

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA UNESP FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE
JABOTICABAL**

**COMPARAÇÃO DE MEDIDAS DE TORÇÃO FEMORAL CANINA
USANDO UM MÉTODO TRIDIMENSIONAL FRONTAL E SAGITAL, UM
MÉTODO SUBJETIVO DE PLANO SAGITAL E DOIS MÉTODOS
TRANSVERSAIS DISTINTOS**

**Angélica Barreto Leite Tavares
Médica Veterinária**

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA UNESP FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE
JABOTICABAL**

**COMPARAÇÃO DE MEDIDAS DE TORÇÃO FEMORAL
CANINA USANDO UM MÉTODO TRIDIMENSIONAL FRONTAL E
SAGITAL, UM MÉTODO SUBJETIVO DE PLANO SAGITAL E DOIS
MÉTODOS TRANSVERSAIS DISTINTOS**

Angélica Barreto Leite Tavares

Orientador: Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto

**Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias-Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título
de Mestre em Ciências Veterinárias**

**D
I
S
S
.**

**/ T
A
V
A
R
E
S**

**A
.
B
.
L
.
T**

**2
0
2
5**

T231c

Tavares, Angélica Barreto Leite

Comparação de medidas de torção femoral canina usando um método tridimensional frontal e sagital, um método subjetivo de plano sagital e dois métodos transversais distintos / Angélica Barreto Leite

Tavares. -- Jaboticabal, 2025

60 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Bruno Watanabe Minto

1. Ângulo de anteversão. 2. Deformidades ósseas. 3. Luxação patelar. 4. Tomografia computadorizada. I. Título.

REGISTRO DE IMPACTO DA PESQUISA

O aumento da expectativa de vida da população canina mundial tem resultado em uma maior incidência de doenças ortopédicas. Além disso, a necessidade de terapias cirúrgicas mais eficazes é completamente dependente do planejamento e avaliação do desvio pelo exame de imagem. Nesse contexto, a padronização de um método de avaliação mais eficaz compromete a terapêutica baseada nos ângulos obtidos. Uma análise e mensuração desses desvios ósseos realizada de forma mais padronizada pode favorecer a melhor conduta de tratamento e fornecer assim melhor qualidade de vida para esses pacientes. Essa padronização de mensuração e entendimento do método mais eficaz tem o potencial de minimizar a discrepância dos ângulos obtidos entre os cirurgiões, compreender a melhor técnica cirúrgica para cada paciente e promover desfechos clínicos mais favoráveis. Ademais, considerando que a luxação de patela é um síndrome que ainda não é completamente compreendida, os achados desta pesquisa podem não apenas contribuir para avaliação da torção femoral em cães por meio da tomografia computadorizada, mas também fornecer subsídios fundamentais para investigações futuras direcionadas à aplicação dessas abordagens impressões ósseas tridimensionais, abrindo janelas para novas pesquisas.

RESEARCH IMPACT RECORD

The increased life expectancy of the global canine population has resulted in a higher incidence of orthopedic diseases. Furthermore, the need for more effective surgical therapies is entirely dependent on planning and deviation assessment through imaging examinations. In this context, the standardization of a more effective evaluation method directly impacts therapeutic strategies based on the measured angles. A more standardized analysis and measurement of these bone deviations may support improved treatment decision-making and, consequently, provide better quality of life for these patients. This standardization of measurement and identification of the most effective method has the potential to minimize discrepancies in the angles obtained among surgeons, improve the selection of the most appropriate surgical technique for each patient, and promote more favorable clinical outcomes. Moreover, considering that patellar luxation is a syndrome that is not yet fully understood, the findings of this research may not only contribute to the evaluation of femoral torsion in dogs using computed tomography but also provide essential insights for future investigations directed toward the application of three-dimensional bone printing approaches, thus opening new avenues for research.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: COMPARAÇÃO DE MEDIDAS DE TORÇÃO FEMORAL CANINA USANDO UM MÉTODO TRIDIMENSIONAL FRONTAL E SAGITAL, UM MÉTODO SUBJETIVO DE PLANO SAGITAL E DOIS MÉTODOS TRANSVERSAIS DISTINTOS

AUTORA: ANGELICA BARRETO LEITE TAVARES

ORIENTADOR: BRUNO WATANABE MINTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, área: Saúde Animal pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
BRUNO WATANABE MINTO
Data: 11/08/2025 14:23:57 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
FERNANDO LUIZ ZANONI
Data: 14/08/2025 15:13:24 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. FERNANDO LUIZ ZANONI (Participação Virtual)
Departamento de Anestesiologia de Pequenos Animais / HCFM USP São Paulo/SP

Documento assinado digitalmente
LUIS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS
Data: 19/08/2025 09:18:32 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. LUÍS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 29 de julho de 2025

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

A autora Angélica Barreto Leite Tavares, nascido em 27 de março de 1998 na cidade de São Paulo, SP, Brasil, formou-se em medicina veterinária pela Universidade Cruzeiro do Sul, campus de São Miguel Paulista, SP, no ano de 2020 e, no ano subsequente, iniciou no programa de Aprimoramento em medicina veterinária, área de concentração de cirurgia de pequenos animais, na Universidade de Guarulhos, findando o programa no ano de 2023. Ao decorrer desse mesmo ano realizou o Aprimoramento em Ortopedia de pequenos animais pela Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal. E neste mesmo ano, iniciou os trabalhos no mestrado acadêmico no programa de pós-graduação em ciências veterinárias, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlia de Mesquita”, com prazo de término no segundo semestre de 2025. Ao decorrer do ano de 2024 finalizou o curso de Aprimoramento em neurologia clínica e neurocirurgia de pequenos animais pela mesma instituição.

"Há um tempo determinado para tudo, e um tempo para cada propósito debaixo do céu."

