

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

LAURA DE VARGAS

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR EM CÃES COM ATROFIA
MUSCULAR CRÔNICA PÓS-PROCEDIMENTO CIRÚRGICO ORTOPÉDICO:
RELATO DE CASO**

REALEZA
2022

LAURA DE VARGAS

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR EM CÃES COM ATROFIA
MUSCULAR CRÔNICA PÓS-PROCEDIMENTO CIRÚRGICO ORTOPÉDICO:
RELATO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Medicina Veterinária da Universidade
Federal da Fronteira Sul, como requisito para
aprovação no CCR TCC II – Defesa.

Orientador: Prof. Dr. Gentil Ferreira Gonçalves

REALEZA

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Vargas, Laura de

Estimulação elétrica neuromuscular em cães com atrofia muscular crônica pós-procedimento cirúrgico ortopédico: relato de caso / Laura de Vargas. -- 2022. 41 f.:il.

Orientador: Doutor Gentil Ferreira Gonçalves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, Realeza, PR, 2022.

1. Eletroestimulação. 2. Eletroterapia. 3. Fisioterapia. 4. Hipertrofia. 5. Ultrassonografia. I. Gonçalves, Gentil Ferreira, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

LAURA DE VARGAS

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR EM CÃES COM ATROFIA
MUSCULAR CRÔNICA PÓS-PROCEDIMENTO CIRÚRGICO ORTOPÉDICO:
RELATO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Medicina Veterinária da Universidade
Federal da Fronteira Sul, como requisito para
aprovação no CCR TCC II – Defesa.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 17/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^o Dr.^o Gentil Ferreira Gonçalves
Orientador

Prof.^a Dr.^a Fabíola Dalmolin
Membro Titular

Prof.^a Dr.^a Susana Regina de Mello Schlemper
Membro Titular

Méd. Vet. Kerry Alinny Zanettin
Membro Suplente

AGRADECIMENTOS

O ato de agradecer é demonstrar gratidão, reconhecer e retribuir todos àqueles que tornaram o caminho possível e agradável. Tenho ouvido e utilizado para mim mesma e para pessoas a minha volta a frase que diz: “tudo passa”. Temos apenas que lutar para que a passagem seja leve com a maior parte de momentos felizes e, principalmente, saber olhar com otimismo cada circunstância, pois o que não é uma oportunidade é um aprendizado.

Gostaria de agradecer a **Deus** e **Nossa Senhora** aos quais atribuo cada suspiro de minha vida. Ao meu pai **Davi** que propiciou todo custeio e apoio necessário durante todas as fases. À minha mãe **Elza** que sentiu e comemorou comigo cada pequena vitória como se fossem realizações próprias. À minha irmã **Larissa** que não me deixou após a saída do ventre de nossa mãe nem por um momento. Ao meu irmão **Davi Lucca** por todo carinho. Ao meu companheiro **Julio Cezar** por todo entendimento e amor.

Agradeço também aos meus **amigos** (da faculdade e fora dela) que tornaram cada fase mais leve, confiante e otimista, sem vocês não conseguiria. A todos os **colegas** que iniciaram 2017 com um sonho tão grande quanto o meu, pela turma unida que batalhou em cada obstáculo como se os anos não fossem passar. Calma, estamos quase lá!

Agradeço a todos os **professores** que passaram pela minha vida e pelo curso por compartilharem tanto conhecimento com dedicação e amor ao que fazem, vocês tornam nossos sonhos possíveis. Em especial ao meu orientador **Prof. Dr. Gentil** por toda paciência e zelo durante o desenvolvimento de cada detalhe deste trabalho.

Por fim, agradeço imensamente a **Méd. Vet. Kerry** que tornou este estudo possível ao gentilmente emprestar o aparelho utilizado, acompanhar as sessões de fisioterapia e ensinar-me a arte dessa especialidade. Obrigada!

RESUMO

Cães submetidos à imobilização temporária de membro para restauração da ferida cirúrgica após procedimentos ortopédicos podem desenvolver atrofia muscular. A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem sido utilizada como forma de reabilitação nestes casos. Trabalhos mostram que após atrofia muscular induzida, a aplicação desta modalidade de fisioterapia tem resultado em ganho de força e hipertrofia muscular. O objetivo deste trabalho é relatar dois casos de cães que desenvolveram atrofia muscular crônica após cirurgia ortopédica em membro pélvico, submetidos à EENM e avaliados por meio de ultrassonografia (US). Utilizou-se, também, a mensuração com fita métrica e a avaliação dos graus de claudicação para acompanhar a evolução dos pacientes. Em ambos os casos houve desenvolvimento de hipertrofia muscular, bem como aumento de força do membro estimulado. Salienta-se ainda, a importância da implementação de fisioterapia em pacientes veterinários logo após procedimentos ortopédicos para melhores resultados morfofuncionais.

Palavras-chave: Eletroestimulação; Eletroterapia; Fisioterapia; Hipertrofia; Ultrassonografia.

ABSTRACT

Dogs undergoing temporary limb immobilization to restore the surgical wound after orthopedic procedures may develop muscle atrophy. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) has been used as a form of rehabilitation in these cases. Studies show that after induced muscle atrophy, the application of this physical therapy modality has resulted in strength gain and muscle hypertrophy. The objective of this study is to report two cases of dogs that developed chronic muscular atrophy after orthopedic surgery in the pelvic limb, which were submitted to NMES and evaluated by means of ultrasound (US). Measurement with a tape measure and assessment of claudication degrees were also used to monitor the patients' evolution. In both cases there was development of muscle hypertrophy, as well as increased strength of the stimulated limb. It is also highlighted the importance of implementing physical therapy in veterinary patients right after orthopedic procedures for better morphological and functional results.

Keywords: Electrostimulation; Electrotherapy; Physiotherapy; Hypertrophy; Ultrasound.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Classificação do grau de claudicação em cães para avaliar o restabelecimento funcional do uso do membro após cirurgia ortopédica	16
Tabela 1 – Medidas sonográficas de avaliação prévia de musculatura de membros pélvicos de cão com sinais de atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos do tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo.....	17
Tabela 2 – Medidas sonográficas de musculatura de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos do tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo, realizadas após 3 semanas de tratamento fisioterapêutico.....	19
Tabela 3 – Medidas sonográficas de musculatura de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos do tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo, realizadas após 3 semanas de tratamento fisioterapêutico.....	20
Tabela 4 – Medidas sonográficas de musculatura de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro direito, após 2 anos de tratamento cirúrgico com osteossíntese de fêmur direito, realizados antes da implantação da fisioterapia, após 4 semanas e após 8 semanas	23
Tabela 5 – Comparação das mensurações US de musculatura de cão, fêmea, 3,4 anos, 6,550 kg, com atrofia muscular crônica, antes e após a realização de fisioterapia	24
Tabela 6 – Comparação das mensurações US de musculatura de cão, fêmea, 2,7 anos, 8,650 kg, com atrofia muscular crônica, antes e após a realização de fisioterapia.....	24
Tabela 7 – Mensuração por fita métrica transformada em porcentagem e evolução das pacientes após implementação do tratamento fisioterapêutico	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem radiográfica ventrodorsal pré-operatória de articulações coxofemorais de um cão, fêmea, 6,550 kg, atendido com histórico de trauma aos 6 meses de idade. Observa-se fratura de colo femoral esquerdo, com deslocamento cranial e dorsal do fragmento distal do osso fraturado e incongruência da articulação coxofemoral esquerda.....	15
Figura 2 – Mensuração periférica de membro pélvico	17
Figura 3 – Eletrodos de aparelho elétrico dispostos sobre musculatura de cão em tratamento fisioterapêutico de atrofia muscular crônica após 3 anos de cirurgia de artroplastia de cabeça e colo femoral esquerdo. A: eletrodos dispostos sobre grupo muscular glúteos; B: eletrodos dispostos sobre grupo muscular quadríceps femoral.....	18
Figura 4 – Sustentação de peso corporal sobre o membro atrofiado de cão após 8 semanas de tratamento fisioterapêutico. A: paciente sustentando peso sobre o membro atrofiado; B: paciente sustentando peso traseiro total em seu membro atrofiado.....	20
Figura 5 – Imagem radiográfica ventro-dorsal (A) e latero-lateral direita (B) de articulações coxofemorais de um cão, fêmea, 8,650 kg, pós operatória à osteossíntese de fêmur direito aos 6 meses de idade. Observa-se implante de pino intramedular em fêmur direito	21
Figura 6 – Assimetria muscular entre os membros pélvicos atrofiado (MPD) e não atrofiado (MPE) de cão, fêmea, com atrofia muscular crônica desenvolvida após cirurgia de osteossíntese de fêmur direito realizada à 2 anos; paciente iniciando apoio de membro atrofiado em estação após 4 semanas de tratamento fisioterapêutico	23
Figura 7 – Imagens sonográficas de quadríceps femoral direito de cão, fêmea, 2,7 anos, com atrofia muscular crônica, obtidas previamente a fisioterapia (A) e após oito semanas de tratamento (B).....	23
Figura 8 – Representação gráfica do comportamento da perimetria do membro submetido à EENM de cães, fêmeas, com atrofia muscular crônica após 2 e 3 anos de tratamento cirúrgico ortopédico. Primeiro caso relatado (em azul) e segundo caso relatado (em vermelho)	25

