, a exposição constante do búfalo a elevadas temperaturas principalmente

nos meses de verão pode ser prejudicial aos índices produtivos e reprodutivos. Se os animais não tiverem acesso à abrigo, lamaçal, aspersão de água, etc., o consumo de alimento e a taxa de crescimento diminuem, com possível perda de peso, influenciado também pela deficiência de pastagem. (Souza Júnior *et al.*, 2008). Para cada espécie existe uma faixa de condições adequadas de ambiente, chamadas de zona de conforto térmico, na qual o animal apresenta melhor produtividade, com menor gasto energético e mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios, rápido crescimento corporal e menor mortalidade (Souza Júnior *et al.*, 2008).

Os búfalos possuem baixa eficiência na perda de calor pelas vias cutâneas (Chikamune; Kanai; Shimizu, 1986). A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo (balanço de calor), isto é, do equilíbrio entre a quantidade de calor produzida no organismo, ou por ele absorvida, e a quantidade liberada para o ambiente (Costa, 2007). Dessa forma, os bubalinos apresentam determinadas funções fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudorese), destinadas a manter a temperatura corporal constante. Na faixa de temperatura ambiental, denominada de zona de conforto ou de termoneutralidade, que para a maioria dos bovídeos se encontra entre 4°C a 24°C, os animais não sofrem de estresse térmico, seja por calor ou frio, gastam o mínimo de energia e obtém melhor desempenho produtivo (Müller, 1989).

A capacidade em manter estável a temperatura corporal, ou seja, a tolerância ao calor está dependente de certas características anatômicas como o tipo de pelagem e a cor da pele. Quando não são fornecidos meios de proteção ambiental tal como o sombreamento de pastagens e/ou fontes de água para o banho, verificam-se maiores reduções ao nível do potencial produtivo (Damasceno; Viana; Tinôco, 2010). A lama na pele do animal ajuda-os a dissipar mais calor por mais tempo em comparação com a água de acordo com Yáñez-Pizaña *et al.* 2020.

O comportamento alimentar de búfalos em situações críticas influenciam no seu caráter reprodutivo, tendo em vista que os fatores nutricionais são importantes tanto para o estabelecimento da puberdade quanto para a manutenção da ciclicidade ovariana, o reinício da ciclicidade no pós-parto e a manutenção da gestação. Por isso, a condição corporal das búfalas no momento do parto é de extrema importância para a eficiência reprodutiva do rebanho. Com a falta de conforto térmico, o animal procura formas de

perder calor. Isto envolve uma série de adaptações do sistema respiratório, circulatório, excretor, endócrino e nervoso de animais criados em regiões quentes (McManus *et al.*, 2009).

Em relação ao manejo nutricional a maioria dos criadores de búfalos produzem animais geralmente manejados em sistemas com baixa tecnologia, o que não favorece o animal expressar todo o seu potencial genético (Santos *et al.*, 2014). Dessa forma, por ser uma espécie rústica e se adaptar em situações de baixa qualidade de alimentos, o potencial genético fica limitado pelo manejo nutricional e os sistemas de produção ficam aquém do seu potencial. Uma alternativa para reduzir os efeitos das condições climáticas estressantes para os animais é a adoção de sistemas silvipastoris que incorporam o uso de espécies florestais às pastagens. Além de conferir maior conforto aos animais, com consequente aumento da produtividade e redução de custos, esses sistemas são capazes de aumentar a biodiversidade em regiões alteradas pelo uso inapropriado do solo (Leme *et al.*, 2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os búfalos enfrentam desafios significativos decorrentes do impacto ambiental, resultando em comprometimento de sua fisiologia devido ao estresse térmico. Embora sejam frequentemente destacados por sua rusticidade na literatura, essa característica não os isenta de deficiências fisiológicas em ambientes desfavoráveis. Apesar de resistirem às mais variadas condições de ambiente, os búfalos possuem particularidades específicas, como alta concentração de melanina na pele, baixa quantidade de glândulas sudoríparas e baixa densidade de pelos. Seu sistema termorregulador é eficiente, mas quando submetidos à temperatura ambiente de 36°C ou acima, apresentam estresse térmico e consequentemente mudança de comportamento animal, isso enfatiza a urgência de aprofundar os estudos sobre os aspectos fisiológicos e o conforto térmico desses animais, particularmente da espécie bubalina, que desempenha um papel de grande relevância econômica no contexto brasileiro. Portanto, a análise mais aprofundada desses elementos é essencial para promover o bem-estar e a sustentabilidade da criação de búfalos no país.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código do financiamento 001) e à Universidade Estadual do Maranhão pela concessão da bolsa de mestrado a Sara Regina Pinheiro Serra Moura.

## REFERÊNCIAS

- ABLAS, D. de S.; *et al.* Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 167-175, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE BÚFALOS -ABC B. Quem somos. [S. l.]:ABC B, 2023. Disponível em: <https://www.bufalo.com.br/home/acbc/> Acesso em: 02 jan. 2024.
- BARUSELLI, P.S. **Sexual behavior in buffaloes**. In: Proceedings do 4o World Buffalo Congress, 1994, São Paulo, Brasil. São Paulo: ABCB. pp. 158-173.
- CHIKAMUNE, T.; KANAI, Y.; SHIMIZU, H. Comparison of the effects of seasonal-climatic changes on thermoregulatory responses and plasma concentrations of thyroid hormones in swamp buffaloes and cattle. **Japanese Journal Zootechny Science**, v. 57, n. 9, p. 778- 784, 1986.
- COSTA, L.A.B. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no agreste de Pernambuco**. 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- DAMASCENO, F.A.; VIANA, J.M.; TINÓCO, I.F. Ambiência na produção de bubalinos destinados ao abate. **Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical**, 7, 1370-1381, 2010.
- DAS, G.K.; KHAN, F.A. Summer anoestrus in buffalo - a review. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 45, n. 5, p. 483-494, 2010.
- DHALIWAL, R.K. *et al.* Determination of heat stress zone for daily milk yield using carryover heat effect model in Murrah buffaloes. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 5, 2021.
- FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Disponível em: [em casa Emprego na FAO Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura](#) . Acesso em: 08 jan. 2024.
- FERRO, F.R.A. *et al.* Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, v. 5, n. 5, p. 1-25, 2010.
- GARCIA, A.R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 45 (Suplemento), 2006.
- GONÇALVES, A.M. *et al.* Variáveis fisiológicas de búfalas expostas a banho após estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 6 n. 2. p. 54-60, 2012.
- GUIMARÃES, C.M.C. *et al.* Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso:concentrado. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 25. n. 2, p. 437-443, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bubalinos/br>. Acesso em 30 dez. 2023.
- JOSHI, B.C.; McDOWELL, R.E.; SADHU, D.P. Body surface evaporation rates at low and high temperatures in Murrah buffalo. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 10, p. 1689-1692, 1968.

- KOGA, A. *et al.* Comparison of the thermoregulatory response of buffaloes and tropical cattle, using fluctuations in rectal temperature, skin temperature and haematocrit as an index. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.351-355, 2004.
- LEME, T.M.S.P. *et al.* Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 668-675, 2005.
- LOYPETJRA, P. *et al.* **Water buffalo**. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock - World Animal Science. Disciplinary Approach B5. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.107-125, 1987.
- MARAI, I.F.M.; HABEEB, A.A.M. Buffaloes reproductive and productive traits as affected by heat stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 2, p. 193- 217, 2010.
- McMANUS, C. *et al.* Heat tolerance in brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 1, p. 95–101. 2009.
- MONTEIRO, F.J.C. **Impactos ambientais causados pelos búfalos asselvajados nos campos inundáveis da estação ecológica de Maracajá-Jipioca (Costa Atlântico do Amapá)**. 2009. 50p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) Universidade Federal do Amapá.
- MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3ª ed., Porto Alegre, Editora Sulina, p 158.
- NEGLIA, G.B. *et al.* Comparison of pregnancy rates with two estrus synchronization protocols in Italian Mediterranean buffalo cows. **Theriogenology**, v. 60, p. 125-133, 2003.
- OHASHI, O.M.; SOUSA, J.S.; VALE, W.G. 1988. **Aspecto reprodutivo do macho bubalino**. In: Vale, WG. (Coord.). *Bubalinos: fisiologia e patologia da reprodução*. Campinas, Brasil: Fundação Cargill. pp. 69-86.
- PEREIRA, A.M.F. *et al.* Thermoregulatory Responses of Heat Acclimatized Buffaloes to Simulated Heat Waves. **Animals (Basel)**, v. 10, n. 5, p. 756, 2020.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 42).
- SANTOS, N.B L. *et al.* Consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e comportamento ingestivo de bezerros bubalinos desmamados alimentados com resíduo úmido de cervejaria. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 104-117, 2014.
- SILVA, J.A.R. *et al.* Perfil hematológico de búfalas da raça Murrah, criadas ao sol e à sombra, em clima tropical da Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v.41, n.3, p.425-430, 2011.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 286p. 2000.
- SOUZA JÚNIOR, J.B.F. *et al.* Termorregulação em búfalos manejados em ambiente tropical. **PUBVET**, v. 2, n. 41, Art 396, 2008.
- THOMAS, C. S. **Milking management of dairy buffaloes**. 2004. 52p. Thesis (Doctor) - Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences.

- VILELA, R.A. **Efeito do ambiente térmico na fisiologia adaptativa de bubalinos.** 2013. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013
- VILLARES, J.B.; MONTENEGRO, M.R.; RAMOS, A.A. **As estruturas anexas à pele do búfalo Jafarabadi, Murrah e mediterrâneo.** Campinas: Fundação Cargil, 1979, p. 9-29.
- YÁÑEZ-PIZAÑA, A. *et al.* Lifescience Global Physiological and Behavioral Changes of Water Buffalo in Hot and Cold Systems: Review. **Journal of Buffalo Science**, n. 9, p. 110-120, 2020.

## Principais espécies da ictiofauna do médio rio Tocantins comercializadas em Imperatriz, Maranhão, Brasil: Revisão de Literatura

Letícia Almeida Barbosa<sup>1</sup>; Cleonilde Queiroz<sup>2</sup>; Marcelo Francisco da Silva<sup>2</sup>; Diego Carvalho Viana<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Rua Godofredo Viana 1300, 65901-480, Imperatriz, MA, Brasil.

<sup>3</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

A pesca se configura como atividade de importância comercial, atuando no crescimento econômico e como fonte de proteínas para a sociedade em geral. Esta é conhecida como de subsistência na cidade de Imperatriz-Ma, sendo o pescado vendido pelos próprios pescadores. Dentre as espécies mais comercializadas na região esta a *Pellona castelnaeana*, *Psectrogaster amazonica* e *Triportheus* sp. O estudo da ictiofauna do rio Tocantins pode contribuir para a preservação das espécies e do rio na região Tocantina, assim como, no desenvolvimento de projetos educativos relacionados a sustentabilidade na região. Nesse sentido, o estudo dessas espécies e outras que também são comumente comercializadas na região revela a riqueza do rio e da movimentação econômica para o comércio e famílias de subsistência, ou seja, que vivem do comercio local e venda do pescado.

**Palavras-chave:** Characiformes, Comércio, Pesca artesanal.

### INTRODUÇÃO

A diversidade biológica tem proporcionado a ciência a curiosidade acerca das espécies existentes em todo o planeta. Tem sido estimado que das 60.000 espécies de vertebrados já descritas, 32.000 são peixes, os quais estão distribuídos tanto em ambientes marinhos quanto em água doce (Nelson; Grade; Wilson, 2016). Na América do Sul, a fauna de peixes está entre as mais diversas da terra, com mais de 9.100 espécies representadas nas águas continentais, atualmente cerca de 5.160 espécies de peixe de água doce foram descritas para o continente sul americano (Reis *et al.*, 2016).

As espécies escolhidas, *Psectrogaster amazonica* (Eigenman & Eigenmann, 1889), *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829), *Pellona castelnaeana* (Valenciennes, 1847), são importantes para a ecologia local, visto que são

bioindicadoras de qualidade de água e migrantes. Além disso, informações de caracterização biótica dos organismos aquáticos nativos são interessantes como forma de produzir bancos de dados para estudos de repovoação.

Neste sentido, o estudo de espécies do rio Tocantins é de grande valia, visto que pode contribuir para os trabalhos já existentes na região Tocantina. Na região amazônica são raras as informações sobre a população de espécies do gênero *Triportheus* sp. (ordem Characiformes) pois é um peixe neotropical, em geral de pequeno porte e encontrado em rios de água doce (Araújo *et al.*, 2012).

Já a espécie *Pellona castelnaeana*, conhecida como apará-amarelo, é uma das únicas espécies de Clupeiformes com reconhecido valor comercial registrado nos mercados pesqueiros da Amazônia, além disso, tem sua importância ecológica que em estados como Rondônia que possui medidas para preservação e exploração sustentável dessa espécie de pescado, visando manter a reprodução, biologia reprodutiva e populacional da espécie (ANA, 2022).

Outras espécies como a *Psectrogaster amazonica* conhecida como branquinha-comum é uma das espécies mais abundantes do rio Tocantins, é pescada com frequência nas áreas a montante e jusante de Tucuruí com formação de cardumes as margens do rio (Santos; Jeju; Merona, 1984). A presente revisão de literatura teve como objetivo caracterizar as espécies de peixes *Triportheus angulatus.*, *Psectrogaster amazonica* e *Pellona castelnaeana* do médio rio Tocantins.

### **Bacia Araguaia-Tocantins**

A bacia do rio Tocantins, também conhecida como bacia Tocantins – Araguaia pode ser considerada uma das maiores bacias hidrográficas brasileiras, com 750.000 km (ANA, 2020). A extensão do rio Tocantins é aproximadamente de 2.400 km, formada a partir da junção dos rios das Almas e Maranhão, no qual suas cabeceiras localizam-se no Planalto de Goiás, a cerca de 1.000m de altitude, ao norte da cidade de Brasília (Araújo *et al.*, 2012).