Eclesiastes 3:1

DEDICATÓRIA

A Deus, por ser minha força nos dias difíceis, minha paz nas incertezas e minha luz em cada decisão. Sem Sua presença, nada disso seria possível.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo exemplo de coragem e pela base sólida que construíram com tanto carinho. Vocês são minha maior inspiração.

Aos meus pacientes de quatro patas, que com seus olhares, dores e silêncios me ensinaram mais do que livros poderiam ensinar. Dedico a vocês cada avanço, cada esforço e cada cura buscada.

A todos os professores que cruzaram meu caminho com paciência, sabedoria e exigência, deixo minha profunda gratidão. Cada ensinamento deixou marcas que me acompanham nesta trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha força nos dias difíceis, minha paz nas incertezas e minha luz em cada decisão. Sem Sua presença, nada disso seria possível.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo exemplo de coragem e pela base sólida que construíram com tanto carinho. Vocês são minha maior inspiração.

À CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento pessoal de nível superior) a qual foi responsável pela concessão da bolsa de mestrado do acadêmico Angélica Barreto Leite Tavares.

Ao meu orientador, professor Bruno Watanabe Minto, pela oportunidade e por todos ensinamentos.

Aos professores que marcaram minha trajetória dentro da ortopedia veterinária: Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, Renato Dalcin Sagala e Renato Bocabello.

A toda equipe da Ortopedia e Neurocirurgia do Hospital veterinário da Unesp de Jaboticabal.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

SUMÁRIO

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA PARA USO DE ANIMAIS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Luxação de patela	4
2.2 Desvios ósseos.....	5
2.3 Ângulo de anteversão do colo femoral.....	6
2.4 Exame radiográfico	7
2.5 Tomografia computadorizada.....	8
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 Delineamento experimental.....	10
3.2 Grupos experimentais.....	11
3.3 Métodos de avaliação.....	11
3.2.1. Método de proximal para distal (G1).....	12
3.2.2 Método de distal para proximal (G2).....	12
3.2.3 Método do plano sagital (G3).....	13
3.2.4 Método do Arco da Tangente (G4).....	13
3.4 Análises estatísticas.....	16
4 RESULTADOS.....	18
5 DISCUSSÃO.....	27
6 CONCLUSÃO.....	32

7 REFERÊNCIAS.....	33
--------------------	----



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Avaliação comparativa entre dois métodos de avaliação tomográfica e um método de avaliação radiográfica para cálculo de torção femoral em cães"**, protocolo nº 2626/2024, sob a responsabilidade do Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO, 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) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 15 de maio de 2024.

(We certify that the research project entitled **"Comparative evaluation between two tomographic evaluation methods and one radiographic evaluation method for calculation of femoral torsion in dogs"**, protocol nº. 2626/2024, under the responsibility of Dr. BRUNO WATANABE MINTO, which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the Chordata phylum, vertebrate subfile (except man), for the purposes of scientific research (or teaching) - is in accordance with the precepts of Law no. 11,794, of October 8, 2008, in Decree 6,899, of July 15, 2009, and with the rules issued by the National Council for Animal Experimentation Control (CONCEA), and was approved by the Ethics Commission on Animal Use (CEUA), from the SCHOOL OF AGRICULTURAL AND VETERINARY SCIENCES, UNESP - JABOTICABAL - SP Campus, at May, 15, 2024 an ordinary meeting.)

Vigência do Projeto	10/07/2024 a 01/07/2025
Espécie / Linhagem	<i>Canis lupus familiares</i>
Nº de animais	30
Peso / Idade	Sem peso ou idade preestabelecidos
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Animais atendidos no Setor de Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais do Hospital Veterinário "Governador Laudo Natel" da Universidade Estadual Paulista UNESP – Jaboticabal.

Jaboticabal, 15 de maio de 2024

Helena C. D. Brito
Dra. Helena Cristina Delgado Brito
Coordenadora – CEUA

COMPARAÇÃO DE MEDIDAS DE TORÇÃO FEMORAL CANINA USANDO UM MÉTODO TRIDIMENSIONAL FRONTAL E SAGITAL, UM MÉTODO SUBJETIVO DE PLANO SAGITAL E DOIS MÉTODOS TRANSVERSAIS DISTINTOS

RESUMO- A luxação de patela é uma síndrome ortopédica na qual as deformidades ósseas da tíbia e do fêmur possuem correlação etiológica e fisiopatológica direta. Os métodos subjetivos de avaliação da torção femoral pela tomografia de plano frontal e sagital e a mensuração objetiva feita pela tomografia computadorizada a partir do plano transversal de distal para proximal vêm sendo padronizados, porém, ainda há controvérsias sobre o padrão referência para essas mensurações. Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar comparativamente quatro diferentes métodos de avaliação da torção femoral em 91 cães com luxação de patela medial. Foram avaliados (G1) o método de avaliação tomográfica pelo plano transversal de proximal para distal. O (G2) método de avaliação tomográfica pelo plano transversal de distal para proximal, (G3) método subjetivo do plano sagital a partir da relação do eixo da córtex trans do fêmur em relação a cabeça femoral (G4) método tomográfico da mediana criada a partir de dois planos: plano sagital e frontal com a fórmula trigonométrica do arco da tangente. As tomografias foram avaliadas a partir da obtenção das imagens do plano sagital, frontal e transversal do fêmur. As avaliações foram feitas por comparação das mensurações dos quatro métodos e 3 avaliadores de modo a definir qual seria a forma mais fidedigna e precisa de definir a torção femoral através do ângulo de anteversão da cabeça e colo femoral. Os resultados foram analisados por métodos estatísticos e comparativos de modo a avaliar o grau de discrepância entre a avaliação dos métodos tomográficos e se há alguma variância de resultados entre os quatro métodos estudados. De acordo com os avaliadores A1 e A2, não há diferença estatística significativa entre os ângulos de anteversão mensurados através do (G2) e (G4), porém ambos se diferenciam do (G1). Já pelo avaliador A3, não há diferença estatística significativa entre os ângulos de anteversão mensurados através do (G1) e (G2), porém ambos se diferenciam do (G4). Também foram comparados os valores encontrados pelos 3 avaliadores em cada método de avaliação separadamente. O valor do ângulo através do (G1) do avaliador A3 diferiu estatisticamente dos avaliadores A1 e A2, que não diferiram entre si. Para os demais parâmetros (G2 e G4) não houve diferença estatística significativa entre os avaliadores ($P > 0,05$). Portanto, embora todos os métodos tenham potencial de uso clínico, a escolha da técnica ideal deve considerar o grau de precisão exigido, os recursos tecnológicos disponíveis e a familiaridade do profissional com o método. A avaliação da torção femoral por TC no plano transversal de distal para proximal (G2) continua sendo o padrão-ouro atual, mas o