Figura 9 – Anatomia dos músculos da região glútea. Observa-se em 2 o músculo glúteo médio, tendo sua origem a asa do ílio e inserção no trocânter maior do fêmur que neste estudo foi estimulado e avaliado sonograficamente	25
Figura 10 – Anatomia dos músculos da região de quadríceps femoral em que observa-se as quatro cabeças musculares (vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio e reto femoral) que se convergem formando o ligamento patelar que passa sobre a patela e insere-se na tuberosidade da tíbia.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EENM	Estimulação Elétrica Neuromuscular
ECC	Escore de Condição Corporal
FES	Estimulação Elétrica Funcional
MPD	Membro Pélvico Direito
MPE	Membro Pélvico Esquerdo
SRD	Sem Raça Definida
SUHVU	Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
US	Ultrassonografia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	DESCRIÇÃO DO CASO.....	15
3	DISCUSSÃO.....	25
4	CONCLUSÕES.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	ANEXO: CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	41

1 INTRODUÇÃO

Cirurgias ortopédicas são realizadas com frequência em cães que apresentam fraturas, comprometimento articular, tumores, entre outros. Após estes procedimentos, o paciente mantém o membro parcialmente imobilizado para que haja restauração da ferida cirúrgica. Neste tempo de imobilização, o membro fica suspenso e com ausência de carga (CAIOZZO *et al.*, 1996; FERREIRA *et al.*, 2004) e, devido ao desuso, a atrofia muscular acompanha este processo (GOMES *et al.*, 2007; PELIZZARI *et al.*, 2008; ROCHA *et al.*, 2010), surgindo de forma rápida e drástica (KONDO, 2000).

A musculatura esquelética pode ser definida como uma estrutura dinâmica capaz de se adaptar às diferentes exigências funcionais (FERREIRA *et al.*, 2004; MINAMOTO, 2005). Assim, mudanças no tamanho e resistência da fibra muscular podem ocorrer neste período de adaptação (ROCHA *et al.*, 2010).

A atrofia constitui uma resposta a alterações fisiológicas ou patológicas na tentativa de manter o funcionamento adaptado às novas exigências musculares (EDGERTON *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2004). Este processo consiste em várias modificações metabólicas, bioquímicas e estruturais que afetam sua funcionalidade (FERREIRA *et al.*, 2004). Esse comprometimento deixa o tecido muscular mais suscetível a lesões em tarefas que exijam maior desempenho (BOOTH; CRISWELL, 1997; FERREIRA *et al.*, 2004). Além disso, ocorre aumento da fadiga muscular atribuído à queda da capacidade metabólica das fibras individualmente e a necessidade de recrutamento de mais unidades motoras para desempenho de uma atividade muscular (EDGERTON *et al.*, 2002).

Lu, Huang e Carlson (1997) esclareceram que o desenvolvimento da atrofia pode ser dividido em três fases. A desnervação, que ocorre nos primeiros três meses, levando a perda de força e volume muscular. Uma segunda fase, que ocorre após esse período, é acompanhada da diminuição no número de mionúcleos e células satélites. E após o sétimo mês, há uma estabilidade com aumento do tecido conjuntivo intersticial.

Diversas condições e alterações musculoesqueléticas podem resultar em consequência como dor, fraqueza, incoordenação, perda de amplitude do movimento, entre outros (CANAPP, 2007).

A busca por técnicas que minimizam as consequências causadas às fibras musculares têm crescido, destacando-se a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) (DURIGAN *et al.*, 2006). A EENM diz respeito ao emprego de estímulos elétricos sobre o tecido muscular por meio do sistema nervoso periférico íntegro (BRASILEIRO; CASTRO; PARIZOTTO, 2002). O aparelho possui um formato retangular bifásico simétrico, permitindo que a membrana celular do músculo seja despolarizada e haja contração involuntária (HUMMEL; VICENTE; LIMA, 2018).

Segundo os mesmos autores, essa terapia é indicada especialmente em casos que haja restrição de movimento, claudicação, atrofia e para recuperação de lesões ortopédicas. Clinicamente, a EENM pode ser utilizada como terapia para hipertrofia muscular (SOUZA *et al.*, 2007; PELIZZARI *et al.*, 2008), para aumentar a força e amplitude de movimento, bem como minimizar a dor, prevenir a atrofia (DOUCET; LAM; GRIFFIN, 2012), corrigir anormalidades estruturais, aumentar tônus muscular e refinar função (JOHNSON; LEVINE, 2004).

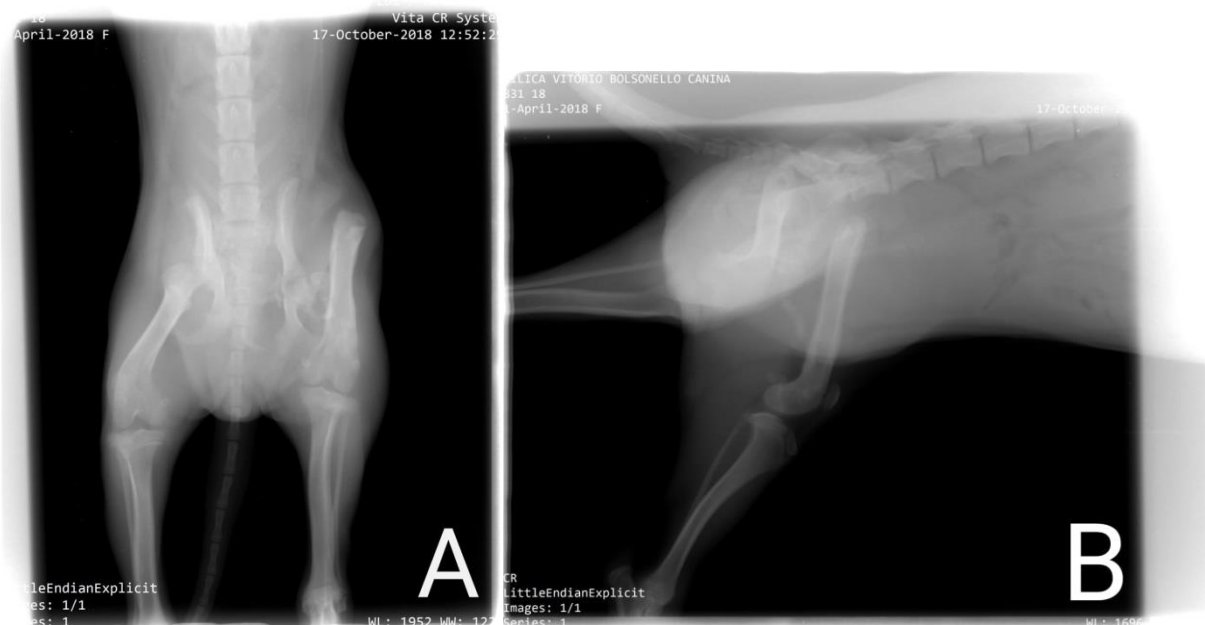
Em estudos anteriores (SOUZA *et al.*, 2007 e PELIZZARI *et al.*, 2008), cães tiveram membros induzidos à atrofia muscular por meio de imobilização articular e, após desenvolvimento de atrofia aguda, foram submetidos à EENM. O resultado foi o desenvolvimento de hipertrofia, confirmado por meio da realização de biópsia e exame histopatológico antes e após a terapia. Porém, não ficou claro nestes estudos, se essa forma de fisioterapia seria capaz de produzir o mesmo resultado sobre uma musculatura atrofiada cronicamente.

Assim, este trabalho tem o objetivo de relatar dois casos de cães que apresentaram atrofia muscular crônica após a realização de procedimento cirúrgico ortopédico, foram submetidos à mesma forma de terapia e avaliados por meio de ultrassonografia (US) para verificar seu efeito.

2 DESCRIÇÃO DO CASO

Um cão sem raça definida (SRD), de três anos e quatro meses de idade, fêmea, com peso corporal de 6,550 kg e escore de condição corporal (ECC) 5 (escala de 1-9), foi encaminhado até a Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária (SUHVU) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) para exame ortopédico. Seu histórico era de cirurgia de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo após lesão decorrente de atropelamento, ocorrido há dois anos e dez meses (2018), quando a mesma tinha apenas seis meses de idade (Figura 1).

Figura 1 – Imagem radiográfica ventrodorsal (A) e látero-lateral esquerda (B) pré-operatória de articulações coxofemorais de um cão, fêmea, 6,550 kg, atendido com histórico de trauma aos 6 meses de idade. Observa-se fratura de colo femoral esquerdo, com deslocamento cranial e dorsal do fragmento distal do osso fraturado e incongruência da articulação coxofemoral esquerda



Fonte: Arquivo SUHVU – UFFS

Durante o exame ortopédico a paciente não apresentava escoriações, sufusões, solução de continuidade ou tumefação no membro operado. Também não havia evidências de desgaste de unhas, onicogrifose ou desvios ortostáticos. À

palpação não foi constatada a presença de dor. Havia uma assimetria e atrofia muscular visível em grupos musculares glúteos e quadríceps do membro pélvico esquerdo (MPE) em relação ao direito (MPD).

