

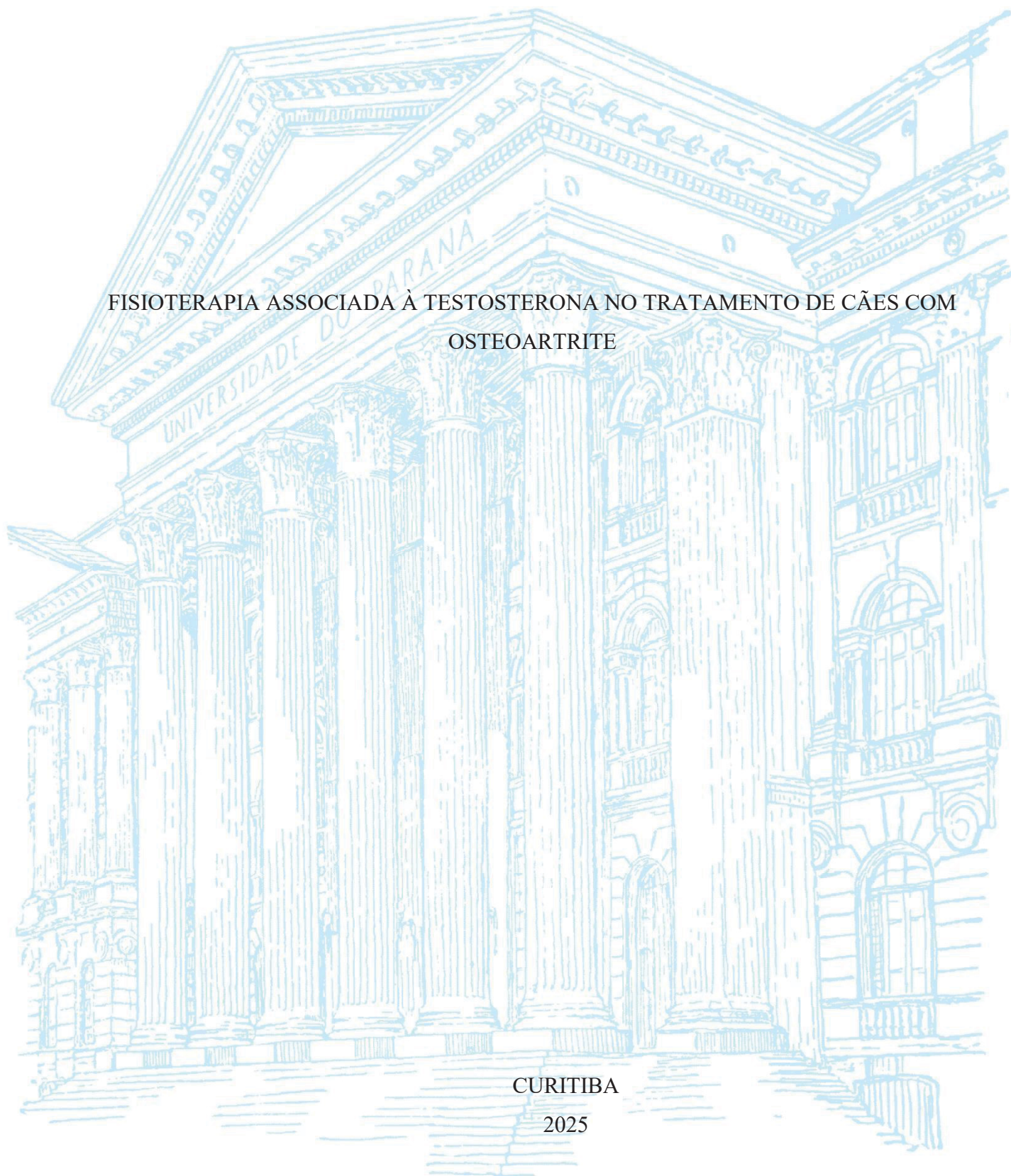
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THAMIRES ZANOLINI NAZARETH DE ALMEIDA

FISIOTERAPIA ASSOCIADA À TESTOSTERONA NO TRATAMENTO DE CÃES COM
OSTEOARTRITE

CURITIBA

2025



THAMIRES ZANOLINI NAZARETH DE ALMEIDA

FISIOTERAPIA ASSOCIADA À TESTOSTERONA NO TRATAMENTO DE CÃES COM
OSTEOARTRITE

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Professora Dra. Soraia Figueiredo de Souza.

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Almeida, Thamires Zanolini Nazareth de

Fisioterapia associada à testosterona no tratamento de cães com osteoartrite / Thamires Zanolini Nazareth de Almeida. – Curitiba, 2025.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Profa. Dra. Soraia Figueiredo de Souza

1. Fisioterapia. 2. Testosterona. 3. Cão. 4. Osteoartrite. I. Souza, Soraia Figueiredo de. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

Bibliotecária: Talita Nunes Silva Gonçalves CRB-9/2244

TERMO DE APROVAÇÃO

THAMIRES ZANOLINI NAZARETH DE ALMEIDA

FISIOTERAPIA ASSOCIADA À TESTOSTERONA NO TRATAMENTO DE CÃES COM OSTEOARTRITE

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, Setor de CIÊNCIAS AGRÁRIAS, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de MESTRE em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS.



Professora Dra. Soraia Figueiredo de Souza

Orientadora – Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná



Professora Maira Formenton

Membro da banca – Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade de São Paulo.


Professor Guilherme Franco

Membro da banca – Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 06 de Agosto de 2025.

.

Dedico este trabalho a Deus, ao meu marido e filhos, que tiveram a compreensão de dividir minha atenção entre meus estudos, trabalho e família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir ser quem sou, me agradeço, pois sem toda minha persistência e resiliência, nada do que construí até hoje seria real. Agradeço ao meu marido e filhos por sempre me apoiarem, aos animais e as famílias que participaram da pesquisa, aos colegas que de alguma forma colaboraram na execução e principalmente a minha orientadora quem foi um verdadeiro anjo, me acompanhando em dificuldades que ocorreram nas mais diversas esferas e que ainda sim, optou em ajudar deixando este, um caminho mais leve.

Sonhar custa caro, mas desistir custa um sonho (AUTOR DESCONHECIDO).

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da combinação de fisioterapia e testosterona na dose de 1 mg/kg intramuscular a cada 14 dias, na massa muscular de cães com osteoartrite durante 60 dias. Um total de 17 cães foi incluído em um ensaio clínico cego, e distribuídos em dois grupos: um tratado com placebo e fisioterapia (GP); e outro com testosterona e fisioterapia (GT). Ambos os grupos foram submetidos a um protocolo de reabilitação física, realizado duas vezes por semana ao longo de 60 dias com hidroesteira por 20 minutos e 4 séries de 15 repetições com exercícios de disco, step e tábua. As avaliações clínicas, laboratoriais (hemograma, testosterona, creatinina, uréia, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase e creatinoquinase) e de imagem (ultrassom muscular) foram realizadas antes do início do estudo (T₀), aos 30 dias (T₁) e aos 60 dias (T₂). O GT apresentou níveis séricos de testosterona elevados ($p=0,0006$) comparados ao GP, porém ambos os grupos ficaram dentro dos valores de referência. O GT também apresentou maior espessura muscular nos grupos avaliados, sendo bíceps femoral ($p<0,0001$), vasto lateral ($p=0,0015$) e o glúteo médio ($p=0,0003$) ao exame ultrassonográfico. Houve diferença entre os grupos nos parâmetros bioquímicos de FA e ALT. A associação entre fisioterapia e testosterona promoveu ganho de massa significativa apenas do bíceps femoral em cães com osteoartrite, sem impacto mensurável em outros músculos avaliados. Esses achados sugerem efeito localizado e limitado do protocolo utilizado, indicando que frequência maior de exercícios, inclusão de novos protocolos de fortalecimento ou uso de recursos adicionais, como eletroestimulação, podem ser necessários para resultados mais amplos. Embora a testosterona em baixa dose tenha mostrado potencial anabólico, foram observadas alterações enzimáticas hepáticas em parte dos animais, reforçando a importância do monitoramento contínuo. As principais limitações do estudo incluem o número reduzido de animais, a ausência de grupo controle tratado exclusivamente com testosterona — não realizado por questões éticas, visto que a fisioterapia é considerada essencial no manejo da osteoartrite canina [4,6] — e a falta de avaliações funcionais e de composição corporal, como escores de dor, claudicação e massa magra. Além disso, parte da amostra (50% dos cães do grupo placebo) era proveniente de abrigo, com restrição de movimentação diária, o que pode ter contribuído para a heterogeneidade dos resultados.