método baseado no arco da tangente (G4) retorna como uma abordagem inovadora e altamente confiável, como já havia sido descrita e existe uma diferença significativa do método de proximal para distal no plano transversal (G1).

Palavras chaves: ângulo de anteversão, deformidades ósseas, luxação patelar, tomografia computadorizada, torção femoral.

COMPARISON OF CANINE FEMORAL TORSION MEASUREMENTS USING A THREE-DIMENSIONAL FRONTAL AND SAGITTAL METHOD, A SUBJECTIVE SAGITTAL PLANE METHOD, AND TWO DISTINCT TRANSVERSE METHODS

ABSTRACT- Patellar luxation is an orthopedic syndrome in which bony deformities of the tibia and femur exhibit a direct etiological and pathophysiological correlation. Subjective methods for evaluating femoral torsion using frontal and sagittal plane CT, as well as objective measurements obtained from transverse plane CT scans (from distal to proximal), have been progressively standardized. However, there is still controversy regarding the gold-standard protocol for these measurements. Accordingly, the present study aimed to comparatively assess four different methods for evaluating femoral torsion in 91 dogs diagnosed with medial patellar luxation. The evaluated methods included: (G1) a transverse CT method from proximal to distal; (G2) a transverse CT method from distal to proximal; (G3) a subjective sagittal plane method based on the relationship between the axis of the femoral cortex and the femoral head; and (G4) a CT method using a median line created from the sagittal and frontal planes, applying the trigonometric arctangent formula. The CT scans were analyzed using images acquired in the sagittal, frontal, and transverse planes of the femur. Measurements from the four methods were compared across three independent evaluators to determine which approach most reliably and accurately defines femoral torsion based on the anteversion angle of the femoral head and neck. Statistical and comparative analyses were conducted to assess the degree of discrepancy among the CT-based methods and to determine whether there were significant differences in results between the four techniques. According to evaluators A1 and A2, there was no statistically significant difference between the anteversion angles measured by methods G2 and G4; however, both differed significantly from G1. In contrast, evaluator A3 found no significant difference between G1 and G2, but both differed significantly from G4. Additionally, the inter-evaluator comparisons within each method revealed that, for G1, evaluator A3's measurements significantly differed from those of evaluators A1 and A2, who did not differ from each other. For the other methods (G2 and G4), no statistically significant differences were observed

among evaluators ($P > 0.05$). Therefore, although all methods demonstrated clinical applicability, the choice of the ideal technique should take into account the required level of precision, available technological resources, and the clinician's familiarity with the method. While the evaluation of femoral torsion using transverse CT scans from distal to proximal (G2) remains the current gold standard, the method based on the arctangent formula (G4) emerges as an innovative and highly reliable approach. Notably, a significant difference was observed when comparing the proximal-to-distal transverse method (G1) to the others.

Keywords: anteversion angle, bone deformities, computed tomography, femoral torsion, patellar luxation.

LISTA DE ABREVIACES

AA- ngulo de anteversão femoral

ARCTAN- Arco da tangente (Método quatro)

A1- Avaliador 1

A2- Avaliador 2

A3- Avaliador 3

DP- Distal para proximal (Método dois)

G1- Grupo um

G2- Grupo dois

G3- Grupo três

LMP-Luxação medial de patela

PD- Proximal para distal (Método um)

RLCCr- Ruptura do ligamento cruzado cranial

RX- Raio x

TC- Tomografia computadorizada

3D- Tridimensional

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de Kruskal-Wallis para comparação dos métodos de mensuração da torção femoral através do ângulo de anteversão e separadamente dos avaliadores para cada método.....	25
Tabela 2 – Teste de Correlação de Pearson para comparação da resposta dos avaliadores quanto aos parâmetros ($P < 0,05$).....	25
Tabela 3 – Porcentagem de correspondência de cada avaliador do método DP em comparação com o sagital.....	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Estimativa da torção femoral comparando o proximal e o distal (Petazzoni, 2008).....8
- Figura 2-** (Grupo 1) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Transverso (Proximal para Distal) de um fêmur de cão. A Primeira linha (azul) é o eixo transcondilar que se encontrou de forma paralela com a segunda linha (verde) que é o eixo que une o centro da cabeça com o centro do colo femoral. A intersecção entre as duas linhas correspondeu ao AA.....14
- Figura 3-** (Grupo 2) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Transverso (Distal para proximal) de um fêmur de cão. A Primeira linha (azul) é o eixo transcondilar que se encontrou de forma paralela com a segunda linha (verde) que é o eixo que une o centro da cabeça com o centro do colo femoral. A intersecção entre as duas linhas correspondeu ao AA.....15
- Figura 4-** (Grupo 3) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Sagital (Método qualitativo) de um fêmur de um cão. Realizada uma primeira linha passando na córtex trans do fêmur em direção a cabeça. Feita uma medida do comprimento total da cabeça do fêmur e ao lado a distância que correspondeu o quanto essa cabeça ultrapassa da primeira linha mensurada.....15
- Figura 5-** (Grupo 4) Avaliação por Tomografia Computadorizada pela metodologia trigonometria do Arco da Tangente através da mediana do plano sagital e plano frontal de um cão. (A) representou o a obtenção do valor de X através do plano sagital do fêmur e (B) representou a obtenção de Y a partir do plano frontal do fêmur.....16
- Figura 6-** Gráfico ilustrativo da distribuição dos graus de Luxação patelar medial (n:91). Barra cor azul (15,38%) Grau IV, cor laranja (63,73%) Grau III e cor verde (20,87%) Grau II.....20
- Figura 7-** Gráfico em barras da distribuição das raças de cães com luxação de patela medial.....21