A bacia do Tocantins - Araguaia está localizada entre os paralelos sul 0° 30' e 18° 05' e os meridianos de longitude oeste 45° 45' e 56° 20'. Tem configuração alongada, com sentido Sul - Norte, e segue em direção aos cursos dos rios Tocantins e Araguaia, que ao se unir é chamado somente de rio Tocantins no qual deságua na Baía da Ilha de Marajó (Araújo *et al.*, 2012). A bacia Araguaia - Tocantins apresenta um número considerável de espécies, foram catalogadas na bacia Araguaia - Tocantins

395 espécies, distribuídas nas ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes (DNIT, 2022)

Ainda na bacia Araguaia – Tocantins, Reis *et al.* (2016) encontrou 300 espécies na ictiofauna da região e Barbosa; Viana; Queiroz (2020) coletou 132 espécies distribuídas em oito ordens e 30 famílias. Tendo em vista a abundante diversidade nos diferentes ambientes da bacia Araguaia – Tocantins e sua importância para a biodiversidade neotropical o Araguaia - Tocantins se encontra inserido no bioma mais explorado, o qual a deterioração ambiental e instalações de barragens hidroelétricas que têm influenciado para a diminuição e extinção de espécies importantes nos rios da bacia Araguaia - Tocantins (Santos; Jeju; Merona; 1984).

Além disso, a comunidade íctica é reconhecida por alguns cientistas como um indicador de qualidade ambiental, ou seja, um conjunto de condições bióticas e abióticas dos corpos d'água, exercendo controle sobre as populações de organismos presentes e vegetação (Fearnside, 2013). Contudo, pouco se tem estudado sobre a ictiofauna de peixes na região do rio Tocantins também banhada pela bacia Araguaia – Tocantins.

### **Importância da pesca artesanal e de subsistência para a região Tocantina**

A pesca se configura como atividade de importância comercial, atuando no crescimento econômico e como fonte de proteínas para a sociedade em geral (Barai *et al.*, 2022). Tendo em vista as características do rio Tocantins, este apresenta importância de subsistência natural para a população desde os povos indígenas, que povoaram a região, que mantiveram uma ligação com ela devido aos recursos existentes (Frankham; Ballou; Briscoe, 2008). Dessa forma, a atividade pesqueira ainda é encontrada na região de Imperatriz-MA, onde a população e as famílias mantêm esse tipo de atividade para subsistência própria e tradição familiar com fins culturais.

A pesca pode ainda ser dividida de acordo com os fatores econômicos regionais, geográficos e nível de profissionalização dos envolvidos, podendo ser caracterizada como comercial, sendo desenvolvida por pescadores profissionais que comercializam na própria região com o uso de barcos simples de madeira medindo de 4 a 16 m de comprimento (Beltrão; Jansen; Ferreira, 2019).

Também pode ser de subsistência, desenvolvida por pescadores ribeirinhos e destinada à sua alimentação e à de seus familiares assim como, vendida a intermediários

ou em feiras das vilas mais próximas (Beltrão; Jansen; Ferreira, 2019). A comercialização nos mercados da cidade de Imperatriz-MA é realizada em centros comerciais abertos ao ar livre, espaços esses importantes para a venda do peixe fresco, considerado importante para os retalhistas devido à diversidade do peixe (Doria *et al.*, 2018).

A pesca na cidade é conhecida como de subsistência, sendo vendida pelos próprios pescadores, quanto a venda do pescado na região, cerca de 62% dos responsáveis pelas bancas são do sexo feminino e 38% masculino, suas faixas etárias variam entre 26 e 58 anos, incluindo mulheres e homens. Dentre as espécies comercializadas está a *P. amazonica*, *T. angulatus* e *P. castelnaeana*, também foi observado que as ações antrópicas como construções de barragens, pesca em período inadequado e poluição tem sido fatores agravantes da diminuição de espécies e alterações morfológicas (Barbosa *et al.*, 2017). Além disso, Barbosa; Viana; Queiroz (2020) observaram em seu estudo que a população ribeirinha em sua maioria comerciante, mantêm a pesca artesanal como prática oriunda de heranças passadas, além da importante conscientização da população na região do rio Tocantins.

### ***Psectrogaster amazonica* Eigenmann e Eigenmann, 1889**

A família Curimatidae é representada por oito gêneros e 103 espécies, é amplamente distribuída nas principais bacias hidrográficas da região Neotropical, localizadas entre o sul da Costa Rica e o nordeste da Argentina (Souza *et al.*, 2018). A branquinha-comum (figura 1), assim conhecida no médio rio Tocantins, é uma das espécies mais abundantes na região, ela apresenta corpo curto, alto e coloração branca prateada com mancha preta na base nadadeira caudal, boca terminal e lábios finos, se alimenta de detritos orgânicos e microrganismos, sua primeira maturação sexual ocorre com cerca de 15 cm de comprimento, já a desova entre os meses de novembro e janeiro, no início da enchente do rio Tocantins (Ribeiro; Petrere; Juras, 1995).

**Figura 1.** Exemplar de *Psectrogaster amazonica* (Eigenman & Eigenmann, 1889), capturado rio Tocantins. Fonte: Autor (2022).



Na época de maturação sexual são observados deslocamentos migratórios vistos evidenciados por capturas nos meses outubro e novembro, em épocas de captura *P. amazonica* é ainda pescada no montante e jusante de tucuruí com redes de malhadeiras e tarrafas (Ribeiro; Petreire; Juras, 1995).

#### ***Triportheus angulatus* Spix & Agassiz, 1829**

Um total de 16 espécies são reconhecidas para o gênero *Triportheus*, o *Triportheus angulatus* (figura 2), popularmente conhecido como sardinha papuda, pertence a ordem Characiformes e família Triportheidae, são encontrados nos grandes rios da América do Sul, sendo a única que ocorre a oeste da cordilheira dos Andes. Na bacia amazônica, do Araguaia-Tocantins e do Orinoco e nos rios costeiros entre os rios Demerara e Araguari ocorrem 11 espécies (Begossi *et al.*, 2019).

**Figura 2.** Exemplar de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829), capturado rio Tocantins. Fonte: Autor (2022).



Espécies novas da mesma família de *T. angulatus* ainda são descritas mesmo em bacias bastante exploradas em diferentes partes da América do Sul, como é o caso de espécies de Triportheidae e diversas espécies comumente coletadas continuam não

descritas formalmente, como é o caso da branquinha comum, são raras as informações das espécies (Johnson *et al.*, 2018).

Em geral, as espécies desse gênero possuem corpo alongado e comprido lateralmente peito expandido com quilha devido à hipertrofia dos ossos coracóides nadadeiras peitorais bem desenvolvidas e ventrais atrofiadas, além disso, algumas espécies do gênero alcançam tamanho de 200 a 240 mm (Barbosa *et al.*, 2017).

Além disso, possuem escamas finas, cicloides, difere das outras espécies do gênero por possuir de 34 a 37 escamas na linha lateral e a presença de faixas escuras longitudinais na superfície lateral do corpo, espécies desse mesmo gênero possuem capacidade de desenvolver os lábios inferiores que serve absorver o oxigênio superficial de águas com baixos níveis de oxigênio (Basta *et al.*, 2021) O interesse comercial por espécies de pequeno porte tem aumentado na Amazônia, refletindo dessa forma na busca por novas fontes de pescado, os estoques de peixes de grande porte tiveram seus estoques reduzidos e valor comercial elevado (Esteves; Aranha; Alberch, 2021).

### ***Pellona castelnaeana* Valenciennes, 1847**

A espécie *P. castelnaeana* (figura 3) pertence ordem Characiformes e família Pristigasteridae. Peixes pertencentes a esta ordem são conhecidas como sardinhas, arenques e anchovas. A ordem é representada por 5 famílias, 84 gêneros e 364 espécies (Ota *et al.*, 2018). As sardinhas de Pristigasteridae, também são conhecidas como apapás e habitam águas marinhas pelágicas e zonas costeiras, estuários e água doce (Ota *et al.*, 2018). Sua principal característica sinapomórfica é a presença de recesso lateral (espaço intercraniano na região óptica do crânio) (Costa; Moura; Feio, 2013).

**Figura 3.** Exemplar de *Pellona castelnaeana* (Valenciennes, 1847), capturado rio Tocantins. Fonte: Autor (2022).



Como característica da espécie, é um peixe migrador, com desova total e fecundação externa, as fêmeas iniciam o processo de maturação sexual aos 32 cm de comprimento padrão (Souza *et al.*, 2018). Em *P. castelnaeana* é observado

hermafroditismo protândrico, a maior parte dos machos sofre reversão sexual, em um determinado momento do ciclo de vida (Santos; Jeju; Merona, 1984). São bastante apreciadas pela população ribeirinha e comercializada nos mercados e feiras da região (Barbosa *et al.*, 2017)

### **Influência das ações antrópicas na ictiofauna**

As mudanças ambientais tem modificado a ictiofauna e os aspectos socioeconômicos das comunidades ribeirinhas amazônicas, fatores como ações antrópicas têm causado prejuízo para a comunidade pesqueira assim como para o desenvolvimento de peixes inseridos na bacia amazônica, migrações, desflorestamentos e construções de barragens são agentes causadores de impactos na natureza e vida nela inserida (Brasil, 2005; Marcel, 2020).

Projetos de infraestrutura como construção da Hidrovia Araguaia-Tocantins (HAT)<sup>14</sup>, em processo de licenciamento (DNIT, 2022), e os Projetos de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Marabá e AHE de Santa Isabel têm sido implantados na última década e desencadeado impactos ecossistêmicos na região inserida e suas proximidades.

As barragens são construções antrópicas antigas e devido a elevada potência energética das bacias hidrográficas estas são alvo para construções, assim tornando crescente o aumento das hidrelétricas, dentre elas podem ser destacadas as Usinas de Estreito, Tucuruí, Belo Monte e do rio Xingu (Nelson; Grade; Wilson, 2016).

Em razão das construções, a pesca comercial passou a ser praticada por pescadores profissionais, algumas características são observadas em continentes que apresentam reservatórios como barragens em suas regiões, dentre estas características foi notada a pesca de forma artesanal, com geração de empregos, fonte de renda e produção econômica (Queiroz *et al.* 2013).

Embora a fonte de renda seja fator positivo para as famílias ribeirinhas, as construções causam impactos na fauna aquática alterando a composição ictiofaunística e abundância das espécies, eliminação ou rotas migratórias, além disso, a estrutura se modifica dentro do reservatório assim como no seu montante (Queiroz *et al.* 2013).

O Ministério de Minas e Energia-MME considerou a bacia hidrográfica do rio Tocantins prioritária no âmbito do Convenio nº 013/2004, de 21 de dezembro de 2004 (Birindelli; Sidlauskas, 2018). Nesse sentido, é importante a avaliação dos efeitos causados por essas ações antrópicas como uma estratégia de integração da dimensão

ambiental ao processo de planejamento do setor elétrico (Goulding; Barthem; Ferreira, 2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da ictiofauna do rio Tocantins pode contribuir para a preservação das espécies e do rio na região Tocantina, assim como, no desenvolvimento de projetos educativos relacionados a sustentabilidade na região. Espécies como, *P. amazonica*, *T. angulatus*, *P. castelnaeana*, são consideradas importantes para a movimentação do comércio na região, cultura e subsistência para as famílias.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código de financiamento 001) e pela concessão da bolsa de doutorado a Letícia Almeida Barbosa.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. 2020. (<https://www.gov.br/ana/pt-br>). Accessed on 07/2020.
- ANA (Agência Nacional de Águas. Tocantins). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/tocantins/saiba-mais-tocantins>. Acesso em abril de 2022.
- Araújo, A.S. et al. Características morfométricas-merísticas e aspectos reprodutivos da sardinha de água doce, *Triporthus angulatus* (Osteichthyes: Characiformes) do rio Acauã do bioma Caatinga. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 59-73, 2012.
- BARAI, A.A. et al. Seasonal influence on centesimal composition and yield of Amazonian fish. **Food Science and Technology**, v. 42, e55320, 2022
- BARBOSA, J.M. *et al.* Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 70-90, 2017.
- BARBOSA, L.; VIANA, D.; QUEIROZ, C. Characterization of artisanal fishing and commercialization of fish in open air markets. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 19, p. 156-162, 2020.
- BASTA, P.C. *et al.* Mercury exposure in Munduruku indigenous communities from Brazilian Amazon: Methodological background and an overview of the principal results. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 1, 9222, 2021.
- Begossi, A. *et al.* Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 345-357, 2019.
- BELTRÃO, H.; ZUANON, J.; FERREIRA, E. Lista de verificação da ictiofauna da bacia do Rio Negro na Amazônia brasileira. **ZooKeys**, v. 881, p. 53-89, 2019.