Procedeu-se então com a avaliação do grau de claudicação, mensuração com fita métrica e exame US. Para avaliar o grau de claudicação, utilizou-se a classificação proposta por Tudury e Raiser (1985) (Quadro 1), o qual atribui o grau 5 a pacientes com uso totalmente funcional do membro e o grau 1 aos animais que não o utilizam.

Quadro 1 – Classificação do grau de claudicação em cães para avaliar o restabelecimento funcional do uso do membro após cirurgia ortopédica

Grau	Características
I	Não usa e nem apoia o membro.
II	Uso e apoio infrequentes do membro na estação e no caminhar. Não suporta peso na extremidade afetada, elevando-o ao correr.
III	Claudicante uso do membro na estação e no caminhar. Parcial suporte do peso na extremidade, elevando-a ao correr.
IV	Caminha sem claudicar. Normal na estação. Claudica ao correr sem elevar o membro.
V	Uso funcional do membro.

Fonte: Tudury e Raiser (1985)

Na avaliação do grau de claudicação o animal permanecia em estação, porém sem apoiar totalmente o peso sobre o MPE, deambulava com leve claudicação que exacerbava-se ao trote (grau III).

A mensuração com fita métrica foi realizada na altura da prega inguinocrural (Figura 2) com animal em estação e membro aferido levemente suspenso. Nessa mensuração o MPD possuía 19 cm e o MPE 15,5 cm. Foi realizada a US da massa muscular afetada com aparelho de ultrassom diagnóstico Sonosite M-turbo e transdutor linear de superfície para obtenção de medidas transversais e longitudinais de glúteo médio e quadríceps femoral de ambos os membros pélvicos do animal. As medidas obtidas em US também demonstraram a diferença muscular entre os membros (Tabela 1).

Figura 2 – Mensuração periférica de membro pélvico



Fonte: FOSSUM, 2014.

Tabela 1 – Medidas sonográficas de avaliação prévia de musculatura de membros pélvicos de cão com sinais de atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos do tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo

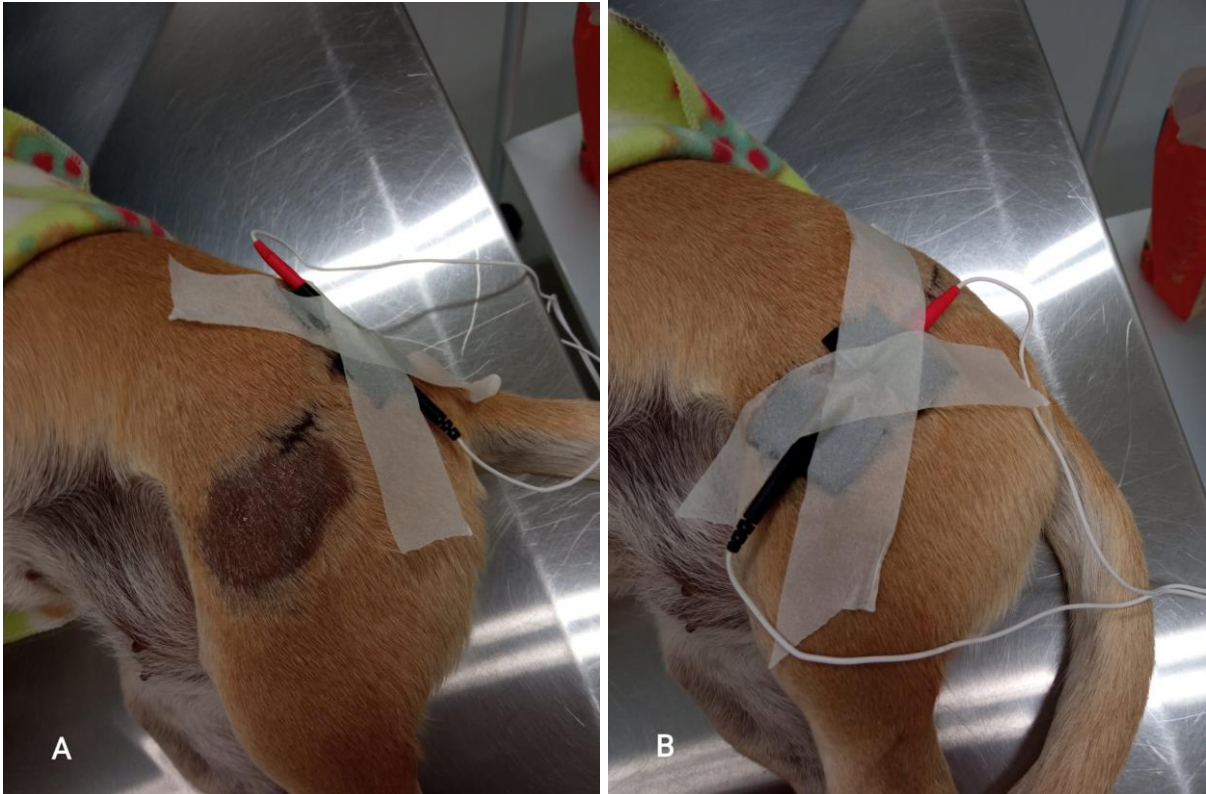
Músculo	Medida	MPE (cm)	MPD (cm)
Glúteo médio	T	0,74	0,74
	L	0,61	0,65
Quadríceps femoral	T	1,33	1,86
	L	1,03	1,81

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Notas: T (transversal); L (longitudinal); MPE (membro pélvico esquerdo); MPD (membro pélvico direito); cm (centímetros).

Iniciou-se a EENM com aparelho Fisio Stim gerador portátil de correntes excitomotoras – HTM somente no membro operado. Após contenção de forma confortável ao paciente, o local de estimulação foi submetido à tricotomia e o animal disposto em decúbito lateral de modo que o membro estimulado ficasse sobreposto ao membro não estimulado. Os eletrodos foram dispostos sobre a musculatura, próximos aos pontos de origem e inserção da mesma, acoplados com gel condutor e fixados com esparadrapo (Figura 3).

Figura 3 - Eletrodos de aparelho de estimulação elétrica dispostos sobre musculatura de cão em tratamento fisioterapêutico de atrofia muscular crônica após 3 anos de cirurgia de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo. A: eletrodos dispostos sobre grupo muscular glúteo; B: eletrodos dispostos sobre grupo muscular quadríceps femoral



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Os parâmetros aplicados foram corrente de estimulação elétrica funcional (FES), modo recíproco, frequência de 40 Hz, largura de pulso de 140 μ s, rampa de subida 01 s, 04 s de platô, 03 s rampa de descida e 01 s de descanso. O desconforto do animal fez o controle da intensidade de corrente aplicada através de vocalização, inquietude ou retirada do membro.

Foram realizadas sessões de EENM três vezes na semana com intervalo de 48 horas, durante três semanas. A paciente foi então novamente avaliada com a fita métrica, grau de claudicação e ultrassom.

Na mensuração com fita métrica o MPD possuía 19 cm e o MPE 18 cm. Na avaliação do grau de claudicação a paciente diminuiu a claudicação ao trote. E as mensurações realizadas com US revelaram uma maior evolução em quadríceps em

relação a glúteos (Tabela 2), além de serem observadas áreas de fibrose na região glútea.

Tabela 2 – Medidas sonográficas de musculatura de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos de tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo, realizadas após 3 semanas de tratamento fisioterapêutico

Músculo	Medida	MPE (cm)	MPD (cm)
Glúteo médio	T	0,77	0,76
	L	0,62	0,68
Quadríceps femoral	T	1,35	1,84
	L	1,15	1,84

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Notas: T (transversal); L (longitudinal); MPE (membro pélvico esquerdo); MPD (membro pélvico direito); cm (centímetros).

Com a maior evolução do grupo muscular quadríceps em relação a glúteos constatada na US, optou-se por aumentar a largura de pulso apenas para este último grupo muscular, passando a aplicar 180 us. Também passou-se a utilizar o modo sincronizado, já que os grupos musculares eram estimulados separadamente. Assim, nos parâmetros alterou-se apenas o tempo de descanso passando de um para cinco segundos.

Ao fim de oito semanas de fisioterapia, a paciente foi novamente avaliada. No exame ortopédico notou-se evolução na musculatura estimulada. Na mensuração com fita métrica obteve-se 19 cm no MPD e 18,5 cm em MPE. A paciente permaneceu com leve claudicação, porém notou-se desde o início da fisioterapia melhor sustentação do peso corporal sobre o MPE (Figura 4), sendo este classificado como grau IV de claudicação (TUDURY; RAISER, 1985). A US também demonstrou alterações (Tabela 3).

