



Centro Universitário de Brasília – UniCEUB
Faculdade de Ciências da Educação e Saúde – FACES
Curso de Medicina Veterinária

BRUNO DA COSTA URTIGA

**A UTILIZAÇÃO DE LASERTERAPIA NO TRATAMENTO DE FERIDAS EM
EQUINOS**

**Brasília
2021**

BRUNO DA COSTA URTIGA

**A UTILIZAÇÃO DE LASERTERAPIA NO TRATAMENTO DE FERIDAS EM
EQUINOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Graduação em Medicina Veterinária do
Centro Universitário de Brasília como
requisito para a obtenção do Título de
Médica Veterinária.

Orientação: Professor Dr. Carlos Henrique
Câmara Saquetti

**Brasília
2021**

BRUNO DA COSTA URTIGA

A UTILIZAÇÃO DE LASERTERAPIA NO TRATAMENTO DE FERIDAS EM EQUINOS

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado para obtenção do grau de Médica Veterinária no Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Brasília.

Brasília, 21 de junho de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Henrique Câmara Saquetti

Prof. Emanuel Elzo Leal de Barros

Dr. Herbert de Moura Goulart

AGRADECIMENTOS

Por meio deste, gostaria de agradecer a todos que colaboraram de alguma forma para o meu desenvolvimento durante o curso. Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de realizar um curso tão desejado e ter a capacidade de viver momentos únicos.

Gostaria de agradecer a minha família na qual incluo minha namorada Nicole, meus pais, meus irmãos e os outros familiares, por todo apoio e compreensão por toda assistência prestada, em todos os momentos da minha caminhada.

Agradeço aos médicos veterinários que colaboraram para o meu desenvolvimento como estudante e me ensinaram através de suas ações como ser um bom profissional. São eles, Herbert Moura, Isabela Calmon, Carlos Henrique Saquetti, Renato Fonseca, Renan Fiel e os meus colegas de estágio.

Agradeço também a todos os meus colegas que durante o curso auxiliaram de alguma forma para o meu desenvolvimento e meus amigos que sempre me deram apoio.

RESUMO

A criação de equinos tem como objetivos utilizar o animal para o esporte ou trabalho, fator que predispõe o aparecimento de traumas e lesões. Usualmente são encontradas nos equinos feridas cutâneas que requerem tratamento, pois podem condenar a condição física do animal. Sendo assim é necessário escolher tratamentos que viabilizem a recuperação do animal. Entre diversos tratamentos descritos, como antibioticoterapia, uso de anti-inflamatórios, utilização de fitoterápicos, bandagens e terapias alternativas, o laser se destaca pelos diversos benefícios trazidos durante o processo de cicatrização, que colaboram para a melhor recuperação do animal devido seus efeitos reepitelizantes, moduladores, proliferativos e inflamatórios. O efeito fotobiomodulador dessa terapia geralmente é observado quando utilizado como terapia de baixa frequência, pois as terapias de baixa frequência têm como principal objetivo alcançar as camadas superficiais da pele através da adaptação de potência, comprimento de onda e frequência. Deve ser utilizada com o auxílio de outras terapias, pois os efeitos do laser são potencializados e o tempo de recuperação do animal é reduzido.

Palavras-chave: Equinos. Tratamento. Fotobiomodulador.

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 FERIDAS	10
2.2 Cicatrização	11
2.3 TRATAMENTO	15
2.4 LASER	18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
4 REFERÊNCIA	24

1. INTRODUÇÃO

O cavalo é um animal extremamente utilizado no Brasil e no mundo para exercer diversas atividades, destacam-se como as principais lazer, esporte e o trabalho, sendo estes, na atualidade, responsáveis por conter cerca de 5.850.154 equinos no Brasil (IBGE, 2019). É possível observar relatos de que o cavalo foi destinado ao esporte no Sul do Brasil desde antes do século XIX (SANTOS et. al., 2019). Apesar de sua rusticidade, resistência e força, o equino está sujeito a sofrer com algumas enfermidades e lesões. Estas lesões podem acontecer por alguns fatores, dentre eles o temperamento ativo do animal, o local em que reside, as condições em que é mantido, as atividades exercidas e a rotina de trabalho ou rotina esportiva, que podem, a depender da condição, expor o animal a situações de risco, resultando em lesões e feridas (PAGANELA et al., 2009).

As modalidades esportivas que os cavalos são inseridos predispõem ao surgimento de lesões músculo esqueléticas (SOUSA, 2017), assim como as lesões de pele, que também são frequentemente encontradas na espécie devido ao seu comportamento. Por influência do ambiente em que o animal é mantido, essas feridas são caracterizadas pela perda de tecido e pelo alto grau de contaminação da ferida. Com o aparecimento da lesão o animal deve ser tratado com cuidados específicos para recuperação da ferida, o que leva tempo e em alguns casos resulta apenas em uma indesejada cicatrização e não em uma regeneração tecidual fisiológica (STEINER et. al., 2019). Devido ao aparecimento dessas lesões, foi realizado um estudo retrospectivo no Hospital de Clínicas Veterinária (HCV) da Universidade de Pelotas, localizada no Rio Grande do Sul, no qual se percebeu a alta incidência de atendimentos relacionados a afecções cutâneas. Essas dermatopatias, que variam entre lacerações, contusões, incisões, perfurações, tecido de granulação exuberante, neoplasias e dermatites, ocuparam 37% dos atendimentos clínicos realizados na HCV, entre os anos de 2000 e 2008 (PAGANELA et al., 2009).

Um animal que vive em uma baía ou um piquete despreparados, com a presença de corpos estranhos, com uma estrutura inadequada que possa causar lesões no animal, ou seja, sem condições de segurança, está sujeito a sofrer com lesões de decúbito e feridas traumáticas, se o animal vive com outros animais, ele está sujeito também a sofrer mordidas e coices. Além disso, a forma que o animal é

preparado para o trabalho e para o esporte, pode contribuir para o aparecimento de lesões, pois o uso inadequado de alguns instrumentos necessários, geram atrito, irritação e desconforto para o animal, podendo causar lesões durante sua montaria, sendo a sela de montaria um dos principais instrumentos lesivos para o cavalo (SCOTT; MILLER, 2011).