- BIRINDELLI, J. L.; SIDLAUSKAS, B.L. Preface: How far has Neotropical Ichthyology progressed in twenty years? **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 3, p. 180-128, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas – ANA. Avaliação de programas nacionais: versão final – **síntese, comentários e recomendações**. 2005. Disponível em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br>> Acesso: 17 dezemb. 2022.
- COSTA, H.C.; MOURA, M.R.; FEIO, R.N. Taxonomic revision of Drymoluber Amaral, 1930 (Serpentes: Colubridae). **Zootaxa**, v. 3716n. 3, p. 349-394, 2013.
- DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). Rima - Relatório de Impacto Ambiental: obras de dragagem e derrocamento da via navegável do rio Tocantins. DNIT; Consórcio DTA O’ MARTIN, Disponível em: <https://iusnatura.com.br/relatorio-impacto-ambiental-rima/>. Acesso em abril de 2022.
- DORIA, C.R.C. *et al.* Review of fisheries resource use and status in the Madeira River Basin (Brazil, Bolivia, and Peru) before hydroelectric dam completion. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 26, n. 4, p. 494-514, 2018.
- ESTEVES, K.E.; ARANHA, J.M.R.; ALBERCHT, M.P. Ecologia trófica de peixes de riacho: uma releitura 20 anos depois. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 266-282, 2021.
- FEARNSIDE, P.M. Barragens na Amazônia 2: planejadas em longo prazo na Amazônia brasileira. Disponível em: <<http://amazoniareal.com.br/barragens-na-amazonia-2-hidreletricas-planejadas-em-longo-prazo-na-amazonia-brasileira/>>.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J.D.; BRISCOE, D.A. Fundamentos de Genética da Conservação. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 2008, p. 280.
- GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. The Smithsonian Atlas of the Amazon. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 2003.
- JOHNSON, N.A. *et al.* A taxonomia integrativa resolve a incerteza taxonômica para mexilhões de água doce que estão sendo considerados para proteção sob a Lei de Espécies Ameaçadas dos EUA. **Relatórios científicos**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2018.
- MARCEL, B. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas **Estudos avançados**, v. 34, n. 98, p. 167-186, 2020.
- NELSON, J.S.; GRANDE, T.C.; WILSON, M.V.H. 2016. Fishes of the world. Fifth edition. Hoboken, **New Jersey: John Wiley and Sons**, 707: 2016.
- OTA, R.R. *et al.* Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, e170094, 2018.
- QUEIROZ, L.J. *et al.* **Peixes do rio Madeira**. São Paulo – Brasil, 1: 2013.
- REIS, R.E. *et al.* Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

- RIBEIRO, M.C.L.B.; PETRERE, Jr. M.; JURAS, A.A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins River Basin, Brazil. **Regulated Rivers: Research and Management**, v. 11, 3-4, p. 325-350, 1995.
- SANTOS, G.M. JEGU, M.; MERONA, B. Catalago de peixes comerciais do baixo rio Tocantins; projeto Tucuruí. Manaus, **ELETRONORTE/CNPqIINPA**, 1984.
- SOUZA, A.K.S. *et al.* Metazoan parasites of *Pellona castelnaeana* Valenciennes, 1847 (Clupeiformes: Pristigasteridae) of Várzea lakes of the Brazilian Amazon. **Neotropical Helminthology**, v. 12, n. 1, p. 79-98, 2018.

## Prospectiva da pitiose na atualidade: Revisão de Literatura

Jucyara Silva Moraes<sup>1</sup>; Kaylane Vitoria Nascimento Ferreira de Lima<sup>3</sup>; Renata Alves Rocha<sup>3</sup>; Ana Paula Santos de Moraes<sup>2</sup>; Poliana Santos de Moraes<sup>2</sup>; Nayara Silva Oliveira<sup>1</sup>; Larissa Sarmiento dos Santos Ribeiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Graduanda Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão.

<sup>3</sup>Laboratório de Micologia, Universidade estadual do Maranhão.

<sup>4</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciência Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

A pitiose é uma doença granulomatosa que se apresenta de várias formas clínicas e afeta diversas espécies animais e humanos, frequentemente é encontrada em lugares de clima quente, com presença de áreas alagadiças. O agente etiológico, *Pythium insidiosum*, se comporta como os fungos, no entanto suas estruturas celulares são diferentes dos fungos verdadeiros. Atualmente, a doença está disseminada em todas as partes do mundo, porém apresenta maior incidência em regiões tropicais e subtropicais. As manifestações clínicas são evidenciadas nas lesões nodulares características. O diagnóstico preciso e tratamento eficaz tem sido objeto de diversas pesquisas com bons resultados acerca de terapias e testes utilizados. A presente revisão de literatura propoem reunir informações acerca da pitiose.

**Palavras-chave:** *Pythium*, Pitiose, Fungo.

### INTRODUÇÃO

A pitiose é uma doença granulomatosa que se desenvolve na forma cutânea, subcutânea, ocular, gastrointestinal ou multissistêmica (Leal *et al.*, 2001). Essa enfermidade é descrita, principalmente, nos equinos mas é relatada também nos animais de companhia (*Pets*), selvagens e humanos. É transmitida pelo contato direto dos zoósporos móveis presente nos ambientes aquáticos e pantanosos (Paz *et al.*, 2022).

Os casos relatados de pitiose exibem taxas de morbidade e mortalidade elevadas, indicando um sinal de alerta para a epidemiologia dessa doença. A maioria dos pacientes infectados perdem a funcionalidade da região afetada, e evoluem a óbito por debilidade decorrente da doença (Jaturapaktrarak *et al.*, 2020).

A disseminação desse microrganismo tem causado grandes perdas econômicas, e vêm gerando risco de vida às espécies afetadas em todas as regiões do mundo. Um diagnóstico prematuro e tratamento instatâneo contribuem diretamente para um prognóstico acertivo (Yolanda; Krajaejun, 2021). A presente revisão de literatura propoem reunir informações acerca da pitiose na atualidade.

### **Etiologia**

A pitiose é causada por um Oomiceto pertecente ao Reino Straminipila (Mendoza; Newton, 2005), Família Pythiaceae e Gênero *Pythium* (Supabandhu *et al.* 2008). O gênero *Pythium* compreende organismos bem adaptados em ambientes aquáticos, solos irrigados e regiões tropicais e subtropicais (Belonoznikova *et al.*, 2022). O gênero apresenta cerca de 120 espécies conhecidas, porém a única espécie responsável por causar doença em animais domésticos e humanos é *P. insidiosum* (Gaastra *et al.*, 2010). O agente causador da doença foi isolado pela primeira vez em 1901 por cientistas holandeses trabalhando com cavalos na Indonésia e, posteriormente, em 1925 por pelo também holandês Witkamp, em equinos (Trost *et al.*, 2009). O oomiceto foi, formalmente, descrito como *Pythium insidiosum* quando Cock observou, em 1987, o processo de esporulação sexual do microorganismo (Supabandhu *et al.*, 2008).

Microscopicamente, *P. insidiosum*, é caracterizado pela presença de hifas hialinas, ramificadas e perpendiculares, asseptadas nos estágios iniciais de crescimento e levemente septadas em organismos adultos (Peano *et al.*, 2023). O agente desenvolve micélio como os fungos, mas não é, filogeneticamente, considerado um fungo verdadeiro, pois suas paredes celulares não apresentam quitina, e são constituídas de celulose e b-glucanos, sua membrana citoplasmática não possui ergosterol, o talo é diplóide, cenocítico, e o organismo desenvolve zoósporos biflagelados (Gaastra *et al.*, 2010).

### **Patogenia**

Sabe-se que a presença de água induz a formação de zoósporos o que é um ponto indispensável para o ciclo, pois os casos recorrentes observados na literatura, deram-se após períodos chuvosos e inundações (Leal *et al.*, 2001). O agente coloniza uma planta aquática no ambiente e uma vez instalado no indivíduo, por contato direto, a infecção pode ser iniciada, causando uma doença de rápida evolução e difícil de tratamento (Gaastra *et al.*, 2010).

O ciclo se inicia pela colonização de plantas aquáticas, que servem de substrato para reprodução do organismo, dando origem aos zoosporângios. Esses zoosporângios ficam livres na água até encontrarem um animal (ou outra planta), na qual se encistam e desenvolvem o tubo germinativo, dando origem aos zoósporos móveis infectantes encerrando o ciclo e iniciando a proliferação do agente (Leal *et al.*, 2001). Os zoósporos destacam-se pela quimiotaxia acentuada em relação aos pelos de animais, feridas, e regiões danificadas da pele (Grooters, 2003). O oomiceto necessita de altas temperaturas, e pode evoluir a uma temperatura de até 45°C (Zhang *et al.*, 2022).

A localização das lesões está diretamente relacionada às partes do corpo que estiveram em contato direto com a água contaminada pelos zoósporos. Lesões causadas por perfurações e picadas de insetos também podem atuar como porta de entrada para *P. insidiosum* (Rees, 2004).

### **Epidemiologia**

Como a pitiose tem sido cada vez mais relatada em todo o mundo, a doença tornou-se um problema de saúde global. A pitiose, comumente, é encontrada em regiões de clima tropical, subtropical e temperado, tendo sido descrita nas Américas, em países europeus e no sudeste asiático (Gaastra *et al.*, 2010). Não tende a apresentar preferência por sexo, idade ou raça, nem há relatos de transmissão direta entre os animais ou animais e o homem (Souto *et al.*, 2022).

Quanto à distribuição global e frequência da pitiose, os mamíferos são os mais acometidos, abrangendo uma vasta diversidade de espécies, incluindo os humanos. Em termos de dados, tem-se a espécie equina como a mais afetada, seguido dos humanos, cães e bovinos, e essa variedade de hospedeiros encontrada pelo *P. insidiosum* coloca a pitiose como uma infecção importante no meio ecológico (Yolanda; Krajaejun, 2020).

*P. insidiosum* não necessita de um hospedeiro mamífero suscetível para sua conservação ou distribuição, uma vez que é capaz de sobreviver e se disseminar em seu ambiente natural e em plantas (Dal Ben *et al.*, 2018). A picada de insetos é um fato que tem importância na epidemiologia da doença, especialmente nas regiões tropicais onde os mosquitos são predominantes (Schurko *et al.*, 2003), e pode servir como ponto de penetração do agente.

A pitiose é documentada em diversas espécies; equinos (Tartor *et al.*, 2020; Paz *et al.*, 2022), bovinos (Martins *et al.*, 2012; Konradt *et al.*, 2016), ovinos e caprinos (Ubiali *et*

*al.*, 2022; Souto *et al.*, 2022), caninos (Cridge *et al.* 2020), gatos (Fortin; Calcutá; Kim, 2017; Dowst *et al.*, 2019) e humanos (Dos Santos *et al.* 2014; Zhang *et al.*, 2022), porém a maioria dos casos corresponde a lesões cutâneas em equinos.

### Sinais clínicos

A forma mais comum é a manifestação cutânea e subcutânea, nas quais são observadas lesões nos membros e na parede toracoabdominal ventral, são caracterizadas por formações nodulares ou massas tumorais, apresentando ulcerações e, frequentemente, secreção serossanguinolenta (Zhang *et al.*, 2022). As lesões na forma cutânea geralmente são vistas por tecido ulcerado nodular, com lesões extensas, no formato arredondado ou irregular e granulomatoso (Headley *et al.*, 2002).

As lesões são semelhantes a tumores e consistem em tecido necrótico, contendo eosinófilos e hifas de *P. insidiosum* (Headley *et al.*, 2002). A forma cutânea da doença induz feridas crônicas, celulite e úlceras. O edema na região da lesão é descrito como pouco comum, e existem poucos relatos de infecção grave na fase inicial da pitiose cutânea (Peano *et al.*, 2023).

A pitiose intestinal é a segunda forma mais freqüente da infecção. Os casos reportados descrevem lesões gastrointestinais, cólica causadas pela presença de massas teciduais, fibrose e estenose do lúmen (Leal *et al.*, 2001). Os sintomas clínicos envolvem vômitos, perda de peso, diarreia e massas abdominais perceptíveis (Grooters, 2003; Berryessa *et al.*, 2008). Pode ocorrer extensão da infecção para o pâncreas, linfonodos mesentéricos e ductos biliares (Cridge *et al.*, 2020).

A forma rinofacial é mais comum em ovinos e caprinos (Pessoa *et al.*, 2012). Esta forma da doença ocorre de forma acidental, afetando os seios nasais com edemas e formações tumorais, mas também pode ser epizoótica, com morbidade baixa e letalidade elevada, trazendo alta mortalidade para produção de ovinos e perdas econômicas (Ubiali *et al.*, 2013). A pitiose do trato digestivo afeta principalmente a porção anterior do estômago, no entanto, infecções esporádicas também foram relatadas envolvendo esôfago, abomaso, fígado e diafragma (Pessoa *et al.*, 2012).

A pitiose vascular geralmente afeta as artérias dos membros inferiores em humanos (Permpalung; Worasilchai; Chindamporn, 2020). Os pacientes predispostos possuem um distúrbio hematológico implícito e uma ocupação relacionada à agricultura. Nessa forma,

são vistas lesões crônicas não cicatrizantes, claudicação intermitente, parestesia, ausência de pulso arterial e trombose (Chitasombat *et al.*, 2020).

### **Equinos**

Nos equinos, a forma cutânea é mais prevalente enquanto as outras formas são raramente relatadas (Paz *et al.* 2022). As lesões são observadas, especialmente, na parte ventral do abdômen e membros, compreendendo áreas que ficam em contato direto com a água contaminada (Souza *et al.* 2011). São caracterizadas pela presença de estruturas calcificadas e amareladas, formadas pela degranulação de eosinófilos sobre as hifas invasoras de *P. insidiosum* (Leal *et al.*, 2001), denominadas de *Kunkers* (Mendoza; Newton, 2005)

Os animais mostram um intenso prurido e geralmente mutilam a área da lesão na tentativa de aliviar o desconforto. Podem apresentar claudicação pelo fato dos membros, frequentemente, ser a região mais afetada (Souto *et al.*, 2022). A maioria dos casos descritos relatam apenas uma lesão em cada animal, porém lesões cutâneas multifocais também têm sido relatadas (Tartor *et al.*, 2020).

### **Bovinos**

Em bovinos, geralmente, ocorre durante a estação chuvosa em áreas subtropicais. Nessa espécie é considerada uma doença contingente. A doença, comumente, se apresenta na forma subcutânea, acometendo os membros. As áreas afetadas são extremamente doloridas e a maioria dos animais não consegue ficar de pé, o que geralmente leva à desidratação e morte (Martins *et al.*, 2012).

No Brasil, há relato no Pantanal Sul-Matogrossense, no qual o animal apresentou lesões cutâneas, em membros, caracterizadas por ulcerações, espessamento da derme e na região tecidual afetada (Santos *et al.*, 2011).

