



VANESSA BARRETO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO ULTRASSOM
TERAPÊUTICO EM DIFERENTES INTENSIDADES NA CICATRIZAÇÃO
TECIDUAL DE CÃES SUBMETIDOS À ORQUIECTOMIA

CRUZ DAS ALMAS, BAHIA

JULHO DE 2019



VANESSA BARRETO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO ULTRASSOM
TERAPÊUTICO EM DIFERENTES INTENSIDADES NA CICATRIZAÇÃO
TECIDUAL DE CÃES SUBMETIDOS À ORQUIECTOMIA

Trabalho de conclusão submetido ao Colegiado de Graduação de Medicina Veterinária do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientador: Profa. Dra. Vanessa Bastos de Castro Souza

CRUZ DAS ALMAS, BAHIA

JULHO DE 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
COLEGIADO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CCA106 – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

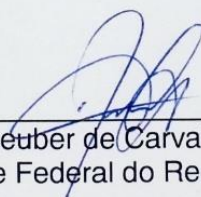
COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VANESSA BARRETO NASCIMENTO

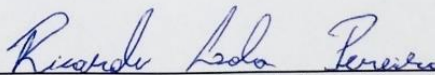
AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO ULTRASSOM
TERAPÊUTICO EM DIFERENTES INTENSIDADES NA CICATRIZAÇÃO
TECIDUAL DE CÃES SUBMETIDOS À ORQUIECTOMIA



Prof.ª. Dr.ª. Vanessa Barreto Nascimento
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Msc. Reuber de Carvalho Cardoso
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Msc. Ricardo Lola Pereira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cruz das Almas, onze de julho de 2019.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu gostaria de agradecer a Deus por seu cuidado e amor infintos e por ter me sustentado e me colocado de pé quando muitas vezes achei que não seria mais possível.

Aos meus pais Mário e Jucirene por terem me ensinado desde cedo o valor do trabalho duro e da dedicação e através do exemplo me fazendo entender a importância da educação. Essa vitória é nossa!

Ao meu noivo Jeremias por mesmo de longe ter sido tão presente e por seu apoio e amor incondicionais. Obrigada por ter sido meu refúgio e ombro amigo quando a carga ficava pesada demais e por ter vibrado comigo em cada vitória.

À minha orientadora, Profa. Dra. Vanessa Bastos por ter sido minha mestre durante os últimos dois anos e uma verdadeira inspiração. Que privilégio foi aprender das suas experiências e ouvir os seus conselhos. Eu não teria chegado até aqui sem seu apoio.

Ao meu supervisor M.V Reuber de Cardoso e aos médicos veterinários do HUMV-UFRB, Adamas Bonfada, Ana Paula Gomes e Ariadne Nascimento e aos residentes de cirurgia do HOSVET-UNIME Nataniele, Juliano, Marília e Ariane, pela confiança e pela paciência em ensinar. Vocês fizeram deste curto período do estágio supervisionado um divisor de águas na minha vida.

Aos meus queridos professores, que pavimentaram o meu caminho e o de tantos outros alunos desde o primeiro dia de aula até este momento. Vocês se fizeram presentes, nos mostrando o que realmente significa ensinar; foram verdadeiras inspirações diárias, vencendo os obstáculos e as limitações, nos impulsionando a sempre buscarmos a excelência.

Aos meus amigos que caminharam comigo, compartilhando as alegrias e as dores da graduação. O apoio de vocês foi essencial!

Muito obrigada!

NASCIMENTO, V.B. Avaliação dos resultados da aplicação do ultrassom terapêutico em diferentes frequências na cicatrização tecidual de cães submetidos à orquiectomia. 2019, 57p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia. Orientador: Prof^a Dr^a Vanessa Bastos de Castro Souza

RESUMO

O uso de técnicas alternativas que estimulam a cicatrização de feridas tem sido estudada em diversas áreas das ciências biológicas. Feridas são soluções de continuidade caracterizadas pela perda de integridade tecidual e podem ser classificadas em vários tipos incluindo as feridas cirúrgicas. O ultrassom terapêutico (US terapêutico) é uma técnica largamente utilizada em distúrbios do sistema músculo esquelético pelos seus efeitos pró-inflamatórios e analgésicos. Tem sido sugerido que o US terapêutico também é benéfico no estímulo da cicatrização tecidual. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do ultrassom na cicatrização tecidual de cães submetidos à orquiectomia no Hospital Universitário de Medicina Veterinária da UFRB (HUMV-UFRB). 24 animais foram aleatoriamente divididos em 3 grupos de 8 animais onde o grupo controle não recebeu o US terapêutico, o grupo 1 recebeu o US terapêutico na frequência de 3MHz e o grupo 2 recebeu o US terapêutico na dose de 1MHz. A evolução da ferida foi avaliada durante um período de 10 dias através de parâmetros tais como efeitos macroscópicos, taxa de contração tecidual e índice de dor. Não foram observados resultados relevantes no uso do US terapêutico para acelerar a inflamação ou no controle da dor. No entanto, pode-se afirmar que houve uma maior taxa de contração tecidual no grupo 1, o qual recebeu tratamento com US terapêutico na frequência de 3MHz

Palavras-chave: ferida, reparação, eletroterapia

NASCIMENTO, V.B. Evaluation of the results of the application of therapeutic ultrasound in different frequencies in the tissue healing of dogs submitted to orchiectomy. 2019, 57p. Monography (degree in Veterinary Medicine). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia. Mentor: Prof^a Dr^a Vanessa Bastos de Castro Souza

ABSTRACT

The use of alternative techniques that stimulate wound healing has been studied in several areas of biologic sciences. Wounds are solutions of continuity characterized by the loss of tissue integrity and can be classified in several types including surgical wounds. Therapeutic ultrasound (Therapeutic US) is a largely used technique in skeletal muscle system disorders for its pro-inflammatory and analgesic effects. It has been suggested that therapeutic US is also beneficial in the tissue healing stimulation. The present study aimed to evaluate the effects of therapeutic ultrasound on the tissue healing of dogs submitted to orchiectomy at the Hospital Universitário de Medicina Veterinária of UFRB (HUMV-UFRB). 24 animals were randomly divided in 3 groups of 8 animals each where the control group did not receive the therapeutic US, the group 1 received the therapeutic US in a 3MHz frequency and the group 2 received the therapeutic US in a 1MHz frequency. The evolution of the wound was evaluated over a period of 10 days through parameters such as macroscopic effects, tissue contraction rate and pain index. No relevant results were observed using therapeutic ultrasound to accelerate inflammation or for pain control. However, it can be stated that there was a higher rate of tissue contraction in group 1, which received treatment with therapeutic US in the frequency of 3 MHz.

Key words: wound, repair, eletrotherapy

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: DEMONSTRAÇÃO DA PROPORÇÃO DE NÃO-UNIFORMIDADE DO FEIXE (BEAM NON-UNIFORMITY RATIO, BNR) | 24 |
| FIGURA 2: DEMONSTRAÇÃO DOS EFEITOS DE COMPRESSÃO E RAREFAÇÃO CAUSADO PELO ULTRASSOM TERAPÊUTICO | 25 |
| FIGURA 3: ILUSTRAÇÃO DOS EFEITOS DE MICROCORRENTES ACÚSTICAS E CAVITAÇÃO ACÚSTICA ESTÁVEL E INSTÁVEL | 27 |
| FIGURA 4: AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DURANTE AVALIAÇÃO PRÉ-ANESTÉSICA..... | 33 |
| FIGURA 5: PACIENTE COM ACESSO INTRAVENOSO..... | 33 |
| FIGURA 6: APLICAÇÃO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO | 33 |
| FIGURA 7: FICHA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS ANIMAIS ADMITIDOS NO PROJETO CONTENDO ESPAÇOS PARA PREENCHIMENTO DOS DADOS DE TAMANHO DE CICATRIZ, APARÊNCIA E ESCALA DE DOR ... | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| TABELA 1: COMPARAÇÃO DO TAMANHO DA CICATRIZ (CM) NOS GRUPOS GC, G1 E G2 DURANTE OS 10 DIAS DE APLICAÇÃO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO..... | 35 |
|--|-----------|

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1: ALGUMAS VARIÁVEIS QUE PODEM AFETAR A TRANSMISSÃO DO ULTRASSOM PARA OS TECIDOS (SPEED, 2001)..... | 21 |
| QUADRO 2: UTILIZAÇÃO DOS EFEITOS TÉRMICOS E NÃO-TÉRMICOS COM ULTRASSOM CONTÍNUO E PULSADO EM DETERMINADOS TIPOS DE LESÃO (KITCHEN, 2003) | 25 |
| QUADRO 3: COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TIPOS DE TECIDOS E SUAS PROFUNDIDADES DE MEIO-VALOR UTILIZANDO FREQUÊNCIAS ULTRASSÔNICAS DE 1MHZ E 3MHZ (KITCHEN, 2003) | 26 |
| QUADRO 4: OCORRÊNCIA DE HIPEREMIA NOS ANIMAIS DE GC, G1 E G2 | 35 |
| QUADRO 5: OCORRÊNCIA DE EDEMA NOS ANIMAIS DE GC, G1 E G2 | 36 |
| QUADRO 6: OCORRÊNCIA DE SECREÇÃO EM ANIMAIS DE GC, G E G2 . | 36 |
| QUADRO 7: QUADRO 7: OCORRÊNCIA DE HEMATOMA EM ANIMAIS DE GC, G1 E G2 | 36 |
| QUADRO 8: OCORRÊNCIA DE EQUIMOSE EM ANIMAIS DE GC, G1 E G2 | 37 |
| QUADRO 9: COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE DOR ENTRE OS GRUPOS GC, G1 E G2 DURANTE OS 10 DIAS DE TRATAMENTO COM US TERAPÊUTICO | 38 |
| QUADRO 10: COMPARAÇÃO GERAL ENTRE OS EFEITOS MACROSCÓPICOS OBSERVADOS NAS FERIDAS DOS ANIMAIS DOS GRUPOS GC, G1 E G2..... | 37 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

pH = Potencial Hidrogeniônico

TNF = Fator de Necrose Tumoral

TGF = Fator de Transformação do Crescimento

PDGF = Fator de Crescimento Derivado de Plaquetas

IL-4 = Interleucina 4

MHz = Megahertz

cm = centímetro

W/cm² = Intensidade de ultrassom

BNR = Proporção de não-uniformidade do feixe

US = Ultrassom

MPA = Medicação pré-anestésica

µg = microgramas

Kg = quilograma

ml = mililitro

h = hora

FC = Frequência cardíaca

f = Frequência respiratória

mg = miligramas

NaCl = Cloreto de sódio

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 12 |
| 2. Revisão de Literatura | 13 |
| 2.1 Feridas | 13 |
| 2.2. Processo cicatricial..... | 14 |
| 2.2.1 Fase vascular | 15 |
| 2.2.2 Fase inflamatória..... | 15 |
| 2.2.3 Fase proliferativa..... | 17 |
| 2.2.4 Fase de maturação | 18 |
| 2.3 Orquiectomia eletiva em cães | 19 |
| 2.4 O Ultrassom e sua aplicação terapêutica..... | 20 |
| 2.4.1 Variáveis que influenciam a eficácia do ultrassom..... | 21 |
| 2.4.2 Interação do ultrassom terapêutico com os tecidos biológicos..... | 24 |
| 2.4.2.1 Outros efeitos fisiológicos do ultrassom terapêutico..... | 28 |
| 2.4.3 Aplicação do ultrassom terapêutico na Medicina Veterinária | 29 |
| 3. Materiais e Métodos | 31 |
| 4. Resultados | 34 |
| 4.1 Evolução do tamanho da cicatriz..... | 34 |
| 4.2 Efeitos macroscópicos..... | 35 |
| 4.3 Avaliação de dor..... | 38 |
| 5. Discussão | 39 |
| 6. Conclusão | 44 |
| 7. Referências Bibliográficas | 45 |

1. Introdução

O manejo de feridas vem sendo objeto de estudo de diversas áreas das ciências biológicas com o propósito de se desenvolverem técnicas que auxiliem e acelerem o processo de cicatrização tecidual.

