



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

RAIANNY PIRES LÔBO

**UTILIZAÇÃO DE PELE DE TILÁPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS)
NO TRATAMENTO DE FERIDA LACERANTE NA REGIÃO DO
METACARPO EM EQUINO: RELATO DE CASO**

Brasília
2020

RAIANNY PIRES LÔBO

**UTILIZAÇÃO DE PELE DE TILÁPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS)
NO TRATAMENTO DE FERIDA LACERANTE NA REGIÃO DO
METACARPO EM EQUINO: RELATO DE CASO**

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
2020

RAIANNY PIRES LÔBO

**UTILIZAÇÃO DE PELE DE TILÁPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) NO
TRATAMENTO DE FERIDA LACERANTE NA REGIÃO DO METACARPO EM
EQUINO: RELATO DE CASO**

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, 14 de dezembro de 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Henrique Câmara Saquetti

Profa. Dra. Mirna Ribeiro Porto

Esp. Sofia Cicolo da Silva

Utilização de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no tratamento de ferida lacerante na região do metacarpo em equino: relato de caso

Use of tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) in the treatment of lacerating wound at the metacarpal region in equine: a case report

Resumo

Os cavalos são animais naturalmente explosivos, predispondo à ocorrência de traumas, sendo as feridas de pele em membros uma das ocorrências mais comuns. Diversos tratamentos são aplicados e relatados na literatura, e embora muitos desses apresentem resultado satisfatório, diversas feridas apresentam uma cicatrização lenta, favorecendo a formação do tecido de granulação exuberante. Nesse contexto, a pele de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem se mostrado uma promissora alternativa, como um subproduto da indústria com aplicabilidade na medicina regenerativa. Foi atendida uma égua apresentando ferida lacerante na região proximal do metacarpo direito, próxima à região articular, com exposição óssea, ruptura completa do tendão extensor digital comum, presença de tecido necrótico e miíase. Houve o desenvolvimento de tecido de granulação exuberante após a instituição de tratamento inicial com pomada a base de clorexidina com açúcar e fitoterápicos como extrato de barbatimão, optando-se pela utilização da pele de tilápia. Esta se mostrou eficaz no tratamento por segunda intenção da ferida e auxiliou no controle do tecido de granulação exuberante, além de ter reduzido a necessidade de troca do curativo para uma vez por semana, diminuindo o número de intervenções estressantes e dolorosas ao animal, e reduzindo custos com o tratamento. Também conferiu boa proteção à ferida contra traumas e dessecação, de forma que a ferida se apresentava com aspecto clínico melhor. Ao longo do tratamento não foram observadas reações adversas.

Palavras-chave: Equino. Ferida. Pele de tilápia.

Abstract

Horses are naturally explosive animals, which predispose them to trauma, skin wounds on limbs being one of the most common occurrences. There are several applied and reported treatments, although many of these treatments have a satisfactory result, several wounds present a slow healing, favoring the formation of exuberant granulation tissue. In this context, the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin has shown itself as a promising alternative, as a by-product of the industry with applicability in regenerative medicine. A mare was attended presenting a lacerating wound at the proximal region of the right metacarpal, close to the articular region, with bone exposure, complete rupture of the common digital extensor tendon, presence of necrotic tissue and myiasis. There was the development of exuberant granulation tissue after the institution of initial treatment with chlorexidine-based ointment with sugar and herbal medicines such as barbatimão extract, opting for the use of tilapia skin. The skin was shown to be effective in the second intention treatment of the wound and helped control the exuberant granulation tissue, in addition to reducing the need to change the dressing to once a week, decreasing the number of stressful and painful interventions to the animal. It also provided good protection to the wound against trauma and desiccation, so that during the dressing changes the wound presented a better clinical aspect. During the treatment, no adversal reactions were observed.

Keywords: Equine. Wound. Tilapia skin.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil conta atualmente com um dos maiores rebanhos equinos do mundo, representado por 5,75 milhões de cabeças (IBGE, 2018), que movimentam R\$ 16,15 bilhões ao ano. A equideocultura é um setor crescente da economia que gera 610 mil empregos diretos e indiretos, seis vezes o empregado pela indústria automobilística. (SANTOS et. al., 2018).