### **Ovinos e Caprinos**

A pitiose rinofacial ovina, também chamada de "nariz de touro", tem sido encontrada nas regiões nordeste e oeste do Brasil. Casos de pitiose rinofacial também foram relatados no Pantanal de Mato Grosso e no Cerrado brasileiro, ambas no centro-oeste do Brasil (Mustafa *et al.*, 2015).

Nos caprinos, existem dois casos de pitiose relatados, ocorrido no Brasil, ambos na cidade de Patos no Estado da Paraíba. No primeiro caso o animal, apresentava

claudicação, prurido e perda de peso associada a uma única lesão cutânea ulcerativa em região de membro posterior esquerdo (Carmo *et al.*, 2015). E no segundo caso, o animal tinha histórico de claudicação associada a lesão cutânea ulcerada e drenante em região metacarpofalângica (Souto *et al.*, 2022).

### **Cães e Gatos**

Nos cães, ao contrário dos equinos, a forma de pitiose mais frequente é a gastrointestinal. A infecção por *P. insidiosum* em cães é mais frequente em jovens imunodeprimidos (Grooters *et al.*, 2003).

A pitiose em gatos é rara, havendo poucos relatos na literatura. Um relato, nos Estados Unidos, refere-se a uma infecção nasal e retrobulbar, sem envolvimento de órgãos internos, cujo diagnóstico baseou-se em imunohistoquímica, sorologia e isolamento do agente (Leal *et al.*, 2001). Fortin; Calcutá; Kim (2017) descreveram um caso onde um felino doméstico apresentou pitiose sublingual, com presença de massa multilobulada.

### **Humanos**

As formas clínicas da pitiose humana incluem pitiose vascular e ocular, pode também se manifestar por uma infecção na pele ou em múltiplos órgãos, como no caso da pitiose disseminada (Yolanda; Krajaejun, 2021).

O primeiro caso de ceratite por *P. insidiosum* foi relatado na Tailândia, onde é considerado endêmico por causa das condições climáticas (Hasika *et al.*, 2019) Ainda que tenha relatos na Europa e América, a maioria dos casos humanos foi referido nas áreas tropicais e subtropicais, como Índia e Tailândia (Aurora *et al.*, 2021).

### **Aves e animais silvestres**

Em pássaros existe um único caso relatado na literatura de infecção por *P. insidiosum*. Descrito por Pesavento *et al.* (2008), a ave afetada era um íbis de cara branca californiano, que apresentou quadro clínico de múltiplas ulcerações nas asas, pescoço, cabeça e membros e foram encontradas hifas de *P. insidiosum* no centro dos granulomas eosinofílicos necrosantes.

E o segundo relato em aves foi em um avestruz de pescoço vermelho, apresentando disfagia, hiporexia e obstrução esofágica, com presença de massa, diagnosticado pelo Laboratório de Patologia Animal da Universidade Federal de Campina

Grande, Patos, Paraíba no Brasil, diagnosticado pelas técnicas de imuno-histoquímica e histopatologia (Souto *et al.*, 2019).

A pitiose foi relatada, também, em um zoológico na Columbia, Carolina do Sul. Afetando vários ursos de óculos, que desenvolveram lesões envolvendo as glândulas prepuciais, áreas cutâneas e o trato gastrointestinal. A doença foi confirmada pela presença de *P. insidiosum* na microscopia e cultura do tecido afetado (Gaastra *et al.*, 2010).

Em 2004, Wellahan *et al.* registraram um caso de pitiose envolvendo um camelo dromedário em um zoológico da Flórida. O animal manifestou uma massa granulomatosa no lado direito da face e teve o diagnóstico confirmado por cultura.

Foi relatada uma infecção pulmonar incomum, consequente de quadro por pitiose, em uma onça-pintada da América Central (Camus; Grooters; Aquilar, 2004). Também foi descrito um caso de pitiose abdominal em um tigre de Bengala em cativeiro na Flórida (Buergelt; Powe; White, 2006), o qual foi realizada a necropsia encontrando massas intestinais semelhantes a tumores. O diagnóstico foi confirmado por sorologia.

### **Diagnóstico**

A cultura de tecidos e a indução de zoósporos, atualmente, são os exames de primeira escolha para o diagnóstico; no entanto, recomenda-se implementar o uso de testes através de ensaios moleculares e imunoenzimáticos (Permpalung; Worasilchai; Chindamporn, 2020).

O estabelecimento do diagnóstico definitivo requer um método diagnóstico confiável, ou seja, o isolamento e identificação do organismo. Para o exame direto e da cultura microbiológica, que é considerado o padrão-ouro, utiliza-se estruturas calcificadas encontradas na superfície do corte da lesão, denominados *Kunkers* (Souto *et al.*, 2020).

Para o crescimento da cultura, as amostras são inoculadas em placas contendo meio Ágar Sabouraud dextrose acrescido de cloranfenicol, incubadas a 37°C por dois a três dias, as colônias crescidas apresentam aspectos macroscópicos como coloração creme e aspecto membranoso (Grooters *et al.*, 2003). Na leitura microscópica, são reveladas hifas hialinas esparsadamente septadas e ramificadas, normalmente, as hifas se apresentam com 4–10 µm de largura, em paredes não paralelas (Pessoa *et al.*, 2012).

Na análise histológica, utiliza-se amostras fixadas em formol a 10% e realiza-se processos e técnicas de rotina para histopatologia. Através de cortes seriados e colorações específicas como o ácido periódico de Schiff (PAS) e a prata metenamina de Grocott (GMS). Independentemente da manifestação clínica apresentada, a pitiose é caracterizada, na histologia, por piogranulomas formado por pontos necróticos centrais circundados por número considerável de células imunológicas como eosinófilos, neutrófilos e macrófagos, células gigantes multinucleadas e tecido fibrovascular. As hifas são observadas livres no centro necrótico, no citoplasma das células gigantes ou no lúmen dos vasos sanguíneos associados aos trombos (Ubialli *et al.*, 2013).

A imuno-histoquímica para *P. insidiosum* revela uma forte marcação das hifas e estabelece um diagnóstico presuntivo preciso, mas a confirmação deve ser realizada, preferencialmente, através de histopatologia associada a métodos baseados em cultura ou moleculares (Chitasombat *et al.*, 2020).

### Tratamento e Prevenção

A pitiose, geralmente, é tratada com antifúngicos. No entanto, a taxa de falha terapêutica é alta, o que pode ser devido à falta de ergosterol na membrana celular do organismo (Agarwal *et al.*, 2019). *P. insidiosum* apresenta sensibilidade limitada aos antimicrobianos usuais (Yolanda; Krajaejun, 2020).

A intervenção cirúrgica para remoção de tecido infectado, dependendo da localização e estado da lesão, é o principal tratamento para pitiose (Agarwal *et al.*, 2019). A imunoterapia com antígenos do *P. insidiosum* tem sido implementada para o tratamento da pitiose, mas sua eficácia curativa necessita de melhorias (Yolanda; Krajaejun, 2021).

Uma alternativa que vem sendo desenvolvida é a ozonioterapia, sendo uma técnica que agrega a utilização de 95% de O<sub>3</sub>, podendo empregar o gás na forma sistêmica, local e tópica quando utilizado em óleo ozonizado (Rodríguez *et al.*, 2018). Relata-se que o ozônio ativa o sistema antioxidante do organismo, aumenta a imunidade e melhora a perfusão sanguínea, o que explica sua ação antimicrobiana, antineoplásica, anti-inflamatória e analgésica (Rodríguez *et al.*, 2018).

Zambrano *et al.* (2019) evidenciaram a atividade *in vitro* anti-*P. insidiosum* do óleo de girassol ozonizado, bem como demonstraram que o crescimento do oomiceto foi inibido após a exposição dos *kunkers* ao óleo ozonizado.

Para prevenir a pitiose recomenda-se a execução de uma rotina higiênica, e maiores cuidados no manejo do rebanho, além de sempre verificar a presença de lesões nos animais e observar as áreas de pastagem, a fim de evitar um ambiente favorável ao agente, e conseqüentemente contribuir para reduzir a taxa de infecção (Ubiali *et al.*, 2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pitiose tem sido cada vez mais descrita na literatura, através de relatos de casos, artigos e teses, e é notável como o nicho de conhecimento sobre a doença e comportamento do microorganismo vêm aumentando ao longo dos anos. Junto a pesquisa, observa-se a implementação de novas terapias, diagnósticos mais rápidos e eficientes, e aborgadem mais eficaz a cerca da enfermidade.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código de Financiamento 001) e à Universidade Estadual do Maranhão pela concessão da bolsa de mestrado a Jucyara Silva Moraes.

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, S. *et al.* Clinical profile, risk factors and outcome of medical, surgical and adjunct interventions in patients with *Pythium insidiosum* keratitis. **British Journal of Ophthalmology**, v. 103, n. 3, p. 296-300, 2019.
- AURORA, H. *et al.* *Pythium* Damping-Off and Root Rot of *Capsicum annum*L.: Impacts, Diagnosis, and Management. **Microorganisms**, v. 9, n. 4, 2021.
- BELONOZNIKOVA, K. *et al.* *Pythium oligandrum* na proteção das plantas e promoção do crescimento: Secreção de enzimas hidrolíticas, eliciadores e triptamina como precursor de auxina. **Microbiological Research**, v. 258, 2022.
- BERRYESSA, N.A. *et al.* Gastrointestinal pythiosis in 10 dogs from California. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 22, n. 4, p.1065-9, 2008.
- BUERGELT, C.; POWE, J.; WHITE. T. Abdominal pythiosis in a Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). **Journal of Zoo Wildlife Medicine**, v. 37, n. 2, p. 186-189, 2006.
- CAMUS, A.C.; GROOTERS, A. M.; AQUILAR, R.E. Granulomatous pneumonia caused by *Pythium insidiosum* in a central American jaguar, *Panthera onca*. **Journal of Diagnostic Investigation**, v. 16, n. 6, p. 567-71, 2004.
- CARMO, P.M.S. *et al.* Cutaneous pythiosis in a goat. **Journal of Comparative Pathology**, v. 152, n. 2-3, p. 103-105, 2015.
- CHITASOMBAT, M.N. *et al.* Recent update in diagnosis and treatment of human pythiosis. **Peer Journal**, v.20, n. 8, e8555, 2020.
- CRIDGE, H. *et al.* Mefenoxam, itraconazol e terbinafina terapia combinada para tratamento de pitiose em cães (seis casos). **Journal of animal hospital association**, v. 1, n. 56, p. 307, 2020.

- DAL BEN, V. *et al.* Protein profile of Brazilian *Pythium insidiosum* isolates. **Medical Mycology**, v. 56, n. 4, p. 485-492, 2018.
- DOS SANTOS, C.E. *et al.* Epidemiological survey of equine pythiosis in the Brazilian Pantanal and nearby areas: Results of 76 Cases. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 2, p. 270-274, 2014.
- DOWST, *et al.* An unusual case of cutaneous feline pythiosis. **Medical Mycology Case Reports**, v. 26, p. 57-60, 2019.
- FORTIN, J.S.; CALCUTT, M.J.; KIM, D.Y. Sublingual pythiosis in a cat. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 59, n. 1, p. 63, 2017.
- GAASTRA, W. *et al.* *Pythium insidiosum*: an overview. **Veterinary Microbiology**, v. 146, p. 1-16, 2010.
- GROOTERS, A.M. *et al.* Clinicopathologic findings associated with *Lagenidium* sp. infection in 6 dogs: Initial description of an emerging oomycosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, n. 5, p. 637-646, 2003.
- GROOTERS, A.M. Pythiosis, lagenidiosis, and zygomycosis in small animals. **Veterinary Clinics North America Small Animal Practice**, v. 33, n. 4, p. 695-720, 2003.
- HASIKA, R. *et al.* *Pythium keratitis* in South India: Incidence, clinical profile, management, and treatment recommendation. **Indian Journal of Ophthalmology**, v. 67, n. 1, p. 42-47, 2019.
- HEADLEY, S.A. *et al.* Cutaneous pythiosis in a slaughtered horse: a case report. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 69, n. 4, p. 109-112, 2002.
- JATURAPAKTRARAK, C. *et al.* Protein A/G-based enzyme-linked immunosorbent assay for detection of anti-*Pythium insidiosum* antibodies in human and animal subjects. **BMC Research Notes**, v. 13, n. 135, 2020.
- KONRADT, G. *et al.* Cutaneous Pythiosis in calves: An epidemiologic, pathologic, serologic and molecular characterization. **Medical Mycology Case Reports**, v. 26, n. 14, p. 24-26, 2016.
- LEAL, A.T. *et al.* Pitiose – revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 735-743, 2001.
- MARTINS, T.B. *et al.* Comparative Study of the Histopathology and Immunohistochemistry of Pythiosis in Horses, Dogs and Cattle. **Journal of Comparative Pathology**, v. 146, n. 2-3, p. 122-131, 2012.
- MENDOZA, L.; NEWTON, J. C. Immunology and immunotherapy of the infections caused by *Pythium insidiosum*. **Medical Mycology**, v. 43, p. 477-86, 2005.
- MUSTAFA, V.S. *et al.* Doenças da cavidade nasal em pequenos ruminantes no Distrito Federal e no Estado de Goiás. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 627-636, 2015.
- PAZ, G.S.D. *et al.* Outbreak of equine pythiosis in a southeastern region of Brazil: Environmental isolation and phylogeny. **Transbound Emerging Disease**, v. 69, n. 3, p. 1617-1624, 2022.
- PEANO, A. *et al.* Cutaneous Pythiosis in 2 Dogs, Italy. **Emerging Infectious Disease**, v. 29, n. 7, p. 1447-1450, 2023.

