

FERNANDA BARROS DOS SANTOS

**NEUROESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TRANSCUTÂNEA NO CONTROLE
DA DOR PÓS-OPERATÓRIA DE CÃES SUBMETIDOS A
PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS ORTOPÉDICOS DE MEMBROS
PÉLVICOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA, MINAS GERAIS
BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S237n
2017 Santos, Fernanda Barros dos, 1988-
Neuroestimulação elétrica transcutânea no controle da dor
pós-operatória de cães submetidos a procedimentos cirúrgicos
ortopédicos em membros pélvicos / Fernanda Barros dos Santos.
– Viçosa, MG, 2017.
x, 30 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Andréa Pacheco Batista Borges.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 25-29.

1. Cães. 2. Estimulação elétrica transcutânea do nervo.
3. Opióides. 4. Analgesia. 5. Dor pós-operatória. 6. Ortopedia
veterinária. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina
Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.708960472

FERNANDA BARROS DOS SANTOS

**NEUROESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TRANSCUTÂNEA NO CONTROLE
DA DOR PÓS-OPERATÓRIA DE CÃES SUBMETIDOS A
PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS ORTOPÉDICOS DE MEMBROS
PÉLVICOS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA, 12 de dezembro de 2017.

Andréa Pacheco Batista Borges
(orientadora)

Lukiya Campos da Silva Favarato
(Co orientadora)

Fabício Lucieni Valente

Anna Paula Guimarães Faria Souza

Brunna Patrícia A. da Fonseca

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus por ter me colocado no lugar certo, na hora certa e com as pessoas certas. E por ter me mantido no caminho mesmo quando vários acontecimentos me tiraram do prumo.

Aos meus Pais, sem eles eu não seria ninguém, tudo, absolutamente tudo que eu sou hoje é reflexo de toda a dedicação e amor que eles me deram.

Aos meus Avós, maternos e paternos, que sempre estiveram ali, na retaguarda. Segurando a barra quando ela estava muito pesada, me proporcionando oportunidades quando as coisas estavam mais difíceis lá em casa.

Ao meu irmão, que mesmo muitas vezes em silêncio sempre esteve do meu lado para o que der e vier.

Aos meus mestres. Eu venho de uma família de educadores, e meu respeito pela profissão sempre foi enorme. Mas foram os mestres daqui Lukiya, Tatiana, Vanessa, Andréa, Fabrício, Ricardo entre tantos outros que fizeram com que eu me apaixonasse por esta profissão, e de querer no futuro conseguir chegar perto de ter todo o talento e dedicação que eles têm e demonstram todos os dias.

Aos meus amigos. Em viçosa construí uma família, são todos mais que amigos são família. Em alguns momentos muito mais presentes do que os parentes de sangue, afinal viçosa é longe de tudo! Cléo, Tati, Van, Rodrigo, Mariana Brettas e João, Pablo, Camila, Clarisse, Thiago, Vagner, Mariana, Luiza, Diogo, Aline, Fernanda, Natalia, Lívia, Juliana, Ivan, Jessica, Daiana, Tatiana, Edmara, Tamara, Pollyana e mais um monte de gente que sempre esteve do meu lado, seja nas bebedeiras, mas também nos perrengues da vida. Ao Lucas, em especial por todo apoio e companheirismo durante o experimento.

As minhas orientadoras Lukiya e Andréa, mais uma vez, pelo apoio e confiança.

Aos funcionários do DVT, Carmem, Maninha, Claudio e tantos outros que me aguentaram e me ajudaram todos esses anos e ao DVT, pela oportunidade. E a outras pessoas, próximas ou não que fizeram parte dessa jornada.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Representação esquemática dos momentos experimentais para coleta dos dados durante a execução do estudo.

FIGURA 2: Representação dos valores de mediana, 1º e 3º quartis, máximo e mínimo dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor de Glasgow modificada, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório.

FIGURA 3: Representação dos valores de mediana, 1º e 3º quartis, máximo e mínimo dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor da Universidade de Melbourne, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Escala de dor de Glasgow modificada (Murrel et al., 2008).

TABELA 2: Escala de dor da Universidade de Melbourne (Muir III, 2009).

TABELA 3: Média (\bar{x}) e desvio padrão (s) das intensidades utilizadas nas sessões de aplicação da TENS, ao longo dos 30 minutos, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) no pós-operatório. A partir de 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6).

TABELA 4: Medianas, 1º e 3º quartis dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor de Glasgow modificada, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6).

TABELA 5: Medianas, 1º e 3º quartis dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor da Universidade de Melbourne, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6).

TABELA 6: Tempos em minutos decorridos desde o fim do procedimento cirúrgico até a aplicação dos resgates analgésicos, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6)

RESUMO

SANTOS, Fernanda Barros, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa; dezembro de 2017. **Neuroestimulação elétrica transcutânea no controle da dor pós-operatória de cães submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membros pélvicos.** Orientadora: Andréa Pacheco Borges. Coorientadores: Lukiya Campos da Silva Favarato e Fabrício Luciani Valente.

Os procedimentos cirúrgicos ortopédicos geralmente não podem ser evitados, e mesmo com analgesia preempitiva é necessário controle efetivo da dor pós-operatória, uma vez que tais procedimentos têm potencial de gerar dor intensa, diretamente relacionada ao longo período de recuperação do paciente. A dor pós-operatória, quando não tratada de forma eficaz, torna-se patológica, podendo desencadear uma série de distúrbios, incluindo imunossupressão, alterações cardiovasculares e emaciação, atraso na cicatrização e na evolução para cura, tornando-se crônica. Os opioides são frequentemente utilizados no tratamento da dor pós-operatória de intensidade moderada a severa, em doses altas muitas vezes requeridas em pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas, o que favorece a instalação dos efeitos deletérios desta classe de nalgésicos. Nesse sentido, o uso de terapias multimodais e não farmacológicas vem ganhando destaque no sentido de aperfeiçoar a terapia analgésica e diminuir o uso dos mesmos, ou até como alternativa em pacientes para os quais restrições farmacológicas existam. Um destes meios é a Neuroestimulação Elétrica Transcutânea (TENS), técnica já utilizada com sucesso na medicina humana com eficácia comprovada, de fácil aplicação, não invasiva, sem contraindicações e financeiramente acessível. Este estudo foi desenvolvido para avaliar o controle da dor pós-operatória de 14 cães, de até 25 kg, submetidos a cirurgias ortopédicas em um dos membros pélvicos no Hospital Veterinário da UFV, mediante autorização dos proprietários. A medicação pré-anestésica foi morfina na dose de 0,3 mg/kg intramuscular, indução anestésica com propofol na dose de 4 a 6 mg/kg, seguida de manutenção com isoflurano e aplicação de bolus de 0,1 ml/kg de fentanil nos casos que se fizeram necessários. Ao final do procedimento cirúrgico, os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: GT que receberam sessões de TENS convencional próxima a ferida, baixa

intensidade e alta frequência de impulso elétrico (100Hz), com duração de 30 min, com intervalos de 90 min entre as sessões, e GC que receberam os eletrodos, entretanto o equipamento não foi ligado. Em todos os animais foi realizada avaliação de dor antes do procedimento cirúrgico, ao final do mesmo, assim que o animal retomou a consciência após anestesia, e a cada 120 minutos durante 11 horas. O avaliador não teve conhecimento do tratamento aplicado e utilizou duas escalas de dor: a “Escala de dor de Glasgow modificada” e a “Escala de dor da Universidade de Melbourne”. Nos casos em que o animal obteve um escore de dor, pela escala da Universidade de Melbourne acima de 33,3% da pontuação máxima que é de 27 pontos, foi realizada administração de morfina (0,3 mg/kg) intramuscular, respeitando o intervalo mínimo de 4 horas entre as aplicações. A pontuação em cada avaliação, o número de administrações adicionais de morfina pós-operatória e o tempo para a primeira aplicação foram comparadas entre os grupos. A analgesia da TENS, segundo as escalas de dor utilizadas para avaliação, se mostrou semelhante à da morfina, promovendo escores iguais ou menores aos encontrados no grupo tratado apenas com morfina. A probabilidade de haver resgates analgésicos no pós-operatório nos dois grupos foi semelhante, sugerindo um controle eficaz da dor pela aplicação de TENS. Conclui-se que a TENS foi capaz de promover analgesia pós-operatória eficaz e semelhante à da morfina, diminuindo o número de resgates analgésicos durante a avaliação.

ABSTRACT

SANTOS, Fernanda Barros, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa; December, 2017. **Transcutaneous electrical nerve stimulation in the control of postoperative pain of dogs submitted to orthopedic surgical procedures of pelvic limbs**. Adviser: Andréa Pacheco Borges. Co-advisers: Lukiya Campos da Silva Favarato and Fabrício Luciani Valente.