Palavras-chave: Cães; Osteoartrite; Modalidades de Fisioterapia; Testosterona; Hipertrofia Muscular; Testes de Função Hepática; Ganho de massa muscular, Hidroterapia, Cinesioterapia, Reabilitação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of a combination of physical therapy and testosterone at a dose of 1 mg/kg intramuscularly every 14 days on the muscle mass of dogs with osteoarthritis for 60 days. A total of 17 dogs were included in a blinded clinical trial and distributed into two groups: one treated with placebo and physical therapy (GP); and the other with testosterone and physical therapy (GT). Both groups underwent a physical rehabilitation protocol, performed twice a week for 60 days with a 20-minute treadmill and four sets of 15 repetitions of disc, step, and plank exercises. Clinical, laboratory (blood count, testosterone, creatinine, urea, alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, and creatine kinase), and imaging (muscle ultrasound) evaluations were performed before the start of the study (T0), at 30 days (T1), and at 60 days (T2). The TG presented higher serum testosterone levels ($p=0.0006$) compared to the PG, but both groups remained within the reference values. The TG also presented greater muscle thickness in the groups evaluated, namely in the biceps femoris ($p<0.0001$), vastus lateralis ($p=0.0015$), and gluteus medius ($p=0.0003$) on ultrasound examination. There were differences between the groups in the biochemical parameters of FA and ALT. The combination of physical therapy and testosterone promoted significant mass gain only in the biceps femoris in dogs with osteoarthritis, with no measurable impact on other muscles evaluated. These findings suggest a localized and limited effect of the protocol used, indicating that greater exercise frequency, the inclusion of new strengthening protocols, or the use of additional resources, such as electrical stimulation, may be necessary for broader results. Although low-dose testosterone showed anabolic potential, hepatic enzyme alterations were observed in some animals, reinforcing the importance of continuous monitoring. The main limitations of the study include the small number of animals, the absence of a control group treated exclusively with testosterone—which was not performed for ethical reasons, as physical therapy is considered essential in the management of canine osteoarthritis [4,6]—and the lack of functional and body composition assessments, such as pain, lameness, and lean mass scores. Furthermore, part of the sample (50% of the dogs in the placebo group) came from a shelter, with restricted daily movement, which may have contributed to the heterogeneity of the results.

Keywords: Dogs; Osteoarthritis; Physical Therapy Modalities; Testosterone; Muscle Hypertrophy; Liver Function Tests; Muscle Gain; Hydrotherapy; Kinesiotherapy; Rehabilitation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ULTRASSONOGRAFIA DOS MÚSCULOS GLÚTEO MÉDIO (1A), VASTO LATERAL (1B) E BÍCEPS FEMORAL (1C) DE CÃES SUBMETIDOS A FISIOTERAPIA ASSOCIADA OU NÃO A TESTOSTERONA.....	8
FIGURA 2. PERIMETRIA DA COXA EM CÃES COM OSTEOARTRITE TRATADOS COM FISIOTERAPIA, ASSOCIADA (GT) OU NÃO (GP) A TESTOSTERONA ANTES (T0) E AOS 30 (T1) E 60 (T2) DIAS DE AVALIAÇÃO.....	11
FIGURA 3. DIFERENÇAS INTER E INTRAGRUPOS MÚSCULOS BÍCEPS FEMORAL, VASTO LATERAL E GLÚTEO MÉDIO T0, T1, T2.....	12

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. EVOLUÇÃO PACIENTES DURANTE TRATAMENTO GT E GP.....	24
TABELA 2. VALORES DA MÉDIA ($\pm$ DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA ($\pm$ IQR) DA PERIMETRIA DA COXA (CM/KG) NOS TEMPOS T0, T1 E T2. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA P<0,05	30
TABELA 3. VALORES DA MÉDIA ($\pm$ DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA ($\pm$ IQR) DA ESPESSURA (CM/KG) DOS MÚSCULOS BÍCEPS FEMORAL, VASTO LATERAL E GLÚTEO MÉDIO AVALIADOS POR ULTRASSONOGRRAFIA. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA P<0,05.....	30
TABELA 4. VALORES DA MÉDIA ($\pm$ DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA ($\pm$ IQR) DOS DADOS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA P<0,05.....	31
TABELA 5. DADOS GERAIS DOS PACIENTES.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AINE - Anti-inflamatório não esteroidal

CK - Creatinoquinase

GP – Grupo placebo

GT – Grupo testosterona

OA – Osteoartrite

BIA – Bioimpedância elétrica

DEXA – Absorciometria por dupla energia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3 RESULTADOS	21
3.1 Perimetria da coxa	22
3.2 Espessura muscular por ultrassonografia.....	22
3.3 Análises hematológicas	25
4. DISCUSSÃO	26
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A osteoartrite (OA) é uma doença articular degenerativa progressiva, descrita por degeneração da cartilagem, dor crônica, limitação funcional e inflamação de baixo grau, sendo uma das principais causas de morbidade musculoesquelética em cães [1]. Em cães, tanto animais jovens quanto animais idosos são acometidos, porém sua prevalência aumenta com a idade, com estimativas que indicam prevalência superior a 75% em cães geriátricos [2]. Além das alterações estruturais, a OA frequentemente leva à perda de massa muscular, condição que agrava a instabilidade articular e dificulta a reabilitação funcional [3]. Além do desuso por perda de apoio secundário a dor, já que a dor da OA, leva inibição da atividade muscular cronicamente, que leva à perda de massa muscular e hipotrofia cronicamente [4].

A fisioterapia é uma estratégia não farmacológica eficaz no manejo da OA, contribuindo para o alívio da dor, melhoria da mobilidade e preservação muscular [5]. Hidroterapia e cinesioterapia apresentam bons resultados em cães com alterações articulares. A integridade muscular, por sua vez, é fundamental para retardar a progressão da doença e preservar a qualidade de vida [5].

É sugerido a abordagem multimodal no tratamento da OA canina, integrando terapias farmacológicas, fisioterapêuticas e modificações no estilo de vida. O consenso internacional [6] propõe o manejo combinado de peso corporal, exercício físico e intervenções direcionadas a cães em crescimento com OA, destacando a importância de protocolos adaptados à idade, ao estágio da doença e à capacidade funcional individual. Além disso, as diretrizes canadenses de 2022 [5] enfatizam a relevância da fisioterapia estruturada, que inclui cinesioterapia, hidroterapia e eletroestimulação, com evidências crescentes de redução da dor, melhoria da mobilidade e preservação da musculatura. Ainda que esses protocolos sejam validados em diferentes populações, permanece a

necessidade de delimitar quais técnicas e em quais aspectos da doença promovem maior benefício de maneira mais precoce em cães com OA, avançando o conhecimento para a prática clínica baseada em evidências.