Os cavalos são animais naturalmente curiosos, ativos e explosivos, o que predispõe à ocorrência de traumas (PAGANELA et al. 2009). Com a domesticação, passaram a ser mantidos em baias durante longos períodos a fim de se facilitar o manejo, o que provoca estresse nesses animais, que ficam privados de relações sociais e com espaço limitado, levando a alterações comportamentais que podem provocar lesões, desde feridas geradas em cochos, portas e paredes até automutilação. Entretanto, quando mantidos em pastos ou piquetes na presença de outros cavalos, podem ocorrer traumas decorrentes de quedas, brigas, feridas em cercas e instalações. Nestas lesões podem estar presentes lacerações de pele, músculos e tendões, sendo caracterizadas por bordas irregulares. Ocorrem especialmente quando há utilização de cercas de arame liso, podendo ser provocadas também por objetos angulares como latas enferrujadas, vidros, cercas de arame farpado e mordidas (KNOTTENBELT et al., 1995; PAGANELA et al., 2009).

As feridas de pele são uma das ocorrências mais comuns em equídeos, localizadas especialmente nos membros torácicos e pélvicos. Sua cicatrização é composta por uma série de mecanismos macroscópicos, microscópicos e bioquímicos que se estabelecem para reparar o dano, sendo comumente dividida em quatro fases que se encontram sobrepostas no tempo: Hemostasia, fase inflamatória, fase proliferativa e remodelação (ROCHA JÚNIOR et. al., 2006).

A cicatrização pode se dar por primeira ou segunda intenção, e quanto ao grau de contaminação microbiana, as feridas podem ser limpas, limpas-contaminadas, contaminadas e sujas ou infectadas (STASHAK; THEORET, 2008). Em equinos é mais aplicada a cicatrização por segunda intenção devido à sua natureza e ambiente em que vivem, que propicia maior contaminação, nessa espécie várias feridas se

encontram inicialmente sujas ou contaminadas, não permitindo a cicatrização por primeira intenção (PAGANELA et al., 2009).

As feridas cutâneas que cicatrizam por segunda intenção e se localizam em regiões distais dos membros são caracterizadas pela frequente formação de tecido de granulação exuberante e as dificuldades relacionadas a este. Essas feridas cicatrizam de forma mais lenta em relação às do tronco por possuírem menores taxas de contração e epitelização (THEORET; WILMINK, 2017). Isso se deve à menor perfusão sanguínea, tensão de oxigênio, temperatura, citocinas em quantidade insuficiente nas extremidades (BERRY; SULLINS, 2003), além da falta de tecido de revestimento, presença de tecido necrosado ou corpos estranhos e movimento das articulações, predispondo à ocorrência de contaminação e possível infecção (PAGANELA et al. 2009).

A presença de infecções prejudica a cicatrização de feridas, por provocar afastamento das bordas, exsudação, redução do suprimento vascular e aumento da resposta celular com conseqüente retardo da fase inflamatória do processo de cura (STASHAK; THEORET, 2008). Feridas crônicas também estão relacionadas a terapias prolongadas e tratamentos inadequados ou com medicamentos irritantes. Diversos tratamentos são aplicados e relatados na literatura, como alopáticos; fitoterápicos como óleo de copaíba (*Copaifera langsdorffii*), neem (*Azadirachta indica*), barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*), açúcar e mel; laser terapia, entre outros. É frequente a aplicação de antissépticos na lesão, como o iodo-povidine, a água oxigenada a 3% e soluções a base de clorexidina. Embora muitos desses tratamentos tenham um resultado satisfatório, diversas feridas apresentam uma cicatrização lenta. Estas feridas são caracterizadas por fibroplasia acelerada e baixas taxas de epitelização e contração, o que leva à formação do tecido de granulação exuberante, que se eleva e se estende sobre as bordas epiteliais da ferida, atrasando ainda mais a cicatrização ao impedir a migração epitelial e a formação de queratinócitos (WILMINK; VAN WEEREN, 2004).

A cicatrização de pele é objeto de estudos devido ao interesse clínico, econômico e científico (HUSSINI et al., 2004; RIBAS et al., 2005). O tratamento de feridas em tecidos moles equinos ainda é um desafio devido a esse processo de cicatrização potencialmente complicado (STASHAK; THEORET, 2008). Nesse contexto, a pele de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) surge como uma promissora alternativa, sendo um biomaterial obtido a partir de um subproduto da indústria, com

aplicabilidade na medicina regenerativa. Estudos envolvendo sua utilização em ratos e na medicina humana apresentaram bons resultados (LIMA-JUNIOR et. al., 2017), e sua utilização em equinos já foi descrita por Silva et. al. (2019) e Costa et. al. (2020), apresentando também resultados satisfatórios.

O objetivo do presente trabalho é relatar o caso de uma ferida lacerante em equino tratada com pele de Tilápia do Nilo como xenoenxerto e sua evolução.