O cavalo pode sofrer com diversos tipos de dermatopatias, razão pela qual é um desafio escolher o tratamento adequado para cada afecção, devido às diversas características e etiologias dessas enfermidades. Sendo assim, é possível perceber que existem feridas que acontecem com maior frequência durante todo o ano, e outras que são sazonais como é o caso da habronemose, que durante a estação chuvosa aumenta seu número de casos, pois é o período mais suscetível para a reprodução do seu vetor. As feridas que têm maior incidência e que são encontradas durante todo o ano são feridas traumáticas, como a pitiose, os abscessos, o sarcoide e o tecido de granulação exuberante, essas enfermidades possuem diversas opções de tratamento e se apresentam com maior frequência em membros distais do que em outras partes do animal (PESSOA et. al., 2014).

Outro ponto de grande importância sobre feridas, são os fatores que atrapalham o processo de cicatrização. É necessário, ao se deparar com uma lesão, classificar o grau de contaminação da ferida, qual tipo de lesão que o médico veterinário se deparou, podendo ser aberta ou fechada, além de avaliar o local que essa ferida está instalada, pois quando identificado o local, fatores como estruturas acometidas, tensão exercida sobre a pele, comprometimento vascular e movimentação devem ser avaliados para que sejam tomadas as medidas de diminuição e prevenção de maiores riscos. Apesar dessas medidas serem de suma importância, podem interferir e inviabilizar um fator que em alguns casos determina como será o tratamento tópico e a recuperação do animal, que é o tempo da ferida, ou seja, o tempo entre o surgimento ou a ocorrência da ferida e o atendimento veterinário, ainda que na maioria dos casos esse período não seja tão preciso (HENDRICKSON; VIRGIN, 2005).

Após a avaliação da ferida é extremamente importante identificar a forma que acontecerá a cicatrização para que o tratamento seja prescrito e que seja decidida qual conduta seguir. Durante o tratamento, a conduta principal é a limpeza da ferida, a remoção mecânica de tecidos e debris celulares, o que reduz consideravelmente o número de bactérias presentes na ferida e viabiliza a reparação tecidual. Outro fator

de grande relevância é a proteção da ferida, pois, após a limpeza o medicamento ou a terapia auxiliar devem ser aplicados e logo em seguida, devido a fatores externos que podem atrapalhar o processo de cura da ferida, deve ser realizado o curativo para proteger a ferida e manter, em alguns casos, a medicação agindo (PAGANELA et al. 2009).

O tratamento escolhido varia de acordo com a enfermidade encontrada no animal, porém, geralmente são utilizados anti-inflamatórios, antibióticos e analgésicos em caso de dor. No tratamento de feridas, além dos tratamentos citados, utiliza-se também o tratamento tópico com plantas medicinais, pomadas e géis que estimulam a reepitelização da pele. Também são utilizados açúcar e mel quando necessário, por seus efeitos hiperosmóticos causarem desidratação dos microrganismos ali presentes (DAVIDSON, 2015). Agregado ao uso de fármacos e cuidados com a ferida, outras terapias são utilizadas para auxiliar e diminuir o tempo de cicatrização, como por exemplo as terapias fotodinâmicas (SELLERA; GARGANO; POGLIANI, 2014).

As terapias fotodinâmicas são utilizadas pois estimulam a modulação de tecidos através da luz, desta forma são utilizadas no tratamento de feridas com a finalidade de auxiliar a cicatrização, diminuir as inflamações e diminuir o inchaço presente na ferida. Geralmente, a terapia bioestimulante, utilizada no tratamento de feridas de equinos, é o laser e o LED (Light Emission Diodo), já que são de fácil aplicação, não são invasivos e possuem poucos efeitos indesejados. O LED, que é o diodo emissor de luz, é caracterizado por ser uma terapia não térmica, não coerente e com menor poder de penetração, sendo mais utilizados em superfícies maiores e com menor penetração tecidual (MICHANEK et. al.,2021). Diferente do LED, o Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) é uma luz coerente, colimada e monocromática, sendo utilizado na restauração de tecidos em baixa frequência (RIEGEL; GODBOLD, 2017).

É importante observar que, para melhor eficiência do laser, alguns fatores devem ser ajustados para uma boa realização do protocolo, como a dose que é expressada por J/cm^2 , a energia que deseja direcionar para a lesão e a frequência que é mensurada em hertz (Hz). Além desses fatores é de extrema importância conhecer o aparelho e ajustá-lo da forma adequada para que o resultado desejado do tratamento seja alcançado (RIEGEL; GODBOLD, 2017).

Diante do exposto, objetivou-se com a elaboração deste trabalho discorrer e detalhar a respeito do uso do laser no tratamento de feridas em equinos, a partir da revisão de literatura para melhor agrupar ideias acerca do tema.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Feridas

As feridas são constantemente encontradas na rotina de atendimento clínico em equinos, são de grande importância devido a gama de agentes etiológicos que podem causar essas dermatopatias, desta forma é importante identificar o local que as feridas acometem os animais, a causa da ferida e o período do ano que são mais encontradas. A partir da revisão de fichas clínicas do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Campina Grande entre os anos de 2002 e 2012, PESSOA et al. (2014), observaram que a maioria dos casos constataram que as feridas aconteciam nos membros pélvicos e torácicos dos animais, além de grandes quantidades terem sido encontradas na cabeça, abdômen e tórax respectivamente. Os animais presentes no estudo eram divididos em equinos, asininos e muares, e todos foram acometidos por diferentes tipos de dermatopatias. As feridas traumáticas foram as mais encontradas no estudo, seguido por casos de pitiose que acometeu mais de 100 animais e abscessos que foram encontrados em aproximadamente 66 casos. Outras enfermidades também foram encontradas, como sarcoides, tecido de granulação exuberante, miíase, habronemose e outras dermatopatias. É importante salientar que o mês de maio foi destacado no estudo por um grande número de casos de pitiose, e na estação chuvosa os casos de habronemose e miíase foram mais altos (PESSOA et. al., 2014).