Paralelamente, estudos na medicina humana e em modelos experimentais apontam que a testosterona, um hormônio androgênico com propriedades anabólicas, pode atuar na preservação e na recuperação da massa muscular em condições de sarcopenia ou desuso muscular [7,8]. Em cães com atrofia muscular por desuso induzida por imobilização, a utilização de anabolizantes como a nandrolona na dose de 2 mg/kg, por via intramuscular, uma vez por semana, demonstrou efeitos positivos no ganho de massa muscular, mesmo na ausência de exercício físico [9]. Em homens idosos frágeis (média de 78 anos), a aplicação de testosterona (enantato) na dose de até 100 mg, por via intramuscular, uma vez por semana durante 12 semanas, associada ou não ao treinamento, resultou em aumento significativo da área muscular da coxa e tendência a maiores ganhos de força. O treinamento de força progressivo em alta intensidade (3 vezes por semana, em exercícios de leg press e chest press) mostrou-se seguro e promoveu maiores ganhos de força em comparação ao exercício de baixa intensidade, embora sem melhora significativa na função global [10]. No entanto, ainda são escassas as investigações que exploram o uso terapêutico da testosterona sintética associada à fisioterapia em pacientes com OA, especialmente sob condições clínicas controladas.

O ganho de massa muscular constitui um processo multifatorial, que envolve adaptações neuromotoras, hormonais, estruturais e metabólicas, sendo que nas fases iniciais do treinamento de força predominam respostas neurais, como maior recrutamento e sincronização das unidades motoras, responsáveis pelo aumento da força mesmo antes do crescimento significativo das fibras. A hipertrofia, por sua vez, corresponde

especificamente ao aumento do volume das fibras musculares decorrente do balanço positivo entre síntese e degradação proteica, podendo manifestar-se na forma sarcoplasmática, caracterizada pelo incremento do conteúdo não contrátil do sarcoplasma, mais comum em fisiculturistas, ou miofibrilar, relacionada ao aumento das proteínas contráteis e maior ganho de força, típica de levantadores de peso [11].

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da associação entre fisioterapia e administração de testosterona em cães com OA, com foco no ganho de massa muscular, sem comprometer os parâmetros laboratoriais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um estudo prospectivo e cego. Foram incluídos cães de ambos os sexos, com idade entre 7 meses e 15 anos, peso entre 4 e 55 kg, e diagnóstico de osteoartrite apendicular confirmado por exame radiográfico. Os animais não apresentavam sinais de anorexia, ascite, icterícia ou distúrbios neurológicos, bem como não possuíam alterações em exames hematológicos ou ultrassonográficos abdominais realizados no momento inicial do estudo (T0). Foram excluídos cães com cardiopatias, neoplasias, doenças endócrinas previamente diagnosticadas, obesidade (escore corporal $>8/9$), doenças sistêmicas graves não controladas, condições ortopédicas recentes ou que pudessem interferir na avaliação.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos denominados grupo placebo (GP, n=8) e grupo testosterona (GT, n=9). O GT recebeu aplicações intramusculares de Durateston® (250 mg/mL; Schering-Plough, São Paulo, SP, Brasil), uma formulação composta por propionato de testosterona (30 mg), fenilpropionato de testosterona (60 mg), isocaproato de testosterona (60 mg) e decanoato de testosterona (100 mg). A dose utilizada foi de 1 mg/kg [12], administrada a cada 14 dias, totalizando

quatro aplicações durante 60 dias. O GP recebeu, no mesmo esquema de administração, solução salina a 0,9% (Fresenius Kabi Brasil Ltda., Barueri, SP, Brasil) em volume correspondente.

Todos os cães foram submetidos a cinesioterapia e hidroterapia, duas vezes por semana, durante 60 dias, em uma clínica de reabilitação física para animais. O protocolo se concentrou no fortalecimento muscular, com a repetição e o grau de dificuldade adaptados à condição física de cada paciente (Tabela 1), sendo constituído por no máximo quatro séries de 15 repetições de exercícios de elevação dos membros torácicos com , bola, tábua e disco de equilíbrio, além de caminhada em esteira aquática veterinária (Hydro Pet, Porto Alegre, RS, Brasil), com temperatura de 31°C e a profundidade da água na altura do joelho. O tempo de exercício foi aumentado gradualmente, iniciando-se com ciclos de dois minutos de caminhada e um minuto de descanso, até atingir 20 minutos contínuos. A velocidade foi ajustada conforme o condicionamento e porte dos cães, com velocidade máxima de 2 km/h e a esteira mantida sem inclinação [13].

Os parâmetros avaliados foram: hemograma, bioquímica sérica, perimetria da coxa, ultrassonografia muscular e ultrassonografia abdominal. Para a realização destas avaliações os cães foram encaminhados ao Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná. As avaliações ocorreram em três momentos: antes do início do tratamento (T_0), aos 30 dias (T_1) e aos 60 dias (T_2), com exceção da ultrassonografia abdominal, realizada em T_0 e T_2 . Os avaliadores desconheciam o grupo experimental dos pacientes, com exceção da perimetria da coxa, que foi realizada pelo veterinário responsável por administrar a testosterona ou solução fisiológica e realizar as sessões de fisioterapia.

As coletas de sangue foram feitas por venopunção da veia jugular, utilizando tubos de coleta a vácuo com separador de gel e o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (Vacuette®, Greiner Bio-One, Kremsmünster, Áustria).

Os parâmetros hematológicos avaliados foram: contagem de eritrócitos (referência 5,50 a 8,50 milhões/mm³), hematócrito (referência 37 a 55%), contagem de leucócitos (referência 6000 a 17000 células/ μ L), valores séricos de creatinina (referência 0,5 a 1,5 mg/dL), ureia (referência 21-60mg/dL), alanina aminotransferase (ALT) (referência 21 a 102 U/L), fosfatase alcalina (FA) (referência 20 a 156 U/L), creatinoquinase (CK) (referência 24 a 170 U/L) e testosterona total (castrados e fêmeas <20 ng/dL; macho não castrado 100 a 1000 ng/dL).

As avaliações bioquímicas foram processadas em equipamento automatizado BC-5300Vet® (Mindray Bio-Medical Electronics Co., Shenzhen, China) e a mensuração de testosterona total foi realizada por quimioluminescência no sistema Immulite 2000® (Siemens Healthcare Diagnostics, Tarrytown, NY, EUA) [14].

Para mensurar a musculatura da coxa foram empregadas a perimetria de coxa e ultrassonografia dos músculos vasto lateral, bíceps femoral e glúteo médio [15].

A perimetria da coxa foi feita com o cão em decúbito lateral, utilizando fita métrica Gulick II® com tensão padronizada no primeiro marcador, posicionada no terço distal do fêmur, conforme descrita por McCarthy et al. [16].

A avaliação ultrassonográfica dos músculos foi feita após tricotomia e aplicação de gel condutor (Carbogel®, Carbogel Indústria Química, São Paulo, SP, Brasil), com uso do equipamento GE® Logiq F6, dotado de transdutor linear de 8 a 13 MHz. As imagens transversais foram obtidas em modo B, e os músculos foram mensurados em sua maior

seção transversal, bilateralmente e em triplicata, considerando-se a média dos três valores obtidos [15,17].

A localização dos músculos foi feita inicialmente por meio da identificação de pontos anatômicos de referência óssea, visualizados como sombra acústica posterior à cortical óssea nas imagens ultrassonográficas, o que garantiu maior precisão na padronização da janela de exame [15,17].