Tabela 3 – Medidas sonográficas de musculatura de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro esquerdo, após 3 anos de tratamento cirúrgico de artroplastia excisional de cabeça e colo femoral esquerdo, realizada após 8 semanas de tratamento fisioterapêutico

Músculo	Medida	MPE (cm)	MPD (cm)
Glúteo médio	T	0,85	0,75
	L	0,64	0,70
Quadríceps femoral	T	1,60	1,85
	L	1,59	1,90

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Notas: T (transversal); L (longitudinal); MPE (membro pélvico esquerdo); MPD (membro pélvico direito); cm (centímetros).

Figura 4 – Sustentação de peso corporal sobre o membro atrofiado de cão após 8 semanas de tratamento fisioterapêutico. A: paciente sustentando peso sobre o membro atrofiado; B: paciente sustentando o peso corporal caudal total em seu membro atrofiado



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Nota: Aparelho desligado ao término da sessão em ambas as fotografias.

O segundo caso a ser relatado é de um cão SRD, fêmea, de dois anos e sete meses de idade, pesando cerca de 8,650 kg e ECC 8 (1-9) encaminhada a mesma unidade hospitalar para exame ortopédico, com histórico de osteossíntese de fêmur direito realizado há dois anos quando o paciente tinha seis meses de idade (Figura 5). A avaliação realizada com o primeiro caso seguiu o mesmo padrão neste segundo relato.

A paciente não apresentava lesões ou qualquer outra alteração, com exceção de desvio ortostático valgo em todos os membros. A alteração mais evidente era a assimetria muscular em quadríceps femoral do MPD em relação ao MPE.

Figura 5 – Imagem radiográfica ventro-dorsal (A) e látero-lateral direita (B) de articulações coxofemorais de um cão, fêmea, 8,650 kg, pós operatória à osteossíntese de fêmur direito aos 6 meses de idade. Observar implante de pino intramedular em fêmur direito



Fonte: Arquivo SUHVU – UFFS

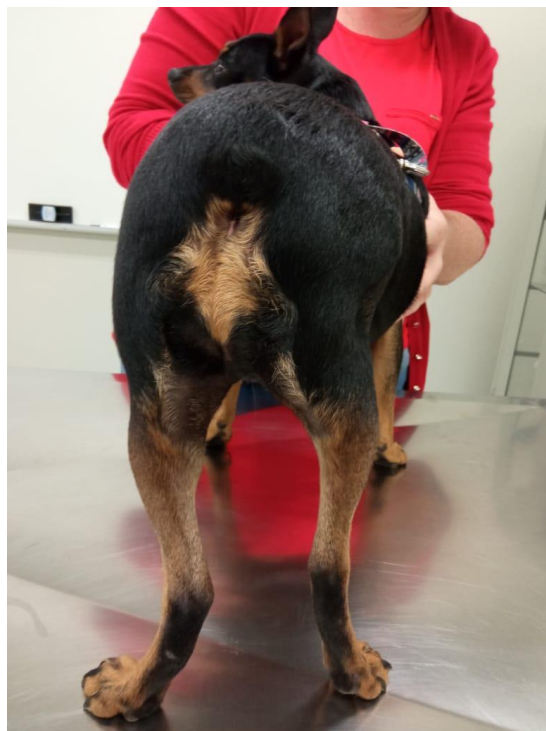
Na avaliação do grau de claudicação a paciente permanecia com MPD elevado durante a maior parte do tempo em estação, tinha deambulação claudicante e frequentemente elevava o MPD ao trote. Foi atribuída a esta paciente grau II de claudicação (TUDURY; RAISER, 1985). Na mensuração com fita métrica obteve-se 21,5 cm em MPE e 17 cm em MPD. A paciente foi então encaminhada a US, porém

neste caso se considerou apenas as mensurações de quadríceps, já que era o único grupo muscular com evidência de assimetria externa (Tabela 4).

No exame sonográfico constatou-se a diferença no tamanho muscular entre os membros, revelando a atrofia, também se observou grande área de fibrose em quadríceps direito. Iniciou-se a EENM aplicando no modo sincronizado os mesmos parâmetros iniciais do primeiro caso. Aplicou a EENM por três vezes na semana, contudo esta paciente foi avaliada novamente após quatro semanas.

Na segunda avaliação a depressão muscular havia diminuído e com a fita métrica obteve 21,5 cm em MPE e 18 cm em MPD. Porém ainda evidenciava-se uma grande diferença entre os membros (Figura 6). Na avaliação do grau de claudicação a paciente havia diminuído durante deambulação e começou a apoiar e sustentar seu peso mais frequentemente o MPD na estação (Figura 6) e ao trote. Um exame detalhado de US foi realizado (Tabela 4).

Figura 6 – Assimetria muscular entre os membros pélvicos, atrofiado (MPD) e não atrofiado (MPE) de cão, fêmea, com atrofia muscular crônica desenvolvida após cirurgia de osteossíntese de fêmur direito realizada há 2 anos; Paciente iniciando apoio de membro atrofiado em estação após 4 semanas de tratamento fisioterapêutico



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Ao fim de oito semanas de fisioterapia a assimetria havia diminuído levemente (Figura 7), o que também foi observado ao exame de US (Tabela 4) e na fita métrica, no qual verificou-se 21,5 cm em MPE e 18,5 cm em MPD. No entanto, ao avaliar sua claudicação a paciente deambulava normalmente, sustentando peso sobre o membro operado na estação e com quase imperceptível claudicação ao trote. Ao final das oito semanas de tratamento a paciente foi classificada como grau IV de claudicação (TUDURY; RAISER, 1985).

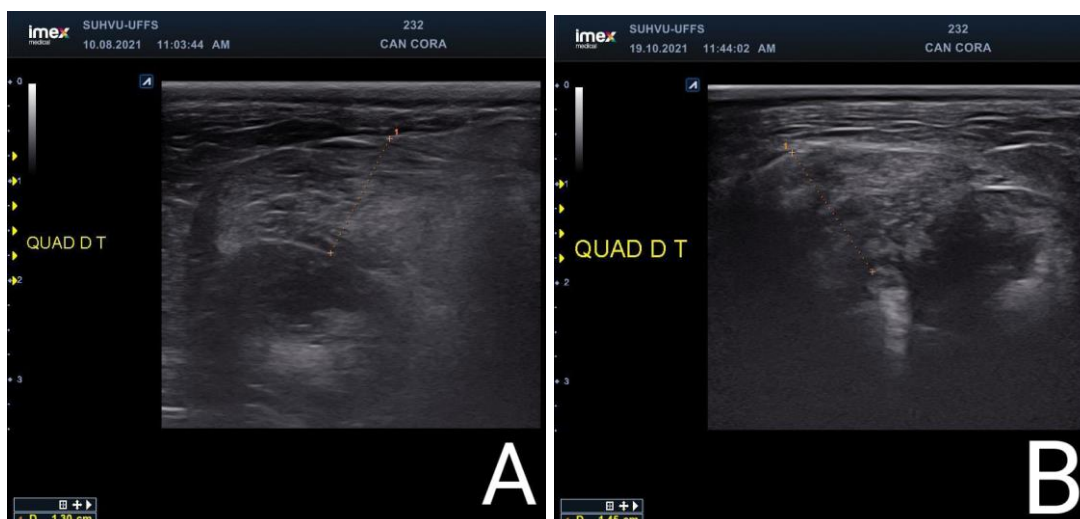
Tabela 4 – Medidas sonográficas musculares de membros pélvicos de cão com atrofia muscular crônica no membro direito, após 2 anos de tratamento cirúrgico de osteossíntese de fêmur direito, realizadas antes da implementação da fisioterapia, após 4 semanas e após 8 semanas

Medida	INICIAL		4 SEMANAS		8 SEMANAS	
	MPE (cm)	MPD (cm)	MPE (cm)	MPD (cm)	MPE(cm)	MPD (cm)
T	1,56	1,30	1,54	1,39	1,55	1,45
L	1,40	1,30	1,45	1,38	1,46	1,41

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Notas: T (transversal); L (longitudinal); MPE (membro pélvico esquerdo); MPD (membro pélvico direito); cm (centímetros).