Um estudo realizado por Paganela (2009), evidencia que 37% dos casos encontrados na Universidade federal de Pelotas, eram afecções de pele e 63% dos casos de dermatopatias eram afecções traumáticas, desta forma, o autor classifica as feridas quanto ao grau de contaminação, divide as feridas em abrasões, perfurações, hematomas, contusões, incisões, perfurações e lacerações para que o mecanismo de cicatrização mais adequado seja utilizado durante a recuperação do animal.

2.2 Cicatrização

Alguns fatores são importantes para o processo de reparação tecidual das feridas, a identificação de qual tipo de ferida o animal apresenta auxilia a escolha dos tratamentos e os cuidados necessários com o animal, pois algumas lacerações e incisões que não apresentam comprometimento vascular e estejam com um grau de contaminação baixo, em alguns casos podem ser cicatrizadas por primeira intenção, fator que facilita a escolha do tratamento da ferida, diminui o tempo de recuperação, diminui os custos do tratamento e facilita o manejo da lesão (HENDRICKSON; VIRGIN, 2005).

As feridas de fechamento de primeira intenção são caracterizadas por proximidade entre os bordos da ferida e por baixa contaminação bacteriana, desta forma, são feridas que têm um reparo tecidual rápido. É indicado quando ocorrem incisões cirúrgicas e a aproximação e sutura dos bordos favorece o fechamento da ferida. As feridas de segunda intenção, são caracterizadas pelo grau de contaminação mais alto, dificuldade de realizar uma sutura, pois os bordos estão afastados e contaminados, extensão da lesão e, em alguns casos, a necessidade de tecido de granulação para suprir a falta de tecido na região. Um fator de grande destaque durante o processo de cicatrização é o tempo, que será favorável para que o tecido retorne a sua integridade e apresente seu aspecto fisiológico, além dos custos dos tratamentos que devem ser abordados nesse processo (PAGANELA et al., 2009).

Os graus de infecção das feridas variam entre limpa, limpa-contaminada, contaminada e infectada. A ferida limpa é caracterizada por não ter contato com fatores contaminantes, como órgãos infectados, tecidos não vascularizados e sem trauma cirúrgico. Já as limpas-contaminadas são caracterizadas por feridas cirúrgicas que dão acesso ao lúmen de algum órgão intestinal, da cavidade respiratória e urogenital, porém acessados de forma minimamente invasiva, essas feridas geralmente quando fechadas por primeira intenção tendem a apresentar infecções com menor frequência. As feridas contaminadas e infectadas são mais encontradas no tratamento de feridas em equinos, pois são acompanhadas de possíveis agentes de contaminação. As feridas contaminadas podem ser traumáticas, acompanhadas de inflamação e com resquícios de contato com corpos estranhos, além de serem caracterizadas por terem entre 4 a 6 horas, diferente das feridas contaminadas, as feridas infectadas apresentam aspecto antigo, presença de pus ou abscessos e em alguns casos, odor fétido (HENDRICKSON; VIRGIN, 2005).

A cicatrização é um momento de extrema importância no tratamento das feridas, pois quando as terapias são manejadas de forma correta em cada fase, o estímulo realizado proporciona uma reparação mais eficiente. Desta forma, esse processo é dividido em fase inflamatória, fase de proliferação e fase de contração, que são caracterizadas por uma série de eventos, que em alguns casos acontecem de forma concomitante (STEINER et. al., 2019).

Os autores DIAS E OLIVEIRA (2012) relatam que quando a pele íntegra é lesada, a primeira etapa é a fase de hemostasia, etapa em que o sistema imunológico tenta cessar a hemorragia. Essa etapa acontece através da atividade das plaquetas e da cascata de coagulação que irão desencadear um processo para inibir o sangramento. Quando o coágulo é formado, inibe a hemorragia, o ambiente vascular fica favorável para liberação de fatores de crescimento pelas plaquetas e citocinas, que serão estímulos pró inflamatórios para realizar o recrutamento de macrófagos e neutrófilos, dando início à fase inflamatória da cicatrização (DIAS; OLIVEIRA, 2012).

Figura 1 – Ferida lacerante em equino.



Fonte: RIEGEL, 2017.

Na fase inflamatória, os fatores de crescimento celular e as citocinas, serão liberados pelos macrófagos que farão importante papel fagocitário e de defesa, entretanto, o recrutamento de leucócitos acontece concomitantemente a essa etapa,

devido a sua ação essencial para a morte bacteriana e para a liberação de mediadores pró inflamatórios. Apesar da resposta imunológica responsiva, uma característica limitante do equino é que a resposta inflamatória é deficitária e também prolongada, fator que pode contribuir para o crescimento de tecido de granulação exuberante, tecido que significativamente limita a proliferação capilar, a produção de colágeno que irá contribuir na etapa de reepitelização, além de retardar a modulação dos fibroblastos e atrapalhar o processo de contração da ferida, sendo assim fator limitante para uma eficiente cicatrização do animal, sendo mais retardada quando a ferida é localizada em membros distais (STEINER et. al, 2019).

As feridas, entre o 3º e 5º dia, iniciam a etapa de proliferação, momento em que acontecerá a migração dos fibroblastos, que são modulados por macrófagos, com a finalidade de formar tecido de granulação e depositar matriz extracelular no local que foi lesado. A matriz extracelular depositada no local da ferida irá reagir e excretar colágeno, para assim criar uma barreira física contra infecções, além de possibilitar a migração de células mesenquimais para essa região. Esse evento denominado fibroplasia, auxiliará também na epitelização da pele, pois esse ambiente rico em fibroblastos e colágeno auxilia a formação de um novo tecido (RONALD, 2017).

