

# UTILIZAÇÃO DE OZONIOTERAPIA EM LESÕES CUTÂNEAS DE HABRONEMOSE EM EQUINO: revisão de literatura

## *Use of ozonotherapy in habronemosis skin lesions in horses: literature review*

Ketellyn da Silva Israel Tonin<sup>1</sup> , Larissa Carolina de Oliveira<sup>2</sup>, Leticia Ronco de Oliveira<sup>3</sup>

\*Autor Correspondente: Ketellyn da Silva Israel Tonin, Avenida Joaquim Boer, 733, Americana, SP, Brasil. CEP: 13477-360.

E-mail: ketellynisrael@fam.edu.br

**Como citar:** TONIN, K. S. I.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, L. R. Utilização de ozonioterapia em lesões cutâneas de habronemose em equino: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v. 22, e38595, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v22.38595>.

**Cite as:** TONIN, K. S. I.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, L. R. Use of ozonotherapy in habronemosis skin lesions in horses: literature review. **Journal of Continuing Education in Veterinary Medicine and Animal Science of CRMV-SP**, São Paulo, v. 22, e38595, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v22.38595>.

### Resumo

A Habronemose cutânea, conhecida como ferida de verão, é uma condição dermatológica nodular que afeta, principalmente, equinos, causada por endoparasitas gastrointestinais. Essa dermatose nodular surge quando as larvas dos nematóides *Habronema sp* e *Draschia megastoma* são depositadas em áreas onde os equídeos não conseguem espantar as moscas das espécies *Musca domestica* e *Musca stabulans*. As lesões resultantes podem ser dolorosas e pruriginosas, levando à formação de granulomas ulcerativos de rápida evolução. O diagnóstico se baseia nos sintomas clínicos, histórico da região onde o animal vive e resultados de exames complementares. O tratamento convencional se baseia na realização de desbridamento cirúrgicos ou químicos, aplicação de pomadas cicatrizantes, administração de corticoides, anti-inflamatórios, antissépticos, antibióticos e anti-helmínticos. No entanto, a regressão da lesão não ocorre de forma significativa a tratamentos comuns devido às características fisiológicas específicas dos equinos, como a limitada oferta de oxigenação dos tecidos, o que dificulta o tratamento dessas feridas. Por essa razão, a busca por terapias alternativas tem se destacado na Medicina Veterinária, com destaque para a ozonioterapia. O gás ozônio (O<sub>3</sub>) é empregado em várias patologias por conta do seu preço acessível, pouco invasivo e de seus benefícios. A ozonioterapia pode ser utilizada por meio de gases, óleo, soro ozonizado e *bagging*. O objetivo deste trabalho é elucidar

1 Discente em Medicina Veterinária, Faculdade de Americana (FAM), Americana, SP, Brasil

2 Discente em Medicina Veterinária, Faculdade de Americana (FAM), Americana, SP, Brasil

3 Médica-veterinária, orientadora e docente do curso de Medicina Veterinária, Faculdade de Americana (FAM), Americana, SP, Brasil



as propriedades do ozônio sob as lesões cutâneas de habronemose em equinos, demonstrando o seu mecanismo de ação e resultados obtidos na clínica veterinária. Foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos e texto acadêmicos, publicados em plataformas como Medline, ScienceDirect, PubMed, Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online.

**Palavras-chave:** Habronemose. Ferida de Verão. Equinos. Ozonioterapia.

## Abstract

Cutaneous Habronemosis, commonly known as summer sore, is a nodular dermatological condition that primarily affects horses and is caused by gastrointestinal endoparasites. This nodular dermatosis occurs when larvae of the nematodes *Habronema sp* and *Draschia megastoma* are deposited in areas where horses are unable to repel flies of the species *Musca domestica* and *Musca stabulans*. The resulting lesions can be painful and itchy, leading to the formation of rapidly evolving ulcerative granulomas. Diagnosis is based on clinical symptoms, the animal's living region history, and complementary exam results. Conventional treatment includes surgical or chemical debridement, application of healing ointments, administration of corticosteroids, anti-inflammatories, antiseptics, antibiotics and anthelmintics. However, significant regression of the injury often does not occur with common treatments due to the specific physiological characteristics of horses, such as the limited tissue oxygenation, which makes the treatment of these wounds difficult. Therefore, the search for alternative therapies has become prominent in Veterinary Medicine, with a particular emphasis on ozone therapy. Ozone gas (O<sub>3</sub>) is used in various pathologies due to its affordable price, low invasiveness and benefits. Ozone therapy can be used using gases, oil, ozonized serum and bagging. The objective of this work is to elucidate the properties of ozone on habronemosis skin lesions in horses, demonstrating its mechanism was conducted using action and results obtained in the veterinary practice. A bibliographic review was conducted using academic articles and texts published on platforms such as Medline, ScienceDirect, PubMed, Google Scholar and Scientific Electronic Library Online.