- PERMPALUNG, N.; WORASILCHAI, N.; CHINDAMPORN, A. Human Pythiosis: Emergence of Fungal-Like Organism. **Mycopathologia**, v. 185, n. 5, p. 801-812, 2020.
- PESAVENTO, P.A. *et al.* Cutaneous pythiosis in a nestling white-faced ibis. **Journal of Pathology**, v. 45, n. 4, p. 538-541, 2008.
- PESSOA, C.R.M. *et al.* Pythiosis of the digestive tract in sheep. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 24, n. 6, p. 1133-1136, 2012.
- REES, C.A. **Distúrbios da pele**. In: Reed, SM, Bayly, WM, Sellon, DC, Medicina Interna Equina, 2004.
- RODRÍGUEZ, Z. Z. *et al.* **Ozonioterapia em Medicina Veterinária**. 1ªed. São Paulo: Multimidia Editora, 282 p., 2018.
- SANTOS, C.E. *et al.* Does immunotherapy protect equines from reinfection by the oomycete *Pythium insidiosum*. **Clinical and Vaccine Immunology**, v. 18, n. 8, p. 1397-1399, 2011.
- SCHURKO, A.M. *et al.* A molecular phylogeny of *Pythium insidiosum*. **Mycology Research**, v. 107, p. 537, 2003.
- SOUTO, E.P.F. *et al.* A Retrospective Study of Pythiosis in Domestic Animals in Northeastern Brazil. **Journal of Comparative Pathology**, v. 195, p. 34-50 2022.
- SOUTO, E.P.F. *et al.* Esophageal pythiosis in an ostrich (*Struthio camelus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 1081-1084, 2019.
- SOUTO, E.P.F. *et al.* Pythiosis in Equidae in Northeastern Brazil: 1985-2020. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 105, p. 103726, 2021.
- SOUZA T.M. *et al.* Prevalência dos tumores cutâneos de equinos diagnosticados no Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade Federal de Santa. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 379-382, 2011.
- SUPABANDHU, J. *et al.* Isolation and identification of the human pathogen *Pythium insidiosum* from environmental samples collected in Thai agricultural areas. **Medical Mycology**, v. 46, n. 1p. 41-52, 2008.
- TARTOR, Y.H. *et al.* Equine pythiosis in Egypt: clinicopathological findings, detection, identification and genotyping of *Pythium insidiosum*. **Veterinary Dermatology**, v. 31, n. 4, p. 298–e73, 2020.
- TROST, M. E. ; GABRIEL, A. L. ; MASUDA, E. K. ; FIGHERA, R. A. ; IRIGOYEN, L. F. ; KOMMERS, G. D. Aspectos clínicos, morfológicos e imuno-histoquímicos da pitiose gastrointestinal canina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 673-679, 2009.
- UBIALI, D.G.*et al.* Successful potassium iodide treatment for rhinofacial pythiosis in sheep. **Journal of Medical Mycology**, v. 32, 101233, 2021.
- UBIALLI, D.G. *et al.* Pathology of nasal infection caused by *Conidiobolus lamprauges* and *Pythium insidiosum* in sheep. **Journal of Comparative Pathology**, v. 149, n. 2-3, p. 137-45, 2013.
- WELLAHAN, J.F. *et al.* Pythiosis in a dromedary camel (*Camelus dromedaries*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 35, p. 564-568, 2004.

- YOLANDA, H.; KRAJAEJUN, T. History and Perspective of Immunotherapy for Pythiosis. **Vaccines**, v. 9, n. 10, p. 1080, 2021.
- YOLANDA, H.; KRAJAEJUN, T. Review of methods and antimicrobial agents for susceptibility testing against *Pythium insidiosum*. **Heliyon**, v. 6, n. 4, p. e03737, 2020.
- ZAMBRANO, C.G. *et al.* Oleo de girassol ozonizado: atividade anti-*Pythium insidiosum*. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 13, n. 84, p. 18-20, 2019.
- ZHANG, H. *et al.* Severe skin and subcutaneous pythiosis in China: Metagenomic identification and characterization of *Pythium insidiosum*. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, 2022.

## Vírus entéricos em moluscos bivalves comerciais: Revisão de Literatura

Isabella Rodrigues Negreiros<sup>1</sup>; Ellainy Maria Conceição Silva<sup>1</sup>; Anna Letícia Pinto Silva<sup>1</sup>; Maria Luísa Rabelo Evas<sup>2</sup>; Alcina Vieira de Carvalho Neta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup>Discente do Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual do Maranhão.

<sup>3</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva 1000, 65055-310 São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

Os moluscos bivalves são um grupo importante de invertebrados que atuam como bioindicadores da contaminação por vírus entéricos humanos em ambientes aquáticos e têm sido muito empregados no monitoramento de doenças infecciosas. A presente revisão de literatura apresenta dados sobre os principais agentes virais transmitidos pela água contaminada e sua detecção em moluscos bivalves. A pesquisa abrangeu as características dos hepatovírus A (HAV) e hepatovírus E (HEV), norovírus (NoV), adenovírus (AdV), rotavírus (RV), enterovírus (EV), achivírus (AiV), sapovírus (SaV) e astrovírus (AsV), sua veiculação através de água contaminada e a ocorrência desses agentes em moluscos bivalves nos países dos continentes asiático, americano, europeu, oceânico e africano. Em todos os continentes pesquisados, os moluscos bivalves são amplamente empregados, com destaque para ostras e mexilhões, que são as principais espécies utilizadas como modelo para o diagnóstico. Essa revisão visa demonstrar a importância da detecção desses vírus de modo a garantir a segurança alimentar e a saúde pública, considerando a distribuição global desses moluscos e seu consumo em diversas regiões do mundo.

**Palavras-chave:** Gastroenterites virais, Vírus entéricos, Moluscos bivalves.

### INTRODUÇÃO

Os moluscos bivalves, como as ostras, mexilhões e amêijoas, integram o grupo de animais aquáticos e pertencem a um grupo de organismos invertebrados de grande importância comercial nas costas litorâneas. Representam uma fonte rica de alimentos e possuem alto valor nutritivo como vitaminas, minerais e carboidratos (Venugopal; Gopakumar, 2017). Apresentam fisiologia filtradora, alimentam-se de algas microscópicas e material em suspensão que existe na água onde são estão inseridos, por isso, podem atuar como bioindicadores das condições do ambiente que vivem, consequentemente podem albergar agentes tóxicos e patogênicos, como os metais, patógenos, como vírus entéricos e bactérias e microplásticos em seus tecidos (Bendell, Lecadre; Zhou, 2020; Fusco *et al.*, 2019; Galvão *et al.*, 2010; Martin *et al.*, 2019). Muitos

surtos gastroentéricos são oriundos desses animais devido a forma que são consumidos, crus ou malcozidos, que estejam contaminados com microrganismos (Caron *et al.*, 2023).

Os patógenos encontrados nesses mariscos são veiculados por meio das águas contaminadas por resíduos descartados de maneira incorreta, sendo assim um risco para a segurança alimentar. Em geral os patógenos virais e protozoários apresentam maior risco para a população que os agentes bacterianos, devido a capacidade de sobrevivência e resistência no ambiente (Cabral, 2010; Gerba, 2009).

Tendo em vista essa característica, a detecção dos vírus entéricos vem se tornando primordial para segurança alimentar, assim é observado aumento da visibilidade e importância dentro das organizações internacionais de saúde (Trzaskowska; Hunt; Rodríguez-Lázaro, 2022). Face ao exposto, essa revisão levantará dados bibliográficos sobre a detecção dos vírus entéricos em moluscos bivalves, destacando os agentes virais e as espécies animais.

### **Vírus entéricos veiculados por água contaminada**

Os vírus têm o potencial de provocar uma variedade de doenças que afetam os diversos sistemas do corpo humano e animal. Os vírus responsáveis por gastroenterites são chamados de vírus entéricos, transmitidos principalmente através da via fecal-oral. Conseqüentemente, a água torna-se um dos principais meios de disseminação desses vírus (Lanrewaju *et al.*, 2022).

A presença desses patógenos em água contaminada ocorre devido à exposição aos dejetos descartados irregularmente em mares, rios e estuários, onde a água entra em contato com resíduos fecais que possuem partículas virais. Ao consumir água ou alimentos que tiveram contato com a água contaminada, o consumidor ingere as partículas virais e são infectados podendo desenvolver quadros de gastroenterites (Shukla *et al.*, 2016). O descarte inadequado do esgoto na água ambiental é um problema de saúde pública, que ocorre principalmente em países subdesenvolvidos, uma realidade que vem sendo enfrentada em todo mundo (Brito; Ruggeri; Scalize, 2022).

Após a infecção pela via fecal-oral, os vírus entéricos se reproduzem no trato intestinal, concentrando a infecção na região gastroentérica. Nesse local, o vírus pode causar danos diretos às células hospedeiras, desencadeando uma resposta inflamatória do organismo devido aos danos celulares. As doenças resultantes podem se manifestar de forma assintomática ou com sintomas leves e agudos (Neil; Cadwell, 2018). Essas

condições podem afetar indivíduos de todas as idades, incluindo crianças e adultos. Embora o tratamento seja geralmente simples, em casos de extrema desidratação devido à diarreia severa, especialmente em pacientes desnutridos e imunocomprometidos, a doença pode levar à mortalidade (Torres Filho, 2013).

O grupo de vírus entéricos é composto por diferentes famílias virais, dentre eles, os vírus da família *Picornaviridae*, como o vírus da hepatite A (HAV), enterovírus (EV) e achivírus (AiV); família *Caliciviridae*, como o norovírus (NoV) e o sapovírus (SaV); família *Herpeviridae*, como o vírus da hepatite E; família *Reoviridae*, como Rotavírus (RV); família *Astroviridae*, como o astrovírus (AsV) entre outros (Bishop; Kirkwood, 2014; Greening; Cannon, 2016).

O rotavírus e o norovírus destacam-se como os principais vírus entéricos responsáveis por gastroenterites em todo o mundo. O rotavírus geralmente afeta crianças nos primeiros anos de vida e possui vacinas amplamente utilizadas globalmente. Por outro lado, o norovírus pode infectar seres humanos de todas as idades e, até o momento, não existem vacinas disponíveis devido à sua elevada variação genética e rápida evolução. Essas características dificultam o desenvolvimento de imunização eficaz contra o norovírus, limitando a resposta imunológica frente a esse agente patogênico (Bányai *et al.*, 2018; Debbink *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2021).

A rotavirose é uma doença diarreica causada pelo rotavírus, (família *Reoviridae*) e possui sete grupos (A-G), sendo o grupo A que acomete os humanos (Luchs; Timenetsky, 2016). O período de incubação ocorre em dois dias e a transmissibilidade do terceiro e quarto dia após os primeiros sintomas. O quadro clínico apresenta diarreia aquosa, desidratação e febre alta (Brasil, 2023). Em 2006 duas vacinas orais desenvolvidas contra o rotavírus foram implantadas em cerca de 80 países, o que resultou no declínio em cerca de 67% no percentual de infecção (Parashar *et al.*, 2016). Países africanos, México, Brasil e Estados Unidos relatam em estudos a queda de hospitalizações e mortalidades provenientes de rotavirose devido a vacinação (Do Carmo *et al.*, 2011; Fumian *et al.*, 2011; Leshem *et al.*, 2017; Richardson *et al.*, 2010; Shah *et al.*, 2017).

Atualmente associada ao quadro dos principais agentes virais que causam gastroenterite, o norovírus (família *Caliviridae*), é um microrganismo infecciosos com via de transmissão fecal-oral e pode estar associado como responsável por surtos ocorrentes em ambientes fechados como lares de idosos, cruzeiros e creches, devido as

altas doses de carga viral liberada em fezes diarreicas e vômitos (Lian *et al.*, 2019; Yates, 2014). A gastroenterite causada pelo NoV pode acometer adultos e crianças de todas as idades, em casos mais graves a infecção pode ser letal, necessita ter um tratamento para os sintomas e principalmente manter a hidratação da paciente (Parrino *et al.*, 1977). Atualmente existem diversos fatores que dificultam a produção de vacinas eficazes, segundo Zhang *et al* (2021) esses fatores são ausência de cultura celular, duração de imunidade sem conhecimento, variações antigênicas dentro de alguns genótipos, entre outros fatores.

Os hepatovírus A e E tem como alvo os hepatócitos, células encontradas no fígado, mas podem acometer também a região gástrica do indivíduo (Pintó; Saiz, 2007). A hepatite A é mais comum e possui vacinas comercializadas que vem reduzindo o índice de infecção em todo o mundo, atualmente pode ser encontrada em regiões com baixo desenvolvimento ainda de forma endêmica, com áreas precárias de higiene e saneamento básico (Jacobsen, 2018). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) a hepatite E (HEV) gera por ano cerca de 20 milhões de infecções em todo o mundo, presente principalmente em países asiáticos e a vacinação ainda em andamento, não está disponibilizada mundialmente (OMS, 2023). O vírus pode também estar vinculado ao consumo de animais, como porcos e mariscos, esses animais têm a capacidade de atuar como reservatórios do vírus da hepatite E quando expostos a ambientes contaminados. (Yazaki *et al.*, 2003; Said *et al.*, 2019; Halbur *et al.*, 2001).

Gastroenterites podem ser proveniente também do adenovírus, que causa além de disfunções entéricas podem causar complicações no trato respiratório, conjuntivites entre outras patologias (Doddikoppad; Shenoy, 2023). De acordo com Farkas *et al.* (2020) é possível comprovar a alta prevalência do adenovírus como um indicador de contaminação viral no ambiente. O vírus tem uma alta capacidade de sobrevivência em diversas superfícies e ambientes, sendo assim resistente à diversos fatores extrínsecos (El-Senousy *et al.*, 2014).