A formação de tecido de granulação em feridas cicatrizadas por segunda intenção é muito importante devido a proteção que o tecido fornece para a ferida e o ambiente favorável para que aconteça a formação de novos vasos sanguíneos na região lesionada, pois esse tecido recebe aporte sanguíneo e assim será capaz de levar colágeno, fibrina e fibroblastos para regenerar o tecido acometido. Embora a necessidade de tecido de granulação, o seu crescimento deve ser limitado, pois uma vez que o tecido está em excesso, a vascularização é prejudicada, os fatores de crescimento são utilizados de forma desorganizada e o processo de reparação é retardado. Quando o tecido de granulação exuberante é formado, a angiogênese é retardada e a partir desse evento inicia-se a fase de contração da ferida onde os fibroblastos ativados serão diferenciados em miofibroblastos, que terão importante papel durante a contração e a tensão nos bordos da ferida para que as fibras de colágeno sejam sobrepostas entre si e estabeleçam suporte para diminuição da ferida. Desta forma é relevante salientar que as fases da cicatrização podem acontecer de forma concomitante e que a formação de novos tecidos é constante, pois muitas vezes o animal por conta do seu temperamento ativo acaba

atrapalhando o processo de regeneração tecidual, fazendo com que prolongue o tempo de repouso (PAGANELA et al., 2009).

No processo de cicatrização, alguns fatores que afetam o tempo de reparação tecidual devem ser considerados, como a tensão na ferida, a movimentação exercida e o membro acometido, pois os membros distais cicatrizam de forma mais lenta (HENDRICKSON; VIRGIN, 2005). Esses fatores contribuem para que a expansão da ferida aconteça nas duas primeiras semanas de tratamento e aumente o tempo de convalescência do animal (STEINER et. al., 2019).

A cicatrização é um processo delicado para o animal, pois todas as fases têm que acontecer de forma adequada para que cicatrização seja eficiente, embora no equino a fase inflamatória seja deficitária, algumas medidas realizadas pelo veterinário que está tratando o caso, podem contribuir para uma eficiente recuperação e cicatrização do animal (STEINER et. al, 2019).

A utilização de bandagens, a realização de desbridamento da ferida, a administração de fármacos e o uso de fitoterápicos contribuem para uma cicatrização eficiente, no entanto, para obter este resultado positivo, devem ser realizadas de forma adequada. Outro fator muito importante no tratamento de uma ferida é a limpeza da lesão, que através do desbridamento diminui a carga bacteriana, retira os debrís celulares, estimula a revitalização dos tecidos, diminui a necessidade do fibroblasto realizar ações fagocitárias e diminui uma prolongada reação inflamatória da cicatrização assim como o uso de alguns fitoterápicos tem auxiliado no tratamento das feridas. As bandagens e a administração de fármacos devem ser utilizadas de forma cautelosa, pois, se utilizados de forma inadequada, ao invés de auxiliarem no tratamento podem retardar a cicatrização. Quando mantidas por muito tempo, as bandagens, que servem para proteção, podem colaborar para o aumento da quantidade de exsudado na ferida, o aumento da quantidade de tecido de granulação exuberante e propiciar um ambiente escuro e úmido que favorece a replicação bacteriana. Alguns medicamentos anti-inflamatórios, quando utilizados, podem atrapalhar a ação celular nas feridas, fator que inibirá a cicatrização pois a inflamação contribui para que a fase subsequente a ela aconteça (STEINER et. al., 2019).

Durante o tratamento, quando os fatores que contribuem para o retardo da cicatrização são corrigidos, a involução da ferida acontece, o que possibilita a fase de contração da ferida. Essa fase é caracterizada pela diminuição das margens da

lesão e contribui para a reepitelização do tecido lesado. A contração acontece pois os fibroblastos quando diferenciados em miofibroblastos, que estão presentes no tecido de granulação, possuem fibras intracelulares de actina e miosina tem a capacidade de realizar conexões com a matriz extracelular, característica que possibilita a aproximação de fibras de colágeno, que irão se entrelaçar e viabilizar a contração da ferida. Quando finalizada a fase de contração da ferida, o período subsequente será caracterizado pela regeneração de tecido conjuntivo, que se inicia com a migração de queratinócitos para as margens da ferida, que sofreram divisões mitóticas para aumentar a quantidade de células e formar um novo epitélio (DIAS; OLIVEIRA, 2012).

Após a reepitelização, inicia-se a fase de remodelação. Nessa fase os tecidos serão moldados para que o epitélio seja organizado de forma fisiológica assim essa fase é caracterizada pelo período de maturação do tecido. O tecido cicatricial sofre a remodelação do colágeno e da matriz da extracelular, pois durante o período de epitelização, essas células foram orientadas de forma aleatória e para que o tecido seja íntegro e capaz de receber tensão, deve sofrer uma digestão pela colagenase, assim, as fibras de colágeno do tipo 1 serão organizadas em feixes que gradativamente se tornam o epitélio íntegro e mais espesso, processo que propicia a mobilidade do tecido. Ainda nesta fase a matriz extracelular auxilia na agregação das fibras de colágeno que serão as principais células do tecido cicatricial, pois as outras células sofrem apoptose para finalizar o processo de cicatrização e permitir o fechamento da lesão. Entretanto este processo de modelagem pode durar meses (DIAS; OLIVEIRA, 2012).