O ultrassom terapêutico, apesar de ser largamente utilizado em afecções de ordem musculoesquelética (KARNES; BURTON, 2002), ainda é pouco utilizada em lesões de tecido mole e seus estudos clínicos são em sua maioria realizados *in vitro*. Sua ação ocorre através de efeitos térmicos ou não-térmicos os quais estimulam as células através de mecanismos de “micromassagem” como micro-ondas e microcavitação (KITCHEN, 2003). É sugerido que a estimulação celular desencadeada pelas ondas ultrassônicas leva a angiogênese, estímulo de fibroblastos e produção de colágeno, os quais auxiliam a cicatrização tecidual e aceleram o processo inflamatório (FREITAS et al., 2011).

Sua utilização no entanto, deve ser feita com cautela pois o aumento de temperatura pode levar a queimaduras no paciente além de ser desfavorável para o processo cicatricial. Acredita-se também que sua utilização possui ação analgésica, desta forma auxilia no controle da dor (OLSSON et al., 2008).

2. Revisão de Literatura

2.1 Feridas

As feridas são soluções de continuidade, caracterizadas pela perda de integridade tecidual da pele ou de órgãos internos, decorrente de lesões promovidas por agentes mecânicos, térmicos, químicos e bacterianos (HANKS; SPODNICK, 2005; TAZIMA, 2008).

Sua classificação depende de diversos fatores como etiologia, grau de contaminação bacteriana, extensão dos danos aos tecidos adjacentes e tipos de feridas, entre os quais estão as feridas cirúrgicas, causadas por incisões realizadas de forma intencional e planejada, geralmente infligida com o auxílio de um bisturi em condições de assepsia e delimitada de forma nítida e regular (O'DWYER, 2010; WATANABE, 2010; MURGIA, 2016). Em relação à contaminação bacteriana as feridas cirúrgicas podem ser consideradas limpas quando são realizadas em ambiente cirúrgico e há uma baixa probabilidade de infecção, variando entre 1% a 2%. Já as feridas limpas-contaminadas ou potencialmente contaminadas são aquelas onde há o envolvimento dos sistemas digestório, genito-urinário e respiratório, levando à quebra de assepsia de forma controlada, podendo haver uma taxa de infecção de 6% a 9% (ORSTED, 2010; WATANABE, 2016; LOPES, 2016).

O processo de cicatrização das feridas cirúrgicas geralmente é denominado de *cicatrização por primeira intenção* onde as bordas da incisão são justapostas e mantidas desta forma através da utilização de grampos, colas ou suturas, com o objetivo de reduzir o espaço morto e a necessidade de neoformação tecidual.

Por esse motivo não é incomum que ocorra a formação de uma cicatriz menor e mais discreta (ORSTED, 2010; SANTOS ET AL., 2011).

2.2. Processo cicatricial

Todos os organismos vivos têm a capacidade de enfrentar estímulos externos danosos que desencadeiam lesões, no entanto a cicatrização destas só é possível em tecidos vascularizados. Dessa forma, organismos mais simples, como por exemplo, seres unicelulares se utilizam de mecanismos próprios para reagir a agentes agressores (BECHARA; SZABÓ, 2006). Já nos mamíferos, tal processo se dá através da regeneração ou da reparação, sendo este primeiro mais limitado, já que se caracteriza pela reposição do tecido lesionado por células exatamente iguais. A resposta mais comum é a reparação, onde há uma reposição do tecido danificado por tecido conjuntivo, também chamada de cicatrização (FLANAGAN ET AL., 2000).

A cicatrização de feridas é uma resposta biológica complexa composta de etapas que ocorrem de forma sequenciada e concomitantemente, visto que dois ou mais estágios do processo cicatricial podem estar ocorrendo em áreas distintas da mesma lesão. Tais etapas são caracterizadas por mediadores bioquímicos específicos, e são classificadas como fase vascular (ou hemostática), fase inflamatória, fase proliferativa, a qual compreende os processos de reepitelização, síntese de matriz celular e neovascularização; e fase de maturação (FLANAGAN, 2000; HANKS & SPODNICK, 2005; TAZIMA, 2008; VELNAR ET AL., 2009; OLIVEIRA & DIAS, 2012).

2.2.1 Fase vascular

Os principais mecanismos hemostáticos empregados nesta fase são a vasoconstrição e a formação de coágulo, prevenindo desta forma a ocorrência de hemorragia, assegurando a integridade do sistema vascular mesmo após a injúria e promovendo um ambiente favorável aos fatores bioquímicos que serão responsáveis por mediar as etapas seguintes do processo cicatricial (VELNAR ET AL., 2009; HARPER ET AL., 2014).

Imediatamente após a ocorrência da lesão, a liberação de ácido araquidônico e seus metabólitos pelo tecido endotelial é responsável por desencadear um processo de vasoconstrição periférica provisório, com o intuito de limitar a perda sanguínea, o que ao mesmo tempo levará à alterações importantes no nível de pH, taxa de glicose e no fluxo de oxigênio tecidual. Tais alterações juntamente com a própria lesão em si auxiliam na ativação e agregação plaquetária e subsequente formação de coágulo (THEORET, 2017), responsável pela impermeabilização do local, prevenindo a ocorrência de contaminação por agentes externos e servindo de suporte provisório para células inflamatórias, fibroblastos e fatores de crescimento. A lesão tecidual estimula a liberação local de histamina, serotonina e bradicinina, as quais desencadearão a vasodilatação e subsequente elevação do fluxo sanguíneo, responsável por sinais inflamatórios como aumento de temperatura e edema (BROUGHTON ET AL., 2006; TAZIMA ET AL., 2008).

2.2.2 Fase inflamatória

Eritema, aumento de temperatura, edema e dor são as manifestações fisiológicas que caracterizam a etapa inicial da fase inflamatória. Elas são

decorrentes da estimulação tecidual proveniente de mediadores vasoativos como leucotrienos e histamina, os quais estimulam indiretamente outros fatores bioquímicos como as prostaglandinas, levando a vasodilatação capilar e aumento de permeabilidade (BAUM; ARPEY, 2005).

Em algumas horas se dá início o período precoce da fase inflamatória, onde existe a migração de leucócitos polimorfonucleares para o local da lesão; entre eles estão os neutrófilos, os quais, apesar de possuírem uma vida relativamente curta, são extremamente importantes, por promoverem a proteção inicial contra possíveis microrganismos através dos processos de engolfamento e fagocitose de bactérias, debris celulares e corpos estranhos (FLANAGAN, 2000; HART, 2002; OLIVEIRA; DIAS, 2012).

Monócitos teciduais atraídos ao local da lesão pela ação dos agentes quimiotáticos (incluindo-se as citocinas e leucotrienos) serão transformados em macrófagos ativados com a finalidade de continuar o processo de fagocitose, o que caracterizará o início do período tardio da inflamação. Além de permanecerem no sítio da inflamação por um período de tempo maior do que os neutrófilos, os macrófagos também tem a capacidade de exercer sua função em um pH mais ácido, como é comum às feridas. Estas células também armazenam enzimas como as collagenases, responsáveis pela debridação da ferida, interleucinas e outros fatores de necrose tumoral (TNF's) que estimulam a produção de colágeno pelos fibroblastos e promovem a angiogênese e fator de crescimento transformador (TGF's) os quais estimularão os queratinócitos, fibroblastos e as células endoteliais, sendo portanto, cruciais no processo de

transição entre a fase inflamatória e a fase proliferativa (BROUGHTON ET AL., 2006; VELNAR ET AL., 2009).

2.2.3 Fase proliferativa

A fase proliferativa é dividida em quatro etapas: Angiogênese, formação de tecidos de granulação, repitelização e contração de ferida. Além TNF's e citocinas liberados pelos macrófagos ainda na fase inflamatória, eventos como o aumento do lactato, acidificação do pH e a ocorrência de isquemia local também servem de estímulo para a formação de capilares sanguíneos e linfáticos. Estes últimos apresentam um desenvolvimento mais lento do que os capilares sanguíneos fazendo com que a drenagem linfática da ferida nesse período seja menos eficiente (FOWLER & WILLIAMS, 1999; FLANAGAN, 2000; HANKS & SPODNICK, 2005; BAUM E ARPEY, 2005; CAMPOS ET AL., 2007).

Algumas das citocinas liberadas pelos macrófagos como PDGF (Fator de crescimento derivado de plaquetas), TGF- β (Fator de crescimento transformador beta) e IL-4 (interleucina-4) também atuarão como agentes quimiotáticos, atraindo os fibroblastos para o local da ferida, estimulando sua proliferação assim como a síntese de colágeno (BRANSKI ET AL., 2005; MEDEIROS; FILHO, 2016). Tais células serão responsáveis pela síntese e deposição de uma estrutura de suporte composta por colágeno, elastina e reticulina, a qual será preenchida por colágeno num intervalo que pode durar de 2 a 4 semanas. Logo após esse período, células epiteliais se depositarão ao longo da estrutura desenvolvida, dando origem ao tecido de granulação, o qual preencherá gradativamente a região previamente lesionada. Enquanto isso, mediadores bioquímicos como o fator de crescimento epidermal e o fator de crescimento de

fibroblastos são liberados por células inflamatórias e fibroblastos teciduais com o intuito de estimular a migração de queratinócitos (HANKS; SPODNICK, 2005; BRANSKI, 2005).

Por fim inicia-se o período de contração da ferida onde ocorrerá a diminuição de sua extensão através da ação dos miofibroblastos. É importante salientar que podem ocorrer falhas na cicatrização, especialmente nessa última etapa, sendo caracterizadas pelo excesso ou ausência de tecido conjuntivo viável resultando na contratatura de ferida a qual leva a uma considerável diminuição do bem-estar do paciente (FOWLER; WILLIAMS, 1999; HANKS; SPODNICK, 2005).

2.2.4 Fase de maturação

Nessa fase a região lesionada se apresenta coberta por um tecido conjuntivo maduro, avascular, sem a presença de glândulas sebáceas ou sudoríparas. (FLANAGAN, 2000). Esta etapa pode durar de semanas a anos devido às tentativas do organismo de alcançar as mesmas características teciduais presentes antes da lesão, o que ocorre através do constante remodelamento do colágeno (LAWRENCE; DIEGELMANN, 1999). As colagenases liberadas por fibroblastos e leucócitos são as responsáveis por lisar a matriz antiga; pode-se afirmar que há sucesso na cicatrização se a taxa de deposição de matriz for superior à taxa de destruição (CAMPOS ET AL., 2017).

Muito embora a formação da cicatriz seja importante para a recuperação do paciente, a duração desse processo não será igual em todos eles. Existem diversos fatores que podem estender o seu curso, os quais podem ser locais como tecido desvitalizado, coágulo, infecção, corpo estranho e hipóxia tecidual,

servindo como barreiras e impedindo o desenvolvimento do tecido de granulação ou ainda sistêmicos, como deficiência nutricional, utilização de medicamentos, irradiação, estados hipercatabólicos, hipóxia e diabetes (HALLORAN, 2002).