2. RELATO DE CASO

Foi atendida no dia 13 de maio de 2020, na Fazenda Santa Maria, localizada no município de Flores de Goiás, uma égua SRD de 14 anos de idade, pesando 390 kg. A mesma apresentava ferida lacerante na região proximal do metacarpo direito, próxima à articulação carpometacarpal, com exposição óssea, ruptura completa do tendão extensor digital comum, presença de tecido necrótico e miíase. Supõe-se que a lesão tenha sido causada por pedra pontiaguda, uma vez que o local em que se encontrava contava com uma grande quantidade destas.

No primeiro dia foi realizada a limpeza da ferida com água e sabonete de neem, remoção do tecido necrótico com aplicação de fricção e remoção das larvas com pinça. Parte do tendão rompido se projetava sobre a ferida, uma porção do mesmo apresentava necrose e foi removida com auxílio de tesoura de Mayo, entretanto o tecido vivo foi mantido, ainda se projetando sobre a ferida (imagem 1). Ao final o ferimento foi seco com gaze e uma camada de pomada à base de clorexidina¹ com açúcar foi aplicada sobre a mesma, evitando-se o metacarpo, sobre este foi aplicada uma camada de óleo de copaíba. Foi realizada bandagem em 8 com aplicação de gaze, algodão e atadura, e aplicação de repelente sobre a mesma. Também foram administrados 0,2 mg/kg de ivermectina intramuscular, dose única, 2,5 mg/kg de fenilbutazona a cada 24 horas durante dois dias e 25.000 UI/kg de Penicilina G Benzatina (Penfort PPU) a cada 48 horas durante sete dias, no quarto dia de tratamento foi utilizada uma dose única de 1,1 mg/kg de Flunixinia Meglumina para controle da dor. O animal foi mantido em piquete com área de dois hectares na propriedade durante o tratamento.

¹ Furanyl®

Figura 1 - Ferida após limpeza inicial, ainda com presença de necrose e parte do tendão extensor digital comum rompido e se projetando sobre a ferida.



Fonte: Arquivo pessoal.

Nos curativos subsequentes foi realizada a remoção de larvas remanescentes, lavagem com água e sabonete de neem, enxágue com extrato de barbatimão, secagem com gaze, evitando-se friccionar a ferida e manteve-se a utilização de pomada à base de clorexidina com açúcar e óleo de copaíba sobre o osso. O extrato de barbatimão foi obtido através da raspa da casca imersa em água à temperatura ambiente durante 24 horas. A troca do curativo foi realizada duas vezes ao dia, sendo que no segundo dia foi realizada a tricotomia.

No décimo dia de tratamento foi notado o desenvolvimento de tecido de granulação exuberante na porção distal da face lateral da ferida, coincidindo com o local em que foi mantida parte do tendão extensor digital comum rompido (Imagem 2). Na área de crescimento exuberante o açúcar com pomada à base de clorexidina foi substituído por mel.

Figura 2 - Desenvolvimento de tecido de granulação exuberante sobre o tendão rompido.



Fonte: Arquivo pessoal.

Durante as trocas a gaze se apresentava aderida à ferida, que muitas vezes estava seca e com presença de rachaduras, causando lesões no momento da remoção. A utilização do extrato de barbatimão foi descontinuada. Também foi observado durante as trocas que sujidades como Picão-preto (*Bidens pilosa*) passavam através da bandagem, por vezes perfurando a ferida. No vigésimo quinto dia a troca passou a ser realizada uma vez ao dia, o tecido de granulação exuberante continuou se desenvolvendo e a ferida permanecia ressecada. A partir do trigésimo dia de tratamento iniciou-se o uso da pele de tilápia (Imagem 3). Ao início do tratamento com a pele a ferida apresentava 6,5 cm de largura por 10 cm de comprimento.

Figura 3 - Aplicação da pele de tilápia sobre a ferida.



Fonte: Arquivo pessoal.

As peles foram fornecidas pela peixaria Ueda, localizada na Asa Sul, Distrito Federal. Essas foram lavadas em água corrente para remoção de sujidades, foram retirados os resquícios de músculo de forma mecânica, mantendo-se entretanto as escamas, lavadas novamente com solução fisiológica a 0,9% e congeladas a -20° C. No momento da utilização a pele foi imersa em solução aquosa de clorexidina a 0,2% durante 20 minutos, lavada com solução fisiológica a 0,9%, seca com gaze e recortada de forma a ser colada com uma margem de cerca de três centímetros além do bordo da ferida, assim como o descrito por Silva et. al. (2019). Foi realizada a lavagem da ferida com sabonete de neem e limpeza com solução aquosa de clorexidina a 0,2%, evitando-se friccionar a ferida. A mesma foi seca com gaze e a pele foi colada com cola à base de etil-cianoacrilato² próximo às bordas da ferida, conforme orientado Silva et. al. (2019). Ao final foi aplicada uma bandagem em 8 com utilização de algodão e atadura.