Orthopedic surgical procedures generally cannot be avoided, and even with preemptive anesthesia, effective control of postoperative pain is necessary, since such procedures have the potential to generate intense pain, directly related to the long recovery period of the patient. Postoperative pain, when left untreated, become pathological and may trigger a series of disorders, including immunosuppression, cardiovascular changes and emaciation, delayed healing and progression to cure, and becoming chronic. Opioids are often used in the treatment of postoperative pain of moderate to severe intensity, at high doses often required in patients undergoing orthopedic surgery, which favors the installation of the deleterious effects of this class of analgesics. In this sense, the use of multimodal and non-pharmacological therapies has gained prominence in the sense of improving analgesic therapy and diminishing their use, or even as an alternative for patients where pharmacological restrictions exist. One of these means is the Transcutaneous Electrical Nerve stimulation (TENS), a technique already successfully used in human medicine with proven efficacy, easy to apply, noninvasive, without contraindications and financially accessible. This study will evaluate the postoperative pain control of 14 dogs, up to 25 kg, submitted to orthopedic surgeries in one of the pelvic limbs at the Veterinary Hospital of the UFV, with authorization from the owners. The pre-anesthetic medication was intramuscular morphine 0.3 mg / kg, anesthetic induction with propofol at 4 to 6 mg / kg, followed by maintenance with isoflurane and bolus application of 0.1 ml / kg of fentanyl when necessary. At the end of the procedure, the animals were randomly divided into two groups: GT who received sessions of conventional TENS, low intensity and high electric pulse frequency (100Hz), with duration of 30 min, with intervals of 90 min between sessions, and GC that received the electrodes, however the equipment was not connected. All animals were evaluated for pain before the surgical procedure, at the end of the procedure, as soon as the animal

regained consciousness after anesthesia, and every 120 minutes for 11 hours. The evaluator was not aware of the treatment applied and used two pain scales: the modified Glasgow Pain Scale and the University of Melbourne Pain Scale. In the cases in which the animal obtained a pain score, by the University of Melbourne scale above 33.3% of the maximum score that is 27 points, administration of intramuscular morphine (0.3 mg / kg) was performed, respecting the minimum interval of 4 hours between applications. The score at each evaluation, the number of additional administrations of postoperative morphine and the time for the first application were compared between the groups. TENS analgesia, according to the pain scales used for evaluation, was similar to that of morphine, promoting scores equal to or lower than those found in the group treated with morphine only. The probability of postoperative analgesic rescues in the two groups was similar, suggesting an effective pain control by the application of TENS. Proving that TENS could promote effective and morphine-like postoperative analgesia, reducing the number of analgesic rescues during the evaluation.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Dor	2
2.2. Morfina	6
2.3 <i>Trancutaneous Eletrical Nerve Stimulation</i> - TENS	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Animais	12
3.2. Delineamento experimental	12
3.4. Liberação do paciente e recomendações	18
3.5. Análise estatística	19
4. RESULTADOSE DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
8. ANEXOS	32

1.INTRODUÇÃO

A dor é um mecanismo de proteção imprescindível para a sobrevivência, mas torna-se patológica quando o estímulo não é real ou quando ele não pode ser evitado. Nos casos cirúrgicos, sem tratamento adequado, a dor pós-operatória pode passar de um processo fisiológico para um estado patológico, onde a ativação do sistema neuroendócrino pode levar a consequências adversas como arritmias, diminuição do apetite, dificuldade de cicatrização, imunossupressão e aumento de consumo de oxigênio pelo miocárdio, comprometendo a evolução do paciente para a cura (Mastrocinque & Frazílio, 2011).

Os fármacos opioides são os mais utilizados para o controle da dor aguda e crônica, apresentando propriedades sedativas, hipnóticas e analgésicas (Fantoni& Godoi, 2012; Lamont& Mathews, 2014). A morfina é considerada o opioide de eleição para o controle da dor perioperatória da maioria dos procedimentos que geram dor de intensidade moderada a intensa em pequenos animais (Fantoni & Garofalo, 2011). Entretanto, seus efeitos colaterais em algumas situações superam seus benefícios, já que a mesma, produz depressão cardiovascular e respiratória, sendo a aplicação intravascular indutora de liberação de histamina, o que pode levar a hipotensão ou choque. Em cães, são comuns a sedação e a presença de miose, enquanto em felinos nota-se midríase e excitação. Pode provocar retenção urinária e aumentar a liberação de hormônio antidiurético. Efeitos mais pronunciados estão ligados ao uso crônico deste fármaco, como náuseas, vômitos e constipação(Otero, 2005; Guedes, et al., 2006; Koh, et al., 2014).

Uma alternativa a esse tratamento alopático é o alívio da dor pela eletroestimulação, técnica que vem sendo utilizada há muito tempo e se tornou popular após a publicação da “teoria das comportas” por Melzak e Wall em 1965 que elucidou o mecanismo de ação da neuroestimulação elétrica transcutânea (TENS) (Sluka & Walsh, 2003). ATENS é utilizada em pacientes humanos para promover analgesia pós-operatória, analgesia no trabalho de parto e para o tratamento de náuseas e vômitos no pós-operatório (Kerai, et al., 2014). Comprovadamente é uma terapia segura e, na maioria dos casos, livre de restrições ou efeitos colaterais(Robertson, 2011; Agnes, 2017).

Por estes motivos, visa-se por meio deste trabalho avaliar a magnitude de controle da dor pós-operatória de procedimentos cirúrgicos ortopédicos pela Neuroestimulação Elétrica Transcutânea TENS em cães.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dor

A dor, como foi definido pela ASP International Association for the Study of Pain, é uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada ou relacionada a lesão real ou potencial dos tecidos. Nos animais, Kitchell (1987) define a dor como uma experiência emocional e sensorial aversiva, que leva a ações motoras protetoras, resulta em abstinência aprendida e pode modificar as características do comportamento específicas para a espécie, inclusive o comportamento social.

A dor inclui componentes sensoriais responsáveis pela localização, duração, intensidade e componentes emocionais, relacionados à reação do indivíduo após a percepção. Em consequência dessas definições, todo mecanismo fisiológico que resulta em dor, é chamado de nocicepção, e para referir-se aos estímulos dolorosos e aos receptores e vias seria estímulos nociceptivos, nociceptores e vias nociceptivas (Pellegrino, 2005). A via nociceptiva engloba os nociceptores periféricos, as fibras nervosas periféricas, a medula espinhal e tronco cerebral, as vias espinhais e cerebrais e as áreas de processamento central do tronco cerebral, tanto no tálamo como no córtex e que, uma vez ativada por um determinado estímulo promove a percepção da sensação dolorosa (Kitchell, 1987; Willis & Coggeshall, 1991; Pellegrino, 2005).

Do ponto de vista anatômico e funcional, as estruturas responsáveis para a conexão de receptores sensitivos e efetores, são os nervos periféricos. Estes agrupam-se em nervos espinhais (coluna vertebral) e cranianos (cabeça). Os nervos são compostos por fibras nervosas, sensitivas (aférentes) e motoras (eferentes), com exceção de alguns nervos cranianos que apresentam apenas a divisão motora. Essas fibras são classificadas de acordo com a velocidade de condução e/ou seu diâmetro; sendo as fibras A-beta (mielínicas e com velocidade de condução alta) e C (amielínicas e com lenta condução) as responsáveis pelas sensações dolorosas e térmicas (Pellegrino, 2005).

A dor aguda e pontual é transmitida pelas fibras A-beta e a dor de “queimação”, difusa e de longa duração pelas fibras C (Willis, 1985). A dor aguda ou fisiológica é resultado de uma lesão traumática, instala-se repentinamente e tem curta duração, está associada a diversos estados patológicos e é obrigatória após intervenções cirúrgicas. Pode ser chamada de fisiológica pois é um sinal de alerta e defesa do organismo e normalmente responde a intervenção medicamentosa. A dor crônica ou patológica persiste por longos períodos e em alguns casos mesmo após a causa ter sido sanada, passando a ser uma síndrome de difícil controle (Kahvegian & Cardoso, 2012).

Anocicepção inicia com a transdução, que é a modificação do estímulo nociceptivo em sinais elétricos, que através das fibras nervosas periféricas serão levados até a medula espinhal, sendo que nos animais, as fibras A-beta correspondem a 10% dos nociceptores cutâneos e as fibras C a 70% (Bonica, 1990; Lamont *et al.*, 2000; Sakata, 2004; Teixeira, 2009). A transmissão ocorre a partir da chegada das fibras (A-beta e C) com seus respectivos estímulos à medula espinhal pelas raízes dorsais dos nervos espinhais que irão comunicar-se com lâminas específicas no interior da substância cinzenta (Lamont, 2008). A medula espinhal atua, não só como uma estação de conexão entre a periferia e centros superiores, estratos ascendentes, mas também como um local para a modulação do estímulo (Pellegrino, 2005).

A modulação do estímulo nociceptivo ocorre devido a participação de influências inibitórias e excitatórias, locais ou distantes (Fantoni & Mastrocinque, 2012). A teoria das comportas proposta por Melzack & Wall (1967) descreve essa interação através de estímulos não nocivos, como fricção da área ou estímulos elétricos, que chegariam primeiro a medula (fibras A-beta), inibindo as fibras C; o que fecharia o “portão da dor”, modulando a percepção. Outra maneira que o organismo tem para modular esse equilíbrio inibitório-excitatório é a liberação de neurotransmissores endógenos, que irão atuar nos receptores opioides, ativando a via descendente inibitória. As áreas envolvidas na inibição descendente incluem núcleo magno da rafe na medula ventral (RVM) e o periaquedutal da substância cinzenta (PAG). O PAG envia projeções à RVM, que por sua vez envia projeções para o corno dorsal da medula. A estimulação do PAG ou

RVM pelos opioides endógenos produz a inibição do núcleo do cornu dorsal, incluindo células do trato espinotalâmico (Fields & Basbaum, 1999; Sluka & Walsh, 2003; Kerai, et al., 2014).

Por fim, a percepção do estímulo acontece através da saída da informação processada e modulada do SNC para os órgãos efetores, como exemplo mais notável tem-se as alterações musculares esqueléticas e consequentemente os movimentos corporais (Pellegrino, 2005).

Por ser uma sensação ou experiência subjetiva, não existe um instrumento físico e objetivo que possa mensurar a dor. Na medicina veterinária, o paciente é avaliado pelo médico veterinário, que irá avaliar e classificar a experiência dolorosa (Flôr, et al., 2012). Para esse objetivo, utilizam-se diferentes tipos de escalas, sendo as multidimensionais mais completas. Estas incluem parâmetros fisiológicos, comportamentais e contextuais; no caso de seres humanos autorregistros também são considerados (Flôr, et al., 2012). Um exemplo é a escala de dor da Universidade de Melbourne (EDUM), que avalia o paciente de acordo com observações comportamentais e parâmetros fisiológicos, que limitam a interpretação e a propensão dos observadores sendo considerada mais sensível. Em contraponto pode não ser sensível o suficiente para mudanças muito sutis, principalmente em avaliações periódicas (Mich & Hellyer, 2009; Flôr, et al., 2012). A escala de dor de Medida Composta de Glasgow avalia sinais comportamentais específicos, utilizando uma nomenclatura simples, limitando ao observador definir a ausência ou presença de um comportamento que reflita a presença da dor (Flôr et al., 2012).