2.3 Orquiectomia eletiva em cães

Sendo um dos procedimentos mais realizados em pequenos animais como cães e gatos, a orquiectomia eletiva se caracteriza pela remoção cirúrgica dos testículos. Seu principal objetivo é a esterilização destes animais e consequentemente o controle populacional das espécies, assim como a possível melhora de aspectos comportamentais indesejáveis como micção frequente e agressividade e prevenção de processos patológicos desencadeados pela testosterona (MAARSCHALKERWEERD ET AL., 1997; TAVARES ET AL., 2019).

As técnicas escrotal e pré-escrotal são as mais relatadas na literatura para a realização da orquiectomia, sendo esta última a mais comumente utilizada em cães por oferecer maior facilidade na exposição dos testículos e seus cordões espermáticos correspondentes. Sua execução pode ser de forma aberta ou fechada; o princípio é o mesmo e se baseia na exposição do testículo impulsionado por um deslocamento manual em sentido cranial através de uma incisão realizada na linha média do saco escrotal. Ambas as técnicas são realizadas de maneira similar, tendo como única diferença a preservação da túnica vaginal parietal na técnica fechada (HOWE, 2006; FOSSUM, 2015).

Assim como em qualquer outro procedimento cirúrgico, animais submetidos à orquiectomia eletiva estão passíveis de desenvolver complicações pós-cirúrgicas. Algumas das mais comuns são edema escrotal, hemorragia, surgimento de hematomas subcutâneos e escrotais além da possibilidade de auto-mutilação (WOODRUFF ET AL., 2015).

2.4 O Ultrassom e sua aplicação terapêutica

O ultrassom é uma forma de energia caracterizada por vibrações mecânicas inaudíveis, de alta frequência e alcance profundo, que se deslocam em sentido longitudinal nos tecidos biológicos. As ondas ultrassônicas tem a capacidade de desencadear alterações pela vibração das moléculas do meio, desde que o tecido apresente propriedades elásticas, permitindo que o movimento seja transmitido de célula para célula e seja dessa forma propagado (SPEED, 2001; OLSSON ET AL., 2008).

O feixe de ondas ultrassônicas pode ser gerado através de um transdutor que possui em seu interior um cristal piezoelétrico, o qual tem a capacidade de transformar sinais elétricos em ondas mecânicas (LUTZ, 2008).

As propriedades biofísicas do ultrassom permitem que o mesmo também sofra alterações ao passar pelos tecidos biológicos. Parte desta energia é refletida entre os próprios tecidos e a outra parte é absorvida, processo que ocorre a nível molecular e resulta no aumento da temperatura local. Esses dois processos caracterizam o que se define como atenuação, que é a diminuição progressiva da energia (OLSSON ET AL., 2008; SILVEIRA ET AL., 2008).

Diversos estudos já foram realizados com o intuito de avaliar a atuação do ultrassom terapêutico em fraturas ósseas, lesões musculares e de tecido mole em ratos (YOUNG; DYSON, 1990; MONTALTI ET AL., 2003; RICOLDY ET AL., 2010; MAEDA ET AL., 2012; FANTINATI ET AL., 2016). Na medicina humana, estudos relatam o uso dessa eletroterapia nas áreas de odontologia (EL-BIALY ET AL., 2002), otorrinolaringologia (ROCHA ET AL., 2011) e cirurgia plástica (MASSON ET AL., 2014), enquanto na medicina veterinária existem relatos do emprego do ultrassom terapêutico no tratamento de feridas e lesões musculares e osteoarticulares em cavalos, cães e gatos (SAINI ET AL., 2001; VICENTI ET AL., 2003; BROOKS, 2011; MORAES ET AL., 2014).

2.4.1 Variáveis que influenciam a eficácia do ultrassom

Existe uma série de fatores que influenciam a eficácia do ultrassom terapêutico, os quais estão descritos no quadro abaixo:

QUADRO 1: Algumas variáveis que podem afetar a transmissão do ultrassom para os tecidos (SPEED, 2001)

| |
|---|
| Frequência do ultrassom |
| Proporção de não uniformidade do feixe (<i>Beam non-uniformity ratio, BNR</i> em inglês) |
| Área de radiação efetiva da cabeça do transdutor |
| Modo contínuo ou pulsado |
| Meio de acoplamento |
| Composição tecidual |
| Movimento e ângulo do transdutor |
| Frequência e duração das sessões |

A *frequência* do ultrassom terapêutico varia entre 0.75 e 3 MHz, sendo que os aparelhos comerciais de ultrassom apresentam somente as opções de 1 e 3 MHz. As ondas ultrassônicas de 1 MHz atingem tecidos que se encontram a uma profundidade de 3 – 5 cm sendo mais adequadas para lesões em tecidos mais profundos e em animais com grande quantidade de gordura subcutânea; já as

ondas com frequência de 3 MHz são mais superficiais atingindo tecidos a uma profundidade de 1 - 2 cm (SPEED, 2001).

Outro aspecto importante é a *intensidade* das ondas ultrassônicas. Efeitos terapêuticos significativos são relatados com intensidades que variam de 0,5 a 1 W/cm², sendo que intensidades maiores que 1,5 W/cm² apresentam efeitos deletérios para os tecidos (OLSSON ET AL., 2008). Young e Dyson (1990) avaliaram a cicatrização de excisões de lesões de pele em ratos com ondas ultrassônicas de frequências 0.75 MHz e 3.0 MHz e intensidade de 0,1 W/cm². Suas conclusões sugeriram que a utilização do ultrassom terapêutico nestes níveis aceleram o processo inflamatório e estimulam o início precoce da fase proliferativa.

Já Karnes e Burton (2002) utilizaram ondas ultrassônicas de 1.0 MHz e intensidade de 0,5 W/cm² no reparo de danos induzidos por contração em músculo esquelético em ratos e observaram que houve melhora significativa em tais lesões. Byl et al., (1993) relataram o uso do ultrassom terapêutico num estudo com três porcos da linhagem de Yucatan, utilizando a frequência de 1,0 MHz e intensidades de 0,5W/cm² e 1,5W/cm², sugerindo que seu uso no período imediato à lesão pode oferecer benefícios no estímulo à deposição de colágeno.

Além disso, a *impedância acústica* dos tecidos que receberam o ultrassom terapêutico é outro fator determinante, visto que, tecidos com maior teor de água, como músculo e gordura, tendem a apresentar maiores taxas de penetração e menores taxas de absorção, enquanto que tecidos ricos em proteínas como os tecidos ósseos, apresentam maiores taxas de absorção, com menores taxas de penetração (SPEED, 2001; BLUME ET AL., 2005).

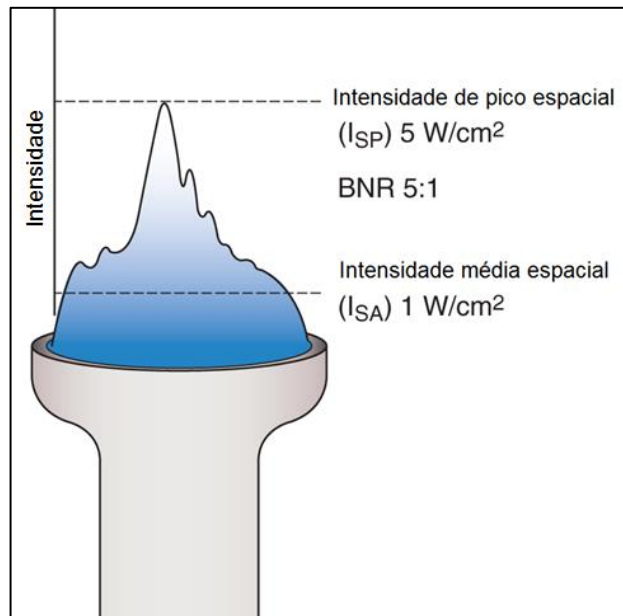
O cristal piezoelétrico precisa apresentar um diâmetro menor do que a cabeça do transdutor, já que deve caber dentro deste, o que se caracteriza como um fator importante no momento da aplicação do ultrassom terapêutico visto que nem toda a área do transdutor será efetiva na transmissão das ondas de ultrassom. Se este fato for renunciado no momento da aplicação, a proporção entre o local a receber a técnica de ultrassom e o transdutor em si pode ser incompatível resultando em falhas no tratamento (LICERALDE, 2009).

É importante salientar que o ultrassom não se propaga bem pelo ar, podendo até mesmo causar danos ao transdutor. Dessa forma é necessário abrir mão de um *meio acoplante*, dos quais o mais adequado seriam aqueles com água em sua composição devido à semelhança entre a impedância acústica da água e dos tecidos biológicos, além de não permitir a absorção do ultrassom, não formar bolhas de gás e apresentar uma consistência que facilite o deslizamento do transdutor na região. Géis a base de água, óleos e emulsões são os mais indicados, sendo também possível a realização de fonoforese com produtos com propriedades terapêuticas (RICOLDY ET AL., 2010; KITCHEN, 2013).

Ao serem emitidos pelo transdutor, os feixes de ondas ultrassônicas não são homogêneos; isso se deve principalmente à origem do cristal piezoelétrico, o qual pode ser de maior ou menor qualidade, fazendo com que diferentes áreas emitam ondas de formas diferentes. Essa proporção se dá entre a maior intensidade emitida (ou intensidade de pico espacial) e a intensidade média ao longo do feixe (ou intensidade média espacial) e é chamada de proporção de não-uniformidade do feixe (ou *beam non-uniformity ratio*, *BNR* em inglês). Essa proporção é a razão pela qual o transdutor deve ser continuamente movimentado

durante o tratamento, evitando assim que determinadas áreas concentrem a emissão de calor e acabem causando queimaduras ao paciente. (LICERALDE, 2009).

FIGURA 1: Demonstração da proporção de não-uniformidade do feixe (beam non-uniformity ratio, bnr) (MICHLOVITZ ET AL., 2011)



O ultrassom pode ser produzido de duas formas: contínua ou pulsada, sendo que suas diferenças consistem na interrupção da transmissão das ondas ultrassônicas no modo pulsado em taxas de 50%, 80% e 90% enquanto que essa taxa permanece em 100% no modo contínuo (MONTGOMERY ET AL., 2013).

2.4.2 Interação do ultrassom terapêutico com os tecidos biológicos

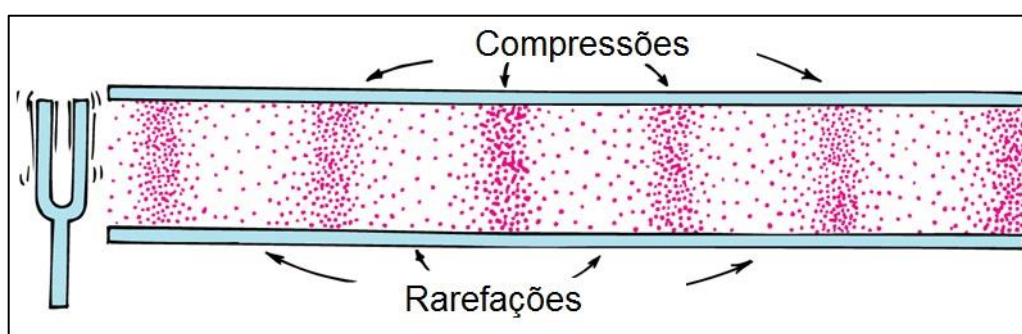
Dois tipos de efeitos resultam da interação do ultrassom terapêutico com os tecidos biológicos. São eles os efeitos térmicos e não-térmicos. Sua ocorrência desencadeará alterações específicas as quais podem ser desejáveis ou não dependendo do tipo de tecido e do tipo de lesão apresentada (KITCHEN, 2003).