As trocas foram realizadas com base na secreção e odor da ferida, inicialmente a troca foi realizada de dois em dois dias, havendo grande produção de secreção fétida e purulenta (Imagem 4), entretanto a ferida apresentou aspecto mais

² Super Bonder®

uniforme, com coloração rósea, redução do tecido de granulação exuberante e aumento da epitelização. A pele de tilápia também conferiu maior proteção contra traumas e dessecação à ferida.

Figura 4 - Presença de secreção fétida e purulenta à primeira troca do curativo com pele de tilápia.



Fonte: Arquivo pessoal.

No quadragésimo terceiro dia após o início do tratamento, correspondente ao décimo terceiro dia de utilização da pele de tilápia, foi observado que o metacarpo estava completamente coberto e que havia desenvolvimento de tecido de granulação exuberante, principalmente na face medial da ferida, apesar da redução significativa da granulação na face lateral da porção distal da ferida. Pode-se supor que o maior desenvolvimento do tecido de granulação exuberante tenha relação com a área de contato entre a pele de tilápia e a ferida, uma vez que as regiões em que houve maior crescimento desse foram as com contato deficitário com a pele de tilápia e em que a bandagem promoveu menor compressão. Também foi observada dermatite ao redor da ferida devido à cola com base de etil-cianoacrilato, foi diminuída a quantidade a ser aplicada na pele e aumentada a distância entre os pontos.

No dia seguinte a égua sofreu outra laceração na região proximal da ferida (Imagem 5). Foi realizada antibioticoterapia com 25.000 UI/kg de penicilina G Benzatina a cada 48 horas durante sete dias. Com a utilização do antibiótico,

observou-se a redução na produção de secreção pela ferida, possibilitando a troca do curativo a cada sete dias.

Figura 5 - Ferida com nova laceração na borda proximal.



Fonte: Arquivo pessoal.

No quinquagésimo primeiro dia de tratamento optou-se pela utilização de Sulfato de Cobre para auxiliar na redução do tecido de granulação, que aumentou apesar do aspecto saudável e regular da ferida. O mesmo foi aplicado sobre o tecido de granulação e agiu por 10 minutos, a ferida foi então novamente lavada e limpa com solução aquosa de clorexidina a 0,2% e coberta com a pele de tilápia, seguindo os mesmos procedimentos adotados previamente.

Na troca seguinte foi observada redução significativa da granulação exuberante, e a ferida apresentava 5,5 cm de largura por 8 cm de comprimento (Imagem 6). Nas duas trocas de curativos seguintes, ou seja, ao longo de 14 dias, foi repetido o mesmo procedimento de aplicação do sulfato de cobre, nas áreas em que a granulação se elevava acima das bordas epiteliais da ferida, e foi utilizada a pele de tilápia. Foi observada uma rápida redução no tamanho da ferida nas trocas de curativo subsequentes. O tecido de granulação não voltou a se desenvolver, e a ferida cicatrizou completamente em 150 dias após o início do tratamento (Imagem 7).

Figura 6 - Redução significativa do tecido de granulação exuberante.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7 - Cicatrização completa da ferida.



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1. DISCUSSÃO

As lacerações de pele são uma das ocorrências mais comuns em equídeos, sendo caracterizadas por lesão em tecidos superficiais e profundos da pele e bordas irregulares, estando localizadas principalmente nos membros torácicos e pélvicos, como observado no caso deste relato. E para se estabelecer o tratamento adequado se faz importante classificar a ferida quanto ao grau de contaminação microbiana, podendo ser limpas, limpas-contaminadas, contaminadas e sujas ou infectadas. Em equinos, várias das feridas abertas se encontram inicialmente sujas ou contaminadas, devido à sua natureza e ambiente em que vivem. A quantidade de microrganismos presentes é determinada pelo período entre a exposição, aderência, multiplicação e invasão bacteriana do tecido (PAGANELA et al., 2009), o que corrobora com o caso em questão, uma vez que a égua era criada a pasto e o tratamento foi iniciado dias após a ocorrência da lesão, de forma que a ferida se encontrava suja.

Portanto optou-se pela cicatrização por segunda intenção, uma vez que a ferida se encontrava suja e com bordos distantes, estando em conformidade com Zachary e McGavin (2007), que afirmam que a cicatrização por segunda intenção ocorre em feridas cujos bordos estão distantes, feridas contaminadas ou com presença de corpos estranhos, ou seja, a cicatrização por primeira intenção não é aplicável ou falhou.