**Keywords:** Habronemose. Summer Wound. Equines. Ozonotherapy.

## Introdução

Os equídeos são acometidos por inúmeras espécies de parasitas gastrointestinais capazes de causar doenças graves com manifestações clínicas imperceptíveis, como habronemose, tricostrongilose, estrostrongiloidíase, entre outros. Os parasitas dessas enfermidades apresentam ciclos de vida diretos e indiretos que englobam várias fases de desenvolvimento no ambiente, no interior dos hospedeiros vertebrados e no interior dos vetores (FREITAS, 2013).

Dentro do grupo de endoparasitas gastrointestinais, estão incluídos o *Habronema muscae*, *Habronema microstoma* e *Draschia megastoma*, que são nematóides gástricos que originam habronemose gástrica, cutânea, conjuntival e pulmonar (FREITAS, 2013). Desta forma, a habronemose cutânea comumente conhecida como ferida de verão, é uma dermatose nodular a difusa causada por uma reação de hipersensibilidade aos nematóides que parasitam o estômago (PARRA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2017).

Silva *et al.* (2017) referem que a dermatose nodular ocorre quando as larvas do nematóide *Habronema sp* são depositadas em áreas, cronicamente, úmidas, como feridas com exsudação, especialmente, em locais onde os equídeos não conseguem afastar as moscas, que são vetores das larvas. Essas moscas pertencem às espécies *Musca domestica* e *Musca stabulans*. As lesões resultantes desencadeiam, rapidamente, um granuloma ulcerativo que dificulta o processo de cicatrização devido à presença de partículas caseificadas e calcificadas (LIMA, 2016; PRATO, 2022).

As larvas de *Habronema sp* presentes nas lesões cutâneas não se desenvolvem, isto é, permanecem em seu estado larval, as quais mantêm o processo inflamatório ativo nos tecidos lesionados, proporcionando complicações no processo de cicatrização (SILVA *et al.*, 2017). Vale ressaltar que o animal apresenta intenso

prurido e dor nas áreas afetadas, como olhos, lábios, pescoço, aparelho reprodutivo e nos membros distais (PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014; RESENDE *et al.*, 2019).

O diagnóstico da habronemose consiste nos achados clínicos, histórico da região e resultados dos exames complementares, como raspado de pele e biópsia da lesão para histopatológico. O uso do exame *Polymerase Chain Reaction* (PCR) também pode ser considerado como outro método de diagnóstico (CARDOSO, 2019). No exame de raspado de pele, pode-se observar a presença de larvas de estágio 3, porém as larvas de *Draschia* e *Habronema* são de difícil visualização nos esfregaços das lesões. Quando presentes, podem aparecer nos granulomas em conjunto com eosinófilos (SILVA *et al.*, 2017).

O exame histopatológico das lesões cutâneas da habronemose, normalmente, revela a presença de focos de necrose cercado por tecido de granulação, mastócitos, eosinófilos, neutrófilos e larvas intactas ou fragmentadas (FREITAS, 2013; PRATO, 2022; SILVA *et al.*, 2017). Paulin, Andrade e Neto (2014) destacam que a presença de granulócitos e tecido granular no resultado do exame pode ser, facilmente, confundida com outras doenças de caráter neoplásico, como carcinoma, sarcoma e granuloma.

A cicatrização dos equinos representa um grande desafio na clínica médica, quando comparada aos outros animais, devido ao baixo aporte sanguíneo que há em algumas partes anatômicas, tornando o tratamento de feridas de alto custo. Desta forma, alternativas de baixo custo, que reduzam o tamanho das feridas e diminuam a inflamação do local com intuito de evitar reinfestação têm sido procuradas (PRATO, 2022; SILVA *et al.*, 2017).

Os tratamentos integrativos vêm se destacando na Medicina Veterinária por conta de seu preço acessível e por serem pouco invasivos (BRITO, 2021). A utilização da ozonioterapia consiste na aplicação do gás ozônio (O<sub>3</sub>) em várias patologias, promovendo cicatrização tecidual, efeito germicida, viricida, fungicida, parasiticida, analgésico e imunomodulador (MORAES *et al.*, 2022; PRATO, 2022). A ozonioterapia pode ser utilizada por meio de auto-hemoterapia, gases, óleo, soro ozonizado e ensacamento (O<sub>3</sub> concentrado em um saco plástico) (PRATO, 2022; SOARES *et al.*, 2019).

## Objetivos

Na Medicina Veterinária, há poucas informações sobre a utilização da ozonioterapia, principalmente, sobre a sua resposta terapêutica em tecidos. Desta forma, o presente trabalho tem o objetivo de revisar as propriedades do ozônio sobre as lesões cutâneas de habronemose em equinos, demonstrando o seu mecanismo de ação e resultados obtidos na clínica veterinária com a finalidade de enriquecer a fonte de dados sobre esta modalidade terapêutica.

## Metodologia

A metodologia deste projeto envolveu a revisão de artigos científicos com a finalidade de descrever o tratamento de habronemose cutânea em equino com a utilização da ozonioterapia. Os artigos selecionados foram coletados por busca eletrônica em bancos de dados de biblioteca científica, especificamente, Medline, ScienceDirect, PubMed, Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online, com o emprego das palavras-chave ozonioterapia, habronemose cutânea, ferida de verão e ozonioterapia em lesões cutâneas. O procedimento de coleta de dados foi composto pelas seguintes características dos artigos: título, ano de publicação e local de publicação.