Figura 7 – Imagens sonográficas de quadríceps femoral direito de cão, fêmea, 2,7 anos, com atrofia muscular crônica, obtidas previamente a fisioterapia (A) e após oito semanas de tratamento (B)



Fonte: Arquivo SUHVU - UFFS

Os dados obtidos ao exame US de ambas as pacientes foram tabulados com as medidas iniciais e finais do membro estimulado e porcentagem de diferença entre estas para melhor visualização das alterações ocorridas (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 – Comparação das mensurações ultrassonográficas de musculatura de cão, fêmea, 3,4 anos, 6,550 kg, com atrofia muscular crônica, antes e após a realização de fisioterapia

Músculo	Medida	Mensuração inicial	Mensuração final	Diferença
Glúteo médio E	L	0,61 cm	0,64 cm	+ 4,9%
	T	0,74 cm	0,85 cm	+ 14,9%
Quadríceps femoral E	L	1,03 cm	1,59 cm	+ 54,4%
	T	1,33 cm	1,60 cm	+ 20,3%

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Legenda: E (Esquerdo); L (Longitudinal); T (Transversal); cm (centímetros)

Tabela 6 – Comparação das mensurações ultrassonográficas de musculatura de cão, fêmea, 2,7 anos, 8,650 kg, com atrofia muscular crônica, antes e após a realização de fisioterapia

Músculo	Medida	Mensuração inicial	Mensuração final	Diferença
Quadríceps femoral D	L	1,30 cm	1,41 cm	+ 8,5%
	T	1,30 cm	1,45 cm	+ 11,5%

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Legenda: D (Direito); L (Longitudinal); T (Transversal); cm (centímetros)

Em todos os casos, com destaque para quadríceps femoral da primeira paciente, houve diferenças nas aferições realizadas por US, revelando a hipertrofia muscular. Para avaliação da diferença observada em mensuração por fita métrica, se transformou os valores em porcentagem, atribuindo a medida do membro não estimulado a porcentagem de 100, enquanto para o membro estimulado a porcentagem correspondente ao tamanho deste em relação ao membro não atrofiado, durante as aferições iniciais, com 3 ou 4 semanas e ao fim de 8 semanas de fisioterapia com EENM (Tabela 7). Houve aproximação da porcentagem do

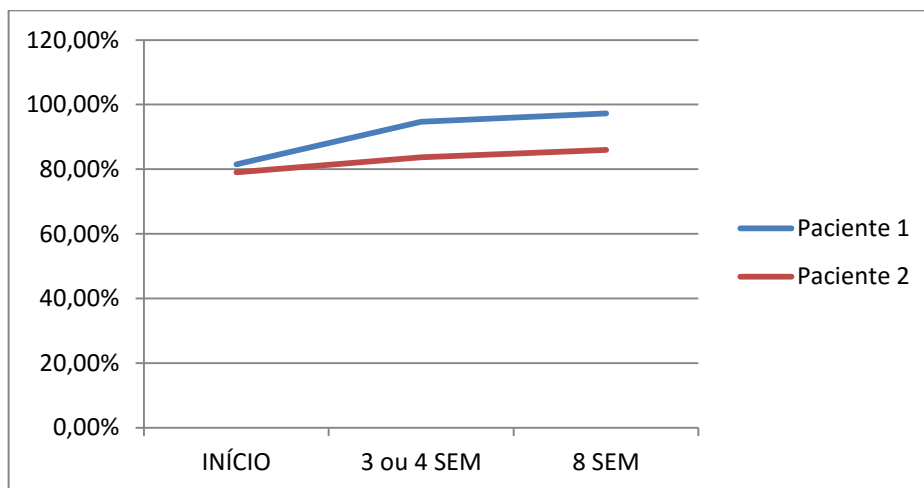
membro atrofiado em direção à aferição do membro controle. Sendo que, a evolução se deu principalmente entre a primeira e segunda avaliação em ambas as pacientes (Figura 8).

Tabela 7 – Mensuração por fita métrica transformada em percentagem e evolução das pacientes após implementação do tratamento fisioterapêutico

Paciente	Controle (100%)	Membro estimulado (Tempo)		
		ZERO	3 OU 4 SEM	8 SEM
Caso 1	19 (100%)	81,5 %	94,7%	97,3%
Caso 2	21,5 (100%)	79,0%	83,7%	86,0%

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Figura 8 – Representação gráfica do comportamento da perimetria do membro submetido à EENM de cães, fêmeas, com atrofia muscular crônica após 2 e 3 anos de tratamento cirúrgico ortopédico. Primeiro caso relatado (em azul) e segundo caso relatado (em vermelho)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Neste caso optou-se por não submeter os dados à análise estatística, já que se trata de casos isolados e sem objetivo de comparação entre as pacientes.

3 DISCUSSÃO

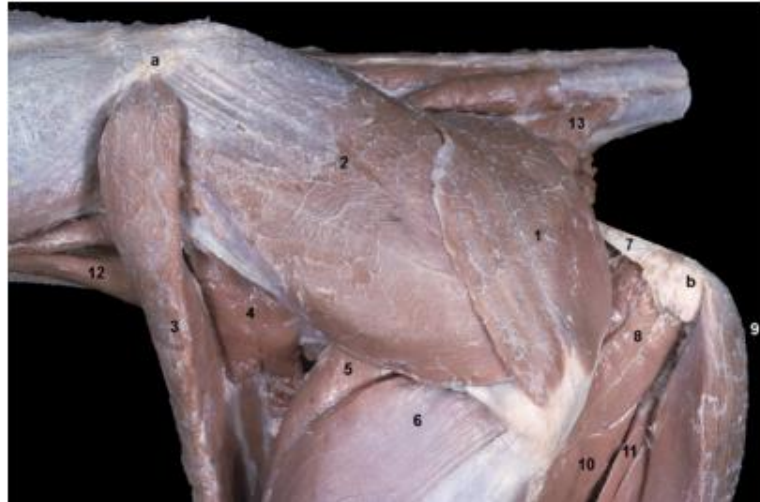
A cirurgia ortopédica tem como objetivo restabelecer a função por meio da recuperação do movimento e alívio da dor (BARBOSA *et al.*, 2014). Souza *et al.* (2011), listam como principais comprometimentos ortopédicos em membros pélvicos de cães, as fraturas que podem ser causadas por quedas, traumas ou acidentes automobilísticos. Conforme levantamento realizado por Colvero (2020), dos cães com algum comprometimento ortopédico, atendidos pelo centro fisioterapêutico em uma Universidade de Santa Maria – RS entre 2018 e 2019, a maioria foi em virtude de fraturas e luxações, sendo a mais frequente a fratura de fêmur. Além disso, os cães mais acometidos por fraturas apendiculares causadas por atropelamento foram os mais jovens (menos de 1 ano de idade) e de porte pequeno (KEMPER; DIAMANTE, 2010). Neste estudo, ambas as pacientes fraturaram na região do fêmur e o fator causal foi acidente automobilístico (atropelamento). As duas tinham seis meses de idade e são SRDs de pequeno porte, o que coincide com a literatura supracitada.

A atrofia muscular resulta principalmente de problemas ortopédicos (BOCKSTAHLER, 2006), neurológicos ou após procedimentos cirúrgicos em que o animal precisa ficar tempo prolongado com uma articulação imobilizada (DURIGAN *et al.*, 2006; PELIZZARI *et al.*, 2008; ROCHA *et al.*, 2010). Essa imobilização leva ao desuso que, seguida do envelhecimento, é a principal causa de atrofia muscular em humanos (MINAMOTO, 2005), e inicia-se 72 horas após a imobilização (DOYLE, 2004). Edgerton *et al.* (2002), em sua pesquisa com ratos, observaram que o músculo *soleus* (sóleo) com ausência de carga sofre atrofia muscular de cerca de 25% nos primeiros quatro dias. Neste trabalho as pacientes haviam sido submetidas à cirurgia ortopédica a cerca de três e dois anos (2018/2019), e apresentavam em mensuração transversal de exame US, cerca de 28,5% e 16,67% de atrofia muscular em quadríceps femoral, respectivamente.

A resposta atrófica parece ser própria de cada grupo muscular a diferentes etiologias. Por isso, por exemplo, a adaptação muscular na atrofia é melhor encarada pelos músculos extensores em relação aos flexores (TALMADGE *et al.*, 2002). Neste estudo foram submetidos à estimulação os grupos musculares glúteos

e quadríceps, ambos considerados músculos extensores, com função de estender o quadril e o joelho, respectivamente (Figura 9 e 10) (PLANA *et al.*, 2018).