Ainda categorizados como vírus entéricos que podem ser transmitidos por veiculação hídrica destacam-se: bocavírus, enterovírus, aichivírus, sapovírus, calicivírus, astrovírus. Todos esses possuem a capacidade de transmissão fecal-oral de infectar o trato gastrointestinal, contudo devido sua menor incidência poucos estudos foram feitos em busca desses microrganismos. Um estudo realizado por Purpari *et al.* (2019) detectou

bocavírus em 3,7% de mariscos, porém em água e vegetais não teve resultado positivo, nessa mesma pesquisa foi detectado enterovírus em 7,4% mariscos e 2,9% em vegetais.

Na América do Sul, pela primeira vez no Brasil foi detectado a presença do bocavírus em mariscos (Nascimento *et al.*, 2022). Em amostras de água foi detectado a presença de aichivírus no Uruguai e Tailândia. Um estudo na Espanha mostrou a ocorrência de sapovírus em mariscos e na Nigéria o astrovírus já foi detectado em aves (Adebiyi *et al.*, 2021; Burutarán *et al.*, 2015; Kumthip *et al.*, 2020; Varela *et al.*, 2016).

Diante dessa necessidade de se conhecer um painel mundial de distribuição desses vírus entéricos já relatados na literatura, buscamos reunir as informações que dessem suporte e entendimento ao perfil de ocorrência apresentado pelos vírus entéricos detectados em moluscos.

### **Deteção mundial de vírus entéricos em moluscos bivalves**

Os mariscos fazem parte de um grupo diversificado de animais invertebrados distribuídos geograficamente de forma ampla e comercializados mundialmente como fonte de alimento (Magalhães; Ferreira, 2006). A vasta diversidade da população desses animais, sua facilidade de uso e capacidade de reter muitas partículas do ambiente em que vivem são características que tornam esses animais favoráveis como ferramentas de monitoramento (Lima *et al.*, 2022).

No mundo, há diferentes espécies de moluscos, principalmente em regiões costeiras, as ostras são frequentemente consumidas cruas, representando um risco em potencial para a infecção alimentar viral, uma vez que os vírus estão ativos dentro da ostra (Estrada, 2023). A Tabela 1 resume as incidências de vírus entéricos em moluscos bivalves, destacando sua presença em cinco continentes e indicando os principais animais utilizados nas pesquisas. A tabela ressalta a importância da ostra no âmbito do risco biológico, com pesquisas confirmando elevadas incidências de infecções por norovírus, aichivírus, astrovírus, sapovírus, enterovírus e rotavírus. Observa-se também que um único animal pode abrigar múltiplos vírus patogênicos, conforme evidenciado na pesquisa conduzida por Iritani *et al.* (2014) e Le Guyader *et al.* (2008) em ostras consumidas em estabelecimentos.

Tabela 1: Pesquisas dos principais vírus entéricos detectados em moluscos bivalves Ásia, Américas, Europa, Oceania e África.

Ásia											
País	Animal	ADV	AiV	ASV	EV	HAV	HEV	NOV	RV	SaV	Referência
China	Amêijoa						+				Gao <i>et al.</i> , 2015
China	Ostra								+	+	Kou <i>et al.</i> , 2008
China	Ostra, mexilhão e amêijoas								+		Ma <i>et al.</i> , 2013
Coreia do Sul	Ostra								+		Shin <i>et al.</i> , 2014
Coreia do Sul	Ostra	+			+						Yoe-Jin; Sang-Jong, 2006
Índia	Ostra e amêijoa	+			+	-		-			Umesha <i>et al.</i> , 2008
Japão	Ostra						+				Ito <i>et al.</i> , 2019
Japão	Amêijoa	+	+	-		+		+	+		Hansman <i>et al.</i> , 2008
Japão	Amêijoa									+	Hoque <i>et al.</i> , 2022
Singapura	Ostra e outro molusco						+	+	+	-	Tan <i>et al.</i> , 2021
Taiwan	Moluscos	+							+		Nagarajan <i>et al.</i> , 2022
Tailândia	Ostras, berbigões e mexilhões						+	-			Namsai <i>et al.</i> , 2011
Tailândia	Ostra									+	Kittigul <i>et al.</i> , 2014
Tailândia	Ostras, berbigões e mexilhões								+		Kittigul <i>et al.</i> , 2016
Vietnã	Ostra e amêijoa		+	+		+	+	+			Suffredini <i>et al.</i> , 2020
Américas											
América do Norte											
País	Animal	ADV	AiV	ASV	EV	HAV	HEV	NOV	RV	SaV	Referência
Canadá	Ostra								+		Green <i>et al.</i> , 2022
EUA	Ostra								+		Costantini <i>et al.</i> , 2006
EUA	Ostra				+						Ellender <i>et al.</i> , 1980

México	Ostra												Parada-Fabián <i>et al.</i> , 2016
<b>América do Sul</b>													
País	Animal	ADV	AIV	ASV	EV	HAV	HEV	NOV	RV	SaV			Referência
Argentina	Ostra								+	+			Mozgovoij <i>et al.</i> , 2022
Brasil	Ostra e mexilhão			-					+				Vásquez-García <i>et al.</i> , 2021
Brasil	Ostra e mexilhão	+							+	+			Keller <i>et al.</i> , 2019
Brasil	Ostra e mexilhão	+							+	+			Nascimento <i>et al.</i> , 2022
<b>Europa</b>													
País	Animal	ADV	AIV	ASV	EV	HAV	HEV	NOV	RV	SaV			Referência
França	Ostra			+	+	+	-		+	+			Le Guyader <i>et al.</i> , 2008
França	Ostra e mexilhão					+	+		+	+			Le Guyader <i>et al.</i> , 2000
França	Ostra e mexilhão			+		+	-	-	+	+	+		Grodzki <i>et al.</i> , 2012
França	Mexilhões e amêijoas	+		-	+	-	-		+				La Rosa <i>et al.</i> , 2012
Grécia	Ostra e mexilhão	+				+	+		+				Formiga-Cruz <i>et al.</i> , 2002
Espanha	Ostra e mexilhão	+				+	+		+				Formiga-Cruz <i>et al.</i> , 2002
Holanda	Ostra				-	+	-		-	-			Lodder-Verschoor <i>et al.</i> , 2005
Itália	Ostra	+	+	+			-	-	+	+	+		Fiorito <i>et al.</i> , 2021
Itália	Mexilhão e amêijoa	+	+	+			+	-	+	+	+		Fusco <i>et al.</i> , 2019
Itália	Ostra, mexilhão e amêijoa	+				+	+	+	+	-			Purpari <i>et al.</i> , 2019
Noruega	Ostra e mexilhão	+							+				Myrmel <i>et al.</i> , 2004
Portugal	Ostra, mexilhão e amêijoa					+	+		+				Mesquita <i>et al.</i> , 2011
Reino Unido	Ostra e mexilhão	+				+	+		+				Formiga-Cruz <i>et al.</i> , 2002
Reino Unido	Mexilhão	+					-	-	+		-		Farkas <i>et al.</i> , 2018
Suécia	Ostra e mexilhão	+				+			+				Formiga-Cruz <i>et al.</i> , 2002

Oceania											
País	Animal	AdV	AiV	AsV	EV	HAV	HEV	NoV	RV	SaV	Referência
Austrália	Ostra					-			-		Torok <i>et al.</i> , 2018
Austrália	Ostra								+		Brake <i>et al.</i> , 2014
Austrália	Ostra					+					Conaty <i>et al.</i> , 2000
Nova Zelândia	Ostra								+		Wall <i>et al.</i> , 2011
Nova Zelândia	Ostra e mexilhão								+		Greening; Hewitt, 2008

África											
País	Animal	AdV	AiV	AsV	EV	HAV	HEV	NoV	RV	SaV	Referência
República dos Camarões	Amêijoa					+		+			Bonny <i>et al.</i> , 2020
Marrocos	Mexilhões	+									Karamoko <i>et al.</i> , 2005
Marrocos	Amêijoas, ostras e berbigões					+		+		+	Benabbes <i>et al.</i> , 2013
Marrocos	Ostra							+			El Moqri <i>et al.</i> , 2019
Moçambique	Amêijoas					+					Nenonen <i>et al.</i> , 2006
Tunísia	Amêijoas, ostras e mexilhões		+								Sdiri-Loulizi <i>et al.</i> , 2010

AdV: Adenovírus, AiV: Astrovírus, AsV: Astrosvírus, EV: Enterovírus, HAV: Vírus da Hepatite A, HEV: Vírus da Hepatite E, NoV: Norovírus, RV: Rotavírus e SaV: Sapovírus.

### Distribuição de vírus entéricos em moluscos bivalves na Ásia

As disparidades econômicas na Ásia podem influenciar o acesso a condições sanitárias apropriadas e serviços de saúde, aumentando a vulnerabilidade de populações de baixa renda a doenças entéricas quando expostas a riscos. As condições de saneamento básico apresentam variações em cada região, podendo incluir tanto infraestrutura adequada como a ausência dela (Alwan *et al.*, 2017).

No continente asiático, muito populoso e que consome e produz grande quantidade de moluscos bivalves, apresenta, proporcionalmente o maior quantitativo de pesquisas com esses animais. Destaca-se que ostras são o principal grupo de bivalves

investigados, seguidos amêijoas, mexilhões e berbigões. Com relação aos agentes virais, o NoV é o mais diagnosticado em pesquisas nos países deste continente, seguido por AdV e RV, embora todos os 5 vírus entéricos incluídos nesta revisão tenham sido detectados.

É relevante ressaltar os resultados da pesquisa conduzida por Hansman *et al.* (2008) no Japão, na qual mariscos provenientes de áreas comerciais foram coletados para análise viral. Os achados revelaram que 9% desses mariscos apresentavam dois tipos distintos de vírus, enquanto 28% continham três tipos diferentes, e 9% abrigavam pelo menos quatro tipos diversos. Destaca-se, especialmente, a presença significativa de aichivírus, com cerca de 33% das amostras, revelando a importância de investigar de maneira abrangente os vírus em geral. Além disso, a pesquisa identificou a presença de norovírus, rotavírus, adenovírus e vírus da hepatite A, ressaltando a diversidade viral e a necessidade de compreender a ameaça potencial que esses agentes representam.

### **Distribuição de vírus entéricos em moluscos bivalves na América**

Nos continentes americanos (América do Norte e América do Sul), uma quantidade relativamente significativa de pesquisas é demonstrada (tabela 1), no entanto, a distribuição das pesquisas é restrita. Na América do Norte, todos os países já investigaram a ocorrência de vírus entéricos em moluscos bivalves, e a única espécie utilizada nos levantamentos é de ostras, nas quais foi detectado NoV (Canadá e Estados Unidos), HAV (México) e EV (Estados Unidos) (Green *et al.*, 2022; Parada-Fabián *et al.*, 2016; Costantini *et al.*, 2006). Na América do Sul são encontradas pesquisas apenas em dois países, Argentina e Brasil, todas as pesquisas recentes, datadas nos últimos 5 anos. O Brasil detém maior quantitativo de pesquisas quando comparada com a Argentina, entretanto, algumas considerações precisam ser destacadas, como a ampla faixa de litoral da costa brasileira, populações de moluscos bivalves significativas (sobretudo ostras e mexilhões), e condições de saneamento básico inadequadas observada em muitas localidades, o que fazem com as pesquisas sejam limitadas quando comparadas a extensão territorial do país.

Na América Central não há estudos publicados sobre a ocorrência de vírus entéricos em moluscos bivalves. Entretanto são países em desenvolvimento que apresentam áreas costeiras turísticas importantes, que contam com diversidade de moluscos bivalves (Gómez *et al.*, 2023). Há dados sobre os riscos sanitários nesses países, a Costa Rica, por exemplo, apresenta a ocorrência de rotavírus e vírus da hepatite A

circulando no país por meio de água e alimentos contaminados, como relatado nos estudos de Barrantes *et al.* (2022) e Hernández *et al.* (1997). Países da América Central como Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicarágua e Panamá possuem vacinação contra o rotavírus, evidenciando a necessidade do controle sanitário na região (Ulloa-Gutierrez; Avila-Aguero, 2014). Isso indica a circulação dos agentes, mas o papel dos moluscos bivalves como alimentos de risco para a veiculação ou como bioindicadores, ainda não é explorado nos países dessa região.

### **Distribuição de vírus entéricos em moluscos bivalves na Europa**

A Europa foi o continente com maior número de pesquisas que avaliaram a ocorrência de vírus entéricos em mariscos, e que também investigou uma grande diversidade de agente etiológicos, que foi proporcionalmente maior quando comparado a outras regiões. Na Tabela 1 estão sumarizados agentes identificados e sua localização por país. Mexilhões e ostras, seguidos por amêijoas foram as espécies bivalves mais investigadas. O patógeno mais frequentemente isolado no continente europeu foi o NoV, detectado em quase todos os países que o investigaram, seguidos de EV e AdV, indicando a ampla distribuição desses vírus. Dos países do continente, França e Itália foram os que tiveram pesquisas que avaliaram a ocorrência de um número mais diversificado do patógenos. Esse fato é destacado nessas pesquisas como um fator aumenta a probabilidade de mais dados positivos, quando se trabalha com uma maior quantidade de vírus entéricos (Le Guyader *et al.*, 2000; Le Guyader *et al.*, 2008; Grodzki *et al.*, 2012; Fiorito *et al.*, 2021; Fusco *et al.*, 2019)

De maneira geral, devido à sua infraestrutura avançada e rigorosos padrões de higiene, a Europa apresenta níveis geralmente baixos de incidência de doenças entéricas. Contudo, é fundamental destacar que variações entre países e regiões existem, e surtos esporádicos podem ocorrer. Conforme evidenciado na Tabela 1, diversos animais da região podem estar sujeitos à contaminação por vírus, ressaltando a necessidade de os países manterem uma infraestrutura de saneamento básico eficiente. Além disso, é imperativo manter práticas rigorosas de higiene e reforçar a vigilância nos ecossistemas onde esses mariscos são preservados.