Glúteo médio: A sonda foi posicionada perpendicular à região dorsal da pelve, buscando-se primeiro a identificação da sombra acústica do osso ilíaco (asa do ílio). Uma vez localizado o osso, o transdutor foi ajustado medialmente até visualizar o parênquima muscular do glúteo médio, caracterizado por ecotextura fibrilar homogênea entre a fáscia superficial e o osso subjacente.

Vasto lateral: A avaliação foi feita com a sonda posicionada longitudinalmente na face lateral da coxa. A referência inicial foi a sombra acústica da cortical lateral do fêmur, facilmente identificável. A partir dessa referência, o músculo vasto lateral foi visualizado superficial à cortical óssea, apresentando-se como uma estrutura com ecotextura fibrilar paralela e homogênea, delimitada superficialmente pela fáscia muscular.

Bíceps femoral: O músculo foi avaliado no terço médio da face caudolateral da coxa, com a sonda posicionada longitudinalmente em relação ao eixo do membro. A localização foi guiada pela identificação da sombra acústica do fêmur, servindo como ponto de referência óssea. O bíceps femoral foi então localizado superficialmente, ocupando uma grande proporção da face caudolateral da coxa nesta região, apresentando ecotextura fibrilar característica e bem definida entre as fâscias superficial e profunda.

A análise dos efeitos da intervenção concentrou-se nas variáveis morfológicas musculares [Figura 1], especificamente perimetria da coxa e espessura muscular avaliada por

ultrassonografia, consideradas os principais indicadores relacionados à preservação ou ganho de massa muscular em cães com OA submetidos à fisioterapia.

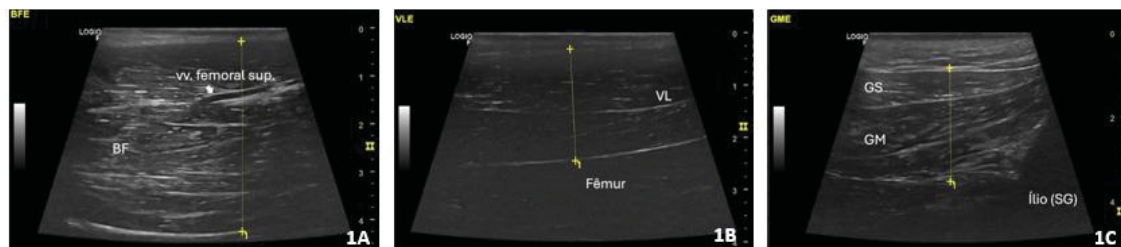


Figura 1. Ultrassonografia dos músculos bíceps femoral (1A), vasto lateral (1B) e glúteo médio (1C), de cães submetidos a fisioterapia associada ou não a testosterona.

Todas as imagens foram obtidas com cuidado para evitar compressão excessiva dos tecidos, garantindo a reprodução fiel da anatomia muscular. As medidas de espessura muscular foram obtidas na imagem congelada, utilizando calipers eletrônicos da própria plataforma de ultrassonografia ou posteriormente em leitor de arquivos DICOM denominado WEASIS.

Com o objetivo de eliminar as diferenças relacionadas ao porte físico dos animais, foi realizado o cálculo de um índice de espessura muscular corrigido pelo peso corporal. Para isso, a média das três medidas de perimetria e ultrassonográficas de espessura muscular (em centímetros) foi dividida pelo peso do animal (em quilogramas), resultando em um valor indexado (cm/kg) que permitiu a comparação proporcional entre indivíduos de diferentes tamanhos.

A análise estatística foi realizada com o software GraphPad Prism®, versão 9.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Foram comparados os grupos e os tempos de avaliação dentro dos grupos, realizados por ANOVA para medidas repetidas ou testes não paramétricos equivalentes, conforme a distribuição dos dados. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

O tamanho da amostra foi estimado utilizando o software G*Power 3.1 para um teste t de Student pareado bicaudal, empregando o teste de postos sinalizados de Wilcoxon. O desfecho principal foi a espessura muscular (mm/kg). Considerou-se um tamanho de efeito de 1,2, $\alpha = 0,05$ e poder estatístico de $1-\beta = 0,80$. O número mínimo de animais requerido foi de 16. A amostragem foi realizada por conveniência, a partir de cães atendidos em consulta clínica com suspeita de osteoartrite nos membros pélvicos, de acordo com os critérios de inclusão do estudo.

3 RESULTADOS

Foram selecionados 37 cães com diagnóstico clínico de OA. Destes, oito foram excluídos por apresentarem neoplasias, três por elevação nos valores de FA em T0, três por alterações ao exame ultrassonográfico abdominal, três por doenças neurológicas concomitantes, dois por não confirmarem sinais radiográficos de OA e uma por poliartrite.

A amostra (Tabela 5), foi composta por 17 cães, sendo 11/17 fêmeas (65%) e 6/17 machos (35%). Destes, 15 eram castrados (88%) e dois não (12%). A média de idade dos cães foi de $7,27 \pm 4,41$ anos, e o peso corporal médio foi de $23,99 \pm 14,62$ kg. Com relação ao tipo de domicílio, quatro cães do grupo placebo (GP) 4/8 eram provenientes de um abrigo para animais e os demais eram domiciliados. Os cães do GP foram mais pesados em comparação com o GT (33,85 vs 15,22 kg, $p=0,0043$). Não foram observadas diferenças relacionadas a idade e estado reprodutivo ($p > 0,05$). Com o objetivo de eliminar as diferenças relacionadas com o peso dos animais, cada uma das variáveis ecográficas de espessura muscular foi indexada ao peso corporal. Quanto a localização da OA, foram quatro animais femorotibiopatelar esquerda, um animal femorotibiopatelar direita, 3

animais femorotibiopatelar bilateral, um animal úmero rádio ulnar esquerdo, um animal coxofemoral direita, um animal coxofemoral esquerda e 6 animais coxofemoral bilateral.

3.1 PERIMETRIA DA COXA

Na avaliação da perimetria da coxa, não foram observadas diferenças intragrupo significativas ao longo do tempo em nenhum dos grupos ($p > 0,05$). Nas comparações intergrupos, o GT apresentou valores de perímetro maiores em relação ao GP em T1 (30 dias) e T2 (60 dias) ($p = 0,0020$ e $p = 0,0031$, respectivamente), já indexados por kg de peso vivo, conforme detalhado na Tabela 2. A Figura 2 ilustra a manutenção dos valores do GT ao longo do tempo, bem como a diferença em relação ao GP, evidenciando a dispersão dos dados decorrente da presença de outliers.

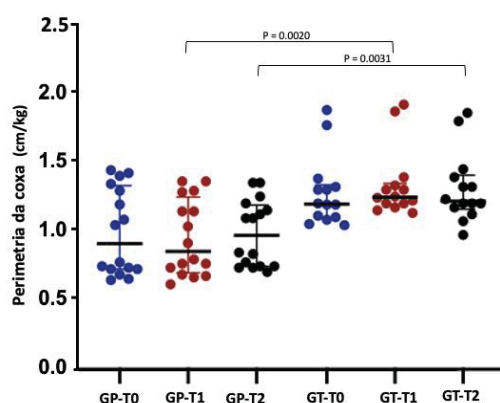


Figura 2. Perimetria da coxa em cães com osteoartrite tratados com fisioterapia, associada (GT) ou não (GP) a testosterona antes (T0) e aos 30 (T1) e 60 (T2) dias de avaliação.