Quadro 2: Utilização dos efeitos térmicos e não-térmicos com ultrassom contínuo e pulsado em determinados tipos de lesão (KITCHEN, 2003)



Os *efeitos térmicos* são aqueles gerados pela ação mecânica das ondas ultrassônicas. Através de ondas de compressão (movendo moléculas para perto) e de rarefação (movendo moléculas para longe) um processo de microfricção é então iniciado, aumentando portanto a temperatura local. Dessa forma, quanto maior a intensidade das ondas ultrassônicas, maior será o processo de microfricção e maior será a temperatura (BELÁNGER, 2015).

Figura 2: Demonstração dos efeitos de compressão e rarefação causado pelo ultrassom terapêutico (HEWITT, 2006)



Estes efeitos estão relacionados tanto ao modo contínuo com ao modo pulsado de aplicação do ultrassom. Seus principais resultados são o aumento do fluxo sanguíneo, a redução dos espasmos musculares, aumento da

extensibilidade das fibras de colágeno e a atividade enzimática nos tecidos e ocorrem quando a temperatura chega a 40 - 45 graus e permanece desta forma por pelo menos 5 minutos (FISHER *ET AL.*, 2003; YADOLLAHPOUR *ET AL.*, 2014).

Uma das vantagens dos efeitos térmicos do US terapêutico é que eles podem ser controlados pelo seu aplicador, desde que o mesmo tenha conhecimento das profundidades de meio-valor, as quais representam a profundidade em mm na qual o valor da intensidade das ondas ultrassônicas cai pela metade. No entanto, ele também pode trazer efeitos deletérios já que o calor emitido é dissipado também pela corrente sanguínea, o que pode trazer complicações se a natureza da lesão ou do tecido (ex: tendão) for avascularizado (KITCHEN, 2013).

Quadro 3: Comparação entre diferentes tipos de tecidos e suas profundidades de meio-valor utilizando frequências ultrassônicas de 1MHz e 3MHz (KITCHEN, 2003)

| Meio | 1 MHz (mm) | 3 MHz (mm) |
|--|------------|------------|
| Água | 11500,0 | 3833,0 |
| Tecido adiposo | 50,0 | 16,5 |
| Músculo esquelético (fibras paralelas ao feixe sonoro) | 24,6 | 8,0 |
| Tendão | 6,2 | 2,0 |
| Pele | 11,1 | 4,0 |
| Músculo esquelético (fibras em ângulo reto com o feixe sonoro) | 9,0 | 3,0 |
| Cartilagem | 6,0 | 2,0 |
| Ar | 2,5 | 0,8 |
| Osso compacto | 2,1 | — |

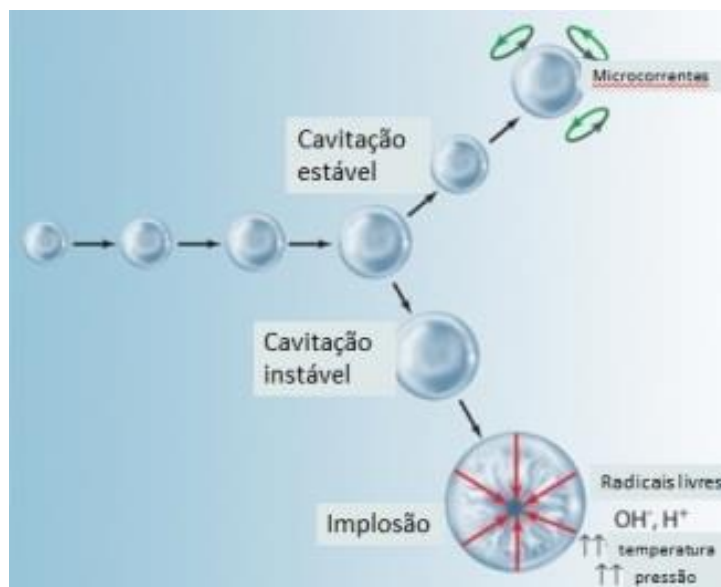
*de Hoogland, 1986

Os *efeitos não térmicos* não necessariamente geram aumento da temperatura local; seus efeitos se assemelham a uma micromassagem. São os mais adequados para situações em que o calor é indesejável como em lesões agudas de tecido mole; os mais importantes são cavitação e correntes acústicas. A cavitação neste caso pode ser definida como a formação de bolhas de ar

microscópicas nos fluidos que circundam os tecidos moles, após a absorção da energia sonora. Ela pode ser estável ou não estável, sendo este último tipo, indesejável, pois pode levar a “microexplosões” celulares, gerando aumento de pressão, aumento de temperatura e por fim, morte celular. (DYSON, 1982; LICERALDE, 2009; BELÁNGER, 2015).

Ao serem emitidas, as ondas ultrassônicas desencadearão uma força mecânica que impulsionará pequenos íons e moléculas em uma determinada direção, evento definido como microcorrente acústica. Esta “perturbação” mecânica, também chamada de ultrasonicação é a responsável por causar alterações na permeabilidade da membrana estimulando a liberação de segundos mensageiros intracelulares, como o cálcio. Os principais resultados dessa liberação são o aumento da síntese proteica, principalmente do colágeno, auxiliando no processo de remodelamento de tecido cicatricial (SPEED, 2001; JOHNS, 2002; KARNES E BURTON, 2002; PALIWAL E MITRAGORI, 2008).

Figura 3: Ilustração dos efeitos de microcorrentes acústicas e cavitação acústica estável e instável (HAMM, 2019)



2.4.2.1 Outros efeitos fisiológicos do ultrassom terapêutico

Young and Dyson (1989) em seu estudo sobre os efeitos do ultrassom em lesões de pele por excisão, observaram que cinco dias após a lesão, os grupos que foram submetidos ao tratamento com ultrassom terapêutico (0.75 MHz e 3.0 MHz) apresentaram menos células inflamatórias (leucócitos polimorfonucleares e macrófagos) do que as lesões do grupo controle, totalizando 12.1%, 13% e 33%, respectivamente.

Os grupos que receberam tratamento com frequências de 0.75 MHz e 3.0 MHz apresentaram, após cinco dias, uma maior porcentagem referente ao número de fibroblastos, sendo estas 83,2% e 84% respectivamente, enquanto o grupo controle apresentou 61,9% de fibroblastos, além de apresentarem feridas em estágios mais próximos do período de retração.

Dessa forma, eles concluíram que o ultrassom terapêutico é eficaz em acelerar as fases iniciais da cicatrização e conseqüentemente a fase proliferativa, onde ocorre maior teor de fibroblastos e células endoteliais.

Freitas et al.,(2010) apresentaram dados semelhantes em seu estudo onde foi observado que além de diminuir os danos oxidativos causados pelos monócitos e neutrófilos aos lipídios no momento da inflamação, o ultrassom terapêutico também estimulou a síntese de colágeno a partir da migração e proliferação de fibroblastos.

Fantinati et al., (2016) demonstraram que a utilização do ultrassom terapêutico nas fases inflamatória e proliferativa traz benefícios como o controle do tecido necrótico, aumento significativo do tecido de granulação e na contração da ferida. No entanto, também foram observados fatores indesejáveis na fase de remodelamento como o estímulo da angiogênese e aumento do infiltrado mononuclear inflamatório.

Já Lowe et al., (2001) relataram que não houveram alterações significativas em seu estudo comparando a cicatrização de lesões em sessenta camundongos, pelo contrário, os animais que receberam o ultrassom terapêutico na frequência de 1 MHz apresentaram um aumento no tempo de cicatrização quando comparados aos animais que receberam ultrassom placebo. Uma das possíveis explicações para esse fato ter ocorrido é a de que neste estudo o ultrassom foi aplicado sem a movimentação do transdutor o que já se provou ser uma prática prejudicial (BELLEW ET AL., 2005).

2.4.3 Aplicação do ultrassom terapêutico na Medicina Veterinária

Dentro da Medicina Veterinária, o ultrassom terapêutico tem sido utilizado especialmente no tratamento de afecções do aparelho locomotor. Saini et al., (2001), demonstraram os benefícios da utilização do ultrassom terapêutico em cães submetidos ao procedimento de tenorrafia. Animais que receberam o tratamento com o ultrassom terapêutico apresentaram menos aderências ao redor do tendão do que os animais que não o receberam. Achados semelhantes

foram descritos por Goranov (2010) em seu estudo, onde foi relatada a melhora clínica dos cães submetidos à osteoartrite experimental, com um efeito positivo na circunferência dos músculos femorais assim como diminuição de dor e melhora na viscosidade do líquido sinovial.

Já Fernandes et al., (2003), relataram a utilização do ultrassom terapêutico em casos de tendinite experimental em equinos; foi observado resolução mais rápida do edema em animais que receberam o ultrassom terapêutico, provavelmente pelo aumento do metabolismo celular, aumento da permeabilidade e maior fluxo sanguíneo local. Além disso, à microscopia também foi observada uma maior atividade fibroblástica, nos tendões que receberam o ultrassom terapêutico.

Moraes et al., (2014) demonstraram a eficácia da utilização do ultrassom terapêutico pulsado com frequência de 3 MHz e intensidade de 0,5 W/cm² na cicatrização de feridas em equinos; em seu estudo foi relatada uma rápida modulação da resposta inflamatória e do tecido de granulação local resultando em uma epitelização tecidual satisfatória e boa retração de bordas.

Vicenti et al., (2003) demonstraram a utilização do ultrassom terapêutico em cães submetidos à queratoplastia. Muito embora notou-se um aumento do infiltrado inflamatório nos animais submetidos ao ultrassom terapêutico, presume-se que o mesmo foi resultado do atrito entre o transdutor e a pele. A análise estatística revelou-se pouco significativa porém notou-se que os animais submetidos ao ultrassom terapêutico apresentavam sinais de dor

(blefarospasmo, epífora, etc) mais discretos, sugerindo-se então uma ação anestésica proveniente do ultrassom terapêutico. Observou-se, ao fim do estudo, que os animais que foram submetidos ao ultrassom terapêutico apresentaram maior organização, estratificação e maturação epitelial.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a evolução de feridas cirúrgicas em um ambiente hospitalar e observar os possíveis efeitos resultantes da aplicação do ultrassom terapêutico.

3. Materiais e Métodos

Foram utilizados 24 cães, adultos, sem raça definida, triados no Hospital Universitário de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Foi realizado exame clínico e laboratorial (hemograma) e foram incluídos no estudo os animais considerados hígidos.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos ($n = 8$) e tiveram seus parâmetros avaliados (Figura 5) antes de receberem medicação pré-anestésica (MPA) com $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ de detomidina.via IM.

Foi realizada venopunção cefálica e instituída fluidoterapia com $5 \text{ ml}/\text{kg}/\text{h}$ de ringer lactato (Figura 6). Os animais foram induzidos e mantidos com propofol para a realização do procedimento cirúrgico. Foram avaliados a frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), temperatura e glicemia antes da MPA (basal), e a cada 5 minutos até os 30 minutos. A temperatura corporal foi mantida entre $36,5$ e $39,0 \text{ }^\circ\text{C}$ com uso de colchão térmico. Os animais receberam O_2 100% através de máscara facial acoplada em circuito circular valvular.

O procedimento de orquiectomia foi realizado pelo mesmo cirurgião em todos os animais, utilizando-se a técnica pré-escrotal. A redução de espaço morto era feita através da instituição de sutura em padrão Sultan com fio Nylon 2-0. A dermorrafia era realizada também em padrão Sultan com fio Nylon 2-0.