Em equinos, as feridas cutâneas que cicatrizam por segunda intenção e se localizam em regiões distais dos membros são caracterizadas pela frequente formação de tecido granulação exuberante e as dificuldades relacionadas a este. Essas feridas cicatrizam de forma mais lenta em relação às do tronco por possuírem menores taxas de contração e epitelização (THEORET; WILMINK, 2017), como observado ao longo da evolução do caso. Isso se deve à menor perfusão sanguínea, tensão de oxigênio, temperatura e citocinas em quantidade insuficiente nas extremidades (BERRY; SULLINS, 2003).

Essa formação de tecido de granulação exuberante também pode ser explicada pelo fato de os cavalos possuírem uma resposta inflamatória aguda mais fraca durante as primeiras três semanas em feridas localizadas nos membros do que pôneis, bem como menores concentrações de TGF- β durante os primeiros 10 dias. O

TGF- β estimula a produção da matriz extracelular e favorece a diferenciação de fibroblastos em miofibroblastos, promovendo a contração da ferida. Dessa forma, há redução do número de miofibroblastos ao passo em que a proliferação de fibroblastos se mantém (WILMINK; VAN WEEREN, 2005).

Essa resposta inflamatória fraca é seguida de uma resposta inflamatória crônica que se deve em parte aos contaminantes e tecidos não viáveis presentes na ferida, e também por uma produção inicial reduzida de IL-1, TNF- α e TGF- β (WILMINK; VAN WEEREN, 2005). O consequente atraso na contração da ferida significa que a distância entre as bordas permanece grande, o que também perpetua a resposta inflamatória uma vez que os leucócitos só desaparecem quando o epitélio reveste a superfície da ferida. A presença substancial de leucócitos na ferida aberta pode explicar a reduzida tensão de oxigênio devido ao alto consumo deste por essas células. A inflamação crônica aumenta a formação de tecido de granulação exuberante por estimular a proliferação de fibroblastos e inibir a contração (THEORET; WILMINK, 2017).

Nesse caso a ferida estava localizada próxima à articulação do carpo, estando sujeita a certa mobilidade. Segundo Knottenbelt (2003), esse é um fator que propicia a inflamação crônica e a proliferação celular, uma vez que essas feridas sofrem danos repetidos aos novos capilares, possuem fragilidade do epitélio novo e depósitos de colágeno.

Foi realizada a tricotomia ao redor da ferida e antissepsia, para facilitar a avaliação da mesma e de suas estruturas adjacentes. Bem como o desbridamento, visando remover o tecido necrótico desvitalizado e reduzir a contaminação bacteriana, e a lavagem para limpar, removendo bactérias, partículas endógenas e tecido morto, como recomendado por Paganela et. al. (2009).

Quando a cicatrização por segunda intenção é escolhida, o tratamento usualmente se baseia na higienização e aplicação de pomadas cicatrizantes na ferida. Diversos são os produtos tópicos disponíveis para a utilização em feridas de equinos, entretanto muitos são ineficientes, caros ou prejudiciais por terem ação irritante, estimulando o desenvolvimento de tecido de granulação exuberante (PAGANELA et. al., 2009).

É realizada a aplicação de antissépticos na lesão, como o iodo-povidine, que atua contra bactérias, fungos, esporos, leveduras, protozoários e vírus; a água oxigenada a 3%, que atua contra bactérias Gram positivas e algumas Gram negativas; e soluções a base de clorexidina, que atuam contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias não esporuladas (ARGENTINO et al., 2017). No caso relatado foi utilizada inicialmente uma pomada a base de clorexidina, visando também manter a ferida mais úmida, e ao iniciar a utilização da pele de tilápia era realizada a limpeza da ferida com solução aquosa de clorexidina a 0,2%.

O óleo de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) confere hidratação, possui ação bactericida, age como anti-inflamatório e cicatrizante (VIANA et. al., 2014), sendo aplicado no osso para evitar que houvesse ressecamento e infecção do mesmo. O neem (*Azadirachta indica*) possui atividade anti-inflamatória, antibacteriana, antifúngica e antisséptica contra microorganismos gram positivos e negativos (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005). O barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*) apresenta ação antibacteriana e auxilia na contração de feridas pela ação adstringente do tanino, que também proporciona a formação de crostas espessas e secas (MARTINS et. al., 2003), no caso relatado foi observado um ressecamento acentuado da ferida, optando-se pela descontinuação do uso.