2.3 Tratamento

O tratamento de feridas depende de inúmeras variáveis, sendo assim, a forma mais adequada de escolher e prescrever um tratamento se inicia com o diagnóstico da lesão, pois quando encontrada a etiologia da doença, a causa direciona para a conduta mais adequada a seguir. Ao se deparar com esse caso é importante inspecionar a lesão, sendo necessária a limpeza da ferida para possibilitar a inspeção adequada. A limpeza deve ser realizada com a solução antisséptica mais adequada para o animal, iodopovidona ou clorexidina 2%, e ser retirada como soro ringer lactato (SCOTT; MILLER, 2011). Com a ferida limpa, será possível observar as estruturas envolvidas, a vascularização, a dimensão da ferida, o tipo de ferida que

o animal apresenta, além de auxiliar a identificar qual a idade da ferida, fator de extrema importância pois facilitará a identificação da fase da cicatrização que a lesão está. Após coletar todas as informações, o profissional responsável pelo caso, pode realizar mais exames para obter mais informações e assim, escolher o tratamento adequado, sendo ele clínico ou cirúrgico. O tratamento mais adequado, deve ser escolhido a partir da fase de cicatrização encontrada, pois alguns medicamentos, ao invés de auxiliar a regressão da ferida, retardam a melhora, pois podem inibir ou prolongar processos inflamatórios que são importantes para as fases subsequentes da cicatrização (HENDRICKSON; VIRGIN, 2005).

Com a finalidade de diminuir o tempo que o animal permanecerá afastado do esporte ou do trabalho, é necessário, além de tratar adequadamente a ferida, corrigir fatores intrínsecos ao animal, que causam ou pioram as lesões. Em período de tratamento, fatores como os vetores de algumas doenças devem ser corrigidos. A habronemose se enquadra nessa situação, já que o mosquito estando presente no ambiente em que o animal reside, interfere diretamente para que ocorra a manutenção da lesão no animal. Outro fator que deve ser corrigido são os ambientes que o animal tem acesso, principalmente em casos de feridas por traumas o animal deve ser afastado de locais que agravam a lesão existente ou possibilitem o aparecimento de novas, uma substituição inteligente nesse caso, é retirar o animal de piquetes e colocá-lo em uma baía durante o período de tratamento (PESSOA et al., 2014).

O tratamento da ferida visa fechar o local acometido de forma que a pele retorne para seu estado fisiológico, assim, quando coletadas as informações, deve ser avaliada a possibilidade do fechamento por primeira intenção, pois dessa forma a lesão será fechada através de suturas e terá uma recuperação mais adequada e o animal poderá retornar ao trabalho ou ao esporte mais rapidamente. Quando não for possível, devido às características da ferida, a cicatrização por segunda intenção será o outro mecanismo utilizado e nesse processo é de suma importância conter a infecção ali instalada através da utilização de medicamentos de uso tópico e sistêmico, que associados a terapias alternativas, terão considerável diminuição no tempo de tratamento do animal (SCOTT; MILLER, 2011).

Os antibióticos geralmente são utilizados de forma sistêmica, sendo os principais princípios ativos o Cefotiofur, a Penicilina, a Gentamicina e a Oxitetraciclina. Quando administrados de forma adequada, estes medicamentos conseguem conter

as principais infecções nos equinos. Além disso, acompanhado de uma rotina de limpeza, troca de curativos e terapias auxiliares, o tratamento pode ser eficaz e as infecções secundárias que agravam o quadro da ferida serão contidas. Além disso, outros medicamentos com ação antimicrobiana podem ser utilizados na ferida, sendo o Iodo, a Clorexidina, o Permanganato de Potássio e o Hipoclorito de Sódio. Os bactericidas contribuem para o fim da infecção local, o que colabora para uma resposta imunológica favorável à cicatrização do animal (SCOTT; MILLER, 2011).

Outros medicamentos que também podem ser utilizados no tratamento das feridas são os anti-inflamatórios, sendo eles esteroidais ou AINEs, com a finalidade de conter a inflamação da ferida, entretanto, os anti-inflamatórios podem contribuir de forma negativa durante a cicatrização, pois neste processo a fase inflamatória é de extrema importância para a regressão da ferida, assim, impedindo esta fase, acontece o crescimento de tecido de granulação exuberante, tecido que atrapalha a vascularização local e a modulação de fibroblastos, fator que prolonga o processo de cicatrização. Outra terapia que deve ser utilizada de forma cautelosa é a aplicação de bandagens, que tem como funções principais, proteger a ferida do ambiente, evitar que sujidades tenham contato com a ferida e permitir que medicamentos tópicos atuem no local da ferida, porém as bandagens devem ser posicionadas de forma que não machuquem o animal e não estrangule a ferida, pois quando mantidas em ambiente de hipóxia a síntese de TGF- β é estimulada e esse ambiente fica suscetível ao crescimento de tecido granulação exuberante (STEINER et al.2019).

As diversas dermatopatias encontradas em equinos possuem várias formas de tratamento, pois não existe um medicamento que possa ser utilizado para o tratamento de todas as feridas. Dessa forma, diversas terapias vêm sendo utilizadas como alternativas para o tratamento de feridas em equinos, destacando-se entre elas a utilização de fitoterápicos (RIBEIRO et al., 2012), as terapias fotodinâmicas (SEELERA et al. 2013) a ozonioterapia (ARAÚJO, 2014) e a utilização de pele de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (COSTA et al. 2020).

Os medicamentos fitoterápicos têm sido de grande importância no tratamento de feridas, já que a gama de princípios ativos encontrados facilita a utilização desse tratamento. Dentre as opções encontradas se destacam o *Calendula officinalis*, o *Stryphnodendron barbatiman*, a *Matricaria chamomila*, a *Aloe Vera* e o Própolis que é uma resina produzida pelas abelhas. Esses medicamentos contém o princípio ativo

do tanino e o Própolis contém aminoácidos de arginina e prolina, que possuem efeitos epitelizantes, imuno estimulantes, auxiliam na sintetização de colágeno, podem ter ação anti-inflamatória, alguns podem proteger do sol, e como é o caso do barbatimão, os teores de tanino estimulam a precipitação proteica, fator que colabora para diminuir a permeabilidade e exsudato da ferida, conseqüentemente auxiliando para a redução do tamanho da lesão. Esses medicamentos são utilizados por diversos motivos, entretanto se destacam pelo baixo custo e facilidade de aplicação (RIBEIRO et al.2013).