Murrel *et al.* (2008), propuseram ainda uma modificação da escala de Glasgow que garantiu a distinção entre diferentes severidades da dor, sendo chamada de Escala de dor de Glasgow modificada.

A dor pós-operatória tem a vantagem de poder ser prevenida antes da sua instauração, por meio de uma anestesia/analgesia balanceada durante o ato cirúrgico. Entretanto, esse período coincide com a maior amplitude de dor. Uma vez que, os resquícios dos medicamentos usados no transoperatório ainda estão agindo, geralmente utiliza-se um “resgate analgésico”, que consiste em aplicar uma dose intermediária do mesmo medicamento previamente utilizado (Otero, 2005). Os opioides são os fármacos mais

utilizados e de eleição para o controle da dor em pequenos animais, mas os mesmos não são livres de efeitos colaterais (Fantoni & Garofalo, 2012).

Os meios físicos, são materiais ou ações empregadas para obter ou estimular uma resposta fisiológica no organismo e desencadeiam um efeito terapêutico (Agnes, 2013), sendo considerados uma alternativa ao controle de dor medicamentoso e na maioria das vezes usados em combinação com o meio farmacológico. Os métodos fisioterápicos usam de agentes físicos não ionizantes que atuam indiretamente nos tecidos promovendo uma resposta biológica a nível bioquímico e celular, que irá atuar nos mecanismos fisiológicos de controle da dor. Esses agentes físicos se referem à aplicação de calor ou frio, massoterapia, acupuntura, hidroterapia, eletroterapia entre outros. As vantagens desses métodos são a ausência na maioria das vezes, de contraindicações, beneficiando paciente jovens, idosos ou com alguma alteração sistêmica que impossibilite o uso de medicamentos (Sterin & Gallego, 2005; Ferreira & Beleza, 2007; Hayashi & Dias, 2012).

O entendimento dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos no processamento dos estímulos dolorosos permite a intervenção em diferentes pontos da nocicepção (Hamill, 1994). A prontidão em conferir alívio da dor deve ser encarada como rotina na veterinária, existindo indícios de que a supressão da dor seja benéfica não só para evitar a dor crônica, mas como manutenção da sanidade, auxílio na recuperação e à qualidade de vida dos pacientes e conseqüentemente de seus tutores (Lorenz & Kornegay, 2006).

2.2. Morfina

Atualmente, os fármacos opioides são os mais utilizados para o controle da dor aguda e crônica, apresentando propriedades sedativas, hipnóticas e analgésicas. A esta classe, pertencem todos os compostos químicos derivados do extrato purificado de uma espécie de papoula (ópio), sintéticos ou não (Fantoni & Godoi, 2012; Lamont & Mathews, 2014). A escolha dentre deles depende da intensidade da dor, estado de saúde do paciente, duração do procedimento e tempo de ação do fármaco (Fantoni & Garofalo, 2011, Saliba, 2011). A morfina é considerada o opioide de eleição para o controle da dor perioperatória da maioria dos procedimentos que geram dor de moderada a intensa em pequenos animais (Fantoni & Garofalo, 2011).

A morfina é um opioide natural, que atua em receptores opioides μ (μ), κ (kappa) e δ (delta) plenamente. Possui uma boa absorção através de aplicação subcutânea e intramuscular, sendo que a aplicação intravenosa potencializa os efeitos adversos. Porém, a absorção oral é limitada devido a sua primeira passagem pelo fígado, apresentando uma biodisponibilidade de 25 a 30% em relação a dose inicial administrada. Sua metabolização envolve a conjugação com ácido glicurônico formando dois metabólitos principais, no fígado (Paddleford, 1999). A biotransformação e a eliminação ocorrem nos rins, através da filtração glomerular (Guedes, et al., 2006; Papich, 2000; Smith, 2009; Fantoni & Garofalo, 2011). A latência deste fármaco pode chegar a 30 minutos e tem-se uma meia vida de 1 a 2 horas em cães, mas a sua eliminação no líquido cefalorraquidiano é mais lenta do que a plasmática, podendo prolongar sua posologia para intervalos de 4 em 4 horas (Otero, 2005).

A ação deste fármaco acontece pela atuação principal em receptores μ , sendo esses os responsáveis pela maioria dos efeitos analgésicos e adversos (Kieffer, 1999). Os opioides, de maneira geral, agem nas estruturas supra espinhais, em receptores pré e pós-sinápticos no corno dorsal da medula espinhal (Mastrocinque & Fantoni, 2005), fechando os canais de Ca^{2+} voltagem-dependentes nas terminações pré-sinápticas, reduzindo o influxo desse íon nos neurônios, diminuindo a liberação de neurotransmissores e culminando na inibição do potencial de ação. Nos neurônios pós-sinápticos, a morfina causa hiperpolarização devido a abertura dos canais de íon K^+ , inibindo as vias nociceptivas ascendentes (Inturrisi, 2002; Schumacher, 2006). Um terceiro mecanismo seria a regulação das vias nociceptivas inibitórias descendentes supra espinhais, no periaqueduto da medula cinzenta (Fields & Basbaum, 1999; Sluka & Walsh, 2003; Kerai, et al., 2014).

As contraindicações e efeitos adversos da morfina relacionam-se com a depressão cardiovascular e respiratória, sendo a aplicação intravascular indutora de liberação de histamina o que pode levar a hipotensão ou choque. O vômito ocorre geralmente em animais que estejam sem jejum ou que não estejam em quadro de dor aguda. Em cães, são comuns a sedação e a presença de miose, enquanto em felinos nota-se midríase e excitação. Pode provocar retenção urinária e aumentar a liberação de hormônio antidiurético,

restringindo seu uso em animais nefropatas e em uremia. Efeitos mais pronunciados estão ligados ao uso crônico deste fármaco, como náuseas, vômitos e constipação(Otero, 2005; Guedes, et al., 2006, Koh, et al., 2014).

2.3 Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation - TENS

A sigla TENS, que, em português, significa neuroestimulação elétrica transcutânea, é a denominação da técnica de uso clínico não invasivo que proporciona alívio de dores multifatoriais agudas e crônicas (Tribioli, 2003). O uso da eletricidade com fins terapêuticos é datado de aproximadamente 130 a.C. quando Galeno fez menção ao tratamento das dores causadas pela gota, utilizando descargas elétricas produzidas por algumas espécies de peixes e arraias (Robertson, 2011; Agnes, 2017). O retorno decisivo ao uso da eletroanalgesia ocorreu com técnicas de implantação de eletrodos em diferentes regiões do cérebro e medula espinhal por cirurgiões americanos, assim como pelas teorias de Melzack & Wall (1967) sobre os mecanismos da dor (Agnes, 2017).

Foi a partir da década de 90 que surgiram os primeiros eletroestimuladores profissionais, com diferentes opções de estímulos elétricos (Robertson, 2011; Agnes, 2017). Seguindo a evolução tecnológica, Kaye & Brandstater (2002) descreveram o aparelho atual como simples e programável, que produz sequências de estímulos elétricos com variáveis picos de intensidade, diferentes taxas de pulso e largura destes pulsos. A forma de onda preferida é a bifásica, uma vez que, a mesma evita os efeitos eletrolíticos e iontoforéticos da onda unidirecional, ou seja, os possíveis danos teciduais (Agnes, 2017).

Na rotina clínica, a TENS é aplicada em diferentes frequências, intensidades e duração de pulso de estimulação que são selecionados de acordo com o objetivo a ser alcançado pela terapia (Sluka & Walsh, 2003). A TENS convencional com frequência variando de 40-150 Hz, sendo a faixa de 90 a 130 a ideal, é ajustada com intensidade baixa (10-30 mA) e com pulsos de curta duração, ideal nos casos de dores agudas, sendo utilizada, com o objetivo de estimulação apenas sensorial, promovendo uma sensação de formigamento (parestesia forte) e com a função de fechar o “portão da dor” (Kaye & Brandstater, 2002, Agnes, 2017). Para se estabelecer esse efeito, o ideal é diminuir a duração do pulso ao mínimo que o aparelho permitir (20 a

50 μ s), além de aumentar a intensidade até o ponto de formigamento (sem contração muscular) por um período mais longo (30 min), para que haja liberação do neurotransmissor GABA (Agnes, 2017).

Na TENS no modo acupuntura (1-10 Hz) a intensidade é alta, ou seja, no nível máximo que o paciente conseguir suportar, e com duração maior, sendo que nesta modalidade observam-se contrações musculares, podendo ser usada para analgesia e ganho de massa muscular, por estimular inervações motoras e sensoriais. Por fim, tem-se o modo “burst” ou pulsada que utiliza estímulos de baixa intensidade disparados em rajadas de alta frequência, que na maioria das vezes substitui o modo acupuntura por gerar menos acomodamento. As explosões (burst) recorrentes descarregam a 1-8 Hz, e a frequência de impulsos dentro de cada rajada é de 80-100 Hz, sendo mais indicada nas dores crônicas e em músculos com contraturas (Kaye & Brandstater, 2002; Agnes, 2017).

A estimulação elétrica é transferida através dos eletrodos que são posicionados na pele do paciente. Os mais usados atualmente são os de borracha condutora flexível, à base de carbono ou eletrodos descartáveis autoadesivos, sendo necessário o uso de gel condutor para evitar queimaduras, no caso dos reutilizáveis (Tribioli, 2003). O tamanho dos eletrodos também é uma variável importante, de modo geral quanto maior, melhor; eletrodos maiores proporcionam uma estimulação mais confortável. Pensando em estimulações sensoriais para o controle de dor, um maior nível de estimulação é conseguido com um eletrodo que consiga abranger uma grande área. O posicionamento também é de extrema importância, sendo o método bipolar (coplanar) o de escolha nos casos de estimulação sensorial para controle de dor. Esse posicionamento combinado com eletrodos de maior tamanho possível, garante uma maior quantidade de fibras sensoriais aferentes estimuladas e diminui o risco de estimulação motora (Alon, et al., 1994; Robertson, 2011).