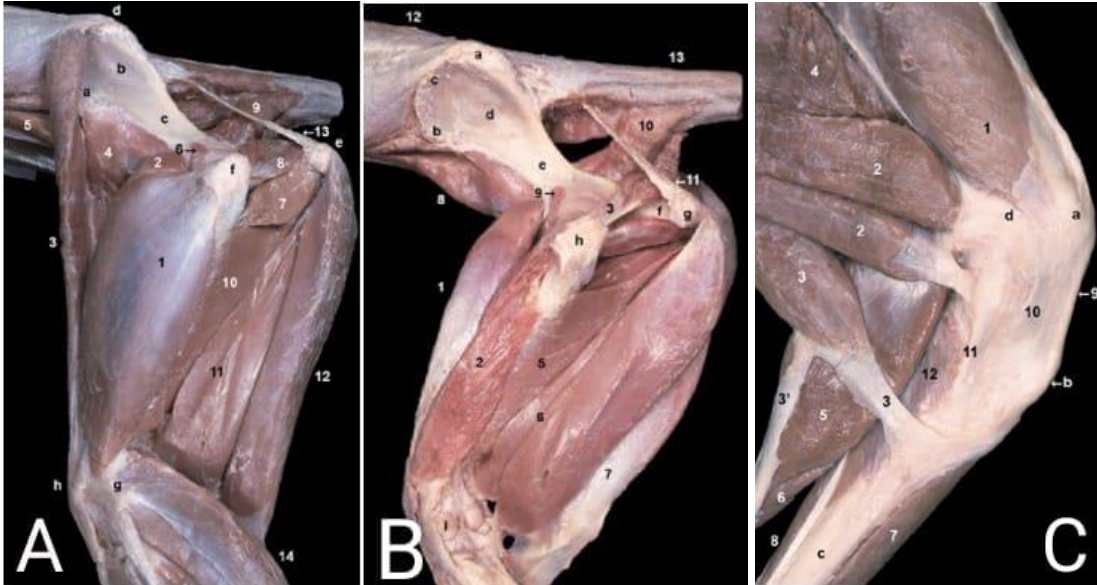
Figura 9 – Anatomia dos músculos da região glútea. Observa-se em 2 o músculo glúteo médio, tendo sua origem na asa do ílio e inserção no trocânter maior do fêmur, que neste estudo foi estimulado e avaliado sonograficamente



Fonte: PLANA *et al.* (2018)

Legenda: 1 – Músculo glúteo superficial; 2 – Músculo glúteo médio; 5 – Músculo reto femoral; 6 – Músculo vasto lateral

Figura 10 – Anatomia dos músculos da região de quadríceps femoral em que se observam as quatro cabeças musculares (vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio e reto femoral) que se convergem formando o ligamento patelar que passa sobre a patela e insere-se na tuberosidade da tíbia



Fonte: PLANA *et al.* (2018)

Legenda:

A – 1: Músculo vasto lateral; 2: Músculo reto femoral

B – 1: Músculo reto femoral; 2: Músculo vasto intermédio

C – 1: Músculo vasto lateral; a: face cranial da patela; 9: Ligamento patelar; b: tuberosidade da tíbia.

Para este trabalho utilizou-se a corrente de estimulação elétrica funcional (FES), que é o nome comercial dado a uma forma de corrente pulsada com fluxo de partículas carregadas, que pode ser uni ou bidirecional, e que tem momentos idealizados e finitos que cessa a corrente, classificada como baixa frequência (ROBERTSON *et al.*, 2009). A escolha dessa corrente segue a indicação da mesma quando se deseja fortalecimento muscular (COUPAUD *et al.*, 2008) e retardo de atrofia (GARGIULO *et al.*, 2011), que era o caso das pacientes deste relato.

A frequência do aparelho diz respeito aos pulsos que são produzidos a cada segundo, sendo indicada em Hertz. Portanto, a frequência de 40 Hz possui 40 pulsos por segundo (KROON *et al.*, 2005) e foi aplicada dentro da faixa ideal (40 Hz) de estimulação sobre musculatura de sustentação indicada por Hummel, Vicente e Lima (2018). A largura de pulso ou comprimento de onda utilizado de 140 us está abaixo do sugerido pelos mesmos autores de 210-250 us para quadríceps femoral

em casos de hipotrofia. Apesar de ainda assim ter-se conseguido contração adequada, o resultado poderia ser melhor se seguido a recomendação dos autores.

Com o comprimento escolhido para glúteos de 140 us, havia contração, mas obteve-se poucos resultados nas primeiras semanas, assim aumentou-se para 180 us que está na faixa de indicação de Hummel, Vicente e Lima (2018) para glúteos (160-200 us), o que produziu maior diferença, mesmo não sendo tão significativa em relação ao quadríceps femoral.

A intensidade ou amplitude diz respeito ao tamanho do estímulo e está relacionada a forçar muscular produzida (BICKEL; GREGORY; DEAN, 2011). Este parâmetro deve ser aumentado lento e gradualmente após o aparelho ser ligado, até que seja percebida uma contração clara, mantendo-se esta amplitude (HUMMEL; VICENTE; LIMA, 2018). Neste trabalho seguiu-se a orientação destes autores e aplicou-se a maior intensidade tolerada pelo paciente. Apesar de ter utilizado a corrente russa, Evangelista *et al.* (2003) também optou por aplicar a intensidade mais alta que seja tolerada pelo paciente pois, segundo estes autores, há uma relação entre a intensidade de contração proveniente da estimulação e o ganho de força pela musculatura.

Segundo Evans, Knap e Schulz (2014), essa terapia pode ser aplicada de uma até cinco vezes na semana com duração de 10 a 20 minutos de acordo com os aspectos já comentados. Neste estudo se aplicou a EENM três vezes na semana assim como Souza *et al.* (2007) em cães e Mendonça *et al.* (2021) em humanos. Porém, diferenciou no tempo de aplicação, em que neste trabalho variou de 10 a 16 minutos, e na pesquisa de Souza *et al.* (2007) e Pelizzari *et al.* (2008) foi um período pré-estabelecido de 30 minutos, enquanto que em humanos a mesma durou 20 minutos (MENDONÇA *et al.*, 2021).

Esse tempo de estimulação diferenciou, pois se levou em consideração o encerramento da sessão quando os pacientes demonstraram desconforto ou a musculatura deixou de responder com contração efetiva, como orientam pesquisadores mais recentes (BICKEL; GREGORY; DEAN, 2011; HUMMEL; VICENTE; LIMA, 2018). O tempo de tolerância, portanto, poderia ser maior se os cães deste relato estivessem com desenvolvimento de atrofia a cerca de apenas 30 dias, como era o caso dos animais utilizados por Pelizzari *et al.* (2008).

Para avaliação dos resultados utilizou-se o exame ultrassonográfico, a mensuração por fita métrica e a classificação dos graus de claudicação. A US é

considerado uma modalidade de imagem não invasiva capaz de mensurar a perda muscular sem submeter o animal a nenhum tipo de anestesia e coleta de biópsias musculares (SOCORRO *et al.*, 2018). Nos dois pacientes foi possível a realização dos US apenas com contenção manual, sem que se observasse desconforto ou sinais de dor durante a aplicação do transdutor.

Segundo Nijholt *et al.* (2017), apesar da ressonância magnética e a tomografia serem consideradas padrão ouro para avaliação da massa muscular, elas são inviáveis de serem utilizadas na prática diária, e neste caso pode-se utilizar a US que, além de ser uma prática de imagem não ionizante, é portátil e mais acessível. Estes autores, ao avaliarem a aplicação da US para medida do tamanho muscular em humanos com idade avançada, concluíram que esta prática é confiável e válida. No presente estudo verificou-se que os exames são de fácil realização, com obtenção de imagens adequadas e boa verificação da condição do tecido muscular.

Roberts *et al.* (2016), utilizaram como modelo o glúteo médio de cães saudáveis para avaliar a confiabilidade de mensuração muscular da US, e concluiu que esta é uma ferramenta confiável para este fim, mesmo comparando as mensurações realizadas por profissionais inexperientes e com longa experiência. Outros trabalhos consideram os benefícios dessa técnica dependente do operador, exigindo longo treinamento (CAN *et al.*, 2017). No caso do presente relato, as mensurações musculares obtidas por US foram realizadas por profissional experiente, e não houve dificuldade para obtenção das imagens.

Em ambas as pacientes houve hipertrofia muscular, em maior ou menor grau, após a aplicação de EENM durante oito semanas. Hauger *et al.* (2018), ao aplicarem esta terapia em quadríceps de humanos durante seis semanas, concluíram em seu trabalho que a EENM é capaz, junto da fisioterapia padrão, de aumentar a força muscular e melhorar função se comparado a utilização desta última isoladamente. Durigan *et al.* (2006), ao empregarem ratos à imobilização e utilizarem a EENM durante 15 dias junto a imobilização para avaliar o efeito sobre a morfologia das fibras, obtiveram como resposta a prevenção da redução da área das fibras, bem como menor índice de tecido conjuntivo depositado entre elas.

Evangelista *et al.* (2003) ao submeterem oficiais do exército saudáveis à EENM, revelaram que esta pode melhorar a performance em preparações físicas, influenciando não só na estrutura como também no tecido adiposo de humanos.

Mendonça *et al.* (2021), ao aplicarem EENM três vezes na semana durante 15 dias em quadríceps de humanos que realizaram cirurgia de reconstrução de ligamento cruzado cranial, concluíram que esta terapia isoladamente é capaz de impedir ocorrências de assimetria muscular nesta região. Pelizzari *et al.* (2008) e Souza *et al.* (2007), ao induzirem atrofia muscular em cães através de imobilização articular, também produziram hipertrofia e ganho de força por meio da aplicação de EENM durante 8 semanas.

Apesar da mensuração da circunferência da coxa e a classificação funcional dos graus de claudicação serem práticas subjetivas, elas são úteis na avaliação da eficiência do emprego de técnicas de intervenção terapêutica sem invasão de tecidos (SOUZA, 2010). Medir a circunferência do membro com o auxílio de fita métrica é uma forma indireta de constatar as mudanças musculares de forma rápida, fácil e barata (EVANS; KNAP; SCHULZ, 2014). Porém, resultados seguros são adquiridos apenas quando há padronização da mensuração. Além disso, é necessário considerar a contração muscular e a pelagem do paciente, pois são fatores que podem influenciar na aferição (MILLIS, 2004).