O açúcar é aplicado em feridas visando a criação de um ambiente com baixa atividade de água, fazendo com que este não seja propício ao desenvolvimento bacteriano, além de estimular os tecidos de granulação e epiteliais (SERAFINI et al., 2012), entretanto foi observada a estimulação à formação exuberante de tecido de granulação, assim como observado no experimento de Moreira et. al. (2009). O mel possui propriedades antibacterianas, capacidade higroscópica, ação antiinflamatória, estimulação do crescimento tecidual, ausência de efeitos adversos na cicatrização, e redução de edema (STASHAK; THEORET, 2008), porém não foi capaz de conter o desenvolvimento do tecido de granulação.

As bandagens ou gesso também podem ser utilizados a fim de imobilizar, proteger contra traumas, evitar contaminação e dissecação, o que reduz a formação de tecido de granulação exuberante, além de manter a medicação tópica na lesão (PAGANELA et al., 2009). Nesse caso as bandagens foram aplicadas principalmente para evitar contaminação, uma vez que a previsão para as trocas era a cada 7 dias com a aplicação da pele de tilápia.

Os enxertos biológicos, por exemplo os derivados de placenta ou pele, promovem a cicatrização ao induzir uma resposta inflamatória branda, retardando a formação de tecido de granulação exuberante, além de manterem a ferida úmida, favorecendo a migração de células epiteliais, e servirem como uma barreira que protege a ferida contra infecções (PAGANELA et al., 2009). E a pele de tilápia surge como uma alternativa com aplicabilidade clínica dentre esses biomateriais utilizados para bioengenharia (LIMA-JUNIOR, et. al., 2017).

Anualmente, milhares de toneladas de peixe são destinados ao consumo humano, gerando uma quantidade considerável de subprodutos como ossos, pele e escamas, que são descartadas como lixo comercial, dessa forma a pele de tilápia apresenta um baixo custo (TANG; SAITO, 2015). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pertence à família dos ciclídeos, tendo sua origem na bacia do Rio Nilo, no Leste Africano, estando atualmente amplamente distribuída nas regiões subtropicais e tropicais (LIMA-JUNIOR et. al., 2017).

Estudos histológicos da pele da tilápia demonstraram uma epiderme revestida por um epitélio pavimentoso estratificado, seguido de extensas camadas de colágeno (ALVES et. al. 2015). A análise quantitativa do colágeno demonstrou que, na pele de tilápia, houve maior percentual de área preenchida por colágeno tipo I. Este tipo de colágeno age não apenas como suporte estrutural mecânico para ossos, pele, tendões, ligamentos e vasos sanguíneos, mas também como um sinal extracelular que regula processos fisiológicos incluindo adesão, proliferação e diferenciação celular (LI et. al., 2014).

Apresenta atividades antibacterianas, antioxidantes, anti-hipertensivas e neuroprotetoras, tendo efeitos benéficos no reparo tecidual. Também pode acelerar a cicatrização primariamente por reduzir a inflamação, promover a granulação do tecido e facilitar a rápida proliferação de células epiteliais, endoteliais e fibroblastos. Entretanto o mecanismo molecular envolvido ainda não foi elucidado (HU, et. al., 2017).

Sua função biológica pode ser atribuída à sua sequência de aminoácidos que são capazes de se ligar a várias integrinas, que por sua vez ativam vias de sinal que iniciam a transcrição de genes específicos (TANG; SAITO, 2015). Sugere-se que o colágeno tipo I também possua grande quantidade de grupos reativos, como aminas,

ácidos carboxílicos e hidroxilas alcoólicas, que possibilitam alterações químicas do tecido, principalmente através de reações de reticulação e hidrólise seletiva, aumentando sua adaptação aos outros tecidos (ALVES et. al. 2015).

A pele de tilápia é composta por sete aminoácidos essenciais e dez aminoácidos não essenciais (HU et. al., 2017). O colágeno tipo I é caracterizado pela presença de um tripeptídeo, contendo usualmente glicina, prolina e hidroxiprolina. A composição de aminoácidos varia conforme a espécie, geralmente os animais marinhos contêm maior quantidade de glicina e menor quantidade de hidroxiprolina compondo o colágeno, o que faz com que sua temperatura de degradação seja menor. Dessa forma, a temperatura corporal dos mamíferos se encontra acima da temperatura de degradação do colágeno, limitando seu uso na medicina regenerativa; entretanto, o colágeno tipo I de peixes tropicais, como é o caso da tilápia, possui uma temperatura de degradação superior (37°), em relação aos outros peixes. Nesse quesito, o colágeno tipo I proveniente da tilápia demonstra grande potencial de uso clínico (ALVES et. al. 2015).