3.2 ESPESSURA MUSCULAR POR ULTRASSONOGRAFIA

Com relação a presença de ganho de massa muscular avaliado por US entre os grupos, a ultrassonografia dos músculos [Figura 3] mostrou diferenças estatisticamente significativas nos três músculos analisados (bíceps femoral, vasto lateral e glúteo médio) a favor do GT ao final do tratamento. Já comparando-se os cães dentro do mesmo grupo,

nos diferentes tempos, foi possível perceber ganho de massa muscular do músculo bíceps femoral no GT. A espessura média aumentou de $0,09(\pm 0,03)$ em T0 para $0,14\pm 0,03$ em T2 ($p = 0,0090$, comparando intragrupo no GT). Não houve variação relevante no GP ($p = 0,5718$). Em T2, a espessura do bíceps femoral foi de $0,14(\pm 0,03)$ no GT versus $0,08(\pm 0,03)$ no GP ($p < 0,0001$), conforme mostra a Tabela 3.

No vasto lateral, tanto GT quanto GP mantiveram a medida ao longo do tratamento no intragrupo, sendo GT $p = 0,9653$, enquanto o GP manteve-se em $p = 0,8150$. Em T2, a espessura média foi de $0,08(\pm 0,02)$ no GT contra $0,06(\pm 0,02)$ no GP ($p = 0,0015$). Esse ganho no GT resultou em diferença significativa em favor do GT aos 60 dias de avaliação. Quanto ao glúteo médio, o GT não exibiu aumento intragrupo ($p = 0,0861$), e o GP também manteve a medida ($p = 0,4303$). Na comparação entre grupos em T2 houve espessura média de $0,12(\pm 0,02)$ no GT versus $0,08(\pm 0,03)$ no GP ($p = 0,0003$), demonstrando aumento significativo na comparação inter grupos.

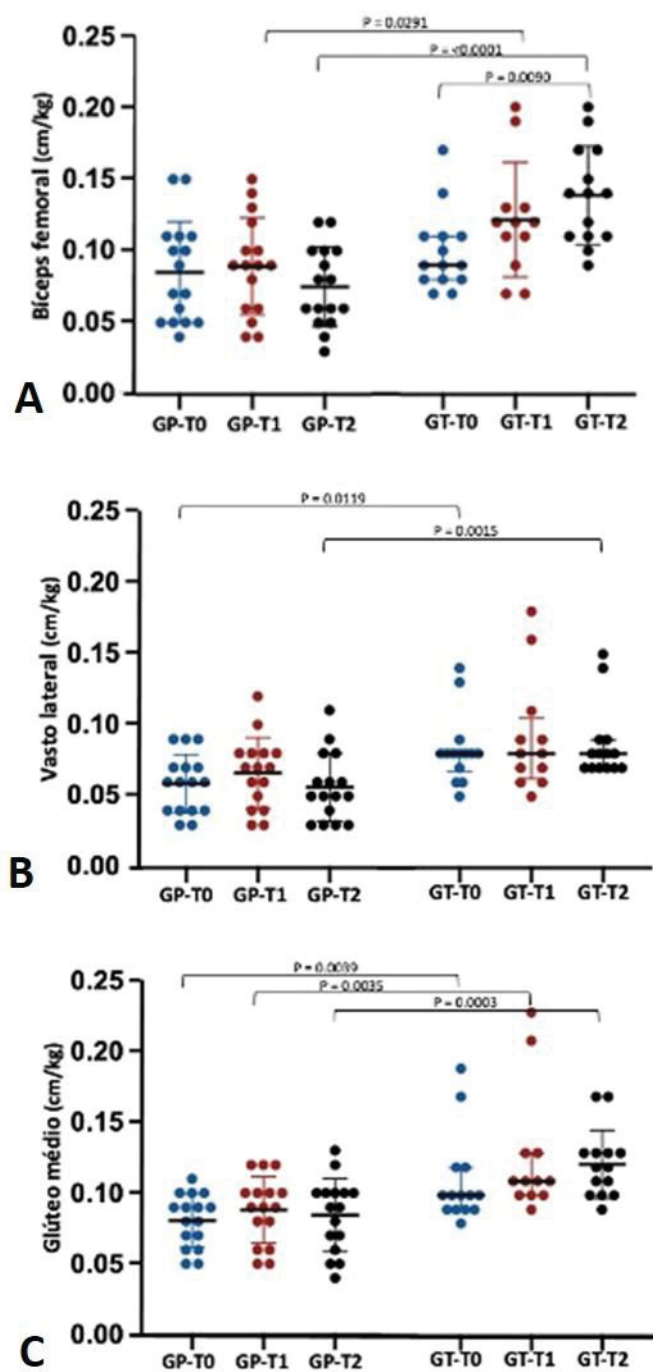


Figura 3. Diferenças inter e intragrupos músculos bíceps femoral (A), vasto lateral (B) e glúteo médio (C) nos dias zero (T0), 30 (T1) e 60 (T2) em cães com osteoartrite submetidos a fisioterapia associada (GT) ou não (GP) a testosterona.

3.3 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS

Embora os níveis séricos de testosterona total tenham sido monitorados, essa variável foi considerada secundária neste estudo, pois os valores inferiores a 20 ng/dL, predominantes no grupo placebo não foram quantificados com precisão e devido o intuito principal da pesquisa ser a manutenção da massa muscular. Em GP, um animal apresentou valor superior a 20ng/dL nos diferentes tempos e era o indivíduo não castrado, mas ainda assim os valores eram inferiores a 100 ng/dL. Em GT, todos os cães obtiveram valores superiores a 20ng/dL em T2. Assim, o presente artigo prioriza os resultados referentes às variáveis que apresentaram diferenças estatisticamente significativas intra grupos (GT $p=0,0060$) e intergrupos ($p=0,0006$), com maior relevância clínica e interpretativa.

Os valores médios encontrados no hemograma e bioquímica sérica não diferiram estatisticamente entre os grupos e nos diferentes tempos de avaliação (Tabela 4).

Em uma análise individualizada, um cão do GT e um do GP apresentaram leve elevação nos valores de leucócitos em T0 (19990/mm³ e 22700/mm³, respectivamente), sendo mantidos no estudo.

Com relação à bioquímica sérica, observou-se que um cão do grupo GT apresentou elevação de FA em T1 e T2 (327U/L e 212U/L, respectivamente) e outro cão do mesmo grupo apresentou aumento dos valores de ALT (761U/L) e FA (738U/L) em T2.

Em CK, embora tenha havido valores acima da referência, a análise estatística não demonstrou diferença intergrupo com T0 (0,1840), T1 (0,1672) e T2 (0,5278) nem em intragrupos GP (0,1017) e GT (0,2701).

4. DISCUSSÃO

Avaliando-se a espessura muscular através do ultrassom muscular dos cães de cada grupo nos diferentes tempos de tratamento, percebe-se que o GT apresentou ganho de massa muscular significativa do bíceps femoral, sem aumento relevante no vasto lateral ou glúteo médio entre T0 e T2.

Esse achado pode ser explicado, pois exercícios realizados em tábua de equilíbrio, elevação dos membros torácicos e disco de equilíbrio promovem maior recrutamento do bíceps femoral, enquanto vasto lateral e glúteo médio são menos ativados [18]. O músculo bíceps femoral atua na extensão da coxa e impulsão do membro pélvico, sendo exigido em exercícios de estabilidade, já o vasto lateral é responsável pela extensão do joelho, e o glúteo médio abduz e estabiliza o quadril [19]. Além disso, dois estudos que avaliaram a ativação muscular por miografia em cães saudáveis sob caminhada em esteira aquática também observaram a ativação do músculo bíceps femoral [20,21], variável com a profundidade e velocidade do exercício.