Dessa forma, neste estudo buscou-se utilizar a prega inguinocrural como ponto de referência para medir a circunferência dos membros (atrofiado e não atrofiado) em todas as avaliações. Também se preconizou que o animal estivesse em estação e com membro levemente suspenso para padronizar a medida. Desconsiderou-se a presença de pelos, já que ambas as pacientes não possuíam pelagem volumosa.

Em relação à mensuração por fita métrica, neste trabalho houve aproximação da percentagem do membro atrofiado em direção a do membro controle em ambos os pacientes, sendo que a evolução se deu principalmente entre a primeira e segunda avaliação em ambas as pacientes. Este mesmo comportamento foi encontrado por Souza (2010) ao induzir atrofia e submeter os pacientes com 38 dias de pós-operatório a EENM, mesmo neste caso sendo utilizado o objetivo (em percentagem) o próprio membro antes da indução a atrofia.

Os pacientes estimulados no trabalho citado se aproximaram ou até ultrapassaram a mensuração requerida. Mesmo a mensuração em fita métrica neste estudo não ter alcançado o tamanho do membro controle, houve certa diferença após a EENM.

Existem diversas ferramentas para análise da marcha do paciente em estação, em deambulação e ao trote (HESBACH, 2007). Para este estudo utilizou-se a classificação elaborada por Tudury e Raiser (1985) que atribui o grau 1 a pacientes que não utilizam o membro e o grau 5 a pacientes que tem uso funcional do mesmo.

Os pacientes deste estudo variaram entre as classificações. No primeiro caso o animal não conseguia apoiar o peso sobre o membro operado em estação, ao caminhar apresentava claudicação leve e ao trote moderada. Ao fim da fisioterapia com EENM apoiou totalmente o peso sobre o membro tratado em estação, e passou a apresentar apenas claudicação leve tanto em deambulação quanto no trote. Assim essa paciente evoluiu do grau III ao IV.

A segunda paciente tinha comprometimento funcional ainda mais exacerbado, pois permanecia com membro elevado em estação e frequentemente ao trote, e deambulava com claudicação moderada. Após EENM começou a apoiar o membro em estação, caminhar normalmente e com leve claudicação apenas ao trote. Este animal, portanto, evoluiu do grau II ao IV. Como pode-se perceber, nem todas as características funcionais se encaixam na classificação de Tudury e Raiser (1985), revelando a individualidade de cada animal.

Essa mesma classificação foi utilizada por Souza *et al.* (2007) e Pelizzari *et al.* (2008). Na pesquisa de ambos, os animais retornaram a funcionalidade total do membro em até 54 dias após a retirada da imobilização que induziu a atrofia. Porém, ambos não observaram diferença entre o grupo de animais que foi submetido à EENM e o grupo controle. No presente estudo, apesar de não se ter um grupo controle para comparação, ambas as pacientes demonstraram evolução no uso do membro atrofiado após EENM.

A primeira paciente foi submetida à exérese de cabeça e colo femoral. Após a cirurgia não há mais uma articulação do fêmur com acetábulo, tem-se uma falsa articulação com a formação de fibrose no local. Isso resulta no encurtamento do membro que altera a marcha do paciente, além de atrofia muscular e restrita extensão de quadril. Isso explica o porquê da permanência de leve claudicação (HARPER, 2017), ainda que, sua força de sustentação tenha melhorado (PELIZZARI *et al.*, 2008).

Já a segunda paciente recuperou quase a totalidade de sua capacidade funcional, ainda que o mesmo não tenha ocorrido em relação à atrofia. Segundo

Guyton e Hall (2011), isso pode estar relacionado à fibrose muscular que corresponde ao estágio final da atrofia muscular, quando grande parte das fibras musculares foram destruídas e substituídas por tecido fibroso. As poucas fibras que persistem tem pouca ou nenhuma capacidade de regeneração.

Segundo Ferreira *et al.* (2004), com até 2 meses de atrofia o músculo pode ser restaurado completamente em massa e força, após esse período a capacidade de restauração da musculatura reduz de forma acentuada. Isso pode ser percebido neste trabalho, em que não se obteve recuperação total do tamanho e força muscular. Porém, não se pode afirmar que a EENM não induz hipertrofia e aumento de força em pacientes com atrofia muscular crônica.

Para Doyle (2004), em casos de fratura, a simples união óssea não traduz a real recuperação do paciente, que só pode ser avaliada quando todas as consequências da imobilização forem eliminadas e as características funcionais restabelecidas. Nos casos relatados, buscou-se melhorar a capacidade funcional do membro operado através da aplicação de EENM e conseguiu-se reduzir a atrofia e melhorar caminhada e trote das mesmas. Com a aplicação da EENM logo após o desenvolvimento da atrofia muscular poderia obter-se melhores resultados, como demonstrado em outros trabalhos (Durigan *et al.*, 2006; Souza *et al.*, 2007; Pelizzari *et al.*, 2008; Hauger *et al.*, 2018).

Isso demonstra a importância e indicação da implementação de reabilitação (HAPER, 2017) a fim de intervir no tratamento quando o animal ainda estiver no hospital, ou orientar o tutor a procurar serviço especializado. Especialistas e pessoas treinadas são capazes de maximizar seus resultados, ainda que, uma simples orientação médica possa gerar benefícios sem aumentar significativamente as despesas do tratamento (DOYLE, 2004).

4 CONCLUSÕES

Em ambos os casos relatados a EENM foi capaz de hipertrofiar a musculatura e promover ganhos de força muscular em pacientes com atrofia crônica após cirurgia ortopédica. A utilização da fita métrica e a avaliação dos graus de claudicação permitiram acompanhar a evolução das pacientes. A US facilitou a visibilização muscular e a atrofia/hipertrofia, além de não ser percebido sinais de desconforto durante o exame. Por fim, vale ressaltar a importância da implementação da fisioterapia veterinária em protocolos de recuperação física de pacientes após cirurgias ortopédicas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. H.; ARAÚJO, N. F.; SILVA, J. A. J.; CORRÊA, T. B.; MOREIRA, T. M.; ANDRADE, E. V. Avaliação da intensidade da dor e analgesia em pacientes no período pós-operatório de cirurgias ortopédicas. **Escola Anna Nery**, v. 18, n. 1, p. 143-147, 2014.
- BICKEL, C. S.; GREGORY, C. M.; DEAN, J. C. Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: a critical appraisal. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 10, p. 2399-2407, 2011.
- BOCKSTAHLER, B. The orthopaedic patient: conservative treatment, physiotherapy and rehabilitation. **IAMS Clinical Nutrition Symposium**, p. 25-30, 2006.
- BOOTH, F. W.; CRISWELL, D. S. Molecular events underlying skeletal muscle atrophy and the development of effective countermeasures. **International Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 4, p. 265-269, 1997.
- BRASILEIRO, J. S.; CASTRO, C. E. S.; PARIZOTTO, N. A. Parâmetros manipuláveis clinicamente na estimulação elétrica neuromuscular. **Fisioterapia Brasil**, v. 3, n. 1, p. 16-24, 2002.
- CAIOZZO, V. J.; HADDAD, F.; BAKER, M. J.; HERRICK, R. E.; BALDWIN, K. Microgravity-induced transformations of myosin isoforms and contractile properties of skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 1, p. 123-132, 1996.
- CANAPP, D. A. Select modalities. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 22, n. 4, p. 160-165, 2007.
- CAN, B.; KARA, M.; KARA, O.; ULGER, Z.; FRONTEIRA, W.; OZÇAKAR, L. The value of musculoskeletal ultrasound in geriatric care and rehabilitation. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 40, n. 4, p. 285-296, 2017.

COLVERO, A. C. T. **Doenças neurológicas e ortopédicas de cães e gatos submetidos à fisioterapia: 384 casos**. 2020. 36 f. Dissertação (Pós-Graduação em Medicina Veterinária) , Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2020.

COUPAUD, S.; GOLLE, H.; HUNT, K. J.; FRASER, M. H.; ALLAN, D. B.; McLEAN, A. N. Arm-cranking exercise assisted by functional electrical stimulation in C6 tetraplegia: a pilot study. **Technology and Health Care**, v. 16, n. 6, p. 415-427, 2008.

DOUCET, B. M.; LAM, A.; GRIFFIN, L.; Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 85, n. 2, p. 201-215, 2012.

DOYLE, N. D. Rehabilitation of fractures in small animals: maximize outcomes, minimize complications. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 180-191, 2004.

DURIGAN, J. L. Q.; CANCELLIERO, K. M.; DIAS, C. K. N.; SILVA, C. A.; GUIRRO, R. R. J.; POLACOW, M. L. O. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular sobre o membro posterior imobilizado de ratos durante 15 dias: análises metabólicas e morfométricas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 10, n. 3, p.297-302, jul./set. 2006.

EDGERTON, V. R.; ROY, R. R.; ALLEN, D. L.; MONTY, R. J. Adaptations in skeletal muscle disuse or decreased-use atrophy. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. 127-147, 2002.