Todos os animais receberam cefalotina na dose de 30mg/kg e cloridrato de tramadol na dose de 2 mg/kg via IV após o procedimento cirúrgico e meloxicam na dose de 0,2mg/kg durante 3 dias via VO

Foram então distribuídos de forma aleatória em três grupos distintos compostos por 8 animais cada sendo o grupo controle composto pelos animais que não receberam o US terapêutico. O Grupo 1 (G1) recebeu sessões de ultrassom terapêutico em modo contínuo com intensidade de 1,0 W/cm² e frequência de 3 MHz durante 5 minutos uma vez ao dia durante 10 dias e os animais do Grupo 2 (G2) receberam sessões de ultrassom com intensidade de 1,0 W/cm² e frequência de 1MHz durante 5 minutos uma vez ao dia durante 10 dias sempre mantendo o transdutor em movimento. O modelo do equipamento utilizado para a aplicação do ultrassom terapêutico foi o Sonic Compact 1-3 MHz da HTM Eletrônica e foi utilizado gel de ultrassom a base de água como meio acoplante.

Os curativos eram realizados todos os dias no período da manhã e dependendo da evolução apresentada poderiam também ser realizado no período da tarde. A limpeza era realizada com NaCl 0,9% e a ferida coberta com gaze e esparadrapo microporoso. Os grupos G1 e G2 recebiam as aplicações de ultrassom terapêutico logo em seguida (Figura 7); os animais eram posicionados em decúbito dorsal ou em pé, da forma que ficassem mais confortáveis e a contenção fosse facilitada e a ferida era então avaliada com o

intuito de inspecionar a ocorrência de dor (sendo 0 o animal que se encontrava confortável ao toque, não vocalizava e permitia a aplicação do ultrassom terapêutico, 1 o animal que demonstrava certo desconforto ao toque, não vocalizava e permitia a aplicação do ultrassom terapêutico, 2 o animal que se apresentava extremamente desconfortável ao toque, vocalizava, porém permitia a realização do tratamento e 3 o animal que se apresentava irrequieto, vocalizava e não permitia a aplicação do tratamento), os efeitos macroscópicos como edema, presença de secreção, hiperemia, hematomas e equimoses e a medição da cicatriz, o que era realizado através de régua no sentido longitudinal à incisão. Todas as observações eram então descritas em uma tabela que era anexada à ficha dos animais admitidos (Figura 4).

Ao fim dos dez dias os pontos eram retirados e os animais eram então liberados.

Figura 5: Avaliação de parâmetros fisiológicos durante avaliação pré-anestésica



Figura 4: Paciente com acesso intravenoso



Figura 6: Aplicação do ultrassom terapêutico em animal submetido à orquiectomia



Figura 7: Ficha utilizada para avaliação dos animais admitidos no projeto contendo espaços para preenchimento dos dados de tamanho de cicatriz, aparência e escala de dor

| Dias/Avaliação física | Dia 1 | Dia 2 | Dia 3 | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6 | Dia 7 | Dia 8 | Dia 9 | Dia 10 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Tamanho da cicatriz (cm) | | | | | | | | | | |
| Aparência (hiperemia, secreção, edema, etc.) | | | | | | | | | | |
| Dor (0-3) | | | | | | | | | | |

Paciente:
Data de admissão
Tutor:

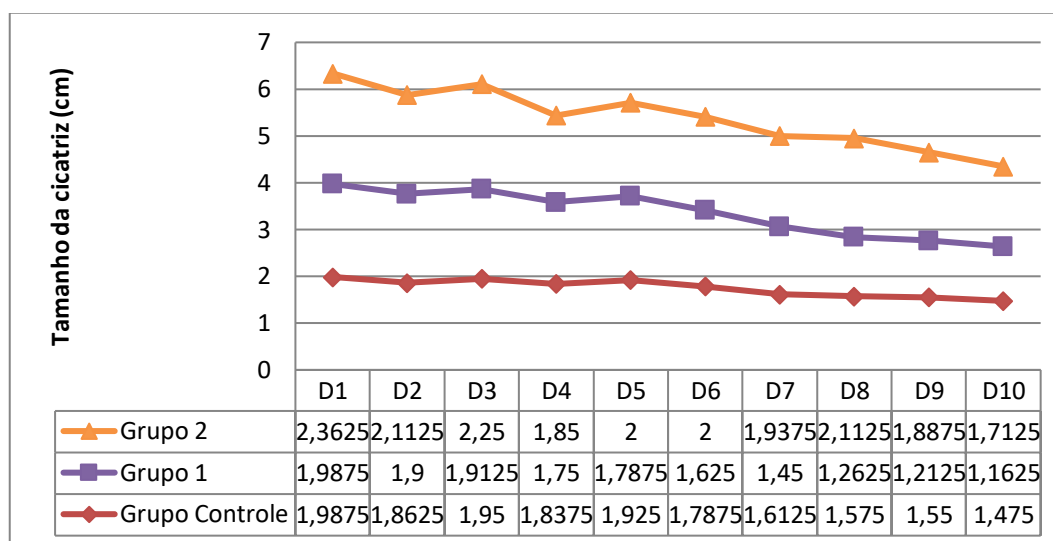
4. Resultados

4.1 Evolução do tamanho da cicatriz

Calculou-se a média do tamanho da cicatriz em cada um dos grupos durante os dez dias. A taxa de contração tecidual de cada um dos grupos foi obtida através da subtração da a média aritmética encontrada em D1 pela média aritmética encontrada em D10 (Tabela 1).

Neste estudo foram observados os seguintes dados: Os valores referentes à redução do tamanho da cicatriz em GC, G1 e G2 foram de respectivamente 25%, 42% e 26%, podendo-se afirmar que houve uma taxa maior de contração tecidual nos animais do G1

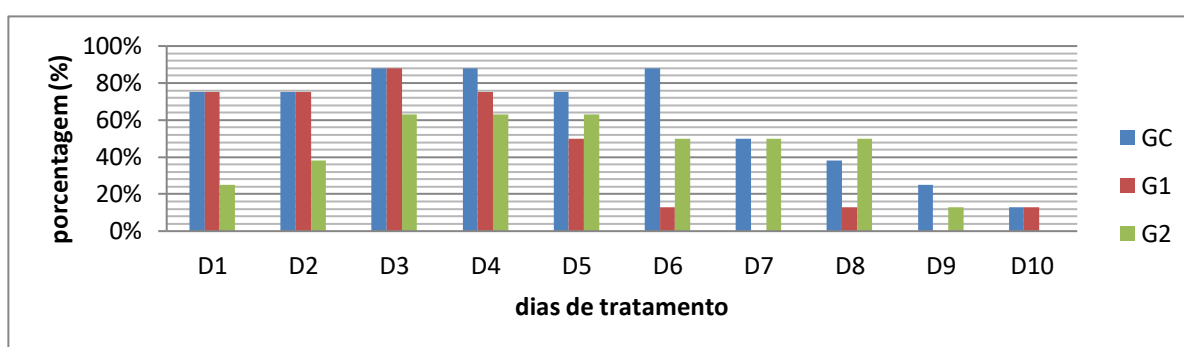
Tabela 1: Comparação do tamanho da cicatriz (cm) nos grupos GC, G1 e G2 durante os 10 dias de aplicação do ultrassom terapêutico



4.2 Efeitos macroscópicos

Foi observada a ocorrência de cinco alterações macroscópicas que poderiam ser observadas durante o processo de cicatrização: Hiperemia, edema, presença de secreção, equimoses e hematomas.

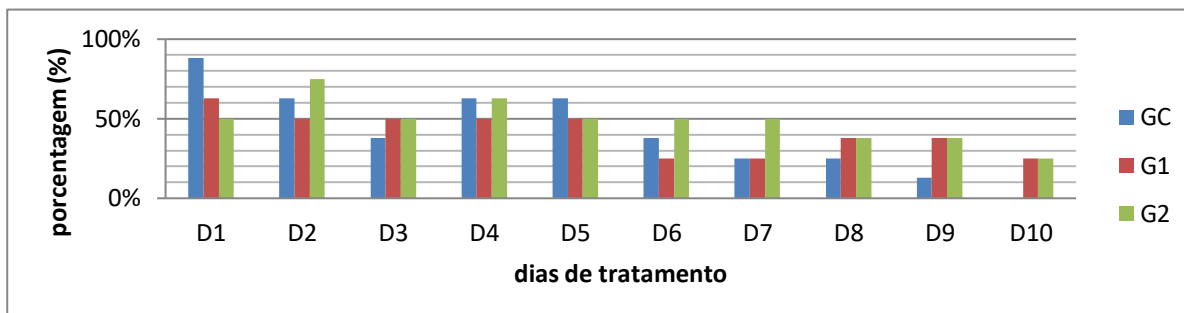
Quadro 4: Ocorrência de hiperemia nos animais de GC, G1 e G2



Foi observado que os animais do grupo GC apresentaram hiperemia numa frequência maior e durante um período de tempo mais longo do que nos outros grupos, sendo prevalentes em D4, D5, D6 e D9. O grupo G2 por outro lado

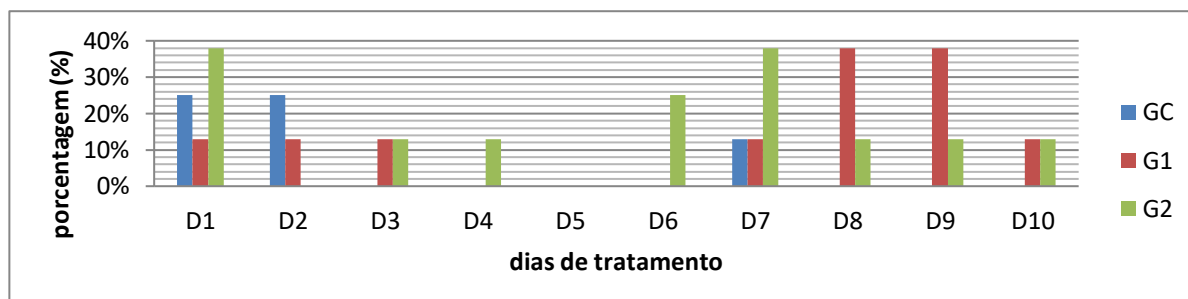
apresentou índices superiores aos demais grupos somente em D8 e G1 apresentou índices sempre menores ou iguais aos demais grupos.

Quadro 5: Ocorrência de edema nos animais de GC, G1 e G2



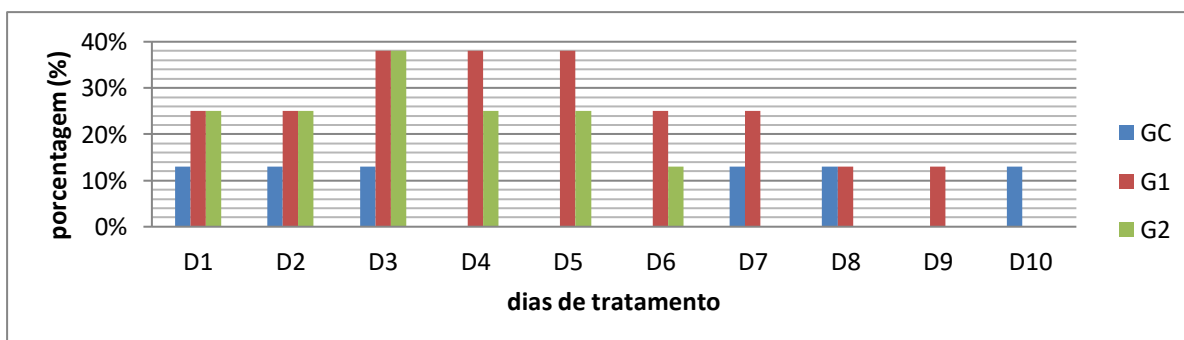
No que se refere ao desenvolvimento de edema o grupo G2 apresentou índices superiores aos demais grupos, sendo predominante nos dias D2, D6 e D7. Já o grupo GC apresentou índices superiores aos demais grupos em D1 e D5, porém permanecendo inferior ou igual aos demais grupos a partir de D7.