Outro estudo eletromiográfico em cães demonstrou maior ativação do bíceps femoral em exercícios com resistência elástica, enquanto o vasto lateral respondeu melhor a subida e o glúteo médio a atividades de equilíbrio e abdução [19]. Assim, sugere-se que o protocolo adotado neste estudo estimulou o bíceps femoral, mas foi insuficiente para vasto lateral e glúteo médio. Possivelmente, melhores resultados seriam observados com a inclusão de exercícios de senta e levanta e a intensificação de exercícios de equilíbrio, que podem ser benéficos para promover o ganho de massa muscular dos demais músculos em cães com osteoartrite. Outra possibilidade seria a realização de novos estudos com inclusão de estimulação elétrica neuromuscular, que favorece o ganho de massa muscular em músculos de difícil recrutamento [22].

Não foi observada ganho de massa muscular nos cães tratados com exercícios terapêuticos e caminhada em esteira aquática com a água na altura do joelho sem a administração de testosterona. Para o ganho de massa muscular mensurável por ultrassonografia, recomenda-se frequência superior a duas sessões semanais por no mínimo oito semanas em seres humanos [22], porém é necessário ressaltar que os humanos suportam a maior parte do peso corpóreo nos membros pélvicos, enquanto que nos cães os membros pélvicos sustentam 40% do peso corpóreo [23].

A frequência de exercícios, realizados duas vezes por semana, também pode ter sido insuficiente para a obtenção da massa muscular nos cães tratados apenas com exercícios terapêuticos e hidroterapia durante 60 dias.

Embora tenham sido encontrados estudos sobre a ativação muscular em cães hígidos submetidos a caminhada em esteira aquática em diferentes profundidades por meio da eletromiografia [19,20], mais estudos sobre os efeitos sobre o ganho de massa muscular em longo prazo em cães são necessários. A utilização da ultrassonografia muscular, empregada por Reusing e colaboradores [15] e aplicada neste estudo se mostrou uma alternativa barata e não invasiva para a avaliação da massa muscular em cães e pode ser implementada rotineiramente para o acompanhamento dos pacientes em tratamento para reversão da hipotrofia muscular, pontuando que esta seria uma opção, na ausência de acesso ao DEXA, que é o padrão ouro para esta avaliação.

A perimetria da coxa, por outro lado, mostrou-se pouco sensível para ganho de massa muscular localizada, pois apenas o bíceps femoral aumentou, enquanto vasto lateral e glúteo médio permaneceram estáveis. A circunferência da coxa não diferencia músculos ou redistribuição de massa e gordura, sendo limitada em estudos veterinários [15]. Além

disso, não houve análise da composição corporal por bioimpedância elétrica (BIA) e absorciometria por dupla energia (DEXA), dificultando a interpretação [24].

Os níveis de CK não variaram entre T0, T1 e T2, indicando ausência de lesão muscular detectável. Como a CK tem meia-vida curta (2–3 h) e normaliza em até 48 h, sua estabilidade sugere boa tolerância ao protocolo [25]. Estudos prévios corroboram que exercícios moderados e controlados mantêm CK dentro da normalidade [26].

Quanto à segurança, embora tenha-se optado por uma baixa dose de testosterona, aplicada a cada 14 dias, 22,2% (2/9) dos cães do GT apresentaram alterações em FA e/ou ALT, com um deles tendo apresentado valores de FA e ALT superiores 700 U/L aos 60 dias, sugerindo possível sobrecarga hepática [27]. Não foram encontradas alterações ao exame ultrassonográfico abdominal nos cães em ambos os grupos nos diferentes tempos. Alterações enzimáticas hepáticas podem preceder as morfológicas, sobretudo com hormônios exógenos [28]. Em ratos, propionato de testosterona (10 mg/kg/semana por 15 semanas) associado a exercício de escada induziu ganho de massa expressivo, especialmente em fibras tipo II, mas sem monitoramento hepático, inviabilizando comparações de segurança [29]. Quanto à segurança em humanos, um ensaio clínico randomizado e controlado com homens portadores de cirrose e hipogonadismo avaliou a administração de undecanoato de testosterona intramuscular a cada 12 semanas, durante 12 meses. O tratamento resultou em aumento significativo da massa magra e redução da gordura, sem registro de elevações clinicamente relevantes em ALT ou AST no período do estudo, sugerindo perfil de segurança aceitável mesmo em pacientes com comprometimento hepático [30].

Um estudo publicado recentemente avaliou a segurança da administração semanal de cipionato de testosterona nas doses de 0,5 mg/kg, 1,5 mg/kg e 2,5mg/kg em 12 cães

castrados [31]. Os autores registraram 182 atividades e encontraram 30 como sendo consideradas anormais. A observação anormal mais relatada foi a agressividade (9/182), perfazendo 5% do total. Ainda, diferentemente do encontrado no presente estudo, nenhum cão apresentou elevação das enzimas hepáticas, mesmo com a dose de 2,5mg/kg. Apesar de não ter sido um parâmetro avaliado, nenhum dos responsáveis pelos cães deste estudo relatou alteração de comportamento, incluindo agressividade. De maneira semelhante, não foram registrados eritrocitose ou hiperplasia prostática benigna. Esses achados reforçam a necessidade de monitoramento laboratorial frequente.

Apesar do grupo tratado exclusivamente com fisioterapia não ter apresentado ganho de massa muscular em 60 dias de tratamento, a realização de exercícios é reconhecida como prioritária mesmo para pacientes em estágios iniciais de OA [5, 6]. Os exercícios aquáticos melhoram a postura e o uso do membro afetado, podem melhorar a amplitude e mobilidade articular, diminuir a dor e aumentar a força e resistência [32]. Além disso os exercícios terapêuticos, como a elevação dos membros torácicos e exercícios de equilíbrio podem ser realizados pelos responsáveis em domicílio, desde que orientados corretamente [33].

Entre as limitações, destacam-se o número reduzido da amostra e a ausência de grupo controle tratado apenas com testosterona, o que impede análise isolada do hormônio. A não utilização da fisioterapia em cães com OA está em desacordo com o preconizado nos consensos internacionais que recomendam a fisioterapia como essencial no manejo da OA canina, justificando a não inclusão de um grupo tratado exclusivamente com testosterona por questões éticas [5,6]. Ainda como limitações, não foram realizadas avaliações funcionais ou de composição corporal, como escores de dor, claudicação ou massa magra, limitando a análise clínica, requerendo estudos que observem essas

limitações e por um período de observação mais prolongado. Outra limitação do estudo, que pode ter influenciado nos resultados, foi o fato de que 4/8 cães (50%) do GP eram provenientes de um abrigo para animais, desta forma, os mesmos apresentavam restrição da movimentação na maior parte do dia, vivendo em pequenos espaços.

O estudo demonstrou que a associação fisioterapia-testosterona promove ganho de massa muscular significativo do bíceps femoral em cães com OA, mas sugerindo que a dose utilizada, a frequência de duas sessões semanais, o tempo de 60 dias de tratamento e os exercícios escolhidos, podem ter sido insuficientes para músculos de difícil recrutamento como o vasto lateral e glúteo médio.

Em conclusão, a administração de 1 mg/kg de testosterona a cada 14 dias por 60 dias promove ganho de massa muscular precoce do músculo bíceps femoral em cães, mas exige monitoramento frequente, especialmente das enzimas hepáticas.