As terapias fotodinâmicas se destacam por diversos benefícios trazidos ao paciente, pois além de ser de fácil aplicação e possuir protocolos que podem ser utilizados em várias enfermidades elas também auxiliam na regeneração tecidual, na diminuição de edemas e têm efeito anti-inflamatório. Dentre essas terapias, o laser e o LED se destacam no tratamento de feridas, pois demonstram um resultado rápido em relação à cicatrização (SEELERA et al.2013).

2.4 Laser

Os relatos evidenciam que o laser no tratamento de animais, iniciou na década de 60 com achados ligados a regeneração de feridas e constatou-se o crescimento capilar em ratos (Mester et al., 1967). Já em 1992 foi publicado um artigo que retrata a evidência de benefícios trazidos acerca da utilização de laser no tratamento de feridas em equinos, que destacou a diminuição de edemas e o controle de mediadores pró inflamatórios no equino (FRETZ; ZHONG, 1992).

O laser é conhecido por ser uma terapia fotobiomoduladora que é caracterizada por emitir uma luz através da amplificação óptica por emissão de radiação eletromagnética. Por isso o laser é descrito como amplificação de luz por emissão estimulada de radiação. É formado a partir da emissão de energia em forma de prótons, que carregam radiação de energia eletromagnética e viajam na velocidade da luz por terem massa igual a zero, assim essa molécula torna viável a observação da luz emitida pelo aparelho (RIEGEL; GODBOLD,2017).

Para o funcionamento do laser são necessários instrumentos para emissão de luz, fornecimento de energia e um meio amplificador. O aparelho é composto por uma cavidade ressonante coberta por espelhos, que são necessários para que através do estímulo elétrico e refração aconteça a excitação dos elétrons, os quais

posteriormente terão uma queda de energia e após a inibição do estímulo, de forma espontânea emitirão um fóton. Quando emitidos, os fótons serão refletidos em um meio de amplificação e serão direcionados a formar apenas um comprimento de onda, ao se chocarem com outros átomos os estimularão a emitir sua energia estocada e dessa forma esses átomos perderão sua energia para assim formar outros fótons devido a sua queda de energia (RIEGEL; GODBOLD,2017).

O feixe de luz, para que seja emitido e seja adaptado para cada protocolo, possui parâmetros importantes que devem ser considerados durante a manipulação do aparelho. Esses componentes são divididos em comprimento de onda, que define o grau de penetração que o laser realizará no tecido, característica que torna possível selecionar quais as células alvo o feixe de luz irá atingir, outro fator é a irradiação que consiste na potência (W) emitida pelo laser dividida pela área de contato (cm²) irradiada e a frequência (Hz) que os pulsos serão emitidos pelo aparelho. São componentes que regulam a máquina para a realização do protocolo, entretanto a luz emitida pelo laser, também possui características específicas. O laser tem como características ser uma luz monocromática, ser coerente, fator que permite a visualização da luz emitida devido a organização dos fótons, ser colimada, ou seja, os raios quando emitidos se mantêm em sentido linear, raios em paralelo com um foco, e outro fator é a polarização que é explicada a partir da dissipação dos fótons ao entrar em contato com uma superfície (CHUNG et al. 2011).

O laser para ser emitido necessita de uma fonte emissora de luz, sendo assim os aparelhos que emitem o laser são divididos em classes de acordo com a sua característica. Os aparelhos da classe 1, 1M, 2, 2M e 3R, não são comumente utilizados para o tratamento de feridas em equinos O laser de classe 1 é caracterizado por possuir uma luz não visível aos olhos humanos, alta potência em um ambiente confinado e não apresenta controle de riscos de emissão de radiação, sendo encontrado em leitores de CD players e máquinas de impressão por laser, no caso do laser de classe 1M, ele pode ser prejudicial quando visto por um instrumento óptico, como lentes de aumento. Os de classe 2 e 2M têm sua potência limitada a 1 mW e também causam danos aos olhos quando vistos por instrumentos ópticos. Outra classificação de laser é a classe 3R que pode emitir um feixe de luz com potência de até 5mW e não é danoso para a pele (RIEGEL; GODBOLD,2017).

Os lasers que têm efeito na reparação tecidual e ação terapêutica são os de classe 3B e classe 4, são denominados fotobiomoduladores, têm potência suficiente

para realizar estímulos nas células desejadas e têm a característica de serem coerentes, colimados e possuem comprimentos de ondas adequados para o reparo tecidual. O laser de classe 3B, tem uma potência de emissão de 5 até 500 mW, sendo utilizado comumente no tratamento de feridas e o laser classe 4 é o laser mais forte quando comparados em potência, pois tem uma capacidade de emitir feixes maiores que 500 mW e é utilizado para outras terapias como tendinites, lesões musculares entre outros. Ambas as classes necessitam do uso de óculos protetor para o manuseio, pois podem causar lesões oculares em quem aplica (RIEGEL; GODBOLD,2017).

Figura 2 – Ferida após duas sessões de laser terapia.



Fonte: RIEGEL, 2017.