Outros agentes importantes presentes na pele de tilápia são os peptídeos com funções antimicrobianas, como as hepcidinas, as defensinas e as interleucinas, que também contribuem para acelerar a cicatrização (HUANG; CHEN; KUO, 2007). O colágeno tipo I da pele da tilápia também estimula Fatores de Crescimento de Fibroblastos (FGF), os quais expressam e liberam Fator de Crescimento de Queratinócitos (KGF), duas citocinas importantes que participam do fechamento de feridas (TANG; SAITO, 2015).

A pele também demonstra elevada resistência à extensão e à tração, contribuindo para seu uso como curativo biológico. Este curativo pode permanecer por um longo período, podendo reduzir o número de intervenções. Isso é vantajoso uma vez que as longas intervenções ocasionam desconforto e dor aos pacientes, com os processos de assepsia, aplicação de pomadas e trocas de curativos diários, por exemplo. Estas trocas diárias também acabam por expor a ferida a um ambiente contaminado, o que as torna fator de risco para infecções (FILHO et. al., 2017).

Estudos realizados para determinar a microbiota presente na pele de tilápia concluíram que há presença de uma microbiota normal e não infecciosa (LIMA-

JÚNIOR et. al., 2016). Dessa forma pode ser utilizada com segurança como curativo biológico, visto que não apresenta risco de contaminação para a ferida.

A pele se mostrou eficaz no tratamento por segunda intenção da ferida e auxiliou no controle do tecido de granulação exuberante, havendo completa reepitelização. Ao longo do tratamento não foram observadas reações adversas, reações alérgicas à pele e o animal não apresentou desconforto, bem como observado nos trabalhos de Costa et. al. (2020) e Silva et. al. (2019). A pele também conferiu boa proteção à ferida contra traumas e dessecação, de forma que durante as trocas a ferida se apresentava com aspecto clínico melhor, mais uniforme, sem novas lesões e úmida, sendo especialmente vantajoso no caso em questão, uma vez que o animal foi mantido em piquete, tendo mais liberdade para movimentação e estando mais exposto ao risco de novas lesões.

3. CONCLUSÃO

A pele de tilápia se mostrou uma alternativa eficaz e acessível, pela grande disponibilidade e baixo custo, possuindo potencial para aplicabilidade no tratamento de feridas em equinos. Ao utilizar a pele de tilápia observou-se uma melhora no aspecto da ferida, favorecido pela proteção conferida à mesma e auxílio no controle do tecido de granulação exuberante. Não houve reações adversas à pele, bem como não foram apresentados sinais de incômodo por parte do animal, possibilitando as trocas de curativo mais espaçadas.

Agradecimentos

Agradeço a todos que fizeram parte da minha trajetória ao longo do curso e do desenvolvimento e elaboração desse trabalho, e que contribuíram direta ou indiretamente para que ele fosse realizado.

Agradeço especialmente ao Professor Dr. Carlos Henrique Câmara Saquetti por todas as oportunidades, por me orientar pacientemente no decorrer do curso e na elaboração desse trabalho, transmitindo conhecimentos e instruindo.

À Sofia Cicolo da Silva, por toda a contribuição desde a sugestão da utilização da pele de tilápia até o auxílio na aplicação desta e na redação deste trabalho.

Ao professor M.Sc. Lucas Edel Donato pela atenção e dedicação na condução dessa disciplina e de outras ministradas ao longo do curso.

Ao UniCEUB e a todos os professores que se dedicaram e nos acompanharam ao longo dessa jornada, proporcionando tantas experiências e conhecimento e contribuindo para nosso futuro profissional.

Ao Lucas Costa de Faria, pelo apoio e pela ajuda desde o tratamento da ferida do projeto em questão até a parte escrita do trabalho.

Aos meus amigos, que me ajudaram de diversas formas ao longo dessa caminhada, pelo apoio, pelos bons momentos e pelo aprendizado. À minha família, que sempre me apoiou e se dedicou para que eu tivesse o melhor, tornando tudo isso possível.