Ação analgésica da TENS é explicada em duas teorias, entretanto nenhuma das duas está completamente elucidada (Sluka & Walsh, 2003). A primeira é a teoria da comporta ou do portão, proposta por Melzack & Wall em 1967, que funcionaria nos casos da aplicação da TENS convencional, devido à alta intensidade do impulso. Tal teoria admite existir no corno dorsal da

medula espinhal um mecanismo neural que se comporta como portão, que controla a passagem dos impulsos nervosos desde as fibras periféricas até SNC através da medula. A dor é transmitida pelas fibras nervosas finas (A-delta e C), que possuem pouca ou nenhuma bainha de mielina, por esse motivo, sua transmissão à substância gelatinosa e ao tálamo é mais lenta. A TENS estimula as fibras de diâmetro grosso (Alfa e A-beta), ricas em bainha de mielina e por consequência transmitem o impulso nervoso ao tálamo com maior rapidez, bloqueando os impulsos dolorosos e originando o fechamento do “portão” pela liberação do GABA. “Portão” esse que em circunstâncias normais permanece aberto, ou seja, ocorre uma competição entre o estímulo doloroso e o estímulo elétrico, não doloroso, que estimula a liberação do neurotransmissor inibidor e impede a percepção de dor (Botey & Rodriguez, 2005; Agnes, 2013).

Nos casos da aplicação da TENS de baixa frequência (acupuntura), a terapia acelera a liberação central de encefalina e β endorfina e a TENS de alta frequência em modo “burst” ativa e induz a liberação de dinorfina. Estes neurotransmissores por sua vez, ativam a via periaquedutal da substância cinzenta (PAG) (Kerai, et al., 2014). Por esse outro mecanismo ocorre a ativação da via descendente inibitória, através da liberação de opioides endógenos (Sluka & Walsh, 2003), e as áreas envolvidas na inibição descendente incluem núcleo magno da rafe na medula ventral (RVM) e o PAG. O PAG envia projeções à RVM, que por sua vez enviam projeções para o corno dorsal da medula. A estimulação do PAG ou RVM pelos opioides endógenos produz uma inibição do núcleo do corno dorsal incluindo células do trato espinotalâmico (Fields & Basbaum, 1999). Pacientes com dor crônica são os mais beneficiados por esta técnica por se encontrarem normalmente em hiperatividade do sistema de endorfinas e/ou consumo aumentado das mesmas (Agnes,2017).

O uso da TENS para controle de dor já foi assunto de diversos trabalhos e pesquisas na espécie humana (Bjordal,et al., 2003;Osiri, et al., 2007; Lima, et al., 2014). Mas a real efetividade na maioria dos casos não foi bem elucidada, já que as metodologias desses estudos diferem muito, assim como a dúvida do efeito placebo que a própria sugestão do uso da terapia gera nos pacientes humanos (Sluka& Walsh, 2003; Kerai,et al., 2014).

Entretanto, existem trabalhos confirmando o uso da TENS como terapia analgésica adjuvante e conseqüentemente redução de consumo de opioides (Ferreira & Beleza, 2007;Ello & Kuwornu, 2014). Frampton (1982)e(1994) propôs que quando o quadro de dor existe, a recomendação é que se faça a eletroanalgesia de forma sistemática em sessões sucessivas, podendo inclusive ser repetida mais de uma vez por dia, pois este intervalo sugere um aumento na eficácia. Essa recomendação corrobora com achados que a analgesia é imediata ou após dez minutos de aplicação na TENS convencional, e que o seu efeito perdura de 20 a 30 minutos até duas horas, razão pela qual este método é preferencialmente aplicado no tratamento de dores agudas(Lopez,2016).

Alguns trabalhos laboratoriais e clínicos mostram que a analgesia pela TENS é máxima quando o aparelho está ligado, e independe de qual modo da TENS (Johnson et al., 1991; Woolf e Thompson, 1994;Fishbain, et al., 1996; Walsh, 1997). Corroborando com dados de que os usuários de TENS de longa data administram a TENS convencional continuamente, para obterem a analgesia adequada (Nash, et al, 1990; Johson et al., 1991; Fishbain et al., 1996; Chabal, et al., 1998)É relatado também a ocorrência de analgesia pós-estimulação em alguns pacientes justificada pela depressão prolongada e ativação de vias descendentes inibidoras da dor (Kitchen, 2003). Os relatos da duração desses efeitos pós-estimulação variam de 18 horas (Augustinsson, Carlsson e Pellettieri, 1976) a 2 horas (Johnson et al., 1991), é possível que essas discrepâncias nos achados e as expectativas do paciente quanto aos efeitos do tratamento possam contribuir de alguma forma nesses relatos (Kitchen, 2003).

A TENS é uma terapia segura, entretanto, em algumas situações,não deve ser indicada a fim de evitar complicações, tais como, portadores de marca-passo, cardiopatas, epiléticos sem tratamento e gestantes durante o primeiro trimestre (Kitchen, 2003). As regiões a serem evitadas são as regiões carótídeas, boca, pele com solução de continuidade, abdômen durante a gestação e sobre as pálpebras (Ferreira & Beleza, 2007). Sugere-se que a aplicação nos casos de ferida cirúrgica seja feita próxima ao local dessa ferida, mas não em cima da mesma (Agnes,2017).

Em animais, as pesquisas são escassas, principalmente no tratamento da dor pós-operatória. Os trabalhos existentes avaliam o potencial analgésico da TENS, em procedimentos cirúrgicos, no módulo acupuntura durante o período transoperatório como técnica única ou adjuvante em procedimentos anestésicos (Groppetti, et al., 2011; Cassu, et al., 2012,), assim como para o controle da dor crônica ligada a doenças do disco intervertebral (Hayashi, et al., 2007).

Baseando-se nas características da TENS, uma utilização bem-sucedida em animais com dor aguda pós-cirúrgica seria a aplicação da TENS convencional já que o mesmo não provoca incômodo devido a sua baixa intensidade, é de fácil execução, não tem efeitos colaterais e contraindicações significativos e principalmente por que o efeito placebo provavelmente não ocorrerá (Sluka & Walsh, 2003; Ferreira & Beleza, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esse projeto de pesquisa foi submetido à Comissão de Ética para Uso de Animais (CEUA) da UFV e aprovado sob o protocolo N° 53/2016.

3.1. Animais

Foram utilizados 14 cães sem predileções por raça ou sexo, com afecções ortopédicas no membro pélvico, com indicação de osteossíntese ou reconstrução de ligamento redondo, assim como reconstruções de ligamentos cruzados e correções de luxação de patela e colocefalectomias, que passaram por procedimentos cirúrgicos ortopédicos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os animais foram selecionados de modo a se enquadrarem na classificação de ASA I ou II, conforme a *American Society of Anesthesiologists*, afim de utilizar animais sem afecções concomitantes ou que pudessem ser excluídos do trabalho devido a complicações. Além disso, todos os animais passaram por avaliação hematológica, assim como dos parâmetros bioquímicos de ureia, creatinina, glicose, aspartato amino transferase (AST), alanina amino transferase (ALT) e fosfatase alcalina. As avaliações radiográficas foram realizadas sempre que necessárias.

Os animais foram incluídos no estudo após o consentimento dos proprietários, conforme termo de autorização (Anexo 1).

3.2. Delineamento experimental

Os animais foram submetidos a jejum alimentar e hídrico de no mínimo 8 horas, e antes do início dos procedimentos anestésicos os mesmos foram acomodados em baias individuais, em ambiente tranquilo, mas sem controle de temperatura por no mínimo 15 minutos. As características comportamentais dos animais foram observadas, assim como foi avaliado o escore de dor basal por meio da “Escala de dor de Glasgow modificada” (Murrell *et al.*, 2008) (tabela 1) e da “Escala de dor da Universidade de Melbourne” (Muir, 2009) (tabela 2) por um único avaliador.

Após a avaliação basal, os animais foram pesados e realizou-se a tricotomia de um dos membros torácicos (variando de acordo com a posição necessária para a cirurgia) para acesso venoso e na região do acesso cirúrgico de acordo com o procedimento a ser realizado, com amplitude suficiente para aplicação dos eletrodos para a TENS.

Dando continuidade às preparações anestésicas, foi aplicada morfina¹ na dose de 0,3 mg/kg intramuscular, realizada cateterização da veia cefálica, para administração da solução de ringer lactato na velocidade de 10 ml/kg/h e indução anestésica com propofol² por via intravenosa (IV) na dose de 4-6 mg/kg após 15 minutos da aplicação da morfina. Os animais foram posicionados no decúbito adequado ao procedimento cirúrgico, intubados e mantidos em anestesia com isoflurano³ na concentração adequada à manutenção do plano anestésico cirúrgico.

Após a instauração da anestesia foram administrados bolus de fentanil⁴ de 0,1 ml/kg IV, nos casos onde os parâmetros vitais e neuromusculares evidenciaram dor.

Imediatamente após o término de cada procedimento, o animal foi colocado aleatoriamente em um dos dois grupos; ao final do estudo os dois grupos tiveram número equivalente de animais. O grupo que recebeu 5 sessões de TENS convencional com duração de 30 min, e intervalos de 90

¹ Sulfato de morfina 1% - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² PROPOVAN 1% - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³ ISOFLURANO 100 ml – Instituto Biochimico Ind. Faem. LTDA., Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Fentanil 0,05mg/ml - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos, Belo Horizonte, MG, Brasil.

minutos entre as sessões denominado grupo tratado (GT) e o grupo controle (GC) que recebeu os eletrodos nas mesmas posições que em GT, porém o equipamento não foi ligado.