### **Distribuição de vírus entéricos em moluscos bivalves na Oceania**

Dentre os países da Oceania, apenas Austrália e Nova Zelândia (tabela 1) tiveram pesquisas relacionadas a detecção de vírus entéricos nos moluscos bivalves. O único

agente viral identificado até então nesses países foi o NoV, que apresentou taxas de ocorrência baixas nas pesquisas (Greening; Hewitt, 2008; Brake *et al.*, 2014). Brake *et al.* (2014), apontaram que, na Austrália, o surto de gastroenterites associadas ao NoV, são pouco documentadas, e não diretamente relacionadas ao consumo de mariscos, somado a isso, há o fato de que essa doença não é de notificação obrigatória. Essas características podem contribuir para baixa investigação e detecção desses agentes observada nesses países. A Austrália e a Nova Zelândia são nações que possuem uma infraestrutura excelente e condições sanitárias de qualidade. É possível que a pesquisa de mais agentes, e em mais países seja essencial para o conhecimento epidemiológico mais amplo sobre a ocorrência de vírus entéricos nestas localidades.

Em Samoa, um país oceânico, apresenta vacinação gratuita para crianças, porém a taxa de vacinação tem um índice baixo por mais que campanhas sejam realizadas. Em 2021 foi relatado casos isolados de rotavirose no país (Olayemi *et al.*, 2021). Em Fiji, foi observada uma diminuição estimada de 87% nas admissões hospitalares por diarreia no período subsequente à vacinação contra o rotavírus (Jenney *et al.*, 2021). Essas evidências, embora escassas e praticamente insignificantes, servem como um alerta sobre a importância de implementar monitoramento em outros países da Oceania.

### **Ocorrência de vírus entéricos em moluscos bivalves na África**

Nos países do continente africano, as pesquisas de agentes virais infecciosos em moluscos bivalves, assim como em outros países, têm demonstrado a importância do monitoramento, por meio dessas espécies animais. Alta diversidade genética de HAV (Nenonen *et al.*, 2006), AiV e NoV (Sdiri-Loulizi *et al.*, 2010; Bonny *et al.*, 2020) foi observada em pesquisas em diferentes países, incluindo descrição de novas cepas (Bonny *et al.*, 2020). As condições sanitárias inadequadas são apontadas como fator decisivo na contaminação de ambientes marinhos, e, por consequência, nos moluscos bivalves presentes nesses habitats, embora a manipulação dos mariscos durante a sua comercialização também deve ser considerada (Nenonen *et al.*, 2006). Os estudos demonstram a detecção de cepas circulando em moluscos bivalves relacionadas surtos gastroentéricos em seres humanos em áreas endêmicas (Sdiri-Loulizi *et al.* 2010).

As pesquisas estão concentradas em alguns países, com destaque para o Marrocos, onde um maior volume de pesquisas é descrito. Considerando o tamanho deste continente, as pesquisas ainda são pouco distribuídas, por isso, a situação epidemiológica e a

diversidade genética de agentes virais entéricos podem ainda não refletir a realidade do continente como um todo. Os dados sobre a ocorrência nos países, espécies de moluscos bivalves e patógenos do continente estão descritos na tabela 1.

### **Ferramentas de diagnóstico molecular de vírus entéricos em moluscos bivalves**

Nas últimas décadas, as pesquisas envolvendo a detecção de vírus entéricos nos moluscos bivalves são crescentes, e muitos métodos para diagnóstico desses agentes já foram padronizados em diferentes pesquisas, mas com resultados variáveis, especialmente pela dificuldade de trabalhar amostras ambientais, como os moluscos bivalves, que apresentam muitos inibidores que interferem na recuperação viral, etapa crítica para o sucesso da detecção desses agentes (Greening; Hewitt, 2008).

Atualmente, alguns protocolos de padronização da *International Standards Organization* (Organização Internacional de Padrões) – ISO, são bem estabelecidos, e englobam os procedimentos padrões para a recuperação viral, como a ISO/TS 152156, criada para detecção de vírus de hepatite A e norovírus, mas cujas metodologias são empregadas também para pesquisa de outros agentes. Esta ISO já foi aperfeiçoada desde sua criação, em 2013, com duas atualizações nos anos de 2017 e 2019, sendo que esta última, está atualmente em vigência (ISO/TS 152156:2013; ISO/TS 152156:2017 e ISO/TS 152156: 2019).

Na ISO/TS 15216: 2019 para obter resultados eficazes os moluscos bivalves passam por um processo chamado de concentração viral, utilizando cerca de 2g da região digestiva do animal os vírus presentes naquele animal serão concentrados, de forma que recupere todo material genético viral e dessa forma apenas os vírus serão extraídos. Como controle interno da extração o mengovírus é adicionado durante a concentração viral, ao realizar a extração o mengovírus será extraído junto aos demais vírus e com o intuito de confirmar a eficácia da extração é realizado uma PCR quantitativa para esse agente (ISO/TS 152156:2019).

Kishine *et al.* (2022), compararam a concentração viral por meio da ISO/TS 15216 e outros métodos de concentração virais em moluscos bivalves, e demonstram melhores resultado com a metodologia proposta na ISO. Muitas pesquisas realizadas com outros métodos tendem a ter resultados diferentes do esperado, podem apresentar interpretações falso-negativas (Bosch *et al.*, 2018).

Dessa forma atualmente, a ferramenta utilizada com maior eficiência para detecção viral é principalmente a Reação de Cadeia de Polimerase Quantitativa (qPCR). Na ISO/TS 15216 são determinados os pares de primers e sondas para utilizar na investigação, contudo existe uma limitação, pois a ISO refere-se somente ao norovírus e hepatovírus A. Os demais vírus entéricos ainda não têm uma padronização quanto à qPCR. Adicionalmente, deve-se destacar que estudos recentes tem cada vez mais demonstrado a ferramenta molecular como promissora para detecção de vírus entéricos (Nascimento *et al.*, 2022; Fusco *et al.*, 2019; Purpari *et al.*, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de vírus entéricos em moluscos bivalves é relatada em países de quase todos os continentes, com taxas de ocorrência variáveis em cada localidade. Os continentes Asiático e Europeu são os que detêm maior número de pesquisas desses agentes etiológicos, sendo as ostras e mexilhões, os animais mais utilizados para fins de diagnóstico. Dos agentes incluídos nesta revisão, o mais frequente em todas as regiões avaliadas, foi o NoV, considerado a principal causa de epidemias e casos esporádicos de gastroenterite em muitos países. Ressalta-se a importância da detecção e monitoramento desses agentes patogênicos para garantir a segurança alimentar e a saúde pública.

A elevada demanda, consumo e produção de moluscos bivalves são crescentes mundialmente, e a sua importante característica fisiológica de filtração, os tornam excelentes bioindicadores das condições ambientais. Diante disso, a padronização de técnicas de diagnóstico molecular para detecção desses vírus em moluscos bivalves representa uma opção promissora em atender a expectativa de obtenção de resultados confiáveis, que poderão contribuir efetivamente no controle e prevenção de surtos de doenças gastrointestinais associadas ao consumo desses alimentos no Brasil e em outros países do mundo.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (Código do financiamento 001) e concessão da bolsa a mestrado a Isabella Rodrigues Negreiros.

## REFERÊNCIAS

- ADEBIYI, A.I. *et al.* Detection and characterization of chicken astrovirus associated with hatchery disease in commercial day-old turkeys in southwestern Nigeria. **Archives of Virology**, v. 166, n. 6, p. 1607–1614, 2021.
- ALWAN, A. *et al.* **Injury prevention and environmental health**. Washington Dc: World Bank Group, 2017.
- BÁNYAI, K. *et al.* Viral gastroenteritis. **The Lancet**, v. 392, n. 10142, p. 175–186, 2018.
- BARRANTES, K. *et al.* Occurrence of pathogenic microorganisms in small drinking-water systems in Costa Rica. **Journal of Water and Health**, v. 20, n. 2, p. 344–355, 2022.
- BENABBES, L. *et al.* Norovirus and other human enteric viruses in moroccan shellfish. **Food and Environmental Virology**, v. 5, n. 1, p. 35-40, 2013.
- BENDELL, L.I.; LECADRE, E.; ZHOU, W. Use of sediment dwelling bivalves to biomonitor plastic particle pollution in intertidal regions; A review and study. **Plos One**, v. 15, n. 5, p. e0232879, 2020.
- BISHOP, R.F.; KIRKWOOD, C.D. Enteric Viruses. **Reference Module in Biomedical Sciences**, 2014.
- BONNY, P. *et al.* Contamination of Clams with Human Norovirus and a Novel Hepatitis A Virus in Cameroon. **Food and Environmental Virology**, v.12, p.274–277, 2020.
- BOSCH, A. *et al.* Foodborne viruses: Detection, risk assessment, and control options in food processing. **International Journal of Food Microbiology**, v. 285, p. 110–128, 2018.
- BRAKE, F. *et al.* A survey of Australian oysters for the presence of human noroviruses. **Food Microbiology**, v. 44, p. 264–270, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z: Rotavírus**. [Brasília]: CGU, [2022?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/rotavirus>. Acesso em: 2023.
- BRITO, G.; RUGGERI, H.C; SCALIZE, P.S. Service and precariousness of sanitary sewage in rural communities in the state of Goiás, Brazil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 6, p. 1067–1075, 2022.
- BURUTARÁN, L. *et al.* Detection and Molecular Characterization of Aichivirus 1 in Wastewater Samples from Uruguay. **Food and Environmental Virology**, v. 8, n. 1, p. 13–17, 2015.
- CABRAL, J.P.S. Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 7, n. 10, p. 3657–3703, 2010.
- CARON, G. *et al.* Campylobacter jejuni Outbreak Linked to Raw Oysters in Rhode Island, 2021. **Journal of Food Protection**, v. 86, n. 11, p. 100174–100174, 2023.
- CONATY, S. *et al.* Hepatitis A in New South Wales, Australia, from consumption of oysters: the first reported outbreak. **Epidemiology and Infection**, v. 124, n. 1, p. 121–130, 2000.

- COSTANTINI, V. *et al.* Human and Animal Enteric Caliciviruses in Oysters from Different Coastal Regions of the United States. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 3, p. 1800–1809, 2006.
- DEBBINK, K. *et al.* The state of norovirus vaccines. **Clinical Infectious Diseases**, v. 58, n. 12, p. 1746–1752, 2014.
- DO CARMO, G.M.I. *et al.* Decline in Diarrhea Mortality and Admissions after Routine Childhood Rotavirus Immunization in Brazil: A Time-Series Analysis. **PLoS Medicine**, v. 8, n. 4, p. e1001024, 2011.
- DODDIKOPPAD, P.; SHENOY, B. Adenovirus infections in paediatrics: Understanding the symptoms, diagnosis and treatment. **Karnataka Pediatric Journal**, v. 0, p. 1–5, 2023.
- EL MOQRI, N. *et al.* Norovirus Detection at Oualidia Lagoon, a Moroccan Shellfish Harvesting Area, by Reverse Transcription PCR Analysis. **Food and Environmental Virology**, v. 11, n. 3, p. 268-273, 2019.
- ELLENDER, R.D. *et al.* Natural Enterovirus and Fecal Coliform Contamination of Gulf Coast Oysters. **Journal of Food Protection**, v. 43, n. 2, p. 105–110, 1980.
- EL-SENOUSY, W.M. *et al.* Survival of adenovirus, rotavirus, hepatitis A virus, pathogenic bacteria, and bacterial indicators in ground water. **World Applied Sciences Journal**, v. 29, n. 3, p. 337-348, 2014.
- ESTRADA, N. Perspective Chapter: **Health and Safety in Oyster Aquaculture**. IntechOpen eBooks, 2023.
- FARKAS, K. *et al.* Seasonal and spatial dynamics of enteric viruses in wastewater and in riverine and estuarine receiving waters. **Science of the Total Environment**, v. 634, p. 1174–1183, 2018.
- FARKAS, K. *et al.* Viral indicators for tracking domestic wastewater contamination in the aquatic environment. **Water Research**, v. 181, p. 115926, 2020.
- FIORITO, F. *et al.* Oyster *Crassostrea gigas*, a good model for correlating viral and chemical contamination in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 172, p. 112825–112825, 2021.
- FORMIGA-CRUZ, M. *et al.* Distribution of Human Virus Contamination in Shellfish from Different Growing Areas in Greece, Spain, Sweden, and the United Kingdom. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 12, p. 5990–5998, 2002.
- FUMIAN, T.M. *et al.* One year environmental surveillance of rotavirus specie A (RVA) genotypes in circulation after the introduction of the Rotarix® vaccine in Rio de Janeiro, Brazil. **Water Research**, v. 45, n. 17, p. 5755–5763, 2011.
- FUSCO, G. *et al.* Detection of Hepatitis A Virus and Other Enteric Viruses in Shellfish Collected in the Gulf of Naples, Italy. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 14, p. 2588, 2019.
- GALVÃO, P.M.A. *et al.* Bioacumulação de metais pesados em moluscos bivalves: aspectos evolutivos e ecológicos a serem considerados para a biomonitoração de ambientes marinhos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 59, 2010.