# Revisão de literatura

## Etiologia

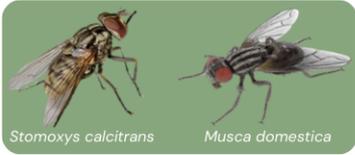
Habronemose cutânea é causada por três espécies de parasitas nemátodes: *Habronema muscae*, *Habronema microstoma* e *Draschia megastoma*, pertencentes à ordem *Spirurida*, superfamília *Spiruroidea* e família *Habronematidae*. Estes vermes apresentam ciclos evolutivos indiretos, os quais contaminam, principalmente, o estômago e outros órgãos dos hospedeiros definitivos por meio de artrópodes hematófagos (hospedeiros intermediários) (CARDOSO, 2019; FREITAS, 2013; PARRA *et al.*, 2021; TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

Os membros da família *Habronematidae* são pequenos parasitas delgados de coloração esbranquiçada, que medem, aproximadamente, 1,5 a 2,5 cm de comprimento. As larvas da espécie *Habronema microstoma* apresentam cavidade bucal cilíndrica e um pequeno dente dorsal e outro ventral. O macho possui espículas com formato e comprimento diferentes, quatro pares de papilas pré-cloacais e cauda curvada. A fêmea tem cauda romba com curva e vagina com massa muscular (FREITAS 2013; TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

*Habronema muscae* possui dois lábios trilobados nas laterais, faringe cilíndrica e revestimento cuticular espesso. A morfologia do macho é semelhante ao da espécie *Habronema microstoma*, cuja diferença é a cauda com ampla asa e leve torção. A cauda da fêmea é romba e não apresenta massa muscular (TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

A *Draschia megastoma* apresenta uma morfologia diferente comparada a outras espécies, ou seja, são menores, cavidade bucal em forma de funil, o macho tem espículas curtas, quatro pares de papilas pré-cloacais e cauda encurvada. A fêmea apresenta cauda cônica e são ovovivíparas (FREITAS 2013; TAYLOR; COOP; WALL, 2017). Estes parasitas têm como hospedeiro intermediário as espécies *Musca domestica* e *Stomoxys calcitrans*, as quais pertencem à ordem *Diptera*, subordem *Brachycera* e família *Muscidae* (TAYLOR; COOP; WALL, 2017). Na figura 1, pode-se observar as diferentes espécies com seus respectivos hospedeiros intermediários.

**Figura 1** – Identificação de *Habronema sp* com base na morfologia e hospedeiro intermediário

Espécies	Morfologia	Hospedeiros intermediários
<i>Habronema muscae</i>	 Fêmea adulta	 <i>Stomoxys calcitrans</i> <i>Musca domestica</i>
<i>Habronema microstoma</i>	 Macho adulto	 <i>Stomoxys calcitrans</i> <i>Musca domestica</i>
<i>Draschia megastoma</i>	 Fêmea Adulta	 <i>Stomoxys calcitrans</i> <i>Musca domestica</i>

† Fonte: Tonin e Oliveira (2023), adaptado de Aypak e Burgu (2013), Freitas (2013) e Wheeler (2019).

## Epidemiologia

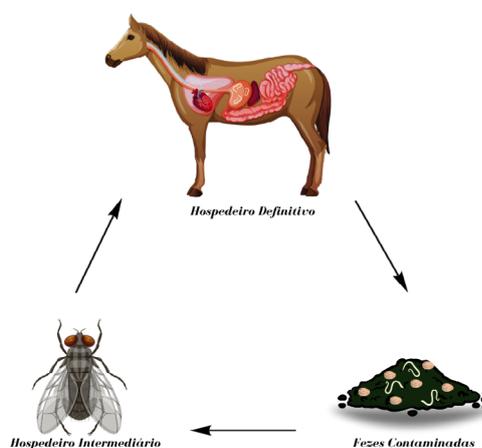
Silva *et al.* (2017) referem que os parasitas *Habronema sp* estão localizados nas proximidades do “margo plicatus”, onde *H. muscae* e *H. microstoma* são encontrados livres na superfície da mucosa do estômago e cobertos por secreção mucóide, já os *D. megastoma* são observados cobertos por exsudato esverdeado no interior de nódulos submucosos multiloculares, isto é, pequenos orifícios que se comunicam com o lúmen gástrico.

O ciclo de vida do *Habronema sp* é semelhante em todas as espécies, ou seja, as larvas (L1) e os ovos do parasita são excretados nas fezes e depois são ingeridos pelas moscas *Musca domestica* e *Stomoxys calcitrans*, como ilustrado na figura 2 (TAYLOR; COOP; WALL, 2017). No decorrer do desenvolvimento da mosca, a larva infectante (L3) se desenvolve (CARDOSO, 2019; FREITAS, 2013).