Quadro 6: Ocorrência de secreção em animais de GC, G1 e G2



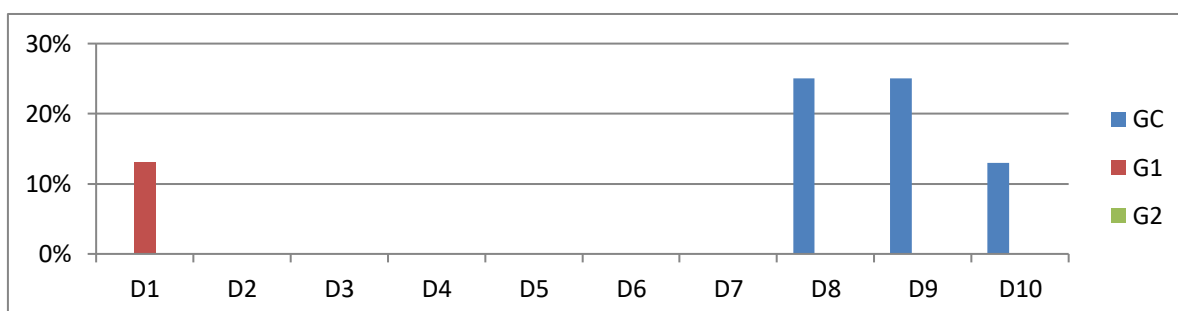
De acordo com o gráfico, G2 apresentou secreção em todos os dias, exceto D5, e G1 apresentou secreção principalmente nos dias D8 e D9. O grupo

Quadro 7: Ocorrência de hematoma em animais de GC, G1 e G2



Já em relação ao surgimento de hematomas, os animais do grupo G1 apresentaram uma maior prevalência se comparados aos demais grupos visto que neste grupo, a observação de hematomas ocorreu em quase todos os dias, exceto D10. Os animais do grupo G2 apresentaram hematomas até D6 e GC apresentou índices maiores do que os demais grupos somente em D10.

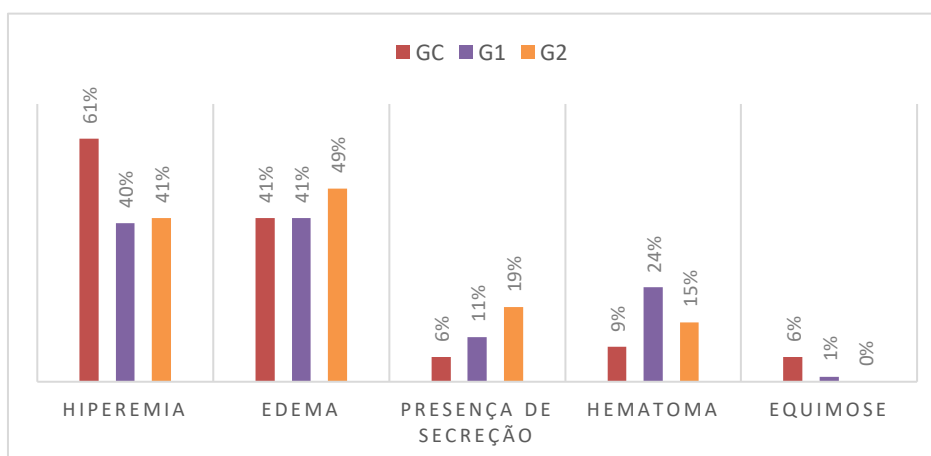
Quadro 8: Ocorrência de equimose em animais de GC, G1 e G2



O surgimento de equimoses foi mais predominante em GC; Em G1 sua observação limitou-se a D1 e G2 não apresentou equimoses.

De forma geral, houve uma ocorrência mais prolongada dos efeitos macroscópicos derivados da inflamação nos grupos G1 e G2.

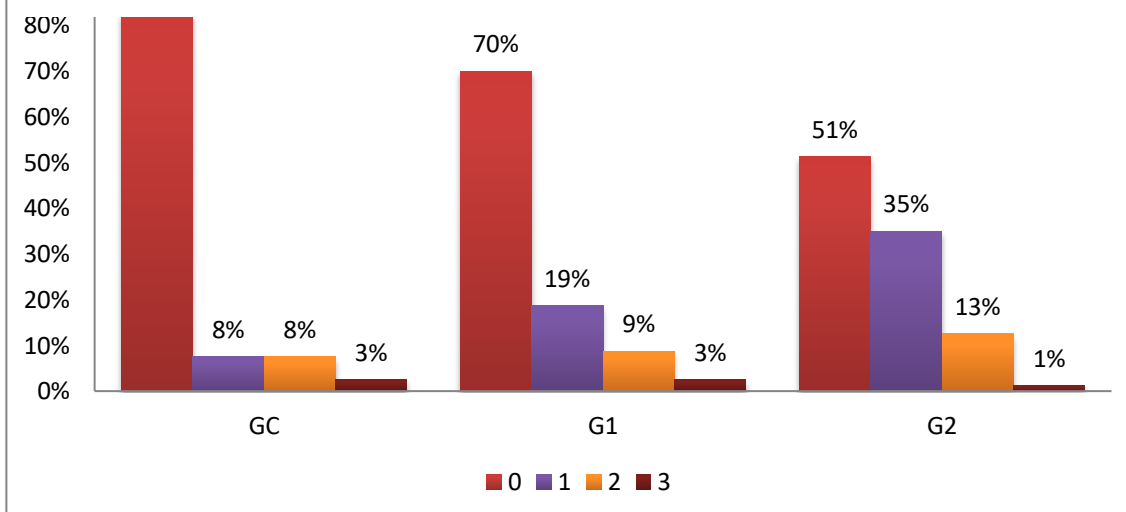
Quadro 9: Comparação geral entre os efeitos macroscópicos observados nas feridas dos animais dos grupos GC, G1 e G2



4.3 Avaliação de dor

Os animais foram avaliados para a ocorrência de dor diariamente, tendo como base seu comportamento durante o momento da aplicação do US terapêutico através da palpação do local com leve pressão e observava-se a reação do paciente, classificando a dor em graus que variavam de 0 a 3.

Quadro 10: Comparação dos índices de dor entre os grupos GC, G1 e G2 durante os 10 dias de tratamento com US terapêutico



Foi observado que 83% dos animais que não receberam estímulos de US terapêutico apresentaram índices de dor igual a 0, índice superior aos apresentados por G1 e G2. Estes grupos também apresentaram maior quantidade de animais com índices de dor igual a 2 e 3 quando comparados ao GC.

5. Discussão

Neste estudo foi observado que os animais que receberam o ultrassom terapêutico na frequência de 3 MHz apresentaram uma contração tecidual de 46%, enquanto os animais que não receberam ultrassom e os que receberam ultrassom na frequência de 1 MHz, apresentaram contração tecidual de 25% e 26%, respectivamente.

Afirma-se que o ultrassom terapêutico na frequência de 3 MHz alcança tecidos que se encontram a 1-2 cm de profundidade, sendo então indicada sua utilização em afecções de tecidos mais superficiais (VARGAS ET AL., 2013).

Dados semelhantes foram encontrados por Fantinati et al., (2016) e Ferreira et al., (2008) que em seus estudos demonstraram que os animais que receberam o tratamento com ultrassom terapêutico apresentaram uma taxa de contração tecidual maior do que aqueles que não receberam o tratamento além de terem um aumento significativo na quantidade de tecido de granulação, o qual, aliado à deposição de fibras de colágeno se caracterizou como fator importante no processo cicatricial (DYSON; SMALLEY, 1983). Carrer et al., (2015) constataram em seu estudo que houve maior taxa de concentração de colágeno em animais que foram submetidos à terapia com ultrassom terapêutico.

Moraes et al., (2014) apresentaram bons resultados em seu estudo sobre a utilização de ultrassom terapêutico no modo pulsado com frequência de 3 MHz na cicatrização de feridas sépticas em equinos, constatando-se uma retração de bordas excelente e reepitelização tecidual satisfatória.

Em contrapartida Lowe et al., (2001) afirmaram que após a utilização de US terapêutico nas frequências de 1 e 3 MHz na cicatrização de lesões de pele em

camundongos não foram observados resultados relevantes acerca da cicatrização de feridas. No entanto, para este trabalho foi utilizada uma probe com um cabeçote maior do que o indicado o que impossibilitava a movimentação da mesma, fator este que é altamente desaconselhado, podendo causar efeitos deletérios ao paciente, o que pode ser facilmente evitado se tão somente houver a movimentação da probe ao redor da ferida no momento da aplicação (BLOYER, 1999).

De acordo com alguns autores (FREITAS ET AL., 2011; OLSSON ET AL., 2008) o ultrassom terapêutico age acelerando o processo inflamatório através do estímulo celular desencadeado por seus efeitos não-térmicos, ou mecânicos. Tal afirmação não pôde ser confirmada pelo presente estudo visto que ao comparar-se o grupo controle com os demais grupos, percebeu-se que os animais que não receberam ultrassom terapêutico apresentaram menores índices de observação dos efeitos macroscópicos e também menor período de duração.

Observou-se que de forma geral, os animais que não receberam o ultrassom terapêutico apresentaram feridas com melhores aspectos macroscópicos do que os animais que receberam o tratamento com o ultrassom terapêutico.

Franco et al., (2005) também afirmaram em seu estudo, não ter encontrado evidências que corroborem a função pró-inflamatória do ultrassom terapêutico, visto não ter havido aceleração na formação de edema após aplicação de ultrassom terapêutico na frequência de 3 MHz e intensidade de 0,3 W/cm².

Da mesma forma, Barnes (2008) afirma não haver observado resultados relevantes durante o processo inflamatório em animais submetidos ao tratamento com ultrassom terapêutico.

Segundo Olsson et al., (2006) no entanto observou-se que após a instituição do tratamento com ultrassom terapêutico em modo pulsado houve não somente melhora no tempo de cicatrização como também no desenvolvimento do processo inflamatório.

Um fator que pode ter influenciado a obtenção de dados foi a utilização do ultrassom em modo contínuo ao invés do modo pulsado, fazendo com que os efeitos macroscópicos observados não estivessem em concordância com o que se relata na literatura.

É sugerido que o ultrassom terapêutico apresenta efeitos benéficos no controle da dor além de acelerar o processo inflamatório através da liberação de mediadores celulares como histamina e auxiliar o processo de contração da ferida pelo estímulo de fibroblastos e colágeno (BYL ET AL., 1990; SPEED, 2001; VICENTI ET AL., 2003; CARRER ET AL., 2015).