As sessões do TENS foram realizadas por um veterinário devidamente capacitado, mediante aplicação de pelo menos 1 par de eletrodos (dependendo do porte do paciente), situados em ambos os lados da ferida cirúrgica em posição co-planar, de acordo com cada procedimento e porte do animal. Foram utilizados os maiores eletrodos possíveis de acordo com a região e porte do animal, fixados com esparadrapo quando necessário sem padronizações, variado de animal para animal. O aparelho NEURODYN II, número de série 0248670049 e calibrações vindas de fábrica ⁵ foi ajustado a uma frequência de 100 Hz, pulso de 50 milissegundos e intensidade baixa variando de 5 a 35 mA, ajustado de acordo com a resposta do paciente (o modo VIF não foi acionado). Durante as aplicações da TENS depois dos animais receberem os eletrodos, as intensidades de aplicação, foram iniciadas sempre com 5 mA, para que não houvesse incomodo ou recusa do animal, já que aplicação foi feita no pós-operatório imediato e o paciente geralmente apresentava dor ao ser tocado na ferida cirúrgica. A intensidade foi aumentada de 5 ou 10 mA em intervalos de 5 minutos primeiramente e depois de 10 em 10 minutos até completarem os 30 minutos de aplicação, de acordo com a resposta do animal (tentativas de mordedura do local da ferida ou dos eletrodos, mudança constante de decúbito, aumento de frequências respiratória e/ou cardíaca, dilatação da pupila e vocalizações foram consideradas respostas representativas de um incomodo doloroso e não suportável).

Essa metodologia foi escolhida, visando o aumento gradativo da intensidade, minimizando a ocorrência de desconforto ou contrações de grandes grupos musculares, para abranger uma maior área de inervações sensitivas aferentes próximas a ferida, assim como para evitar acomodação do paciente.

3.3. Avaliação da dor pós-operatória, momentos de avaliação e analgesia complementar

⁵ Neurodyn II Neuromuscular Stimulator – IBRAMED Industria Brasileira de Equipamentos, Médicos EIRELI, Amparo, SP, Brasil.

Em todos os animais, foi realizada avaliação de dor com a utilização de duas escalas: “Escala de dor de Glasgow modificada” (Murrel *et al.*, 2008) (Tabela 1) e “Escala de dor da Universidade de Melbourne” (Muir, 2009) (Tabela 2). O uso das duas escalas ajuda a diminuir os nuances de resultado que ambas podem apresentar, a escolha de se realizar o resgate baseando-se na Escada da Universidade de Melbourne baseia-se no fato de a mesma possuir observações comportamentais, que limitam a interpretação e a propensão do observador, sendo considerada mais sensível (Mich & Hellyer, 2009).

A avaliação de dor foi realizada em cada animal separadamente, por um único avaliador, antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 11 horas (T2 a T6) (figura 1). O avaliador não teve conhecimento do grupo ao qual o animal pertenceu.

Os animais de ambos os grupos, que alcançavam escores de dor superior a 9 dos 27 pontos da “Escala de dor da Universidade de Melbourne” (Muir, 2009), 33,3% da pontuação máxima, receberam morfina na dose de 0,3 mg/kg, IM com objetivo de complementar a analgesia. Os animais pertencentes ao grupo GT que necessitaram de resgate analgésico para complementação da analgesia não foram realocados, e permaneceram no mesmo grupo até o fim da avaliação. Assim como os escores de dor, o número de administrações de morfina (resgates analgésicos) e o tempo para a primeira administração foram avaliados.

Tabela 1: Escala de dor de Glasgow modificada (Murrel et al., 2008)

	Parâmetros	Critério	Peso
Do lado de fora do canil, olhe para o cão e responda as seguintes questões:	Postura	Rígido: o animal se encontra em decúbito lateral, com pernas estendidas ou parcialmente estendidas em posição fixa	1,20
		Corcunda: animal se encontra em posição quadrupedal, com o dorso convexo, abdome retraído; ou com o dorso côncavo e as articulações escapulo-umerais em plano mais baixos que os membros pélvicos	1,13
		Normal: o animal pode estar em qualquer posição, aparenta-se confortável e com seus músculos relaxados	0,00
	Vocalização	Chora: uma extensão do ruído caracterizado por gemido, porém mais alto e com a boca aberta	0,83
		Geme: som agudo e de curta duração emitido com a boca frequentemente fechada	0,92
		Grita/Berra: som agudo e contínuo, emitido com a boca inteiramente aberta; o animal parece estar inconsolável	1,75
		Não vocaliza	0,00
	Atenção à ferida cirúrgica	Mordendo: aplica a boca e os dentes sobre a ferida cirúrgica, puxa os pontos	1,40
		Lambendo: usa a língua para atingir a ferida cirúrgica	0,94
		Olhando: desvia a cabeça em direção à ferida cirúrgica	
Esfregando: usa a pata ou o chão do canil para atingir a ferida cirúrgica			
	Ignorando: não presta atenção na ferida cirúrgica	0,00	
Mobilidade	Recusa-se a mover	1,56	
	Rígido, duro, inflexível: andar afetado/alterado, também levanta ou senta lentamente, pode ser relutante a se mover	1,17	
	Lento ou relutante para levantar e sentar: se levanta ou senta lentamente, mas o andar não está afetado/alterado	0,87	
	Claudicando: andar irregular, distribui desigualmente o peso quando anda	1,46	
	Normal: levanta e deita sem alterações	0,00	
Abra a porta do canil e chame o cão pelo nome. Encoraje o animal a vir até você. Após analisar a reação do animal à sua presença, acesse essas características:	Resposta ao toque	Chora: resposta vocal curta	1,37
		Olha para área afetada e abre a boca, emite som breve/curto	
		Foge/tira o corpo fora: numa tentativa de impedir que a área afetada seja tocada	0,81
		Tenta morder o observador antes ou em resposta ao toque	1,38
		Rosna: emite som baixo e prolongado de advertência antes ou em resposta ao toque	1,12
		Guarda: impede ou minimiza a pressão na ferida encolhendo-se, curvando-se, protegendo a ferida/ pode tencionar a musculatura diante do estímulo	
Não reage: aceita a pressão firme sobre a área afetada sem reações mencionadas	0,00		

Finalmente, dê sua impressão sobre o comportamento e o conforto:	Comportamen -to	Agressivo: boca aberta ou lábios retraídos mostrando os dentes, grunhindo, rosnando, tentando morder ou latindo	1,22
		Deprimido: entorpecido, não responsivo, se mostra relutante ao interagir	
		Nervoso: os olhos se movem constantemente, movimentos frequentes de cabeça e corpo	1,13
		Ansioso: expressão de preocupado/inquieto/aflito, olhos abertos com a esclera à mostra, testa franzida	
		Medroso: animal encolhe-se, guardando o corpo e a cabeça	
		Quieto: permanece imóvel, não emite ruídos, olha quando fala com ele, mas não responde	0,87
		Indiferente: não responde a sons e ao observador	
		Contente: interessado nos sons interage com o observador, responsivo e alerta	0,08
		Saltitante: abana a cauda, pula no canil, vocaliza alegremente com frequência e emite ruídos excitatórios	
		Conforto	Desconfortável: o animal muda constantemente de posição ou desloca constantemente partes do corpo; anda em círculo, demonstra impaciência
	Confortável: o animal se encontra descansado e relaxado, há ausência de resposta aversiva ou posição corpórea anormal; está calmo/paciente, permanece na mesma posição facilmente	0,00	

O escore total mínimo possível é zero e o escore de dor máximo possível é 10 pontos.

Tabela 2: Escala de dor da Universidade de Melbourne (Muir, 2009)

Categoria	Descritor	Escore
1-Dados fisiológicos		
a.	Dados fisiológicos dentro da margem de referência	0
b.	Pupilas dilatadas	2
c. Escolha somente uma.	Aumento percentual da frequência cardíaca em relação à taxa pré-procedimento	
	>20%	1
	>50%	2
	>100%	3
d. Escolha somente uma	Aumento percentual da frequência respiratória em relação à taxa pré-procedimento	
	>20%	1
	>50%	2
	>100%	3
e.	Temperatura retal excede a margem de referência	1
f.	Salivação	2
2. Resposta à palpação (escolha somente uma)	Sem alteração do comportamento pré-procedimento	0
	Protege-se/Reage*quando tocado	2
	Protege-se/Reage*antes de ser tocado	3

3. Atividade	Em repouso:	
	Dormindo	0
	Semiconsciente	0
	Acordado	1
	Comendo	0
	Inquieto (movimenta-se continuamente, levantando e baixando).	2
	Rolando, movimentando-se violentamente.	3
4. Estado Mental	Submisso	0
	Abertamente amigável	1
	Cauteloso	2
	Agressivo	3
5. Postura		
a.	Guarda ou protege a área afetada (inclui posição fetal)	2
b. escolha uma	Decúbito lateral	0
	Decúbito esternal	1
b. Escolha uma	Sentado ou em estação, cabeça para cima.	1
	Em estação, cabeça para baixo.	2
	Movimentando-se	1
	Postura anormal (Ex: posição de oração ou com dorso curvado)	2
6. Vocalização#	Nenhuma vocalização	0
Escolha uma	Vocaliza quando tocado	2
	Vocaliza intermitente	2
	Vocalização contínua	3
O escore total mínimo possível é 0 e o escore de dor máximo é 27 pontos.		

3.4. Liberação do paciente e recomendações

Os animais foram liberados após o momento T6 da avaliação pós-operatória. Foi prescrito tramadol⁶ na dose de 6 mg/kg, a cada 8 horas de 3 a 5 dias, os anti-inflamatórios e outras medicações pertinentes em cada caso, assim como os cuidados pós-operatórios. O tempo de reavaliação e retirada dos pontos foi prescrito de acordo com as recomendações do cirurgião.

Pré-operatório	11 horas de Pós-operatório						
30 min antes do procedimento							
BASAL (T0)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Sessões da TENS*		1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão	5ª sessão	

Figura 1: Representação esquemática dos momentos experimentais para coleta dos dados durante a execução do estudo. * sessões de TENS sempre 30 minutos antes das avaliações.

⁶Tramadol 5% - - Hipolabor Farmacêutica LTDA., Sabará, MG, Brasil.