A infecção por *Habronema sp* ocorre na ingestão de moscas mortas na água ou na alimentação, onde o desenvolvimento da fase adulta da larva (L5) ocorre no estômago, em um período de dois meses (TAYLOR; COOP; WALL, 2017). As fêmeas do parasita excretam os ovos ou as L1 que serão eliminadas nas fezes, completando o ciclo (CARDOSO, 2019). A infecção também ocorre quando as larvas são depositadas em regiões extremamente úmidas, como orifícios nasais e lábios (SILVA *et al.*, 2017).

No caso do ciclo errático, as moscas depositam as L3 em feridas com exsudato ou em locais onde o animal não consegue espantar as moscas, como olhos, lábios, pescoço, aparelho reprodutivo e nos membros distais. Desta forma, as larvas que são depositadas em lesões permanecem em seu estado larval mantendo o processo inflamatório ativo nos tecidos lesionados proporcionando complicações no processo de cicatrização (CARDOSO, 2019; FREITAS, 2013; SILVA *et al.*, 2017).

**Figura 2** – Ciclo evolutivo indireto



Fonte: Tonin e Oliveira (2023), adaptado de Taylor, Coop e Wall (2017).

## Patogenia

A patogenia das espécies *H. muscae*, *H. microstoma* e *D. megastoma* depende da localização no organismo do animal, podendo originar habronemose gástrica, cutânea, conjuntival e pulmonar, acarretando assim, vários sinais clínicos (FREITAS, 2013; SILVA *et al.*, 2017). A habronemose cutânea ou ferida de verão, ocorre no ciclo errático, formando lesões nodulares, acompanhadas de tecido de granulação exuberante, ulcerado e proliferativos com aspecto vermelho acastanhado (CARDOSO, 2019; LIMA, 2016; PRATO, 2022).

As complicações do processo de cicatrização das lesões por *Habronema sp* não estão completamente elucidadas, mas supõe-se que, devido ao intenso prurido e dor na região gerados, pela migração intradérmica das L3, ocorra uma reação de hipersensibilidade, formando-se granuloma não cicatrizante que pode evoluir para uma fibrose inativa (OLIVEIRA, 2020; PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014; RESENDE *et al.*, 2019).

O tecido de granuloma da lesão por *Habronema sp* progride até alcançarem grandes diâmetros (figura 3), com centro côncavo e bordas de tecido de granulação irregular, caracterizando uma dermatite nodular a difusa com diversos focos de necrose coagulativa (CARDOSO, 2019). Santos e Alessi (2016) destacam que a dermatite nodular consiste em um processo inflamatório da derme cercada por células inflamatórias organizada em nódulos distintos. Os agregados celulares do padrão nodular se fundem, resultando em um infiltrado celular difuso com diversos eosinófilos, mastócitos e focos de necrose granular cercado por fragmentos de larvas.

**Figura 3** – Tecido granulomatoso na região do boleto do membro posterior direito de equino



Fonte: Pliego *et al.* (2023).

## Diagnóstico

O diagnóstico de lesões por *Habronema sp* baseia-se nos achados clínicos, resultados dos exames complementares, como raspado de pele e biópsia da lesão para histopatológico e histórico da região, ou seja, se há vários indícios de habronemose em um determinado local (CARDOSO, 2019; PARRA *et al.*, 2021; PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014).

O exame de raspado de pele é realizado com auxílio de uma lâmina de bisturi, escarificando a lesão de forma profunda ou superficial, e sobre uma lâmina de microscópio é adicionado o material coletado por meio do método de esfregaço. Em seguida, é depositada uma gota de óleo de imersão para facilitar a análise e observar as larvas no terceiro estágio.

Pliego *et al.* (2023) salientam que, no esfregaço da lesão por *Habronema sp*, pode ser observada uma formação fibro-vascular e resposta inflamatória, identificando-se fragmentos de larvas no interior

dos eosinófilos e ao redor dos mastócitos. Vale ressaltar que as larvas de *Draschia* e *Habronema* são de difícil visualização no esfregaço, embora estejam presentes nas lesões (PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014; SILVA *et al.*, 2017).

O PCR tem sido uma outra forma de diagnóstico da habronemose cutânea, pois, devido a sua alta especificidade e boa sensibilidade, proporciona a visualização de parasitas, independentemente do estágio em que se encontram. Além disso, possibilita um diagnóstico precoce, impedindo o aparecimento de grandes lesões que deixam cicatrizes em regiões que afetam a qualidade de vida do animal, como jarrete e glândula (CARDOSO, 2019).

O exame histopatológico das lesões de *Habronema sp* revela a presença de uma dermatite nodular a difusa cercada por tecido de granulação, mastócitos, eosinófilos, neutrófilos e focos de necrose (FREITAS, 2013; PRATO, 2022; SILVA *et al.*, 2017). No interior dos focos de necrose, podem ser identificados segmentos de larvas intactas ou fragmentadas (figura 4). Devido a presença de granulócitos e tecido granular, o resultado do exame pode ser, facilmente, interpretado como carcinoma, sarcoma, granuloma, pitiose por fungos, entre outras (PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014; PLIEGO *et al.*, 2023).

**Figura 4** – Fragmentos de parasitas caracterizados por uma cutícula externa e musculatura celomiária



Fonte: Merlo *et al.* (2023).