Referências

- ALVES, A. P. N. N.; VERDE, M. E. Q. L.; FERREIRA JÚNIOR, A. E. C.; SILVA, P. G. B.; FEITOSA, V. P.; LIMA JÚNIOR, E. M.; MIRANDA, M. J. B. M.; FILHO, M. O. M.; **Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo**. Revista Brasileira de Queimaduras, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 203-210, 2015.
- BERRY, D. B.; SULLINS, K. E. **Effects of topical application of antimicrobials and bandaging on healing and granulation tissue formation in wounds of the distal aspect of the limbs in horses**. American Journal of Veterinary, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 88 - 92, 2003.
- 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.
- FILHO, J. W. C. et al. **Benefícios do uso da pele de tilápia no Tratamento de queimaduras**. Anais da Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia 2017, [S. l.], 2017. Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2017.
- HUANG, P. H. et al. **Three different hepcidins from tilapia, *Oreochromis mossambicus*: analysis of their expressions and biological functions**. Molecular Immunology, [s. l.], 2007.
- HUSSINI, C. A. et al. **Cicatrização cutânea por segunda intenção em equinos tratados com vedaprofeno**. Acta Scientiae Veterinariae, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 87 - 92, 2004.
- HU, Z. et al. **Marine Collagen Peptides from the Skin of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Characterization and Wound Healing Evaluation**. Marine Drugs, [s. l.], 2017.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. Rio de Janeiro, 2018.
- KNOTTENBELT, D. et al. **Diagnosis and treatment of the equine sarcoid**. In Practice, [s. l.], v. 17, p. 123 - 129, 1995.

KNOTTENBELT, D. **Handbook of Equine Wound Management**. [S. l.]: Saunders, Ltd., 2002. 140 p.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. **Characterization of the microbiota of the skin and oral cavity of *Oreochromis niloticus***. Journal of Health Biology Science, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 193 - 197, 2016.

LIMA-JUNIOR, E. M. et al. **Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras**. Revista Brasileira de Queimaduras, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 10 - 18, 2017.

LI, W. et al. **Two-way regulation between cells and aligned collagen fibrils: Local 3D matrix formation and accelerated neural differentiation of human decídua parietalis placental stem cells**. Biochemical and Biophysical Research Communications, [s. l.], 2014.

MARTINS, P. S. et al. **Comparação entre fitoterápicos de uso tópico na cicatrização de pele em eqüinos**. Archives of Veterinary Science, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 1 - 7, 2003.

MOREIRA, P. R. R. et al. **Estudo comparativo entre iodo povidine, açúcar e iodo diluído 1:1000 na cicatrização de feridas nos membros locomotores de eqüinos**. Pubvet, [s. l.], v. 3, n. 15, 2009.

MOSSINI, G.; APARECIDA, S.; KEMMELMEIER, C. **A árvore Nim (*Azadiracta indica*): Múltiplos usos**. Acta Farmacéutica Bonaerense, [s. l.], v. 24, n. 01, p. 139 - 148, 2005.

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

RIBAS, L. M. et al. **Efeito cicatrizante do extrato aquoso de *Triticum vulgare* em feridas do tecido cutâneo de equinos**. A Hora veterinária, [s. l.], p. 58 - 60, 2005.

ROCHA JÚNIOR, A. M. et al. **Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual**. An Bras Dermatol, [s. l.], v. 81, n. 2, p. 150 - 156, 2006.

SANTOS, B. E. S.; BRANDI, R. A.; GAMEIRO, A. H. **Estudo do mercado e**

produção do cavalo brasileiro de hipismo no estado de São Paulo. Pubvet, [s. l.], v. 12, ed. 2, p. 1 - 11, 2018.

SERAFINI, G. M. C. et al. **Açúcar granulado ou em gel no tratamento de feridas em cães.** Ciência Rural, [s. l.], v. 42, n. 12, p. 2213 - 2218, 2012.

SILVA, S. C. et al. **Using tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) as an occlusive biological curative in equine wounds: short communication.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 1 - 5, 2019.

STASHAK, T.; THEORET, C. **Equine Wound Management.** [S. l.]: John Wiley & Sons, INC., 2008.

TANG, J.; SAITO, T. **Biocompatibility of Novel Type I Collagen Purified from Tilapia Fish Scale: An In Vitro Comparative Study.** Biomed Res Int., [s. l.], 2015.

THEORET, C.; WILMINK, J. M. Exuberant granulation tissue. In: THEORET, C.; SHUMACHER, J. **Equine wound management.** terceira. ed. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2017. cap. 15, p. 369-384.

VIANA, L. F. S. et al. **Tratamentos complementares para ferida com tecido degranulação exuberante em um equino - Relato de caso.** Revista Brasileira de Medicina Veterinária, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 417 - 420, 2014.

WILMINK, J. M.; WEEREN, P. R. V. **Second-Intention Repair in the Horse and Pony and Management of Exuberant Granulation Tissue.** Veterinary Clinics North America Equine Practice, [s. l.], v. 21, p. 15 - 32, 2005.

WILMINK, J. M.; WEEREN, P. R. V. **Treatment of Exuberant Granulation Tissue. Clinical Techniques in Equine Practice,** [s. l.], 2004.

ZACHARY, J. F.; MCGAVING, M. D. **Pathologic basis of veterinary disease.** [S. l.]: Mosby, 2011.