3.5. Análise estatística

Para a análise dos escores de dor e número de resgate analgésico ao longo do tempo dentro do mesmo tratamento; foi realizado o teste de Friedman e havendo diferença, foi aplicado o teste de Student-Newman-Keuls. Para a comparação entre tratamentos, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Todos os testes foram realizados por meio do programa estatístico SigmaPlot 12.0, sendo adotado o grau de significância de 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com relação ao método de utilização da TENS no controle de dor aguda, nesse estudo utilizou-se valores de intensidade de aplicação da TENS baseados nas recomendações de Kitchen, (2003) e Agnes (2017), com o objetivo de evitar o acomodamento e chegar perto do limiar de incomodo; ou seja, mantendo a estimulação sensitiva, promovendo parestesia forte (formigamento), sem causar dor e com a função de fechar o “portão da dor” (Kaye & Brandstater, 2002; Agnes, 2017).

Algumas intercorrências ocorreram durante as sessões, principalmente nos primeiros momentos de aplicação da TENS, onde os animais manifestaram desconforto com o decúbito e a aplicação dos eletrodos, o que demandou alguns minutos de contenção física leve. Com o início da aplicação da TENS foi possível observar o relaxamento do animal e alguns pacientes chegavam a dormir.

Os valores de intensidade máximos permitidos por cada paciente (figura 2), corroboram com os utilizados em estudos com humanos, que descrevem que o estímulo deve ser forte e tolerável e/ou acima de 15 mA para produzir analgesia, sendo que na maioria dos pacientes o valor máximo tolerável é de 30mA (Bjordal, 2003; Kerai *et al.*, 2014), intensidade semelhante a utilizada em alguns animais do presente estudo. Os animais submetidos à TENS neste estudo, permitiram o uso de intensidade máxima entre 20 e 25 mA, já que acima desse valor os animais manifestavam tentativas de mordedura do local da ferida ou dos eletrodos, mudança constante de decúbito, aumento de frequências respiratória e/ou cardíaca, dilatação da pupila e vocalização, interpretadas como demonstração de incomodo e ainda em alguns casos a contração muscular leve no local da aplicação.

Tabela 3: Média (\bar{x}) e desvio padrão (s) das intensidades utilizadas nas sessões de aplicação da TENS, ao longo dos 30 minutos, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) no pós-operatório. A partir de 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6).

Tempo	Intensidades permitidas pelos animais (mA)	
	\bar{x}	s
5'	5,45	1,45
5'	12,12	2,8
10'	18,48	3,64
10'	23,38	4,16

No presente estudo, pelo fato de que todos os pacientes avaliados apresentavam alguma afecção ortopédica, com indicação de intervenção cirúrgica, eles obtiveram pontuação entre x e y nas tabelas de avaliação de dor, na avaliação basal (T0). Sendo assim, pode-se inferir que todos apresentavam dor, ainda que discreta, antes do procedimento cirúrgico.

Não houve diferença entre os escores de dor obtidos nos dois grupos experimentais (GT ou GC), tanto na EDUM como na escala de dor de Glasgow em nenhum momento de avaliação, conforme resultados apresentados nas tabelas 4 e 5, que permite sugerir que a eficácia no controle da dor promovida pela morfina e pela TENS foram semelhantes. Pelo ineditismo, não foi possível discutir os resultados obtidos com outro estudo que proponha o uso da TENS no controle analgésico em cães. Os resultados obtidos permitem corroborar com os de Li (2017), que avaliou o controle de dor da TENS em humanos, no pós-operatório de cirurgia ortopédica de joelho utilizando uma metodologia semelhante a do presente trabalho com Gakiya, et al. (2011) e Santos (2015) que compararam a eficácia analgésica promovida pela eletroacupuntura ou morfina no pós-operatório de cães.

Diferentemente do GC, os animais do grupo GT apresentaram redução dos escores de dor nas avaliações após o início da aplicação da TENS (Tabelas 4 e 5). Na avaliação pela escala Glasgow modificada, a redução no escores de dor ocorreu a partir de T3 (5 horas após o fim do procedimento) e os escores obtidos de T3 a T6 foram iguais aos valores basais (Tabela 4 e Figura 2).

Tabela4: Medianas, 1° e 3° quartis dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor de Glasgow modificada, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6)

Tempos		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
GT	Mediana	1,94Ab	3,4Aa	4,06Aa	2,81Ab	2,35Ab	2,33Ab	2,35Ab
	1° quartil	0,08	3,14	2,35	2,35	2,35	0,87	0,87
	3° quartil	2,35	3,52	5,16	3,24	3,14	3,14	3,42
GC	Mediana	1,54Aa	3,4Aa	3,8Aa	3,4Aa	3,8Aa	3,14Aa	3,81Aa
	1° quartil	1,54	3,16	3,5	2,35	2,35	2,33	2,35
	3° quartil	2,59	4,55	4,53	4,37	3,97	3,97	4,07

Medianas seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si, segundo Mann – Whitney. Medianas seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo o teste de Friedman ($p < 0,05$). Medianas seguidas de letras diferentes minúsculas diferem entre si segundo o teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$).

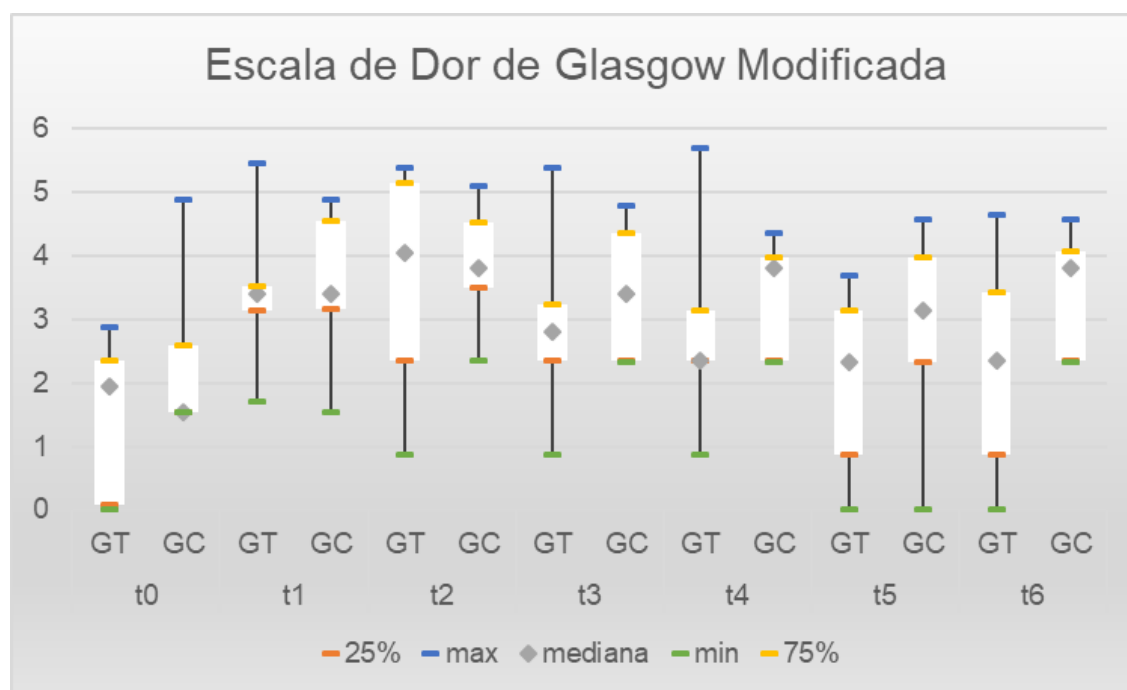


Figura 2: Representação dos valores de mediana, 1° e 3° quartis, máximo e mínimo dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor de Glasgow modificada, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6)

Quanto a avaliação pela EDUM, os escores em T5 e T6 foram menores do que os mensurados no momento basal. Nos dois métodos de avaliação, os escores de dor obtidos de T3 a T6, foram compatíveis com dor de intensidade leve, o que sugere, que a partir de duas sessões da TENS no pós-operatório, ocorre controle de dor eficaz (Tabela 5 e Figura 3).

Tabela 5: Medianas, 1° e 3° quartis dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor da Universidade de Melbourne, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6)

Tempos		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
GT	Medianas	4Aa	9Aa	6Aa	4Aa	4Aa	3Ab	3Ab
	1° quartil	2	5	3	3	3	2	2
	3° quartil	5	9	9	6	8	4	6
GC	Medianas	3Aa	8Aa	6Aa	4,8Aa	4Aa	6Aa	4Aa
	1° quartil	0	4	4	4	2	3	3
	3° quartil	6	9	7	7	7	7	6

Medianas seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si, segundo Mann – Whitney. Medianas seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo o teste de Friedman ($p < 0,05$). Medianas seguidas de letras diferentes minúsculas diferem entre si segundo o teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$).

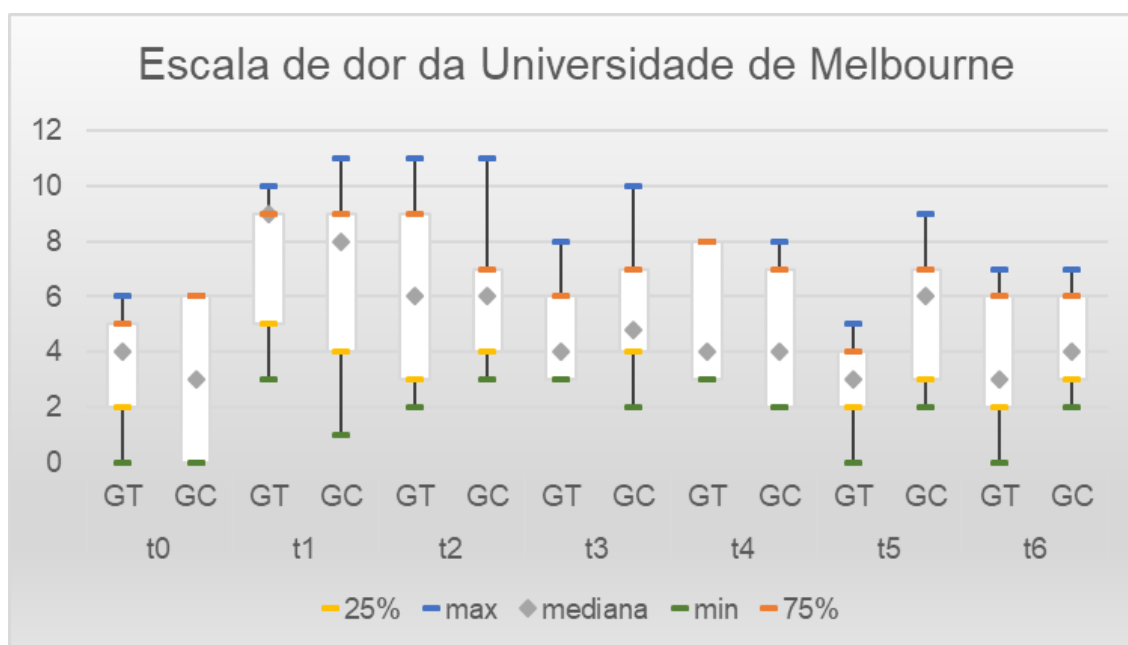


Figura 3: Representação dos valores de mediana, 1° e 3° quartis, máximo e mínimo dos escores de dor encontrados através da avaliação realizada pela escala de dor da Universidade de Melbourne, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6).