## Tratamento convencional e profilaxia

O diagnóstico precoce da habronemose contribui para a escolha terapêutica, isto é, o tratamento se dá de acordo com a localização e gravidade das lesões. Desta forma, o tratamento apresenta quatro objetivos: redução do processo inflamatório, diminuição do tamanho das lesões e eliminação do parasita e de seu vetor (FREITAS, 2013; MERLO *et al.*, 2023; PARRA *et al.*, 2021). No entanto, a regressão da lesão não ocorre de forma significativa a tratamentos convencionais (MERLO *et al.*, 2023; THOMASSIAN, 2005).

O tratamento convencional da habronemose consiste na realização de desbridamento cirúrgicos ou químicos, aplicação de pomadas cicatrizantes, administração de corticoides, anti-inflamatórios, antissépticos, antibióticos e anti-helmínticos (MERLO *et al.*, 2023; PARRA *et al.*, 2021; PLIEGO *et al.*, 2023).

O tratamento cirúrgico da habronemose tem a finalidade de diminuir o tamanho das lesões, evitar reinfestações e reduzir a inflamação e é indicado para os casos de tecido de granulação em excesso, figura 5 (FREITAS, 2013; PLIEGO *et al.*, 2023). Em casos de zonas de difícil acesso, é aconselhável a debridação e a criocirurgia (FREITAS, 2013).

**Figura 5** – Ressecção cirúrgica do tecido de granulação exuberante



Fonte: Prato (2022).

A criocirurgia é uma técnica alternativa que utiliza nitrogênio líquido em temperaturas baixas, com objetivo de destruir lesões de grandes dimensões (FREITAS, 2013). Pliego *et al.* (2023) descreveram o uso dessa técnica em uma égua que foi sedada com 0,02 mg/kg de detomidina (via endovenosa), associada ao bloqueio local com lidocaína 2% e foi mantida em estação, seguida do uso de uma pistola aspersora de nitrogênio (Cryogun®) em toda ferida, conforme ilustrado na figura 6. Na primeira sessão, foram realizados três ciclos de congelamento rápido e descongelamento lento, com intervalo de cinco minutos entre os ciclos. Depois de dois meses, foi realizado o mesmo protocolo da primeira aplicação, mas sem bloqueio local. Este protocolo foi realizado até a cicatrização total da lesão e foi acompanhado por limpeza com soro fisiológico nos locais lesionados, aplicação de pomada à base de colagenase, spray repelente, por seis dias, e curativo diário.

**Figura 6** – Aplicação de nitrogênio líquido com uso da pistola aspersora sobre tecido de granulação



Fonte: Pliego *et al.* (2023).

No combate a habronemose a vermifugação tem a finalidade de eliminar o parasita adulto do estômago e impossibilitar reinfecções, alguns princípios ativos como Moxidectina, Febendazol, Ivermectina e Abamectina são eficientes (CARDOSO, 2019; FREITAS, 2013; PAULIN; ANDRADE; NETO, 2014; PLIEGO *et al.*, 2023). Freitas (2013) descreve o período de ação da Ivermectina, onde a eliminação das larvas ocorre em um intervalo de 2-3 semanas, mas sem a redução do tamanho das lesões.

Paulin, Andrade e Neto (2014) descrevem o emprego de uma pomada manipulada à base de nitrofurasona, veículo aquoso, organofosforados, dexametasona e DMSO, em que as aplicações nas feridas da habronemose são descritas de forma eficiente (PARRA *et al.*, 2021).

O uso de Prednisolona é recomendado em casos de lesões extensas de habronemose com dificuldade de cicatrização ou nódulos calcificados, onde se utiliza dose de 1 mg/kg por dia, durante 7-14 dias, seguida de 0,5 mg/kg por dia, em um período de 10-14 dias, visto que reduz, drasticamente, o tamanho das lesões (FREITAS, 2013).

Outro tratamento, que pode ser empregado para lesões de habronemose, é o uso da pele de tilápia, que se constitui em um tratamento de baixo custo, promove a cicatrização e reduz a contaminação. Desta forma, um experimento, realizado no Hospital Escola Veterinário da Universidade Max Planck, demonstrou que o uso da pele de tilápia como curativo biológico (figura 7) em equinos com habronemose cutânea pode ser considerada como uma alternativa viável, devido ao tempo de cicatrização ser de, aproximadamente, 50 dias (SILVA *et al.*, 2019a).

**Figura 7** – Curativo biológico em equino com ferimento na região proximal do metacarpo direito



† Fonte: Lôbo (2020).

A prevenção da habronemose se dá pela limpeza da cama, eliminação dos focos de proliferação dos vetores, proteção das baias com telas e uso de repelente nos equinos. Além da vermifugação periódica em todos os animais do rebanho, mesmo aqueles que não apresentam sinais clínicos, com a finalidade de reduzir o risco de reinfecção (PARRA *et al.*, 2021).