EVANGELISTA, A. R.; GRAVINA, G. A.; BORGES, F. S.; VILARDI, N. P. Adaptação da característica fisiológica da fibra muscular por meio de eletroestimulação. **Fisioterapia Brasil**, v. 4, n. 5, set./out. 2003.

- EVANS, W. G.; KNAP, K.; SCHULZ, K. S. Fundamentos de reabilitação física. In: FOSSUM, T. W. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 4ª ed. Local: Elsevier, 2014, cap. 11.
- FERREIRA, R.; NEUPARTH, M. J.; ASCENSÃO, A.; MAGALHÃES, J.; DUARTE, J.; AMADO, F. Atrofia muscular esquelética. Modelos experimentais, manifestações teciduais e fisiopatologia. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 4, n. 3, p. 94-111, 2004.
- GARGIULO, P.; REYNISSON, P.; HELGASON, B.; KERM, H.; MAYR, W.; INGVARSSON, P.; CARRARO, U. Muscle, tendons, and bone: structural changes during denervation and FES treatment. **Neurological Research**, v. 33, n. 7, p. 750-758, 2011.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 12ª ed. Local: Elsevier, 2011.
- GOMES, A. R. S. et al. Morphological effects of two protocols of passive stretch over the immobilized rat soleus muscle. **Journal of Anatomy**, v. 210, n. 3, p. 328-335, 2007.
- HARPER, T. A. M. Femoral head and neck excision. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 47, n. 4, p. 885-897, 2017.
- HAUGER, A. V.; RELMAN, M. P.; BJORDAL, J. M.; SHEETS, C.; LEDBETTER, L.; GOODE, A. P. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 26, n. 2, p. 399-410, 2018.
- HESBACH, A. L. Techniques for objective outcome assessment. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 22, n. 4, p. 146-154, 2007.

HUMMEL, J.; VICENTE, G.; LIMA, D. S. P. Eletroterapia. In: HUMMEL, J.; VICENTE, G. **Tratado de fisioterapia e fisioterapia de pequenos animais**. Local: Payá, 2018, cap. 10, p. 90-100.

JOHNSON, J.; LEVINE, D. Electrical stimulation. In: MILLIS, D. L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R. A. **Canine rehabilitation and physical therapy**. Missouri: Elsevier, 2004. Cap. 17, p. 289-302.

KEMPER, B.; DIAMANTE, G. A. C. Estudo retrospectivo das fraturas do esqueleto apendicular de cães atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) no período de janeiro de 2007 a março de 2009. **Journal of Health Sciences**, v. 12, n. 2, 2010.

KONDO, H. Oxidative stress in muscular atrophy. In: SEM, C.; PACKER, L.; HANNINEN, O. **Handbook of oxidants and antioxidants in exercise**. Local: Elsevier, 2000. Cap. 23, p. 631-652.

KROON, J.; JZERMAN, M.; CHAE, J.; LANKHORST, G.; ZILVOLD, G. Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 37, n. 2, p. 65-74, 2005.

LU, D. X.; HUANG, S. K.; CARLSON, B. M. Electron microscopic study of long-term denervated rat skeletal muscle. **The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists**, v. 248, n. 3, p. 355-365, 1997.

MENDONÇA, G. O.; SEVERINO, M. L. B.; OLIVEIRA, K. M.; OLIVEIRA, M. L.; SOUZA, G. G.; SIMÃO, A. P.; LOBATO, D. F. M.; ANDRADE, R. A.; FRANCO, R. Z.; CRUZ, M. S.; CARVALHO, L. C. The effects of neuromuscular stimulation in association with whey protein supplementation after anterior cruciate ligament reconstruction. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 316-322, 2021.

MILLIS, D. L. Responses of musculoskeletal tissues to disuse and remobilization. In MILLIS, D. L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R. A. **Canine rehabilitation and physical therapy**. Local: Saunders, 2004. Cap. 7, p. 113-159.

MINAMOTO, V. B. Classificação e adaptação das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 12, n. 3, p. 50-55, 2005.

NIJHOLT, W.; SCAFOGLIERI, A.; WITTENAAR, H. J.; HOBBELEN, J. S. M.; SCHANS, C. P. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscle in older adults: a systematic review. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 8, n. 5, p. 702-712, 2017.

PELIZZARI, C.; MAZZANTI, A.; RAISER, A. G.; LOPES, S. T. A.; GRAÇA, D. L.; RAMOS, A. T.; SALBEGO, F. Z.; FESTUGATTO, R.; BECKMANN, D. V.; SOUZA, L. B.; CUNHA, M. G. M. C. M.; SANTOS, R. P.; GARMATZ, B.; SILVA, A. P.; STURZA, D. A. F. Estimulação elétrica neuromuscular em cães com atrofia muscular induzida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 76-82, 2008.

PLANA, C. L.; APARICIO, P. M.; LABEAGA, J. R.; BÉJAR, M. L. **Atlas dos músculos do cão**. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém – PA, 2018.

ROBERTS, E. et al. Evaluation of the reliability of real-time ultrasonography to measure muscle thickness of the canine middle gluteal muscle. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 58, n. 2, 2016.

ROBERTSON, V.; WARD, A.; LOW, J.; REED, A. Eletroterapia explicada: princípios e prática. **Elsevier**, Rio de Janeiro, 2009.

ROCHA, W. A. et al. Alterações morfofuncionais musculares em resposta ao alongamento passivo em modelo animal de imobilização prolongada de membro posterior. **Revista Brasileira Medicina Esporte**, v. 16, n. 6, p. 450-454, nov./dez. 2010.

SOCORRO, C. R. H.; SAAVEDRA, P.; FERNANDEZ, J. C. L.; SANTANA, S. R. Assessment of muscle wasting in long-stay ICU patients using a new ultrasound protocol. **Nutrients**, v. 10, n. 12, p. 1849, out. 2018.

SOUZA, M. M. D.; RAHAL, S. C.; PADOVANI, C. R.; MAMPRIM, M. J.; CAVINI, J. H. Afecções ortopédicas dos membros pélvicos em cães: estudo retrospectivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 852-857, mai. 2011.

SOUZA, S. F.; MAZZANTI, A.; RAISER, A. G.; SALBEGO, F. Z.; PELIZZARI, C.; MARTINS, D. B.; RECH, R. R.; LOPES, S. T. A.; BECKMANN, D. V.; SOUZA, L. B.; CUNHA, M. G. C. M.; FESTUGATTO, R.; SANTOS, R. P.; SILVA, A. P. Estimulação neuromuscular em cães submetidos à imobilização rígida temporária da articulação fêmuro-tíbiopatelar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 165-170, jan./fev. 2007.

SOUZA, S. F. **Reabilitação em cães com atrofia muscular induzida**. 2010. 74 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

TALMADGE, R. J.; ROY, R. R.; CAOIZZO, V. J.; EDGERTON, V. R. Mechanical properties of rat soleus after long-term spinal cord transection. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1487-1497, 2002.

TUDURY, E. A.; RAISER, A. G. Redução de fraturas distais do fêmur de cães, empregando dois pinos de steinmann em substituição aos de rush. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 141-155, 1985.

ANEXO – CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "TERAPIA COM NEUROESTIMULAÇÃO PERIFÉRICA EM CÃES COM ATROFIA MUSCULAR CRÔNICA PÓS PROCEDIMENTO CIRÚRGICO ORTOPÉDICO", protocolada sob o CEUA nº 9568240321 (p000224), sob a responsabilidade de **Gentil Ferreira Gonçalves e equipe; Laura de Vargas** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEUA/UFFS) na reunião de 07/05/2021.

We certify that the proposal "THERAPY WITH PERIPHERAL NEUROSTIMULATION IN DOGS WITH CHRONIC MUSCULAR ATROPHY AFTER ORTHOPEDIC SURGICAL PROCEDURE", utilizing 20 Dogs (males and females), protocol number CEUA 9568240321 (p000224), under the responsibility of **Gentil Ferreira Gonçalves and team; Laura de Vargas** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of South Border (CEUA/UFFS) in the meeting of 05/07/2021.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **05/2021** a **12/2022**

Área: **Medicina Veterinária**

Origem: **Animais de proprietários**

Espécie: **Cães**

sexo: **Machos e Fêmeas**

Idade: **2 a 5 anos**

N: **20**

Linagem: **Variadas**

Peso: **8 a 13 kg**

Local do experimento: - Exame físico e ortopédico - Ambulatório clínico de pequenos animais, Bloco 3 da Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária, Campus Realeza - PR. - Exames ultrassonográficos - Sala de exames ultrassonográficos, Bloco 4 da Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária, Campus Realeza - PR. - Sessões de eletroestimulação - Sala de curativos de pequenos animais, Bloco 3 da Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária, Campus Realeza - PR.

Realeza, 25 de maio de 2021

Prof. Dr. Valfredo Schlemper
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal da Fronteira Sul

Profa. Dra. Gabrielle Coelho Freitas
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal da Fronteira Sul