Considerando-se a duração da morfina de 4 a 6 horas (Fantoni, 2012), nos tempos T3 a T6 já não haveria ação da morfina utilizada na medicação pré-anestésica, sendo assim, o efeito analgésico prevalente seria aquele promovido pela TENS. Segundo a análise realizada por Kerai *et al.* (2014), ao avaliar os resultados de diversos trabalhos em humanos, sugere que a analgesia da TENS seria superior à dos opioides em diversas modalidades de

dor pós cirúrgicos, como: toracotomias, correções de hérnias inguinais, laqueaduras e cirurgias espinhais.

Segundo os dados encontrados por Lima, et al. (2014), a intensidade do efeito analgésico promovido pela TENS é progressiva, e após a aplicação da terapia em sessões sucessivas, o efeito se torna mais evidente. O que se justifica pela ocorrência de analgesia pós-estimulação em alguns pacientes, por depressão prolongada e ativação, de vias descendentes inibidoras da dor (Kitchen, 2003). A progressão da intensidade do efeito analgésico foi evidenciada em mulheres puérperas onde já houve controle de dor após uma sessão e que a ação analgésica obtida em cada sessão perdurou em média por 60 minutos (Lima, et al, 2014) a 2 horas (Johnson et al., 1991) e se estende por até 18 horas (Augustinsson, Carlsson e Pellettieri, 1976). No presente estudo, a ação analgésica progressiva não foi identificada, no entanto observou-se a redução dos escores de dor, iniciando em T3 e estabilização dos mesmo até o final do período de avaliação.

Segundo Bjordal et al. (2003), a redução no consumo de analgésicos parece ser o parâmetro de avaliação mais eficaz de controle da dor com o uso da TENS, entretanto no presente estudo não foi possível identificar diferença estatística entre os grupos com relação ao requerimento analgésico. No GT, quatro animais apresentaram escores de dor acima de 9 pontos, sendo que em um animal ocorreu em dois tempos de avaliação (T1 e T4) e no GC, foram 5 os animais que apresentaram escore acima de 9 pontos, e em um deles isto ocorreu em dois tempos da avaliação, T1 E T3 (Tabela 6). Os resultados aqui apresentados mesmo sem diferença estatística apresentam importância clínica, sugerindo mais uma vez, o bom controle da dor pela TENS.

Não foi evidenciada diferença estatística no número de resgates analgésicos entre os grupos, entretanto, o total de animais no grupo GT que necessitaram de resgate analgésico foi menor que no GC, evidenciando diferença no resultado clínico, corroborando com os achados de Erdenet al. (2015), que encontraram dados semelhantes no uso da TENS para controle de dor pós-operatória em toracotomias, em humanos.

Tabela 6: Tempos em minutos decorridos desde o fim do procedimento cirúrgico até a aplicação dos resgates analgésicos, em animais submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membro pélvico e tratados com sessões de TENS (GT) ou morfina (GC) no pós-operatório. Antes do procedimento cirúrgico (T0), 60 minutos após o fim do procedimento anestésico com o animal consciente (T1), e a cada 120 minutos, durante 12 horas (T2 a T6)

Animais*	Tempos para os resgates pós-operatórios	
	GT	GC
1		
2		60min
		300min
3	180min	
4		
5		540min
6	60min	
	420min	
7		
8		60min
9	180min	
10		
11		
12		180min
13		60min
14	60min	
Nº animais que receberam resgate	4	5
Nº de resgates*	5	6

*Sete animais por grupo

Um estudo prévio com a eletroanalgesia no modo acupuntura, para o controle de dor pós-operatória em cães realizado por Gakiya *et al.* (2011), evidenciou diminuição no consumo de opioides. Os resultados semelhantes obtidos com este estudo evidenciam que a TENS no modo convencional também é eficaz no controle de dor da pós-operatória, sendo semelhantes resultados obtidos com a morfina, mostrando-se como uma alternativa viável de tratamento adjuvante, visando a diminuição no consumo de analgésicos no pós-operatório de animais submetidos a procedimentos ortopédicos em membros pélvicos.

6. CONCLUSÃO

A TENS demonstrou eficácia analgésica semelhante à da morfina no pós-operatório de cirurgias ortopédicas de membros pélvicos em cães.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNES, J. E. Estimulação Elétrica nervosa transcutânea sensitiva e motora TENS. In: AGNES, J. E. **Eletrotermofototerapia**. 4 ed. Santa Maria: O Autor, 2017.
- ALON, Gad; KANTOR, Gideon; HO, Henry S. Effects of electrode size on basic excitatory responses and on selected stimulus parameters. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 20, n. 1, p. 29-35, 1994.
- AUGUSTINSSON, L, CARLSSON, C, PELLETTIERI, L Transcutaneous electrical stimulation for pain and itch control. **Ada Neurochirurgica**, v 33, p 342, 1976
- BJORDAL, J. M.; JOHNSON, M. I.; LJUNGGREEN, A. E. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain. **European Journal of Pain**, v.7, n. 2, p. 181-188, 2003.
- BONICA, J. J. 0 Anatomic and physiologic basis of nociception and pain. In: BONICA, J. J. (EDITOR). **The management of pain**. Filadélfia: Lea & Febiger, 1990. p 28-940.
- BOTEY, C. G.; RODRIGUEZ, G. B. Tratamento da dor por meio da acupuntura. In: OTERO, P. E. **Dor: Avaliação e Tratamento em Pequenos Animais**. São Paulo: Interbook, 2005, p. 226-246.
- CASSU, R. N. et al. Electroanalgesia for the postoperative control pain in dogs. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 43-48, 2012.
- CHABAL, C, FISHBAIN, DA, WEAVER, M, HEINE, LW Long-term transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) use: impact on medication utilization and physical therapy costs. **Clinical Journal of Pain**, v 14, p 66-73, C8, 1998
- ELLO, A. I.; KUWORNU, S. 5% Ibuprofen Iontophoresis Compared with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in the Management of Knee Osteoarthritis: A Feasibility Study. **Open Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 2, n. 04, p. 166, 2014.
- ERDEN, S.; SENOL CELIK, S. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on post-thoracotomy pain. **Contemporary nurse**, v. 51, n. 2-3, p. 163-170, 2015.
- FANTONI, D. T.; GAROFALO, N. A. Fármacos analgésicos opioides. In: FANTONI, D. T. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p 109-126.
- FANTONI, D.; GODOI, D. Princípios Básicos de Farmacocinética e Farmacodinâmica dos Analgésicos para o Tratamento da Dor. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 11-28.
- FANTONI, D.; MASTROCINQUE, S. Fisiopatologia da dor aguda. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 37-48.
- FERREIRA, C. H. J.; BELEZA, A. C. S. Abordagem fisioterapêutica na dor pós-operatória: a eletroestimulação nervosa transcutânea (ENT). **Rev Col Bras Cir**, v. 34, n. 2, p. 127-30, 2007.
- FIELDS, H. L.; BASBAUM, A. I. Central nervous system mechanisms of pain modulation. In: Wall, P. D.; MELZACK, R. **Textbook of Pain**. NY: New York, 1999. p 243-25.

FISHBAIN, A, CHABAL, C, ABBOTT, A, WIPPERMANN-HEINE, L, CUTLER, R
Transcutaneous electrical nerve stimulation treatment outcome in long-term users. In: **8th World Congress on Pain, IASP** Vancouver, Canada, p. 86, 1996

FLÔR, P. B.; MARTINS, T. L.; KARINA, V. B. Y. Avaliação da Dor. In: FANTONI, D
Tratamento da dor na clínica de pequenos animais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 81-93.

FRAMPTON, V. M. Pain control with the aid of transcutaneous nerve stimulation. **Physiotherapy**. v.68, n. 3, p. 77-81, 1982.

FRAMPTON, V. M. Transcutaneous electrical nerve stimulation in chronic pain. In: WELLS, P. E.; FRAMPTON, V. M.; BOWSER, D. (EDS). **Pain management by physiotherapy**. London: Butterwoeth Heinemann, 1994. p 56.

GAKIYA, H. H. et al. Electroacupuncture versus morphine for the postoperative control pain in dogs. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 346-351, 2011.

GROPETTI, D. et al. Effectiveness of electroacupuncture analgesia compared with opioid administration in a dog model: a pilot study. **British journal of anaesthesia**, v. 107, n. 4, p. 612-618, 2011.

GUEDES, A. G.; RUDÉ, E. P.; RIDER, M. A. Evaluation of histamine release during constant rate infusion of morphine in dogs. **Veterinary Anesthesia e Analgesia**, v. 33, n. 1, p. 28-35, 2006.

HAMILL, R. J. The physiologic and metabolic response to pain and stress. In: HAMILL, R. J.; ROWLINGSON, J. C. **Handbook of critical care pain management**. 1ed. New York: Mc Graw-Hill, 1994. p 39-53.

HAYASHI, A. M. et al. Evaluation of electroacupuncture treatment for thoracolumbar intervertebral disk disease in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 231, n. 6, p. 913-918, 2007.