Foi observado, nos grupos G1 e G2 um maior índice de animais com graus de dor 2 e 3, enquanto que 83% dos animais do grupo GC apresentaram grau de dor 0 durante os 10 dias de aplicação. Estes dados não estão em concordância com a observação feita por Vicenti et al., (2003) em seu estudo sobre a aplicação do ultrassom terapêutico pulsado na córnea de cães após realização de queratoplastia. Apesar de não haverem indícios de sua eficácia no que condiz à cicatrização das feridas, foi observado que os sinais clínicos referentes à dor como blefarospasmo, fotofobia e epífora, foram mais discretos

nos animais que receberam o ultrassom terapêutico, pode-se sugerir que tal modalidade terapêutica apresenta ação analgésica; o mesmo foi proposto por Hashish et al., (1987), eu observou menor índice de dor entre os pacientes que receberam ultrassom terapêutico após remoção dos terceiros molares.

Diversos estudos relativos relatam a eficiência do ultrassom terapêutico nas afecções do sistema musculoesquelético (KARNES; BURTON, 2002; BUSSE ET AL., 2002; CORADINI ET AL., 2013) no entanto ainda se carece de mais estudos que comprovem a eficácia da utilização do ultrassom terapêutico em um ambiente mais hospitalar.

A ausência da avaliação de cortes histológicos dificultou a realização de uma avaliação mais minuciosa, visto que macroscopicamente as fases do processo inflamatório tendem a se sobrepor, sem se apresentarem de forma clara e definida como foi sugerido por Baum e Arpey (2005). Dificuldade semelhante foi encontrada por Byl et al., (1990) que também utilizou parâmetros macroscópicos para a avaliação de feridas tratadas com ultrassom terapêutico

Um dos desafios apresentados nesse estudo foi o fato de não haver homogeneidade no comportamento dos indivíduos avaliados. Os animais foram submetidos à uma situação de estresse e a reação de cada um deles foi um fator imprevisível e com diversas variáveis, o que pode ter mascarado a real atuação do ultrassom terapêutico na mediação do processo inflamatório, visto que alguns animais desenvolviam comportamentos de auto-mutilação como a lambedura do local da incisão, o que infligia nova lesão no local avaliado enquanto outros animais não apresentavam o mesmo comportamento.

O ultrassom terapêutico se apresenta como uma modalidade alternativa no tratamento de afecções do sistema musculoesquelético. Apesar de haverem diversos estudos comprovando sua atuação em lesões de tecido mole *in vitro* ainda é necessário que sejam realizados mais estudos comprovando sua ação na rotina clínica do Médico Veterinário.

6. Conclusão

Apesar de o presente estudo não ter observado resultados que corroborem com a afirmação de que o US terapêutico apresenta ação pró-inflamatória e analgésica, pode-se afirmar que foi constatada a sua eficácia na contração tecidual na frequência de 3 MHz.

7. Referências Bibliográficas

BARNES, D. **Efeitos do ultrassom sobre a nocicepção e o processo inflamatório em modelos animais e sobre a estrutura química de fármacos.** 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2008.

Disponível em:

<<https://m.univates.br/bdu/bitstream/10737/56/15/DenisBarnes.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BAUM, C. L.; ARPEY, C. J. Normal Cutaneous Wound Healing: Clinical Correlation with Cellular and Molecular Events. **Dermatol Surg**, Iowa City, v. 31, n. 6, p.674-686, jun. 2005. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15996419>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BECHARA, G.H; SZABÓ, M.P.J. **PROCESSO INFLAMATÓRIO:** 1. Alterações Vasculares e Mediação Química. 2006. Disponível em:

<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/inflam_aspectosvasculares2006.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.

BELÂNGER, Alain-Yvan. **Therapeutic Electrophysical Agents.** [S. l.]:

Lippincott Williams & Wilkins, 2014. *E-book*.

BLOYER, M. H. **The Effects Of Therapeutic Ultrasound On Open Wounds.** 1999. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master Of Science In Physical Therapy, Florida International University, Miami, 1999. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/cfe2/ca6433d71b86bbe6a6379548974a5270b4a5.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

BLUME, K. *et al.* Dosimetria Proposta Para O Tratamento Por Ultra-Som – Uma Revisão De Literatura. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 18, n. 3, p.55-64, set. 2005. Disponível em:

<<https://periodicos.pucpr.br/index.php/fisio/article/view/18606>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

BRANSKI, R. C. *et al.* Biochemical Markers Associated With Acute Vocal Fold Wound Healing: A Rabbit Model. **Journal Of Voice**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.283-289, jun. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.04.003>.

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15907442>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

BROOKS, J. **Making Waves**: Is your horse in need of rehab? Therapeutic ultrasound is showing promise as a successful way to heal equine injuries.. 2010. Disponível em: <<http://www.equinerehabservices.com/articles/2010-Making-Waves.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

BROUGHTON, G.; JANIS, J. E.; ATTINGER, C. E.. Wound Healing: An Overview. **Plastic And Reconstructive Surgery**, [s.l.], v. 117, n. , p.1-55, jun. 2006. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

<http://dx.doi.org/10.1097/01.prs.0000222562.60260.f9>.

BUSSE, J. W. *et al.* The effect of low-intensity pulsed ultrasound therapy on time to fracture healing: a meta-analysis. **Cmaj**, [s.i.], v. 166, n. 4, p.437-441, 19 fev. 2002. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC99352/>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

BYL, N. N. *et al.* Incisional Wound Healing: A Controlled Study of Low and High Dose ultrasound. **Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, [s.i.], v. 18, n. 5, p.619-628, nov. 1993. Disponível em:

<<https://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.1993.18.5.619>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

BYL, N. N. *et al.* Low-Dose Ultrasound Effects on Wound Healing: A Controlled Study With Yucatan Pigs. **Arch Phys Med Rehabil**, [s.i.], v. 73, n. 7, p.656-664, jul. 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1622322>>.

Acesso em: 13 jun. 2019.

CAMPOS, A.C.L.; BORGES-BRANCO, A.; GROTH, A, K. Cicatrização de feridas. **Abcd. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, [s.l.], v. 20, n. 1, p.51-58, mar. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-67202007000100010>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-67202007000100010&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 13 mar. 2019.

CARRER, V. M. *et al.* Continuous therapeutic ultrasound in the healing process in rat skin. **Fisioterapia em Movimento**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.751-758, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-5150.028.004.ao12>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502015000400751>. Acesso em: 01 jun. 2019.

CORADINI, J. G *et al.* Comparação entre o laser de baixa potência, ultrassom terapêutico e associação, na dor articular em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Reumatologia**, [s.l.], v. 54, n. 1, p.7-12, jan. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbr.2014.01.001>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0482500414000023>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

DYSON M., SMALLEY D.S. (1983) Effects of Ultrasound on Wound Contraction. In: Millner R., Rosenfeld E., Cobet U. (eds) **Ultrasound Interactions in Biology and Medicine**. Springer, Boston, MA. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-8384-0_21 Acesso em: 14/06/2019

DYSON, M.. Non-Thermal Cellular Effects Of Ultrasound. **Br. J. Cancer**, [s.i], n. 5, p.165-171, mar. 1982. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2149297/>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

EL-BIALY, Tarek H. *et al.* The Effect of Pulsed Ultrasound on Mandibular Distraction. **Annal Of Biomedical Engineering**, [s.i], v. 30, n. 10, p.1251-1261, Não é um mês válido! 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12540201>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

FANTINATI, M. S *et al.* Low intensity ultrasound therapy induces angiogenesis and persistent inflammation in the chronic phase of the healing process of third degree burn wounds experimentally induced in diabetic and non-diabetic rats. **Acta Cirurgica Brasileira**, [s.l.], v. 31, n. 7, p.463-471, jul. 2016.

FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-865020160070000006>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-86502016000700463&script=sci_abstract>. Acesso em: 14 jun. 2019.

FERNANDES, M.A.L.; ALVES, G.E.S.; SOUZA, J.C.A.. Efeito do ultra-som terapêutico em tendinite experimental de eqüinos: estudo clínico, ultrasonográfico e histopatológico de dois protocolos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 55, n. 1, p.27-34, fev. 2003.

FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352003000100005>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352003000100005>. Acesso em: 05 mar. 2019.

FERREIRA, A. S., BARBIERI, C.H., MAZZER, N., CAMPOS, A.D., MENDONÇA, A.C., Mensuração de área de cicatrização por planimetria após aplicação do ultra-som de baixa intensidade em pele de rato. *Revista Brasileira de Fisioterapia [en linea]* 2008, 12 (Septiembre-October) : [Fecha de consulta: 18 de junho de 2019] Disponível

em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016541003>>_ISSN 1413-3555. Acesso em: 14/06/2019

FISHER, B.D. *et al.* A Comparison of Continuous Ultrasound and Pulsed Ultrasound on Soft Tissue Injury Markers in the Rat. **J. Phys. Ther. Sci.**, [s.i.], v. 15, n. 2, p.65-70, abr. 2003. Disponível em:

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/15/2/15_2_65/_article>. Acesso em: 15 mar. 2017

FLANAGAN, M. The physiology of wound healing. **Journal Of Wound Care**, Hertfordshire, v. 9, n. 6, p.299-300, jun. 2000. Disponível em:

<<http://wenurses.eu/MyNurChat/archive/Flanaganwoundhealing.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

FOSSUM, Theresa Welch. **Cirurgia de Pequenos Animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. *E-book*.

FOWLER, D.; WILLIAMS, J. M. **Manual of Canine and Feline Wound Management and Reconstruction**. Hampshire: British Small Animal Veterinary Association, 1999. 164 p.

FRANCO, A.D *et al.* Análise Do Efeito Do Ultra-Som No Edema Inflamatório Agudo – Estudo Experimental. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 18, n. 2, p.19-24, abril-jun 2005. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/fisio/article/view/18564>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

FREITAS, T.P *et al.* Effect of Therapeutic Pulsed Ultrasound on Lipoperoxidation and Fibrogenesis in an Animal Model of Wound Healing. **Journal Of Surgical Research**, [s.l.], v. 161, n. 1, p.168-171, jun. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2009.04.002>. Disponível em: <[https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(09\)00193-0/fulltext](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(09)00193-0/fulltext)>. Acesso em: 17 abr. 2017.

FREITAS, T.P; FREITAS, L.S; STREK, E.L. Ultra-som terapêutico no mecanismo de cicatrização: uma revisão. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, [s.i], v. 40, n. 1, p.89-93, ago. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/2609441-Ultra-som-terapeutico-no-mecanismo-de-cicatrizacao-uma-revisao-therapeutic-ultrasound-mechanisms-involved-in-wound-healing-a-revision.html>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

GORANOV, N. Effect of therapeutic pulsed ultrasound in dogs with experimental stifle joint osteoarthritis. *Bulg. J. Vet. Med.*, **13**, No 3, 162–168. 2010 Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BG2011000065>>. Acesso em: 05 de março de 2019

HALLORAN, C.M; SLAVIN, J.P. Pathophysiology of Wound Healing. **Surgery (oxford)**, [s.l.], v. 20, n. 5, p.1-5, maio 2002. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1383/surg.20.5.0.14629>. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263931906702150>>.

Acesso em: 13 mar. 2016.

HAMM, Rose L. **Text and Atlas of Wound Diagnosis and Treatment**. 2. ed. [S. l.]: McGraw-Hill Education / Medical, 2019. 560 p. *E-book*.

HANKS, J; SPODNICK, G. Wound Healing in the Veterinary Rehabilitation Patient. **Veterinary Clinics Of North America: Small Animal Practice**, [s.l.], v. 35, n. 6, p.1453-1471, nov. 2005. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.08.005>. Disponível em:

<[https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616\(05\)00108-7/abstract](https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616(05)00108-7/abstract)>.

Acesso em: 05 mar. 2019.

HARPER, D; YOUNG, A; MCNAUGHT, C.E. The physiology of wound healing. **Surgery**, [S.l.], 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263931914001343>.