Figura 8- Gráfico de distribuição de sexo em cães com luxação de patela21

Figura 9- Gráfico de distribuição de pacientes com ruptura do ligamento cruzado cranial.....22

1. INTRODUÇÃO

A luxação de patela é considerada uma síndrome musculoesquelética a qual envolve múltiplos mecanismos fisiopatológicos capazes de alterar o alinhamento do mecanismo extensor do joelho, especialmente no plano frontal (Minto e Dias, 2022). Ela é predominantemente diagnosticada em cães e os deslocamentos mediais são marcadamente mais comuns (Drew et al., 2018). Os cães de raças pequenas representam a maioria dos pacientes atendidos e submetidos aos procedimentos cirúrgicos na atualidade em todo o mundo (Perry et al., 2021). O mecanismo fisiopatológico da luxação patelar tem sido foco de estudos há décadas e a despeito de ser descrita desde 1971, não é completamente compreendido (Gibbons et al., 2006; Rosa et al., 2018). É sabido que as deformidades angulares do fêmur e da tíbia estão fortemente associadas à luxação patelar, entretanto os tecidos moles também apresentam papel fisiopatológico relevante. Os desvios angulares no plano frontal estão entre os fatores mais predominantes e relevantes na luxação de patela. Tipicamente, os desvios em varus ou valgus do fêmur distal e / ou valgus e varus da tíbia proximal apresentam correlação direta com a luxação patelar medial e lateral respectivamente, entretanto uma combinação mais complexa de fatores deve ser considerada (Perry et al., 2021). Indubitavelmente, a luxação patelar é uma afecção anátomo-morfológica complexa e, por isso, envolve múltiplas alterações músculo esqueléticas do membro pélvico (Dona et al., 2018). A identificação, quantificação e qualificação de tais alterações representa a forma mais precisa e correta de diagnosticar a luxação patelar e correlaciona-se, fortemente, com as maiores probabilidades de melhores resultados na abordagem terapêutica (Phetkaew et al., 2018). Portanto, o diagnóstico das alterações morfológicas, principalmente dos desvios ósseos, é fundamental no tratamento da luxação de patela (Aghapour et al., 2019). Métodos para quantificação e qualificação das alterações morfológicas envolvidas na luxação de patela estão descritos, sendo que os mais precisos e objetivos representam os mais desejáveis. Busca-se aproximação máxima entre o desvio verdadeiro e o diagnóstico obtidos por técnicas de imagem, para que se tenha a maior precisão possível no momento da tomada de decisão sobre a correção cirúrgica (Aiyanl et al., 2019). Diante disso seria esperado uma forma

padronizada e amplamente validada de mensuração e interpretação das alterações anátomo-morfológicas (Dona et al., 2018; Aghapour et al., 2021), entretanto, ainda há controvérsia sobre o padrão referência para tais mensurações (Phetkaew et al., 2018).

O exame radiográfico é o método mais comumente utilizado para averiguar a presença de deformidades angulares nos ossos (Dudley et al., 2006). Entretanto, a caracterização precisa para mensuração de ângulos por este método é limitada, por possuir uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional, e que não consegue fornecer com precisão a avaliação de todos os planos ósseos (Perry et al., 2021). A radiografia em um corte axial para obtenção do plano transversal é difícil de ser realizada. A partir disso, (Petazzoni e Jaeger, 2008) desenvolveu um método de avaliação de torção femoral através do plano frontal do fêmur visto de uma forma subjetiva pelo exame radiográfico (Yasukawa et al., 2016). No entanto, com o grau de contratura muscular ou severidade da deformidade óssea, o posicionamento adequado é desafiador, não fornecendo imagem fidedigna para mensuração, portanto, este método foi de certa forma invalidado (Dona et al., 2018).

Em contrapartida, existe a avaliação por meio da tomografia computadorizada, fornecendo a avaliação das deformidades por diversos planos de forma direta e não subjetiva (Ginga et al., 2007; Yasukawa et al., 2016; Longo et al., 2018). A tomografia computadorizada (TC) fornece imagens transversais do osso em todos os eixos e quantifica com maior precisão a magnitude das deformidades consideradas graves, principalmente nas mensurações do plano transversal em casos de torções ósseas (Apelt et al., 2005). A tomografia computadorizada também possibilita reconstruções tridimensionais (3D) dos ossos, o que facilita sobremaneira o planejamento e execução de técnicas de correção (Dona et al., 2018). As reconstruções (3D) vêm sendo utilizadas amplamente dentro da ortopedia, principalmente no planejamento e treinamento para casos mais complexos e desafiadores de desvios angulares (Dona et al., 2018).