HAYASHI, A. M.; DIAS, C. T. S Acupuntura e fisioterapia. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 459-472.

INTURRISI, C. E. Clinical pharmacology of opioids for pain. **Clin J Pain**. v.18, S3-S13, 2002.

JOHNSON, MI, ASHTON, CH, THOMPSON, JW An in-depth study of long-term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TEXS). Implications for clinical use of TENS. **Pain** v 44, p 221-229, 1991.

KAHVEGIAN, M.; CARDOSO, L. B. Nomina e Classificação da Dor. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 73-79.

KAYE, V.; BRANDSTATER, M. V. Transcutaneous electrical nerve stimulation 2002. Disponível em: <http://emedicine.medscape.com/article/325107-overview>. Acesso em 17 de abr. 2016.

KERALI, S. et al. Role of transcutaneous electrical nerve stimulation in post-operative analgesia. **Indian Journal of Anaesthesia**, v. 58, n. 4, p. 388, 2014.

KIEFFER, B. L. Opioids: First lessons from knockout mice. **Trends Pharmacol Sci.** v. 20, p. 19-26, 1999.

KITCHELL, R. Problems in defining pain and peripheral mechanisms of pain, **J Am Vet Med Assoc.** v.191, p.1195-1199, 1987.

Kitchen, S. **Eletroterapia: prática baseada em evidências.** 2.ed. Barueri: Manole, 2003

KOH, R. B. et al. Effects of maropitant, acepromazine, and electroacupuncture on vomiting associated with administration of morphine in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association,** v. 244, n. 7, p. 820-829, 2014.

LAMONT, L. A. Multimodal pain management in veterinary medicine: The physiologic basis of pharmacologic therapies. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** v. 38, 1173-86, 2008.

LAMONT, L. A.; MATHEWS, K. A. Opioides, Anti-inflamatórios não esteroidais e Analgésicos Adjuvantes. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **LUMB & JONES Anestesiologia e Analgesia de Pequenos Animais.**(tradução) 4 ed. São Paulo: Roca, 2014, cap 10, p 270-304.

LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GRIMM, K. A. Physiology of pain. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** v. 30, p. 702-28, 2000.

LI, J.; SONG, Y. Transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain control after total knee arthroplasty: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Medicine,** v. 96, n. 37, 2017.

LIMA, L. E. A. et al. Estimulação elétrica nervosa transcutânea de alta e baixa frequência na intensidade da dor pós-cesárea. **Fisioterapia e Pesquisa,** v. 21, n. 3, p. 243-248, 2014.

LOPES, L. A aplicação da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e seus principais riscos e contraindicações. **Portal Biocursos Online. Disponível em:** <<http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/32/58>. Acesso em, v. 14, p. 1-12, 2016.

LORENZ, M. D.; KORNEGAY, J. N. Dor. In:**Neurologia Veterinária.** 4ed. São Paulo: Manole, 2006.

MASTROCINQUE & FANTONI, 2005 Analgesia preempitiva. In: **DOR Avaliação e Tratamento em Pequeno Animais.** São Caetano do Sul: Interbook, 2005, p 76-83.

MASTROCINQUE, S.; FRAZÍLIO, F. B. Analgesia Preempitiva. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais.**Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, cap. 10, p 93-109.

MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain mechanisms: a new theory. **Survey of Anesthesiology,** v. 11, n. 2, p. 89-90, 1967.

MICH, P. M.; HELLYER, P. W. Métodos objetivos e categóricos para avaliar a dor e analgesia. In: Gaynor, J. S.; Muir, W. W. **Manual do controle de da dor em medicina veterinária.** São Paulo: Med Vet, 2009 p 78-109.

MUIR III, W. W. Drogas utilizadas para tratar a dor. In: GAYNOR, J. S.; MUIR III, W. W. **Manual de controle da dor em Medicina Veterinária.**2 ed. São Paulo: Medvet, 2009, p 141-162.

MURREL, J. C.; PSATHA, E. P.; SCOTT, E. M.; REID, J.; HELLEBREKERS, L. J. Application of a modified form of the Glasgow pain scale in a veterinary teaching center in the Netherlands. **Veterinary Record**, v. 162, p.403-408, 2008.

NASH, T, WILLIAMS, J, MACHIN, D TENS: does the type of stimulus really matter? **Pain Clinic** v 3, p161-168, 1990.

OSIRI, M.; WELCH, V.; BROSSEAU, L.; SHEA, B.; MCGOWAN, J.; TUGWELL, P.; WELLS, G. Transcutaneous electrical nerve stimulation for knee osteoarthritis. **The Cochrane Library**, Issue 4, 2007.

OTERO, P. E., Drogas Analgésicas. In: OTERO, P. E. **Dor: Avaliação e tratamento em pequenos Animais**. São Paulo: Interbook, 2005, cap. 7, p 96-111.

PADDLEFORD, R. Analgesia and pain management. In: **Manual of Small Animal Anesthesia**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1999, cap. 10, p. 227-246.

PAPICH, M. G.; Pharmacologic considerations for opiate analgesic and nonsteroidal anti-inflammatory drugs. **Vet Clin North Am small animal practice**, v.30, n.4, p 815-37, 2000.

PELLEGRINO, F. Organização Funcional das Vias da Dor. In: OTERO, P. E. **Dor: Avaliação e tratamento em pequenos Animais**. São Paulo: Interbook, 2005, p. 6-29.

ROBERTSON, Val. **Eletroterapia explicada: princípios e prática**. Elsevier Brasil, 2011.

SAKATA, R. K.; ISSY, A. M. Fisiopatologia da nocicepção e da dor neuropática. In: SAKATA, R. K.; ISSY, A. M. (EDITORES). **Dor**. São Paulo: Manole, 2004, p. 1-16.

SALIBA, R. et al. Pain control in small animals. **Semina: Ciências Agrárias (Londrina)**, v. 32, n. Suplemento, p. 1981-1988, 2011.

SANTOS, L. C. C. et al. Eletroacupuntura na analgesia trans. e pós-operatória de cadelas submetidas à ovariosalpingohisterectomia. 2015

SCHUMACHER, M. A.; BASBAUM, A. L.; WAY, W. L. Analgésicos e antagonistas opioides. In: KATZUNG, B. G. **Farmacologia básica e clínica**. 9ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 416-32, 2006.

SLUKA, K. A.; WALSH, D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. **The Journal of Pain**, v. 4, n. 3, p. 109-121, 2003.

SMITH, H. S. Opioid metabolism. **Mayo Clinic Proceedings**. V. 7, n. 84, p. 6013-24, 2009.

STERIN, G. M., GALLEGOS, F. C. Fundamentos da fisioterapia na terapêutica da dor. In: **Dor Avaliação e tratamento em pequenos animais**. São Paulo: Interbook, 2005, p. 212-225.

TEIXEIRA, M. J. Fisiopatologia da Dor. In: NETOS, A. O.; COSTA, C. M. C.; SIQUEIRA, T. J. J.; TEIXEIRA, M. J. (EDITORES). **Dor: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 145-176.

TRIBIOLI, R. A. **Análise crítica atual sobre a TENS envolvendo parâmetros de estimulação para o controle da dor**, 2003. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo.

WALSH, D (ed) TENS. **Clinical Applications and Related Theory**. Churchill Livingstone, New York;1997.

WILLIS JUNIOR, W. D. **The pain system: the basis of nociceptive transmission in the mammalian nervous system**, Basel: S Karger, 1985.

WILLIS, W. D. & COGGEESHALL, R. E. **Sensory Mechanisms of the Spinal Cord**. New York: Plenum Press, 1991.

WOOLF, C, THOMPSON, J Segmental afferent fibre-induced analgesia: transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and vibration. In: Wall, P, Melzack, R (eds) **Textbook of Pain**, Churchill Livingstone, New York, pp 1191-1208, 1994.

8. ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O HVT-UFV

Eu, _____
_____, portador de RG nº _____,
telefone: _____, proprietário/responsável pelo
animal _____, cão, raça _____, sexo _____,
registrado no HVT sob o número _____, autorizo o Hospital
Veterinário da Universidade Federal de Viçosa a utilizar o animal como sujeito
de pesquisa para fins científicos.

Estou ciente da participação do animal no projeto: **Neuroestimulação elétrica transcutânea no controle da dor pós-operatória de cães submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos de membros pélvicos**, assim como a utilização dos resultados dessa pesquisa em publicação de artigos científicos e divulgação em eventos científicos. Recebi do responsável todas as informações relacionadas à pesquisa e tive oportunidade de esclarecer todas as dúvidas.

Afirmo que a qualquer momento poderei suspender a participação do animal na pesquisa e que caso isso ocorra, o animal não sofrerá prejuízos em seu tratamento ou retorno a esta instituição. Estou ciente que não serei gratificado monetariamente e que não receberei qualquer outro benefício pela participação na pesquisa.

Estou ciente que esse estudo tem por objetivo trazer informações importantes sobre a eficácia do uso da TENS no controle de dor pós-operatório, visando obter uma nova alternativa para os profissionais e

proprietários, de um modo simples e de fácil acesso; de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa proporcionar mais uma alternativa de tratamento pós-operatório para os pacientes do hospital, garantido maior conforto e facilitação da evolução para a cura; diminuído também o custo em medicações para os proprietários e para o hospital, onde pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Para fins de publicações e apresentações científicas, a identidade do proprietário será preservada.

Poderei receber maiores informações sobre esta pesquisa caso deseje, e poderei esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador responsável.

Estou ciente que não existem riscos ao animal específicos à realização do estudo em si, entretanto fui informado dos riscos inerentes a qualquer procedimento anestésico-cirúrgico.

Concordo em seguir corretamente todas as recomendações dos profissionais do HVT-UFV durante e após a utilização do animal e, caso haja qualquer dano ao animal referente ao não cumprimento dessas recomendações, não responsabilizarei o HVT-UFV pelo evento.

Viçosa, _____ de _____ 2017.

Assinatura do proprietário/responsável pelo animal