## Cicatrização

A pele é constituída por três camadas principais: a epiderme, derme e anexos associados. Dado que a pele constitui a camada externa protetora do corpo, ela se torna, particularmente, suscetível a lesões. O processo de reparação de feridas é um fenômeno biológico, que visa restaurar a integridade da pele após uma lesão, envolvendo uma série de eventos físicos, químicos e celulares, que ocorrem, imediatamente, após o dano ocorrer. Esse processo de cicatrização é caracterizado por quatro fases distintas: hemostasia, fase inflamatória, fase proliferativa e remodelação (KRAMER; JAINES, 2022; LÔBO, 2020; SILVA *et al.*, 2019a; STEINER *et al.*, 2019).

A cicatrização da pele pode ocorrer de duas maneiras, dependendo do grau de contaminação, sendo denominados como cicatrização por primeira ou segunda intenção. Assim, as feridas são categorizadas em limpas, limpas-contaminadas, contaminadas e infectadas (FOSSUM; MACPHAIL, 2015). No caso dos equinos, a cicatrização por segunda intenção é mais prevalente, devido às condições naturais em que vivem, que, frequentemente, propiciam a exposição das feridas à contaminação. Nessa espécie, muitas feridas são, inicialmente, classificadas como contaminadas, o que impossibilita a cicatrização por primeira intenção (LÔBO, 2020).

Kramer e Jaines (2022) referem que a cicatrização por segunda intenção ocorre por meio de um processo que envolve limpeza, desbridamento e bandagens para promover a cicatrização de dentro para fora. Isso se dá com a formação de tecido de granulação, contração e epitelização, que resulta em uma redução nos níveis de contaminação. Entretanto, em equinos, o processo de reparação é prejudicado devido à proliferação excessiva do tecido de granulação, que, por sua vez, dificulta a contração da ferida e o processo de epitelização. Isso resulta em uma produção exacerbada de fibroblastos, que pode evoluir para fibrose, o que aumenta a produção de colágeno, diminui a quantidade de fibroblastos e capilares sanguíneos, originando-se uma estrutura densa, cintilante e esbranquiçada, que atrasa a melhora do ferimento (SILVA *et al.*, 2019b).

A cicatrização de lesões da pele de equinos pode ser afetada por uma variedade de fatores, incluindo a idade do animal, doenças sistêmicas, estado nutricional, deficiência ou excessos de vitaminas e minerais, entre outros. Além disso, a oxigenação inadequada e a temperatura corporal mais baixa podem ter influência no processo de cicatrização. Em outras palavras, a diminuição do fluxo sanguíneo pode limitar a liberação de cetonas pelas células, prolongando assim a fase inflamatória (KRAMER; JAINES, 2022; LÔBO, 2020). Hammond, Mason e Watkins (1986) destacam que a cicatrização pode ocorrer, de forma mais eficaz, em temperaturas mais frias, devido à redução dos fatores inflamatórios no local da lesão.

## Tratamento com ozonioterapia

A busca por novos métodos de tratamentos que proporcionem resultados superiores aos convencionalmente empregados no processo de cicatrização de equinos, com ênfase no equilíbrio entre custo e benefício, bem como no bem-estar dos animais, é ilustrado pelo uso da ozonioterapia (SILVA *et al.*, 2019b).

A ozonioterapia corresponde, na utilização do ozônio ( $O_3$ ), como método terapêutico devido às suas propriedades bactericidas, fungicidas, viricidas e parasiticidas. Isso se baseia no seu mecanismo de ação, que envolve a oxidação da membrana celular e de componentes citoplasmáticos dos microrganismos, resultando em sua morte. Além disso, a ozonioterapia auxilia no processo de cicatrização ao promover a circulação sanguínea e oxigenação, redução plaquetária e manifesta ações analgésicas e imunológicas (KRAMER; JAINES, 2022; MORAES *et al.*, 2022; PRATO, 2022).

Vale ressaltar que, no Brasil, o uso terapêutico do ozônio ainda é limitado, devido à falta de literatura e controvérsias sobre o seu emprego, contudo, ele tem sido, amplamente, estudado na Medicina Veterinária e Humana. No entanto, as técnicas estão sendo aprimoradas e se destacando pelo mundo, por conta

dos resultados positivos em diversos tratamentos. Atualmente, a ozonioterapia está regulamentada e reconhecida pelo Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV), mas existe a necessidade da criação de associações que fundamentem os protocolos e reúnam dados obtidos pelos profissionais (BRITO, 2021).

Na Medicina Veterinária, a ozonioterapia é detalhada de forma eficiente para tratamentos de feridas e cicatrização, os quais são temas de extrema importância, devido aos diversos atendimentos de animais acometidos por ferimentos e traumas de diferentes tipos e origens (BRITO, 2021; KRAMER; JAINES, 2022).

As vias de administração do ozônio medicinal variam de acordo com a patologia envolvida, a condição do paciente e o estágio da doença. Portanto, o ozônio pode ser aplicado por meio de diferentes métodos, tais como auto-hemoterapia, inalação de gases ozonizados, aplicação de óleo ozonizado e empacotamento (PRATO, 2022; SOARES *et al.*, 2019).