Diante da problemática descrita acima, objetivou-se com o presente projeto de pesquisa realizar avaliação comparativa entre os métodos de mensuração de torção femoral com o uso da tomografia computadorizada por quatro métodos: avaliação

objetiva no plano transversal de proximal para distal, avaliação objetiva no plano transversal de distal para proximal, avaliação subjetiva através do eixo cabeça femoral e córtex trans do fêmur pelo plano sagital e mediana entre plano sagital e plano frontal através do arco da tangente. Acredita-se, hipoteticamente, que haja diferenças significativas entre as formas de mensurar a torção femoral, e que alguns métodos ainda pouco descritos possam ser parecidos com outros mais utilizados na atualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Luxação de patela

A luxação de patela é definida como o posicionamento inadequado da patela em relação ao sulco troclear, podendo ser para medial ou lateral, sendo o primeiro a forma mais comumente relatada. É considerada uma doença do desenvolvimento com etiologia multifatorial, podendo ser secundária a alterações anatômicas, especialmente correlacionada com o mecanismo extensor do joelho (Minto e Dias, 2022).

A patela é um osso sesamóide, sendo considerada o maior do corpo, localizada abaixo do tendão patelar que é formado a partir dos músculos que compõem o quadríceps femoral (Minto e Dias, 2022).

A luxação de patela é uma das afecções ortopédicas mais comuns em cães. Essa condição pode ser unilateral ou bilateral e varia em gravidade, sendo classificada em quatro graus, de acordo com a frequência e permanência da luxação. A luxação medial da patela (LMP) é a forma mais frequentemente observada, especialmente em cães de pequeno porte, enquanto a luxação lateral é mais comum em cães de grande porte (Arthurs & Langley-Hobbs, 2006, Minto e Dias, 2022).

As causas da luxação de patela podem ser congênitas ou adquiridas. A forma congênita é mais prevalente e frequentemente associada a desalinhamentos biomecânicos da extremidade posterior, como o deslocamento medial do músculo quadríceps, deformidades angulares do fêmur e da tíbia, e hipoplasia do sulco troclear. Já as luxações adquiridas geralmente decorrem de traumas diretos, como acidentes ou quedas, que rompem os mecanismos estabilizadores da patela (Alam et al., 2007).

A fisiopatologia da luxação de patela envolve uma interação complexa entre fatores anatômicos e biomecânicos, portanto, é multifatorial. O desalinhamento do aparelho extensor do joelho causa uma reação anormal da patela, promovendo sua migração fora do sulco troclear. O arrasamento do sulco troclear, comum nesses casos, agrava a instabilidade patelar e facilita o deslocamento da patela,

principalmente durante a flexão do joelho. Com o tempo, a instabilidade contínua pode levar a alterações degenerativas na cartilagem articular, promovendo dor, claudicação e restrição de movimento e doença articular degenerativa (Fitzpatrick et al., 2012). Além disso, alterações angulares e torsionais do fêmur e da tibia, contribuem significativamente para o desenvolvimento e agravamento da luxação patelar (Minto e Dias 2022).

2.2 Desvios ósseos

Para melhor entendimento e compreensão das deformidades angulares ósseas, se faz essencial o conhecimento do alinhamento normal (Paley, 2005). Pode-se obter a análise do alinhamento ósseo com base no estudo dos eixos e avaliação da orientação articular que fornecerá ângulos e a relação entre articulação e osso (Johnston & Tobias, 2018).

A avaliação do alinhamento ósseo pode ser fornecida com base nos eixos (Paley, 2005; Johnston & Tobias, 2018). Os eixos são obtidos através de linhas que fornecem a orientação espacial de um osso (Minto e Dias, 2022). Cada osso e membro vai ter um eixo mecânico (ma) e um eixo anatômico (aa) (Paley, 2005; Johnston & Tobias, 2018).

O eixo mecânico é representado por uma linha reta que vai conectar a articulação de proximal para distal de um osso e/ ou membro (Paley, 2005; Johnston & Tobias, 2018).

Em contrapartida, o eixo anatômico corresponde à linha média diafisária dividindo o osso no meio (Paley, 2005; Johnston & Tobias, 2018) tanto no plano frontal quanto no plano sagital. O eixo anatômico representa a anatomia do osso, ou seja, a forma geométrica do próprio osso. Portanto, alguns ossos vão apresentar um desvio fisiológico ou até mesmo patológico de modo a fazer com que o eixo anatômico acompanhe essa curvatura. Desta forma, pode ser realizada um eixo anatômico proximal e um distal (Minto e Dias, 2022).

A partir disso, pode-se obter as mensurações de ângulos que identificam as deformidades angulares. No plano frontal existe o varus e valgus, no plano sagital há a presença de procurvatum e recurvatum. Existe a rotação óssea sobre o eixo axial de um osso em relação ao segmento proximal de outro osso, comprometendo os planos de referência da articulação. Já a torção femoral, também é uma deformidade do plano axial, de um segmento distal de um osso em relação ao segmento proximal. A torção é classificada em externa e interna e pode ser mensurada em graus (Paley, 2005; Johnston & Tobias, 2018).

As deformidades angulares podem estar presentes em vários planos e alguns ossos vão demonstrar alterações em mais de um plano (Minto e Dias, 2022).

Através do traçar de pontos anatômicos é possível a obtenção das linhas de orientação articular, que pode ter sua variação de acordo com o plano a ser estudado (Petazzoni e Jaeger, 2008).

O ângulo de orientação articular é identificado com base na relação da articulação, permitindo uma mensuração objetiva através de graus dessa relação em um determinado plano anatômico. Existe uma diversidade de ângulos de acordo com o osso e plano estudado, que possuem nomenclaturas e siglas diferentes para suas respectivas identificações (Minto e Dias, 2022).