REFERÊNCIAS

1. Anderson KL, et al. Prevalence, duration and risk factors for appendicular osteoarthritis in a UK dog population under primary veterinary care. **Sci Rep.** 2018;8:5641. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23940-z>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
2. Enomoto, et al. Prevalence of radiographic appendicular osteoarthritis and associated clinical signs in young dogs. **Sci Rep.** 2024 Feb 3;14(1):2827. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52324-9>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
3. Veronese N, et al. Sarcopenic osteoarthritis: a new entity in geriatric medicine? **Eur Geriatr Med.** 2018;9(5):571–576. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41999-018-0034-6>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
4. Bockstahler BA, et al. Pelvic Limb Kinematics and Surface Electromyography of the Vastus Lateralis, Biceps Femoris, and Gluteus Medius Muscle in Dogs with Hip Osteoarthritis. **Veterinary Surgery.** 41 (2012) 54–62. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00932.x>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
5. Mosley CI, Edwards T, Romano L, Truchetti G, Dunbar L, Schiller T, Gibson T, Bruce C and Troncy E (2022) Proposed Canadian Consensus Guidelines on Osteoarthritis Treatment Based on OA-COAST Stages 1–4. **Front. Vet. Sci.** 9:830098. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.830098>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
6. Cachon T, Frykman O, Innes JF, Lascelles BDX, Okumura M, Sousa P, Staeffler F, Steagall PV, Van Ryssen B. COAST Development Group’s international consensus guidelines for the treatment of canine osteoarthritis. **Front Vet Sci.** 2023;10:1137888. Disponível em: <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.9.1371>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

7. Isidori AM, Giannetta E, Greco EA, Gianfrilli D, Bonifacio V, Isidori A, Lenzi A, Fabbri A. Effects of testosterone on body composition, bone metabolism and serum lipid profile in middle-aged men: a meta-analysis. **Clin Endocrinol (Oxf)**. 2005;63(3):280–293. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2005.02339.x>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
8. Sinha-Hikim I, Cornford M, Gaytan H, Lee ML, Bhasin S. Effects of testosterone supplementation on skeletal muscle fiber hypertrophy and satellite cells in community-dwelling older men. **J Clin Endocrinol Metab**. 2006;91(8):3024–3033. Disponível em: <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0357>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
9. Yun MH. Effect of nandrolone decanoate on disuse muscle atrophy and bone healing in dogs. **J Vet Clin**. 2005;22(1):19–25. Disponível em: <https://www.vin.com/doc/?id=3854415>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
10. Sullivan DH, Roberson PK, Johnson LE, Bishara O, Evans WJ, Smith ES, Price JA. Effects of muscle strength training and testosterone in frail elderly males. **Med Sci Sports Exerc**. 2005 Oct;37(10):1664-72. Disponível em: doi: 10.1249/01.mss.0000181840.54860.8b. Acesso em 29 de Julho de 2025.
11. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentos da hipertrofia muscular. In: Fleck SJ, Kraemer WJ (eds.). **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. Porto Alegre: Artmed; 2017. ISBN: 978-85-8271-315-3.
12. Bieber D. Testosterone replacement therapy in animals, including dogs. **United States Patent Application Publication**. US20140371189A1, Dec. 18, 2014.
13. Stigall AR, Farr BD, Ramos MT, Otto CM. A formalized method to acclimate dogs to voluntary treadmill locomotion at various speeds and inclines. **Animals**.

- 2022;12(5):567. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani12050567>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
14. Hallberg I, Olsson H, Lau A, Wallander S, Snell A, Bergman D, Ström Holst B. Endocrine and dog factors associated with semen quality. **Sci Rep.** 2024;14:718. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51242-0>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
 15. Reusing MSO, Amaral CH, Zanettin KA, Weber SH, Villanova JA Jr. Effects of hydrotherapy and low-level laser therapy in canine hip dysplasia: A randomized, prospective, blinded clinical study. **Rev Vet Clin.** 2021;xx(x):1–8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anicom.2021.08.001>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
 16. McCarthy DA, Millis DL, Levine D, Weigel JP. Variables affecting thigh girth measurement and observer reliability in dogs. **Front Vet Sci.** 2018;5:203. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00203>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
 17. Freeman LM, Michel KE, Zanghi BM, Vester Boler BM, Fages J. Evaluation of the use of muscle condition score and ultrasonographic measurements for assessment of muscle mass in dogs. **Am J Vet Res.** 2019;80(6):595–600. Disponível em: <https://doi.org/10.2460/ajvr.80.6.595>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
 18. Fuchs J, Bockay A, Liptak T, Ledecy V, Kuricova M. Practical use of electromyography in veterinary medicine – A review. **Vet Med-Czech.** 2022;67(3):113–122. Disponível em: <https://doi.org/10.17221/60/2021-VETMED>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
 19. Mclean, H.; Millis, D.; Levine, D. Surface electromyography of the vastus lateralis, biceps femoris, and gluteus medius in dogs during stance, walking, trotting, and selected therapeutic exercises. **Frontiers in Veterinary Science.** [S.l.], v. 6, p. 211, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00211>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

20. Parkinson, S., Wills, A., Tabor, G., & Williams, J. (2018). Effect of water depth on muscle activity of dogs when walking on a water treadmill. **Comparative Exercise Physiology**, 14(2), 79-89. Disponível em: <https://doi.org/10.3920/CEP170031>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

21. Vitger AD, Bruhn-Rasmussen T, Pedersen EO, Fuglsang-Damgaard LH, Harrison AP. The impact of water depth and speed on muscle fiber activation of healthy dogs walking in a water treadmill. **Acta Vet Scand**. 2021 Nov 24;63(1):46. Disponível em: <https://doi:10.1186/s13028-021-00612-z>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

22. Soares ALC, Carvalho RF, Mogami R, Meirelles CM, Gomes PSC. Effect of resistance training on quadriceps femoris muscle thickness obtained by ultrasound: A systematic review with meta-analysis. **J Bodyw Mov Ther**. 2024;39:270–278. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.007>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

23. Riegger-Krugh C, Millis DL, Weigel JP et al. Canine Anatomy. In: Millis DL, Levine D, Taylor RA (eds) **Canine Rehabilitation Physical Therapy** – Colorado, Saunders, 2014. ISBN-13: 978-0-7216-9555-6 ISBN-10: 0-7216-95555555-8

24. Rae LS, Rand JS, Ward LC. Measuring body composition in dogs using bioelectrical impedance spectroscopy. **Vet J**. 2024;304:106067. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106067>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

25. Spinella G, Valentini S, Musella V, Bortolotti E, Lopedote M. Clinical evaluation of creatine kinase and aspartate aminotransferase for monitoring muscle effort in working

dogs in different simulated fieldworks. **Animals**. 2021;11(7):1879. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani11071879>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

26. Cerqueira J, et al. Intense exercise and endurance-training program influence serum kinetics of muscle and cardiac biomarkers in dogs. **Research in Veterinary Science**. 0034-5288/ 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.10.004>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

27. Thrall, Mary Anna et al. **Hematologia, citologia e bioquímica clínica veterinária**. Tradução e revisão técnica de José Jurandir Fagliari, Thaís Rocha. 3. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2024.

28. Tinted N, et al. Serum Bile Acids Concentrations and Liver Enzyme Activities after Low-Dose Trilostane in Dogs with Hyperadrenocorticism. **Animals** 2023, 13, 3244. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani13203244>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

29. Krause Neto W, Silva WA, da Silva AS, Ciena AP, de Souza RR, Carbone PO, Anaruma CA, Gama EF. Testosterone is key to increase the muscle capillary density of old and trained rats. **J Morphol Sci**. 2019;36(3):182–189. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692209>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

30. Sinclair M, Grossmann M, Hoermann R, Angus PW, Gow PJ. Testosterone therapy increases muscle mass in men with cirrhosis and low testosterone: A randomised controlled trial. **J Hepatol**. 2016 Nov;65(5):906-913. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2016.06.007>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

31. Brent, L., Roeber, F., Weber, E. et al. Safety and dosing of testosterone for hormone restoration in neutered dogs. **BMC Vet Res** 21, 449 (2025). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04869-8>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

32. Thomovsky S., Levine D., Marcellin-Little,D.Aquatic Therapy in Companion Animal Rehabilitation. **Advances in Small Animal Care**. 2666-450X/25(2025). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.yasa.2025.06.003>. Acesso em 29 de Julho de 2025.
33. Mille MA, McClement J, Lauer S. Physiotherapeutic strategies and their current evidence for canine osteoarthritis. **Vet Sci**. 2023;10(1):2. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/vetsci10010002>. Acesso em 29 de Julho de 2025.