O laser, quando utilizado como terapia fotodinâmica atua contribuindo para que o tempo do processo de cicatrização diminua. Dessa forma o laser atua no tecido através da liberação de fótons estimulados por impulsos emitidos pelo

equipamento. Apesar disso, como efetivamente o laser irá atuar no tecido não é descrito pela literatura, porém hipóteses são levantadas e algumas ideias sobre o mecanismo de reparação tecidual realizado pelo laser são elucidados. O laser ao emitir os prótons faz com que os fotorreceptores moleculares do tecido absorvam a energia recebida e a partir disso a utilizem para atuação desse composto no interior da célula. Quando o fóton é emitido no comprimento de onda adequado, entre 600-900 nm, os cromóforos que são fatores de coloração das células alvo, absorvem a energia emitida e propiciam um estímulo elétrico de ação mitocondrial na célula, a qual produzirá ATP e promoverá a conversão de citocromo-c oxidase (Cox). Quando a Cox for convertida, será de grande importância para as próximas etapas da cicatrização, pois esse estímulo, resulta na liberação de óxido nítrico (NO) que será fundamental para a regulação de mediadores inflamatórios na região lesada. Desta forma a utilização de laser com o fim de reparação tecidual usualmente apresenta melhores resultados quando aplicada em baixa frequência (CHUNG et al. 2011).

Em 1992 foi observado por Fretz e Zhong que a utilização de laser em baixa frequência tinha significativa colaboração no tratamento de feridas em equinos, assim foi possível observar durante o tratamento que a utilização de laser em baixa frequência trazia benefícios como a diminuição de edemas presentes na ferida e a regulação de mediadores pró-inflamatórios presentes no local, fator que possibilita uma resposta inflamatória mais adequada para o animal e a diminuição do tempo de recuperação, além de contribuir para que o tecido de granulação não aumentasse devido a uma resposta inflamatória adequada.(FRETZ, ZHONG ,1992).

O laser quando utilizado na ferida desencadeia o processo de liberação de óxido nítrico realizado pela enzima Cox, assim esse fator quando liberado atua como potente vasodilatador, que aumentará a inflamação na região da ferida e contribuirá para a migração de fibroblastos e outras células de crescimento de matriz extracelular. Quando o NO estiver atuando no ambiente de reparação tecidual contribuirá para que os fibroblastos sejam convertidos em miofibroblastos e diretamente auxiliem o processo de reparação da ferida (CHUNG et al. 2011).

Outros benefícios que a utilização do laser gera, são as proliferações, as migrações, as aderências e a diminuição da apoptose realizada pelas células que atuam na regeneração da ferida. Quando utilizada, essa terapia promove a proliferação de fibroblastos, queratinócitos, células endoteliais e linfócitos, pois a ação emitida nas mitocôndrias das células, estimulam fatores de crescimento que

aumentam a quantidade e produção dessas células e a ATP auxilia fornecendo suporte energético para essas ações celulares. Durante esse processo acontece também a formação de neovascularização. Na etapa após a proliferação essas células receberão estímulo de óxido nítrico e serão direcionadas para o local necessário, irão para o ambiente de reparação tecidual para serem aderidas a camada de proteção da ferida. A utilização do laser promove a diminuição de apoptose celular pois as células com o estímulo de controle inflamatório realizado pelo laser continuam agindo no local da ferida (HUANG et al, 2009).

Na fase de remodelação, o colágeno presente na ferida apresenta seus feixes de forma desorganizada, fator que atrapalha o processo de regeneração tecidual. Quando o laser é utilizado, esses feixes são estimulados a se alinharem da forma correta e a síntese de colágeno é aumentada no local, fator que diminui o fibrosamento do tecido e consequentemente colabora para a melhor eficiência do processo de reparação tecidual, resultado que também aparece em feridas de curso crônico (HUANG et al, 2009).

Durante o processo de cicatrização é possível observar que em cada etapa o laser colabora de forma significativa, sendo assim uma terapia que pode ser utilizada do início ao fim do tratamento. Na fase inflamatória é possível observar que as respostas inflamatórias do equino são deficitárias e quando utilizado o laser essas respostas acontecem de forma regular, pois a terapia aumenta a resposta inflamatória e esse fator estimula a liberação de óxido nítrico que após a sessão de laser continuará regulando os níveis inflamatórios e controlando a vasodilatação no local. Posteriormente durante a fase proliferativa o laser colabora para o aumento da angiogênese e da fibroplasia pois estimula a proliferação dessas células que irão auxiliar na formação de novos vasos e na conversão de fibroblastos em miofibroblastos, pois na reepitelização as células produzidas auxiliarão a produzir a camada de epitélio que protegerá a ferida. Durante a fase de contração, o laser contribuirá, pois essas células presentes na camada epitelial não sofrerão apoptose já que estarão em constante resposta inflamatória. Sendo assim, na fase de contração a ação dos miofibroblastos, queratinócitos e matriz extracelular auxiliarão consideravelmente para a diminuição das bordas da ferida. E durante a remodelação o laser auxiliará para que as células não se tornem um tecido fibrótico e sim recebam estímulos de mediadores pró-inflamatórios que farão com que as células presentes sejam organizadas uniformemente. Geralmente a remodelação acontece

com as fibras de colágeno, com os miofibroblastos e com a matriz extracelular presente (RIEGEL; GODBOLD,2017).

Ainda durante a cicatrização durante o processo de remodelação de tecidos o tecido lesado quando bombardeado por um feixe de laser realizará a regulação dos mediadores pró-inflamatórios e resultará também em analgesia, e esses fatores que contribuirão para o relaxamento e bem-estar do animal, pois nessa etapa alguns animais já estão aptos a retornarem ao trabalho pois a ferida está íntegra e é o período mais demorado da cicatrização (RIEGEL; GODBOLD,2017).

Figura 3 – Ferida 55 dias após a lesão, sendo tratada com laser.



Fonte: RIEGEL ,2017.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível observar que a utilização de laser no tratamento de feridas é viável pois quando utilizado como fotobiomodulador o laser colabora de forma significativa para a regulação da inflamação, diminuição de edemas, analgesia, na reparação tecidual durante todo o processo de cicatrização. Desta forma é possível destacar que quando utilizada e manuseada de forma adequada, a terapia apresenta eficiência em seus resultados.

Para cada caso que essa terapia é utilizada, o tempo que o laser será utilizado e a regulação da máquina devem ser feitos de acordo com a lesão encontrada, pois sem a calibragem adequada do equipamento o estímulo pode não chegar nas células desejadas.