2.3 Ângulo de anteversão do colo femoral

O ângulo de anteversão da cabeça do fêmur é o ângulo de orientação do colo do fêmur no plano transversal, a qual sua mensuração avalia a torção femoral. Embora a anteversão e a torção de fêmur sejam descritas como duas medidas distintas, a melhor forma de avaliar a torção atualmente é pela mensuração do ângulo de anteversão, pois é difícil medi-los independentemente devido à escassez de pontos de referência femorais apropriados entre o colo femoral e os côndilos (Dudley et al., 2006). O ângulo do colo femoral possui uma anteversão fisiológica para se inserir ao acetábulo, em contrapartida o acetábulo possui uma retroversão fisiológica favorecendo dessa forma a articulação coxofemoral. Quando esse ângulo se encontra diminuído, o fêmur realiza uma torção externa para se inserir no acetábulo ocasionando um deslocamento medial da patela. Assim como, se o ângulo de anteversão está aumentado, o fêmur realiza uma torção interna para que

sua inserção seja adequada e isso faz com que a patela se desloque para lateral (Aiyan et al., 2019).

Algumas literaturas referem como fisiológico um ângulo de anteversão de 16 a 25 graus ou de 16 a 30 graus (Petazzoni e Jaeger, 2008).

A análise da torção femoral é obtida pelo plano transversal de forma mais eficaz, a partir desse plano é possível a mensuração do AA (Petazzoni e Jaeger 2008).

2.4 Exame Radiográfico

O exame radiográfico convencional é amplamente utilizado na prática clínica veterinária para avaliar alterações ortopédicas, incluindo deformidades angulares e desalinhamentos ósseos (Dudley et al., 2006). No entanto, sua aplicação apresenta importantes limitações, especialmente quando se busca precisão nas mensurações angulares. Isso ocorre porque a radiografia é uma técnica bidimensional que tenta representar estruturas tridimensionais complexas, o que pode levar a distorções e sobreposições de imagens (Perry et al., 2021; Nolte et al., 2016).

Além disso, a precisão das mensurações angulares depende diretamente do posicionamento adequado do paciente e da padronização da técnica radiográfica, o que muitas vezes é difícil de se alcançar, especialmente em casos com deformidades esqueléticas severas ou contratura muscular (Dona et al., 2018). A obtenção de imagens em planos específicos, como o axial ou o transversal, também é limitada, visto que requerem posicionamentos muito precisos e frequentemente inviáveis na rotina clínica (Schwartz et al., 2014).

Em resposta a essas limitações, Petazzoni e Jaeger, (2008) desenvolveu um método subjetivo de avaliação da torção femoral com base no plano frontal radiográfico, permitindo uma estimativa visual da torção a partir de projeções ortogonais (Yasukawa et al., 2016) (Figura 1). Apesar de representar um avanço para a época, esse método ainda depende de interpretação individual, sendo influenciado pela experiência do avaliador e pela qualidade da imagem obtida, além de carecer de validação objetiva ampla (Budsberg et al., 2017).

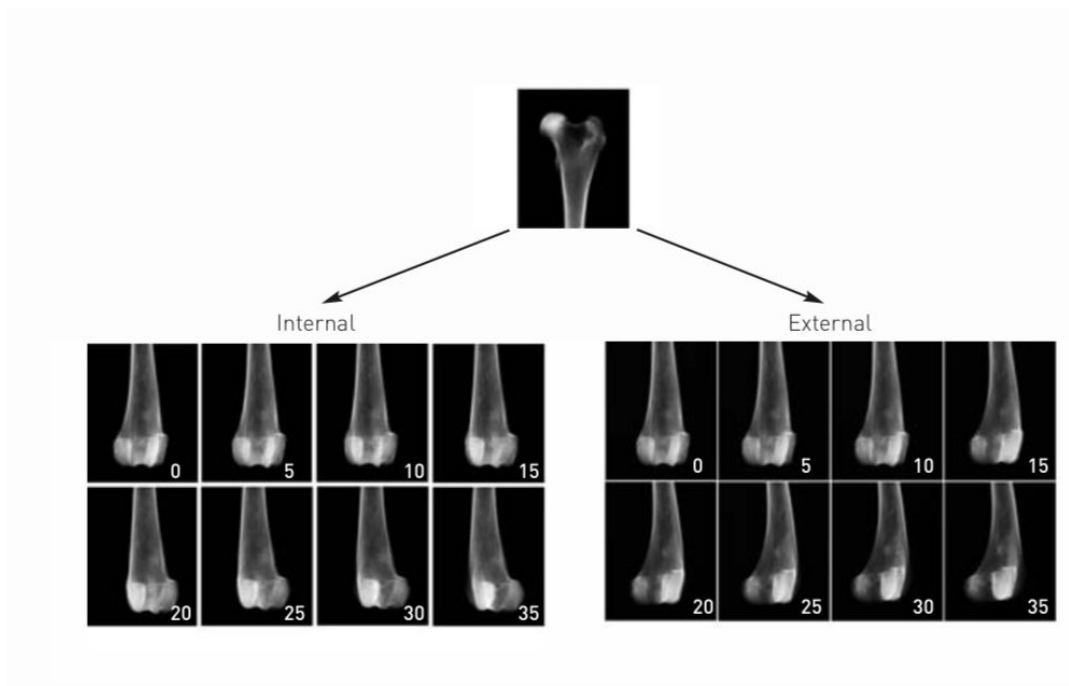


Figura 1- Estimativa da torção femoral comparando o proximal e o distal (Petazzoni e Jaeger, 2008).

2.5 Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) é atualmente considerada o padrão-ouro para avaliação morfológica tridimensional do esqueleto em pacientes veterinários, sendo especialmente útil na caracterização de deformidades angulares e torsionais (Ginga et al., 2007; Longo et al., 2018). Diferente da radiografia convencional, a TC permite a aquisição de imagens em cortes axiais, sagitais e coronais com alta resolução, possibilitando a reconstrução multiplanar e volumétrica dos ossos (Apelt et al., 2005).