Acesso em: 5 mar. 2019.

HART, J. Inflammation 1: its role in the healing of acute wounds. **Journal Of Wound Care**, [s.l.], v. 11, n. 6, p.205-209, jun. 2002. Mark Allen Group.

<http://dx.doi.org/10.12968/jowc.2002.11.6.26411>. Disponível em:

<<https://www.magonlinelibrary.com/doi/pdf/10.12968/jowc.2002.11.6.26411>>.

Acesso em: 13 mar. 2019.

HASHISH, I. *et al*. Reduction of postoperative pain and swelling by ultrasound treatment: a placebo effect. **Pain**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.303-311, jun. 1988.

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3419838>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

HEWITT, Paul G. **Conceptual Physics**. San Francisco: Pearson, 2015. *E-book*.

HOWE, L.M Surgical methods of contraception and sterilization. **Theriogenology**, [s.l.], v. 66, n. 3, p.500-509, ago. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.005>. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1780089/mod_folder/content/0/cirurgias%20reprodutor%20feminino%20%281%29.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 05 mar. 2019.

JOHNS, L.D. Nonthermal Effects of Therapeutic Ultrasound: The Frequency Resonance Hypothesis. **Journal Of Athletic Training**, [s.i.], v. 37, n. 3, p.293-299, set. 2002. Disponível em: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/nonthermal_effects_of_therapeutic.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2019.

KARNES, J.L.; BURTON, H.W. Continuous therapeutic ultrasound accelerates repair of contraction-induced skeletal muscle damage in rats. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, [s.l.], v. 83, n. 1, p.1-4, jan. 2002. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.26254>. Disponível em: <[https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(02\)94566-1/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(02)94566-1/fulltext)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

KITCHEN, Sheila. **Eletroterapia baseada em evidências**. 2. ed. Barueri: Manole, 2003. 712 p. Disponível em: <<https://fisiofacsul.files.wordpress.com/2009/03/sheila-kitchen-eletroterapia-pratica-baseada-em-evidencias.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

LAWRENCE, W.T.; DIEGELMANN, R.F.. Growth Factors in Wound Healing. **Clinics In Dermatology**, [s.i.], v. 1, n. 12, p.157-169, Jan-Mar 1994. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8180938>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

LICERALDE, P. **The Effects Of Ultrasound Transducer Velocity On Intramuscular Tissue Temperature Across A Treatment Site**. 2009. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Science Degree in Kinesiology, University Of Nevada, Las Vegas, 2009. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/22d9/1659900fa76ec91a1cf5712876738c59be7b.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

LOPES, M.A.I. **Abordagem e manejo médico-cirúrgico de feridas abertas em cães e gatos: caracterização etiológica e estudo de padrões traumáticos**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

LOWE, A.S. *et al.* Therapeutic ultrasound and wound closure: Lack of healing effect on x-ray irradiated wounds in murine skin. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, [s.l.], v. 82, n. 11, p.1507-1511, nov. 2001. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.25083>. Disponível em: <http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/50/41_Therapeutic_Ultrasound_and_Wound_Closure_Lack_of_Healing_Effect_on_X-Ray_Irradiated_Wounds_in_Murine_Skin.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

MAARSCHALKERWEERD, R. J. *et al.* Influence of orchietomy on canine behaviour. **Veterinary Record**, [s.l.], v. 140, n. 24, p.617-619, 14 jun. 1997. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.140.24.617>. Disponível em: <<https://veterinaryrecord.bmj.com/content/140/24/617>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

MAEDA, T. *et al.* Low-intensity pulsed ultrasound enhances palatal mucosa wound healing in rats. **Journal Of Prosthodontic Research**, [s.l.], v. 57, n. 2, p.93-98, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2012.11.001>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S188319581200134X>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MASSON, I.F; de OLIVEIRA, B.D; MACHADO, A.P; FARCIC, T.S; JÚNIOR, I.E; BALDAN, C.S. Manual lymphatic drainage and therapeutic ultrasound in liposuction and lipoabdominoplasty post-operative period. **Indian J Plast Surg** [serial online] 2014 [cited 2019 Jun 18];47:70-6. Available from: <http://www.ijps.org/text.asp?2014/47/1/70/129627>

MEDEIROS, A. C.; DANTAS-FILHO, A. M. Cicatrização das feridas cirúrgicas. **Journal Of Surgical And Clinical Research**, v. 7, n. 2, p. 87-102, 2 Mar. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/jscr/article/view/11438>
Acesso em: 05/03/2019

MICHLOVITZ, Susan L. ; BELLEW, James W.; JR., Thomas Nolan. **Modalities for therapeutic intervention**. 6. ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 2011. 416 p. *E-book*.

MONTALTI, C. S. *et al.* Effects of low-intensity pulsed ultrasound on injured skeletal muscle. **Brazilian Journal Of Physical Therapy**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.343-350, 23 ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-35552012005000101>. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552013000400343>. Acesso em: 05 mar. 2019.

MONTGOMERY, L.; ELLIOTT, S.B.; ADAIR, H. S. Muscle and Tendon Heating Rates with Therapeutic Ultrasound in Horses. **Veterinary Surgery**, [s.l.], v. 42, n. 3, p.243-249, abr. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950x.2013.01099.x>. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/235394125_Muscle_and_Tendon_Heating_Rates_with_Therapeutic_Ultrasound_in_Horses>. Acesso em: 19 abr. 2017.

MORAES, J.M. *et al.* Ultrassom terapêutico como tratamento na cicatrização de feridas em equinos. **PUBVET**, Londrina, V. 8, N. 16, Ed. 265, Art. 1760, Agosto, 2014. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/1415/ultrassom-terapeccircuitico-como-tratamento-na-cicatrizaccedilatildeo-de-feridas-em-equinos>. Acesso em: 05/03/2019

MURGIA, D. **Management of traumatic and surgical wounds in cats and dogs**. 2016. Disponível em: <<https://www.vettimes.co.uk>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

- O'DWYER, L. **Wound types and healing part three: classification of injuries**. 2010. Disponível em: <<https://www.vettimes.co.uk>>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- OLIVEIRA, I.V.P de M.; DIAS, R.V da C. Cicatrização De Feridas: Fases E Fatores De Influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 6, n. 4, p.267-271, mar. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/2959>>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- OLSSON, D. C *et al.* Estimulação ultra-sônica pulsada e contínua no processo cicatricial de ratos submetidos à celiotomia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p.865-872, Não é um mês valido! 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S010384782006000300021&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- OLSSON, D. C *et al.* Ultra-som terapêutico na cicatrização tecidual. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 38, p.1199-1207, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a51v38n4>>. Acesso em: 03 mar. 2019.
- ORSTED, H.L. *et al.* Best Practice Recommendations for the Prevention and Management of Open Surgical Wounds. **Wound Care Canada**, Toronto, v. 8, n. 1, p.6-34, 13 fev. 2010. Disponível em: <<https://www.woundscanada.ca/docman/public/wound-care-canada-magazine/2010-vol-8-no-1/362-wcc-2010-v8n1-best-practice-english/file>>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- PALIWAL, S.; MITRAGOTRI, S. Therapeutic opportunities in biological responses of ultrasound. **Ultrasonics**, [s.l.], v. 48, n. 4, p.271-278, ago. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultras.2008.02.002>. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18406440>>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- RICOLDY, D.S *et al.* Efeito do ultrassom associado ao gel de calêndula sobre a atividade reparadora em lesões musculares experimentais. **Acta Scientiarum. Health Science**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.135-140, 30 set. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascihealthsci.v32i2.4626>. Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHealthSci/article/view/4626/0>>.
Acesso em: 15 mar. 2016.

ROCHA, W. A *et al.* Acute effects of therapeutic 1-MHz ultrasound on nasal unblocking of subjects with chronic rhinosinusitis. **Braz J Otorhinolaryngol**, [S.l.], jan/fev 2011. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21340182>. Acesso em: 5 mar. 2019.

SAINI, N. S. *et al.* A Preliminary Study on the Effect of Ultrasound Therapy on the Healing of Surgically Severed Achilles Tendons in Five Dogs. **J. Vet. Med**, Berlin, v. 49, n. 6, p.321-328, 24 abr. 2001. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12227476>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

SANTOS, J.B *et al* **Avaliação e tratamento de feridas : orientações aos profissionais de saúde**. Porto Alegre: Hospital de Clínicas de Porto Alegre, 2011. 44 p. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34755/000790228.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

SILVEIRA, D. S *et al.* O ultra-som terapêutico de 1 MHz, na dose de 0,5 W cm⁻², sobre o tecido ósseo de cães avaliado por densitometria óptica em imagens radiográficas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p.2225-2231, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800021>. Acesso em: 06 jun. 2019.

SPEED, C.A. Therapeutic Ultrasound in Soft Tissue Lesions. **Rheumatology**, [s.l.], v. 40, n. 12, p.1331-1336, dez. 2001. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/rheumatology/article/40/12/1331/1787872>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

TAVARES, D.C *et al.* Comparação Entre Orquiectomia Pré- Escrotal E Escrotal, Correlacionadas Com O Tempo Cirúrgico Em Cães. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.107-125, 31 dez. 2018. Universidade Estadual de Maringa.

<http://dx.doi.org/10.4025/revcivet.v6i1.41978>. Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevCiVet/article/view/41978>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

TAZIMA, M.F.G.S, VICENTE, Y.A.M.V.A, MORIYA, T. Wound biology and healing. **Medicina**, Ribeirão Preto v. 3, n. 41, p. 259-264, 2008

THEORET, C. Physiology of Wound Healing. *In*: THEORET, Christine; SCHUMACHER, Jim. **Equine Wound Management**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2017. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118999219.ch1>. Acesso em: 5 mar. 2019.

VARGAS, M. C *et al.* **Utilização do ultrassom terapêutico na cicatrização tecidual e consolidação óssea baseada em evidências**. 2013. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd181/ultrassom-terapeutico-na-cicatrizacao-tecidual.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

VELNAR, T.; BAILEY, T.; SMRKOLJ, V.. The Wound Healing Process: an Overview of the Cellular and Molecular Mechanisms. **The Journal Of International Medical Research**, Maribor, v. 37, n. 5, p.1528-1542, abr. 2009.

VICENTI, F.A.M *et al.* Effects of low-intensity pulsed ultrasound on wound healing in corneas of dogs following keratoplasty. **Veterinary Ophthalmology**, [s.i], v. 6, n. 3, p.255-263, set. 2003. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12950658>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

WATANABE, C. B. **Magnetoterapia na cicatrização de feridas**. 2010. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp, Botucatu, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/121758>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

WOODRUFF, K *et al.* **Scrotal castration versus prescrotal castration in dogs**. 2015. Disponível em: <<http://veterinarymedicine.dvm360.com/scrotal-castration-versus-prescrotal-castration-dogs>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

YADOLLAHPOUR, A *et al.* Ultrasound Therapy for Wound Healing: A Review of Current Techniques and Mechanisms of Action. **Journal Of Pure And Applied Microbiology**, [s.l.], v. 8, n. 5, p.4071-4085, out. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267926830_Ultrasound_Therapy_for_Wound_Healing_A_Review_of_Current_Techniques_and_Mechanisms_of_Action>. Acesso em: 15 jun. 2019.

YOUNG, S.R.; DYSON, M.. Effect of therapeutic ultrasound on the healing of full-thickness excised skin lesions. **Ultrasonics**, [s.l.], v. 28, n. 3, p.175-180, maio 1990. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2339476>>. Acesso em: 03 mar. 2019.