Apesar de ser uma terapia com bons resultados, deve ser utilizada com outros tratamentos, pois a contenção de infecções realizadas pelos antibióticos, a remoção mecânica de debris celulares retirados com a limpeza mecânica, a utilização de bandagens protetoras e uso de fitoterápicos, que auxiliam a epitelização dos tecidos, complementam a ação do laser.

4. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. L. **Efeitos do uso tópico do óleo de andiroba puro e ozonizado em feridas cutâneas experimentalmente induzidas em equinos.** 2014. 64f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência Animal, Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2014.

AUER JA E STICK JA. **Wound Management..in: Equine surgery.** Philadelphia: WB Saunders. 2ª ed., 937. 1999.

CHUNG, H; DAI, T; SHARMA, S.K; HUANG,Y. Y; CAROLL, J. D; HAMBLIN, M. R. **The Nuts and Bolts of Low-level Laser (Light).**Annals of Biomedical Engineering, 2011.

COSTA, B. O. et al. **Utilização da pele de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) como xenoenxerto em um equino com ferimento traumático.** Acta Scientiae Veterinariae, [s. l.], v. 48, 2020.

DAVIDSON JR. **Current concepts in wound management and wound healing products.** Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2015 May;45(3):537-64. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.01.009. Epub 2015 Mar 3. PMID: 25744144.

DIAS, R. V. C.; OLIVEIRA, I. V. P. M. **Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência.** Acta Veterinaria Brasilica, v.6, n.4, p.267-271, 2012. Disponível em < <https://doi.org/10.21708/avb.2012.6.4.2959>>. doi: 10.21708/avb.2012.6.4.2959
HENDRICSON E VIRGIN

FRETZ P.B, LI Z. **Low energy laser irradiation treatment for second intention wound healing in horses.** *Can Vet J.* 1992;33(10):650–653.

HENDRICKSON D, VIRGIN J. **Factors that affect equine wound repair.** Vet Clin North Am Equine Pract. 2005 Apr;21(1):33-44. doi: 10.1016/j.cveq.2004.11.002. PMID: 15691598.

HUANG YY, SHARMA SK, CARROLL J, HAMBLIN MR. **Biphasic dose response in low level light therapy - an update.** Dose Response. 2011;9(4):602-18. doi: 10.2203/dose-response.11-009.Hamblin. Epub 2011 Sep 2. PMID: 22461763; PMCID: PMC3315174.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Ranking - Pecuária – Rebanho.** <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>

MESTER E, SZENDE B, GARTNER P. DIE WIRKUNG DER LASSTRAHLEN AUF DEN HAAWUCHS DER MAUS [The effect of laser beams on the growth of hair in mice]. Radiobiol Radiother (Berl). 1968;9(5):621-6. German. PMID: 5732466.

MICHANEK P, TOTH T, BERGSTROM E, TREFFENBERG-PETTERSSON H, BERGH A. **Effect of infrared and red monochromatic light on equine wound healing.** Equine Vet J. 2021;53:143–148. <https://doi.org/10.1111/evj.1326>.

PAGANELA, J. C. et al. **Abordagem clínica de feridas cutâneas em equinos.** Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, [s. l.], p. 13 - 18, 2009.

PESSOA, ANDRÉ FLÁVIO A. et al. **Doenças de pele em equídeos no semiárido brasileiro. Pesquisa Veterinária Brasileira** [online]. 2014, v. 34, n. 8 [Acessado 14 Junho 2021] , pp. 743-748. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000800006>>. Epub 30 Set 2014. ISSN 1678-5150. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000800006>.

SANTOS, JOÃO MANUEL CASQUINHA MALAIA, VARGAS, JONAS MOREIRA E REMEDI, JOSÉ MARTINHO RODRIGUES **“Uma reunião de carreiras de cavalos”:** lazer, esporte e os paradoxos da modernidade no Rio Grande do Sul, séculos XIX e XX. Topoi (Rio de Janeiro) [online]. 2020, v. 21, n. 45 [Acessado 28 Maio 2021] , pp. 682-704. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2237-101X02104507>>. Epub 20 Nov 2020. ISSN 2237-101X. <https://doi.org/10.1590/2237-101X02104507>

SELLERA, F. P.; SABINO, C. P.; HAMBLI, M. R. History of PDT. In: SELLERA, F. P.; NASCIMENTO, C. L.; RIBEIRO, M. S. Photodynamic therapy in veterinary medicine: From basics to clinical practice. Switzerland: Springer, 2017, p. 1-10.

RIEGEL. R. J.; GOLDBOLD. J. C. J.; **Laser Therapy in Veterinary Medicine Photobiomodulation.** Edited by American Institute of Medical Laser Applications Marysville, OH, USA John C. Godbold, Jr. Stonehaven Veterinary Consulting Jackson, TN, USA, 2017.

RIBEIRO, G. et al. **Associação fitoterápica no tratamento de feridas cutâneas induzidas em equinos**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia [online]. 2013, v. 65, n. 5 [Acessado 14 Junho 2021] , pp. 1427-1433. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500022>>. Epub 28 Out 2013. ISSN 1678-4162. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500022>.

SCOTT, D. W.; MILLER, W. H. **Equine Dermatology**. 2.ed. Saunders, 2011

SOUSA, NICOLE RUAS DE. et al. **Relation between type and local of orthopedic injuries with physical activity in horses**. Ciência Rural [online]. 2017, v. 47, n. 2 [Accessed 28 May 2021] , 20151218. Available from:<<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151218>>. Epub 12 Dec 2016. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151218>

STEINER, DENIS, ANDRÉ GIAROLA BOSCARATO, CARLA FARIA ORLANDINI, GIOVANNA FERNANDA JARDIM, LUIZ ROMULO ALBERTON, **CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO EM FERIDAS DERMIS EM EQUINOS**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16 n.29; p. 2019
<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/consideracoes.pdf>