O sucesso da terapia com ozônio assenta-se na adoção de algumas precauções, pois a inalação do gás é, altamente, perigosa, pois provoca irritação das vias aéreas, lacrimação excessivo e a administração de elevada dose pode ocasionar a morte, devido ao efeito oxidativo que ocorre nas células. Também não é aconselhável a associação do ozônio com solução salina (NaCl 0,9%), pois provoca formação de vasculites, por conta da produção do ácido hipocloroso (SILVA *et al.*, 2019b).

Penido, Lima e Ferreira (2010) descrevem que o uso excessivo do gás ozônio pode resultar em aumento de descamação do epitélio glandular. Em situações de intoxicação, é recomendado que o paciente faça uso de vitamina E, ácido ascórbico e n-acetilcisteína. Além disso, é importante destacar que a ozonioterapia deve ser evitada em casos de gestação.

O soro ozonizado apresenta poder antisséptico, por isso se torna uma alternativa viável para a limpeza de feridas. Contudo, é importante que a solução ozonizada seja preparada alguns minutos antes da utilização, devido à instabilidade da molécula de  $O_3$ , que tende a retornar facilmente para seu estado original ( $O_2$ ). O tempo de vida dessa solução é de aproximadamente 40 minutos a uma temperatura entre 20°C e 25°C (SILVA *et al.*, 2019b).

Pliego *et al.* (2023) descreveram o uso da ozonioterapia no tratamento de uma égua diagnosticada com habronemose cutânea. O protocolo terapêutico incluiu a limpeza diária com soro ozonizado por quatro dias, aplicação de óleo ozonizado durante sete dias, seis sessões de aplicação de ozônio intralesional, a utilização de uma pomada contendo dexametasona por oito dias, juntamente, com a realização de bandagens. Após um período de 30 dias, não foi observada redução na lesão, e, conseqüentemente, foi recomendada a intervenção cirúrgica para exérese do tecido afetado. Porém, podemos observar que houve um uso excessivo do ozônio, onde resulta em um aumento de descamação do epitélio e, assim, prejudicando na cicatrização.

O óleo ozonizado exibe propriedades anti-inflamatórias e germicidas, contribuindo, assim, no processo de cicatrização. Desta forma, o óleo ozonizado é obtido por meio do processo de borbulhamento do ozônio em óleo de gergelim, azeite de oliva ou óleo de girassol, até que adquira uma textura semelhante a um gel (RODRIGUES, 2022; SILVA *et al.*, 2019b). Fossum e Macphail (2015) descrevem o uso de óleo ozonizado no tratamento de ferida cutânea em pequenos animais, observando sucesso devido às propriedades cicatrizantes e anti-inflamatórias demonstradas por esse óleo.

O empacotamento (*Bagging*) é uma técnica tópica que envolve a utilização de uma bolsa ou câmara de plástico, hermeticamente, fechada, através da qual o ozônio é direcionado para o membro afetado durante, aproximadamente, 20 a 30 minutos (figura 8). Para executar essa técnica, as lesões são umedecidas com água, o que ajuda a potencializar o efeito do  $O_3$ . Essa técnica demonstra eficácia no tratamento de feridas abertas e ulcerativas, visando a redução do processo inflamatório, a restauração do tecido lesionado e a promoção da cicatrização (PRATO, 2022; RODRIGUES, 2022).

**Figura 8** – Ozonioterapia na forma de *Bagging*



Fonte: Prato (2022).

Outro método de terapia com ozônio é a auto-hemoterapia menor e maior, ou seja, na auto-hemoterapia menor, colhe-se uma certa quantidade de sangue do paciente e acrescenta-se o mesmo volume de ozônio em concentrações adequadas para o quadro clínico em questão, e administra-se no animal pelas vias intramuscular ou subcutânea. Já na auto-hemoterapia maior, é retirado um volume de sangue adequado do paciente, utilizando bolsas de transfusão com anticoagulante, o qual é misturado com ozônio e se realiza a infusão pela via endovenosa (DAGOSTIN, 2019).

## Conclusão

O ozônio vem sendo, cada vez mais, estudado, reconhecido e aplicado como terapia complementar em diversas enfermidades na Medicina Veterinária e Humana, por ser de baixo custo e eficiente. No entanto, a Medicina Humana apresenta um compilado rico de informações sobre a ozonioterapia comparado com a Medicina Veterinária. Vale ressaltar que há necessidade de mais informações sobre as propriedades do ozônio. O ozônio medicinal vem demonstrando eficiência nos tratamentos de habronemose cutânea, promovendo a cicatrização de feridas e proporcionando melhor qualidade de vida aos pacientes, por conta da melhora da oxigenação tecidual, por ser imunomodulador e estimular o sistema imunológico. Contudo, não é recomendada a utilização da ozonioterapia como terapia principal no tratamento de habronemose cutânea devido à falta de evidências robustas de eficácia, ao potencial de irritação adicional da pele e aos riscos de intoxicação. Para garantir a cicatrização eficaz, é fundamental que o médico-veterinário desenvolva um protocolo conforme quadro clínico em que se encontra o paciente, sabendo selecionar a via de administração do ozônio que melhor atenda o quesito risco/benefício com relação ao tratamento convencional. &

## Referências

AYPAK, S.; BURGU, A. Prevalence of the stomach helminths in equines. **YYU Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 24, n. 1, p. 29-35, 2013.