Essa capacidade torna a TC altamente precisa para a mensuração da magnitude de deformidades complexas, como torções ósseas, em especial no plano transversal, onde métodos radiográficos convencionais são ineficientes (Schwartz et al., 2014). Além disso, os softwares avançados de pós-processamento permitem realizar medições angulares e lineares com menor influência do posicionamento do paciente, fornecendo dados objetivos e reproduzíveis (Yasukawa et al., 2016; Dona et al., 2018).

Outro benefício importante da TC é a possibilidade de gerar modelos tridimensionais realistas dos segmentos ósseos, os quais são úteis tanto para diagnóstico detalhado quanto para o planejamento pré-operatório em cirurgias corretivas, inclusive com auxílio de impressão 3D (Dong et al., 2019). Essa abordagem tem sido amplamente aplicada em casos de luxação patelar, deformidades de crescimento e em avaliações prévias à realização de osteotomias corretivas (Liu et al., 2021; Guerra et al., 2022).

Além da precisão anatômica, estudos recentes demonstram que a TC apresenta excelente concordância interobservador quando protocolos padronizados de mensuração são aplicados, o que aumenta a confiabilidade dos dados obtidos, especialmente em pesquisas clínicas (Buckley et al., 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, em caráter retrospectivo, foi conduzido em dois centros de referência em ortopedia: Hospital veterinário Governador Laudo Natel -UNESP- Jaboticabal e Clínica veterinária Dr. Eloy Curuci e Equipe. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal da FCAV UNESP (protocolo nº 2026/2024). Noventa e um pacientes caninos com luxação patelar. Todos foram submetidos a tomografia computadorizada para planejamento cirúrgico, mesmo que a torção femoral não fosse a anormalidade primária. Os critérios de inclusão permitiram luxação patelar de graus I a IV, qualquer raça, sexo, idade e peso. A ruptura do ligamento cruzado cranial e deformidades associadas, como torção da tíbia, varo femoral ou rotação femoral/tibial não foram excludentes. Casos sem torção femoral também foram incluídos. Já os critérios de exclusão foram: pacientes com comorbidades coxofemorais prévias (por exemplo, fraturas da cabeça/colo do fêmur, displasia coxofemoral, necrose avascular). Todos os pacientes foram avaliados em quatro métodos, cada método correspondia a um grupo de avaliação da torção femoral. Três avaliadores experientes compararam as medidas entre os métodos.

2.1 Delineamento experimental

Foram avaliadas imagens tomográficas do fêmur de 91 pacientes seguindo os critérios estabelecidos de inclusão e exclusão. Os 91 pacientes foram inseridos nos quatro métodos e estudados pelos três avaliadores. Os atributos e condições clínicas foram categorizados a partir dos registros. O grau de luxação patelar foi graduado conforme descrito por (Perry et al., 2021). Nenhum dos cães avaliados teve como antecedentes cirurgias prévias do membro estudado. O estudo totalizou no final 1365 mensurações. Para dados dos grupos 1,2,3 e 4 as imagens foram exportadas para uma estação de trabalho dedicada e analisada na visualização Horos software ou/e Radiant DICOM Viewer software ((Medixant, Poznań, Poland). Através da obtenção dessas imagens, as mensurações dos grupos foram realizadas pelo Software Vpop PRO (PRO VETSOS Education Ltd., Shrewsbury, Reino Unido). As medidas femorais foram testadas quanto à normalidade, 16 a 25 graus (Petazzoni e

Jaeger, 2008). Métodos gráficos e tabelas foram utilizados para analisar os ângulos de torção femoral entre os grupos.

3.2 Grupos experimentais

As imagens foram inseridas em quatro metodologias distintas. O primeiro grupo (G1) correspondeu a avaliação tomográfica utilizando-se o plano transversal, na qual a torção femoral foi mensurada de proximal para distal. O segundo grupo (G2) a avaliação tomográfica no plano transversal, entretanto a mensuração do fêmur foi feita de distal para proximal. O grupo 3 (G3) foi composto da avaliação tomográfica pelo plano sagital através da mensuração do ângulo pelo eixo da cabeça do fêmur em relação ao córtex trans do fêmur. O grupo 4 (G4), forneceu o valor do ângulo de anteversão através da mediana calculada pelo arco da tangente do plano frontal em relação ao plano sagital, método trigonométrico. A avaliação foi realizada por três avaliadores com experiência prévia comprovada na área da ortopedia veterinária, os quais seguiram os mesmos conceitos e princípios estabelecidos de acordo com cada método de avaliação. As avaliações seguiram métodos geométricos para avaliação femoral no plano transversal no grupo 1 e 2. Enquanto no grupo 3 a torção foi avaliada subjetivamente no plano sagital de modo a definir o posicionamento da cabeça do fêmur em relação a sua córtex trans. E o grupo 4 foi feita uma média entre duas medidas obtidas também na tomografia, mas no plano frontal e sagital através do arco da tangente, fórmula ângulo $\Theta = \arctan(x/y)$.

3.3 Métodos de avaliação

Para estudo do primeiro e segundo método, os ângulos foram obtidos através das imagens pela TC. As imagens foram realizadas através de uma tomografia de 16 canais. As imagens foram realizadas através de uma tomografia de 16 canais. Todos os cães foram anestesiados para a aquisição das imagens de TC e posicionados em decúbito lateral sobre suporte de espuma, com os membros pélvicos paralelos entre si, utilizando talas ortopédicas e fitas adesivas para manter a articulação talocrural em um ângulo entre 90 e 110 graus. Todas as imagens foram adquiridas com um scanner helicoidal (GE BRIVO CT385, 16 cortes, GE HealthCare, Chicago, Illinois) com espessura de corte de 0,625 mm. As imagens foram visualizadas, manipuladas e reconstruídas como imagens tridimensionais (3D)

utilizando um software de processamento de imagens disponível comercialmente (RadiAnt DICOM Viewer software (Medixant, Poznań, Poland)).