- GAO, S. *et al.* Surveillance of Hepatitis E Virus Contamination in Shellfish in China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 2, p. 2026–2036, 2015.
- GERBA, C.P. Environmentally Transmitted Pathogens. **Environmental Microbiology**, p. 445–484, 2009.
- GÓMEZ, J. *et al.* History, present, and future of the shellfish fishery in Panama: An update. **Journal Fisheries Research**, v. 7, n. 1, 2023.
- GREEN, T. *et al.* Spatial and Temporal Pattern of Norovirus Dispersal in an Oyster Growing Region in the Northeast Pacific. **Viruses**, v. 14, n. 4, p. 762–762, 2022.
- GREENING, G.E.; HEWITT, J. Norovirus Detection in Shellfish Using a Rapid, Sensitive Virus Recovery and Real-Time RT-PCR Detection Protocol. **Food Analytical Methods**, v. 1, n. 2, p. 109–118, 2008.
- GRODZKI, M. *et al.* Impact of Xynthia Tempest on Viral Contamination of Shellfish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 9, p. 3508–3511, 2012.
- HALBUR, P.G. *et al.* Comparative Pathogenesis of Infection of Pigs with Hepatitis E Viruses Recovered from a Pig and a Human. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 39, n. 3, p. 918–923, 2001.
- HANSMAN, G.S. *et al.* Detection of Human Enteric Viruses in Japanese Clams. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 8, p. 1689–1695, 2008.
- HERNÁNDEZ, F. *et al.* Rotavirus and Hepatitis A virus in market lettuce (*Lactuca sativa*) in Costa Rica. **International Journal of Food Microbiology**, v. 37, n. 2-3, p. 221–223, 1997.
- HOQUE, S.A. *et al.* Detection of Rotavirus Strains in Freshwater Clams in Japan. **Food and Environmental Virology**, v. 14, n. 1, p. 94–100, 2022.
- International Standards Organization (ISO) 2013. Microbiology of Food and Animal Feed — Horizontal Method for Determination of Hepatitis A Virus and Norovirus in Food Using Real-Time RT-PCR. Part 1: Method for Quantification, Part 2: Method for Qualitative Detection. ISO/TS 15216
- International Standards Organization (ISO) 2017. Microbiology of Food and Animal Feed — Horizontal Method for Determination of Hepatitis A Virus and Norovirus in Food Using Real-Time RT-PCR. Part 1: Method for Quantification, ISO/TS 15216
- International Standards Organization (ISO) 2019. Microbiology of Food and Animal Feed — Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus using real-time RT-PCR. Part 2: Method for detection ISO/TS 15216
- IRITANI, N. *et al.* Detection and genetic characterization of human enteric viruses in oyster-associated gastroenteritis outbreaks between 2001 and 2012 in Osaka City, Japan. **Journal of Medical Virology**, v. 86, n. 12, p. 2019–2025, 2014.
- ITO, E. *et al.* Weekly Variation of Rotavirus A Concentrations in Sewage and Oysters in Japan, 2014–2016. **Pathogens**, v. 8, n. 3, p. 89–89, 2019.
- JACOBSEN, K.H. Globalization and the Changing Epidemiology of Hepatitis A Virus. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, v. 8, n. 10, 2018.

- JENNEY, A.W.J. *et al.* The impact of the rotavirus vaccine on diarrhoea, five years following national introduction in Fiji. **The Lancet Regional Health - Western Pacific**, v. 6, p. 100053, 2021.
- KARAMOKO, Y. *et al.* Adenovirus Detection in Shellfish and Urban Sewage in Morocco (Casablanca Region) by the Polymerase Chain Reaction. **Journal of Virology Methods**, v.126, p.135–137, 2005.
- KELLER, R. *et al.* Surveillance of Enteric Viruses and Thermotolerant Coliforms in Surface Water and Bivalves from a Mangrove Estuary in Southeastern Brazil. **Food and Environmental Virology**, v. 11, n. 3, p. 288–296, 2019.
- KISHINE, M. *et al.* Performance Comparison of Domestic and International Methods for Detection and Quantification of Norovirus in Oysters. **Nihon Shokuhin Biseibutsu Gakkai zasshi**, v. 39, n. 2, p. 83–86, 2022.
- KITTIGUL, L. *et al.* Genetic Diversity of Rotavirus Strains Circulating in Environmental Water and Bivalve Shellfish in Thailand. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 2, p. 1299–1311, 2014.
- KITTIGUL, L. *et al.* Prevalence and Molecular Genotyping of Noroviruses in Market Oysters, Mussels, and Cockles in Bangkok, Thailand. **Food and Environmental Virology**, v. 8, n. 2, p. 133–140, 2016.
- KOU, X. *et al.* Simultaneous detection of norovirus and rotavirus in oysters by multiplex RT–PCR. **Food Control**, v. 19, n. 7, p. 722–726, 2008.
- KUMTHIP, K. *et al.* Prevalence and Genetic Characterization of Aichivirus in Environmental Waters in Thailand. **Food and Environmental Virology**, v. 12, n. 4, p. 342–349, 2020.
- LA ROSA, G. *et al.* GIV noroviruses and other enteric viruses in bivalves: a preliminary study. **New Microbiology**, v. 35, p. 27–34, 2012.
- LANREWAJU, A. A. *et al.* Global public health implications of human exposure to viral contaminated water. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, 2022.
- LE GUYADER, F. *et al.* Three-Year Study To Assess Human Enteric Viruses in Shellfish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 8, p. 3241–3248, 2000.
- LE GUYADER, F.S. *et al.* Aichi Virus, Norovirus, Astrovirus, Enterovirus, and Rotavirus Involved in Clinical Cases from a French Oyster-Related Gastroenteritis Outbreak. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 46, n. 12, p. 4011–4017, 2008.
- LESHEM, E. *et al.* National Estimates of Reductions in Acute Gastroenteritis–Related Hospitalizations and Associated Costs in US Children After Implementation of Rotavirus Vaccines. **Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society**, v. 7, n. 3, p. 257–260, 2017.
- LIAN, Y. *et al.* Epidemiology of Norovirus Outbreaks Reported to the Public Health Emergency Event Surveillance System, China, 2014–2017. **Viruses**, v. 11, n. 4, p. 342, 11 abr. 2019.
- LIMA, D.F. *et al.* Bivalves como biomonitores ambientais: uma revisão de literatura. **CIS - Conjecturas Inter Studies**, v. 22, n. 2, p. 1142–1156, 30 mar. 2022.

- LODDER-VERSCHOOR, F. *et al.* Year-Round Screening of Noncommercial and Commercial Oysters for the Presence of Human Pathogenic Viruses. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 9, p. 1853–1859, 2005.
- LUCHS, A.; TIMENETSKY, M. DO C.S.T. Group A rotavirus gastroenteritis: post-vaccine era, genotypes and zoonotic transmission. **Einstein (São Paulo)**, v. 14, n. 2, p. 278–287, 2016.
- MA, L. *et al.* The presence of Genogroup II Norovirus in Retail Shellfish from Seven Coastal Cities in China. **Food and Environmental Virology**, v. 5, n. 2, p. 81–86, 2013.
- MAGALHÃES, A.R.M.; FERREIRA, J.F. Patologias e manejo em malacocultura, In: SILVA-SOUZA, A. (Org.), **Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil. Maringá**, p.79–94, 2006.
- MARTIN, C.C. *et al.* Isolation and characterisation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from Norwegian bivalves. **Food Microbiology**, v. 84, p. 103268, 2019.
- MESQUITA, J.R. *et al.* Norovirus, hepatitis A virus and enterovirus presence in shellfish from high quality harvesting areas in Portugal. **Food Microbiology**, v. 28, n. 5, p. 936–941, 2011.
- MOZGOVOJ, M. *et al.* GII.4 human norovirus and G8P[1] bovine-like rotavirus in oysters (*Crassostrea gigas*) from Argentina. **International Journal of Food Microbiology**, v. 365, p. 109553, 2022.
- MYRMEL, M. *et al.* Detection of Enteric Viruses in Shellfish from the Norwegian Coast. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 5, p. 2678–2684, 2004.
- NAGARAJAN, V. *et al.* Surveillance of Adenovirus and Norovirus Contaminants in the Water and Shellfish of Major Oyster Breeding Farms and Fishing Ports in Taiwan. **Pathogens**, v. 11, n. 3, p. 316–316, 2022.
- NAMSAI, A. *et al.* Surveillance of hepatitis A and E viruses contamination in shellfish in Thailand. **Letters in Applied Microbiology**, v. 53, n. 6, p. 608–613, 10 out. 2011.
- NASCIMENTO, L. *et al.* Detection and Molecular Characterization of Enteric Viruses in Bivalve Mollusks Collected in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. **Viruses**, v. 14, n. 11, p. 2359–2359, 2022.
- NEIL, J.A.; CADWELL, K. The Intestinal Virome and Immunity. **The Journal of Immunology**, v. 201, n. 6, p. 1615–1624, 2018.
- NENONEN, N.P. *et al.* Detection of hepatitis A virus genotype IB variants in clams from Maputo Bay, Mozambique. **Journal of Medical Virology**, v. 78, n. 7, p.896-905, 2006.
- OLAYEMI, L. *et al.* Recent emergence and outbreak of rotavirus gastroenteritis in Samoa: A scoping review of risk factors, containment measures and public health preparedness. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 14, n. 11, p. 479, 2021.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). **Hepatites**. Disponível em:< [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-e](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-e)> acesso em 28.12.2023

- PARADA-FABIÁN, J.C. *et al.* Identification of Enteric Viruses in Foods from Mexico City. **Food and Environmental Virology**, v. 8, n. 3, p. 215–220, 2016.
- PARASHAR, U.D. *et al.* Health Impact of Rotavirus Vaccination in Developing Countries: Progress and Way Forward. **Clinical Infectious Diseases**, v. 62, n. suppl 2, p. S91–S95, 2016.
- PARRINO, T.A. *et al.* Clinical Immunity in Acute Gastroenteritis Caused by Norwalk Agent. **New England Journal of Medicine**, v. 297, n. 2, p. 86–89, 14 jul. 1977.
- PINTÓ, R.M.; SAIZ, J.C. Enteric Hepatitis Viruses. **Perspectives in medical virology**, v. 17, p. 39–67, 2007.
- PURPARI, G. *et al.* Molecular characterization of human enteric viruses in food, water samples, and surface swabs in Sicily. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 80, p. 66–72, 2019.
- RICHARDSON, V. *et al.* Effect of Rotavirus Vaccination on Death from Childhood Diarrhea in Mexico. **The New England Journal of Medicine**, v. 362, n. 4, p. 299–305, 2010.
- SAID, B. *et al.* Hepatitis E Outbreak on Cruise Ship. **Emerging infectious diseases**, v. 15, n. 11, p. 1738, 2019.
- SDIRI-LOULIZI, K. *et al.* Detection and Molecular Characterization of Enteric Viruses in Environmental Samples in Monastir, Tunisia between January 2003 and April 2007. **Journal of Applied Microbiology**, v. 109, p. 1093–1104, 2010.
- SHAH, M.P. *et al.* Estimated reductions in hospitalizations and deaths from childhood diarrhea following implementation of rotavirus vaccination in Africa. **Expert Review of Vaccines**, v. 16, n. 10, p. 987–995, 2017.
- SHIN, S.B. *et al.* Norovirus Quantification in Oysters *Crassostrea gigas* Collected from Tongyeong, Korea. **Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 47, n. 5, p. 501–507, 2014.
- SHUKLA, S. *et al.* Prevalence and evaluation strategies for viral contamination in food products: Risk to human health—a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–15, 2016.
- SUFFREDINI, E. *et al.* Occurrence and molecular characterization of enteric viruses in bivalve shellfish marketed in Vietnam. **Food Control**, v. 108, p. 106828, 2020.
- TAN, M. *et al.* Application of virome capture sequencing in shellfish sold at retail level in Singapore. **Letters in Applied Microbiology**, v. 73, n. 4, p. 486–494, 2021.
- TOROK, V. *et al.* National survey of foodborne viruses in Australian oysters at production. **Food Microbiology**, v. 69, p. 196–203, 2018.
- TORRES FILHO, H.M. Gastroenterites infecciosas. **Jornal Brasileiro de Medicina**, v. 101, n. 2, p. 25-29, 2013.
- TRZASKOWSKA, M.; HUNT, K.; RODRÍGUEZ-LÁZARO, D. Risk assessment of enteric viruses along the food chain and in the population. **EFSA Journal**, v. 20, 2022.
- ULLOA-GUTIERREZ, R.; AVILA-AGUERO, M.L. Rotavirus vaccination in Central American children. **Expert Review of Vaccines**, v. 13, n. 6, p. 687–690, 2014.

- UMESHA, K.R. *et al.* Prevalence of human pathogenic enteric viruses in bivalve molluscan shellfish and cultured shrimp in south west coast of India. **International Journal of Food Microbiology**, v. 122, n. 3, p. 279–286, 2008.
- VARELA, M.F. *et al.* Human Sapovirus in Mussels from Ría do Burgo, A Coruña (Spain). **Food and Environmental Virology**, v. 8, n. 3, p. 187–193, 2016.
- VÁSQUEZ-GARCÍA, A. *et al.* Norovirus GII and astrovirus in shellfish from a mangrove region in Cananéia, Brazil: molecular detection and characterization. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 53, n. 1, p. 317–326, 2021.
- VENUGOPAL, V.; GOPAKUMAR, K. Shellfish: Nutritive Value, Health Benefits, and Consumer Safety. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 6, p. 1219–1242, 2017.
- WALL, R. J. *et al.* Two New Zealand outbreaks of norovirus gastroenteritis linked to commercially farmed oysters. **The New Zealand medical journal**, v. 124, n. 1347, p. 63–71, 2011.
- YATES, M. V. Norovirus. **Microbiology of Waterborne Diseases**, p. 515–522, 2014.
- YAZAKI, Y. *et al.* Sporadic acute or fulminant hepatitis E in Hokkaido, Japan, may be food-borne, as suggested by the presence of hepatitis E virus in pig liver as food. **Journal of General Virology**, v. 84, n. 9, p. 2351–2357, 2003.
- YOE-JIN, C.; SANG-JONG, K. Detection of human adenoviruses and enteroviruses in Korean oysters using cell culture, integrated cell culture-PCR, and direct PCR. **Journal of Microbiology**, v. 44, n. 2, p. 162–70, 2006.
- ZHANG, M. *et al.* Advances in Human Norovirus Vaccine Research. **Vaccines**, v. 9, n. 7, p. 732, 2 jul. 2021.