BORGES, T. L. *et al.* Ozonioterapia no tratamento de cães com dermatite bacteriana: relato de dois casos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, ano XVI, n. 32, p. 1-11, jan. 2019.

- BRITO, B. *et al.* Aplicação da ozonioterapia na clínica de pequenos animais: vias de administração, indicações e efeitos adversos: revisão. **Pubvet**, v. 15, n. 7, p. 1-87, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n07a859.1-8>.
- CARDOSO M. V. L. **Habronemose cutânea equina**. 2019. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2019.
- DAGOSTIN, R. **Uso de ozonioterapia no tratamento de ferida por mordedura em um felino: relato de caso**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Biociências e Saúde Única, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.
- FOSSUM, T.; MACPHAIL, P. **Cirurgia de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Mosby, 2015.
- FREITAS, A. R. F. C. S. **Habronemose cutânea: abordagem parasitológica e terapêutica**. 2013. 96 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2013.
- HAMMOND, C. J.; MASON, D. K.; WATKINS, K. L. Gastric ulceration in mature Thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, n. 4, p. 284-287, July 1986. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03629.x>.
- KRAMER, R. F.; JAINES, V. I. Tratamento de ferida aberta com ozonioterapia e óleo ozonizado previamente à reparação plastia cutânea: relato de caso. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 10, p. 4230-4245, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i10.7416>.
- LIMA, J. L. S. **Abordagem clínica e terapêutica de feridas em equino**. 2016. 86 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.
- LÔBO, R. P. **Utilização de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no tratamento de ferida lacerante na região do metacarpo em equino: relato de caso**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2020.
- MERLO, V. D. *et al.* Habronemose cutânea equina no extremo sul da Bahia. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 2, p. 1090-1096, abr./jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-011>.
- MORAES, B. C. *et al.* O efeito da ozonioterapia no tratamento de fratura de fêmur em filhote canino: relato de caso. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 20, n. 1, maio 2022. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v20i1.38187>.
- OLIVEIRA, G. D. **Relatório de estágio curricular supervisionado: clínica e cirurgia de grandes animais**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2020.
- OLIVEIRA, R. M. V. *et al.* Habronemose cutânea equina: revisão de literatura. **NBC - Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v. 11, n. 22, 2021.
- PARRA, M. A. G. *et al.* Habronemose cutânea equina: revisão de literatura. **NBC – Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v. 11, n. 22, 2021.
- PAULIN, C. D.; ANDRADE, E. R. F.; NETO, A. M. Habronemose cutânea: revisão de literatura. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2014, Ourinhos. **Anais [...]**. Ourinhos: Faculdades Integradas de Ourinhos, 2014.
- PENIDO, B. R.; LIMA, C. A.; FERREIRA, L. F. L. Aplicações da ozonioterapia na clínica veterinária. **Pubvet**, Londrina, v. 4, n. 40, dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v04n40e145>.
- PIRES, T. L. **Efeito da ozonioterapia sistêmica em ratos em uso de bisfosfonato**. 2018. Dissertação

(Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PLIEGO, C. M. *et al.* Utilização da criocirurgia no tratamento de habronemose cutânea em equino.

**Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 4, p. 13658-13673, abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n4-072>.

PRATO, M. F. **Ozonioterapia em habronemose cutânea equina**: relato de caso. 2022. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Brasil, Fernandópolis, 2022.

RESENDE, C. *et al.* Uso de triancinolona no tratamento de tecido de granulação exuberante em equinos: relato de três casos clínicos. **Pubvet**, v. 13, n. 6, p. 1-8, jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n6a358.1-8>.

RODRIGUES, L. Q. **Utilização da ozonioterapia como coadjuvante no tratamento de habronemose cutânea**. 2022. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2022.

SANTOS, R. L.; ALESSI, A. C. **Patologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. 856 p.

SILVA, L. V. M. S. *et al.* Pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico em equino com habronemose cutânea. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2019. **Anais [...]**. Indaiatuba: Faculdade Max Planck, 2019a.

SILVA, T. C. P. *et al.* Ozonioterapia em feridas de equinos. In: ENCONTRO ACADÊMICO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 20., 2019, São João da Boa Vista. **Anais [...]**. São João da Boa Vista: Unifeob, 2019b.

SILVA, T. O. *et al.* Habronemose cutânea equina: relato de caso. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, ano XIV, n. 29, jun. 2017.

SOARES, C. D. *et al.* Effects of subcutaneous injection of ozone during wound healing in rats. **Growth Factors**, v. 37, n. 1/2, p. 95-103, July 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/08977194.2019.164333>.

STEINER, D. *et al.* **Considerações sobre o processo de cicatrização em feridas dermais em equinos**. Goiânia: Enciclopédia Biosfera; Centro Científico Conhecer, 2019.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 3789 p.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2005.

WHEELER, L. **The monster hunter's guide to: veterinary parasitology**. 2019. Disponível em: <https://www.veterinaryparasitology.com/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

Recebido: 27 de fevereiro de 2024. Aprovado: 8 de maio de 2024.