TABELA 1. EVOLUÇÃO PACIENTES DURANTE TRATAMENTO GT E GP

ANIMAL	SESSÃO	HIDROESTEIR A	DISCO	STEP	TÁBUA
1	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
2	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
3	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15

	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
4	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
5	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
6	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	10min	4x15	4x15	4x15

	SESSÃO 4	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
7	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
8	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15

9	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
10	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
11	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15

	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
12	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
13	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
14	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15

	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
15	SESSÃO 1	5min	2x15	2x15	2x15
	SESSÃO 2	5min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 3	5min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 4	5min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 5	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 6	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 7	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 8	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 9	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 10	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 11	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 12	15min	3x15	3x15	3x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
16	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15

17	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 1	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 2	10min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 3	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 4	15min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 5	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 6	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 7	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 8	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 9	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 10	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 11	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 12	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 13	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 14	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 15	20min	4x15	4x15	4x15
	SESSÃO 16	20min	4x15	4x15	4x15

TABELA 2. VALORES DA MÉDIA ($\pm$ DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA ($\pm$ IQR) DA PERIMETRIA DA COXA (CM/KG) NOS TEMPOS T0, T1 E T2. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA $P < 0,05$

Tempo	GP (cm/kg)	GT (cm/kg)	p-valor intergrupos
T0	0,92($\pm$ 0,61)	1,21($\pm$ 0,24)	0,05
T1	0,86($\pm$ 0,53)	1,26($\pm$ 0,16)	0,0020*
T2	0,98($\pm$ 0,45)	1,23($\pm$ 0,25)	0,0031*
p-valor intragrupos	0,8566	0,3095	

TABELA 3. VALORES DA MÉDIA ($\pm$ DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA ($\pm$ IQR) DA ESPESSURA (CM/KG) DOS MÚSCULOS BÍCEPS FEMORAL, VASTO LATERAL E GLÚTEO MÉDIO AVALIADOS POR ULTRASSONOGRAFIA. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA $P < 0,05$

Músculo	Tempo	GP (cm/kg)	GT (cm/kg)	p-valor intergrupos
Bíceps femoral	T0	0,09($\pm$ 0,04)	0,09($\pm$ 0,03)	0,2317
	T1	0,09($\pm$ 0,03)	0,12($\pm$ 0,04)	0,0291*
	T2	0,08($\pm$ 0,03)	0,14($\pm$ 0,03)	<0,0001*
	p-valor intragrupos	0,5718	0,0090*	
Vasto lateral	T0	0,06($\pm$ 0,02)	0,08($\pm$ 0,01)	0,0119*

	T1	0,07(±0,02)	0,08(±0,05)	0,0896
	T2	0,06(±0,02)	0,08(±0,02)	0,0015*
	p-valor intragrupos	0,8150	0,9653	
Glúteo médio	T0	0,08(±0,02)	0,10(±0,03)	0,0039*
	T1	0,09(±0,02)	0,11(±0,03)	0,0035*
	T2	0,08(±0,03)	0,12(±0,02)	0,0003*
	p-valor intragrupos	0,4303	0,0861	

TABELA 4. VALORES DA MÉDIA (±DESVIO PADRÃO) OU MEDIANA (±IQR) DOS DADOS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS. GRUPO PLACEBO (GP), GRUPO TESTOSTERONA (GT), *DIFERENÇA P<0,05

Análise	Referência	Tempo	GP	GT	p-valor intergrupos
Eritrócitos, milhões/mm³	5,5 a 8,5	T0	7,24(±0,44)	7,42(±0,51)	0,4449
		T1	7,37(±1,08)	7,56(±0,47)	0,6533
		T2	7,15(±0,56)	7,46(±0,51)	0,2766
		p-valor intragrupos	0,8501	0,5724	
Hematócrito, %	37 a 55	T0	50,25(±2,38)	49,11(±3,26)	0,4284
		T1	50,85(±56,25)	50,25(±4,50)	0,8965
		T2	48,38(±2,97)	48,22(±2,64)	0,9120
		p-valor intragrupos	0,6057	0,5015	
Leucócitos, mil/mm³	6,0 a 17,0	T0	13,64(±4,46)	7,58(±2,06)	0,0023*
		T1	11,73(±2,26)	7,63(±1,32)	0,0006*
		T2	12,11(±2,93)	8,20(±2,30)	0,0360*
		p-valor intragrupos	0,4932	0,6027	
Ureia, mg/dL	21 A 60	T0	36,25(±10,28)	29,58(±11,54)	0,2297
		T1	30,24(±8,14)	29,57(±11,12)	0,8903
		T2	30,00(±5,50)	34,44(±15,21)	0,4475
		p-valor intragrupos	0,2485	0,6505	
Creatinina, mg/dL	0,5 a 1,5	T0	1,35(±0,25)	1,02(±0,20)	0,0050*
		T1	1,38(±0,20)	1,06(±0,21)	0,0061*
		T2	1,13(±0,16)	0,94(±0,26)	0,1053*
		p-valor intragrupos	0,0268*	0,5648	
ALT, U/L	21 a 102	T0	31,88(±5,38)	44,01(±19,70)	0,1132
		T1	34,89(±10,78)	47,51(±24,26)	0,1958
		T2	38,50(±15,35)	41,50(±33,5)	0,4280
		p-valor intragrupos	0,5110	0,9815	
FA, U/L	20 a 102	T0	62,50(±13,25)	99,66(±42,54)	0,2262
		T1	65,72(±27,07)	102,7(±93,8)	0,1419
		T2	59,50(±22,19)	95,50(±139,05)	0,0193*

		p-valor intragrupos	0,6625	0,7298	
CK, U/L	24 a 170	T0	134,0(±51,54)	207,5(±140,6)	0,1840
		T1	209,5(±107,2)	117,0(±79,15)	0,1672
		T2	135,3(±58,28)	116,8(±59,24)	0,5278
		p-valor intragrupos	0,1017	0,2701	
Testosterona		T0	20,0(±0,00)	20,0(±26,75)	0,4576
		T1	20,0(±0,00)	259,2(±248,1)	0,0056*
		T2	20,0(±0,00)	93,64(±46,3)	0,0006*
		p-valor intragrupos	0,9970	0,0060*	

TABELA 5. DADOS GERAIS DOS PACIENTES

DADOS PACIENTE						
GRUPO	ANIMAL	SEXO	IDADE	RAÇA	CASTRADO?	PESO
PLACEBO	1	M	6	SRD	SIM	21,7
	2	F	3	SRD	SIM	18,4
	3	F	4	SRD	SIM	20
	4	M	4	SRD	SIM	24,7
	5	M	4	BERNESE	NÃO	48
	6	F	11	BERNESE	SIM	55
	7	M	3	GOLDEN	SIM	43
	8	F	6	SRD	SIM	40
TESTOSTERONA	9	F	8	SRD	SIM	23,6
	10	F	13	SRD	SIM	18,3
	11	M	15	SRD	SIM	4,2
	12	F	12	SRD	SIM	19,2
	13	F	6	SRD	SIM	9
	14	F	10	SRD	SIM	18
	15	F	4	SRD	SIM	17,3
	16	F	14	YORK	SIM	2,6
	17	M	7 MESES	SRD	NÃO	24,8