3.3.1 Método de proximal para distal (G1)

O primeiro método de avaliação tomográfica foi realizado pela obtenção de uma imagem do fêmur de sua visualização de proximal para distal em plano transversal, onde é analisado o ângulo formado por dois eixos formados a partir de pontos de referência anatômica a partir da visualização do fêmur de distal para proximal, e foi concluído o grau de torção a partir do ângulo de anteversão femoral. A avaliação do alinhamento ósseo pela tomografia computadorizada foi fornecida com base no alinhamento dos eixos. Os eixos foram obtidos através de linhas que fornecem orientação espacial de um osso. A imagem foi realizada de modo a proporcionar a vista da cabeça e colo femoral, dos côndilos femorais de forma que se encontrem paralelos e alinhados, permitindo uma boa visualização da fossa intercondilar e que seja possível também a visualização e identificação do sulco troclear com a patela. Essa imagem foi importada em DICOM para o software Radiant DICOM viewer, por uma forma tridimensional através da janela 3D com a janela predefinida de configurações para Tomografia computadorizada (ossos) com habilidade de girar (90, 180 graus) ou inverter imagens (horizontal e verticalmente). Após a obtenção da imagem padrão a mesma foi salva e transportada para o software Vpop PRO a qual foi feita a mensuração do ângulo de anteversão para determinação do grau de torção femoral. O eixo anatômico foi traçado através de uma linha que tangenciou os côndilos femorais de modo a se encontrarem com uma segunda linha que partiu do centro da cabeça e colo femoral, o ângulo interno resultante da intersecção dessas duas linhas foi o ângulo de anteversão femoral, denominado AA (Figura 2). O presente trabalho usou como referência o ângulo de anteversão fisiológico de 16 a 25 graus de torção femoral (Petazzoni e Jaeger, 2008).

3.3.2 Método de distal para proximal (G2)

A segunda avaliação pela tomografia computadorizada também foi feita a partir da imagem do plano transversal pela vista do fêmur de distal para proximal, partindo dos mesmos princípios do método descrito anteriormente, e a imagem foi

posicionada e salva pelo software Radiant DICOM Viewer onde os côndilos femorais estavam alinhados, o sulco troclear tinha que ser visível, e a cabeça do fêmur estava alinhada em relação ao trocanter maior. A imagem foi transferida para o software Vpop PRO para obtenção da torção femoral. Foi realizada o traçar de uma primeira linha que tangenciou os côndilos femorais, esta linha foi reposicionada de modo a passar no centro do fêmur em seu corte axial que se encontrou com a segunda linha que cortou a cabeça e colo femoral ao meio, o encontro dessas linhas forneceu um ângulo que é o ângulo de anteversão femoral (Figura 3).

3.3.3 Método do plano sagital (G3)

Para o terceiro método de avaliação de torção femoral, a tomografia foi realizada pelo software Radiant DICOM Viewer a imagem posicionada de forma com que o fêmur fique no seu plano transversal em uma imagem horizontal, para que seja visualizada toda cabeça femoral e córtex sis e trans. Foi necessário que os côndilos estivessem perfeitamente paralelos. A primeira linha traçada dorsal acompanhando a córtex trans em direção a cabeça femoral. O fisiológico seria essa cabeça passar 1/3 dessa linha. Em casos que se passou mais que 1/3 indicou que possivelmente o ângulo de anteversão estava aumentado e o inverso também ocorreu, portanto, essa forma é um tanto que subjetiva, de modo a dizer se o ângulo estará aumentado ou diminuído, mas não fornece o valor do ângulo (Figura 4).

3.3.4 Método do Arco da tangente (G4)

O quarto método consiste na avaliação da mediana obtida pelo plano frontal em relação ao plano sagital do fêmur através do arco da tangente. Foi necessário a realização de duas medidas, uma no plano sagital para obtenção do valor de “x” e uma no plano frontal para o valor de “y”. Para obtenção de “y” foi medido o comprimento do fêmur na projeção crânio-caudal desde a porção mais proximal do trocanter maior até a porção mais distal do côndilo lateral. Esse comprimento medido foi usado para definir $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do comprimento proximal a distal do fêmur. Nesses locais, uma ferramenta de círculo vai ser usada para identificar o ponto médio entre os córtices lateral e medial do fêmur. O eixo anatômico do fêmur proximal foi definido como a linha reta conectando o centro desses círculos. Em seguida, um círculo de melhor ajuste cobrindo a circunferência da cabeça femoral foi

definido. O centro desse círculo definiu o centro da cabeça femoral. A distância perpendicular entre o eixo anatômico do fêmur proximal e o centro do fêmur foi definida como "y". Para obtenção do valor de "x" a imagem foi mensurada no plano sagital. Foi mensurado o comprimento do fêmur a partir da porção mais proximal do trocânter maior até a porção mais distal dos côndilos sobrepostos, essa medida será usada para definir $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do comprimento proximal a distal do fêmur, colocando um círculo ajustado entre as córtex lateral e medial definindo o centro do círculo com um ponto médio entre as córtex. A conexão entre esses dois círculos definiu o eixo anatômico proximal do fêmur. Um segundo círculo foi posicionado pegando toda a cabeça femoral para obtenção do centro da cabeça. A distância do centro da cabeça até o centro do eixo anatômico proximal foi denominada de "x". A torção femoral " θ " foi calculada pela fórmula $\theta = \arctan (x/y)$ (Figura 5).

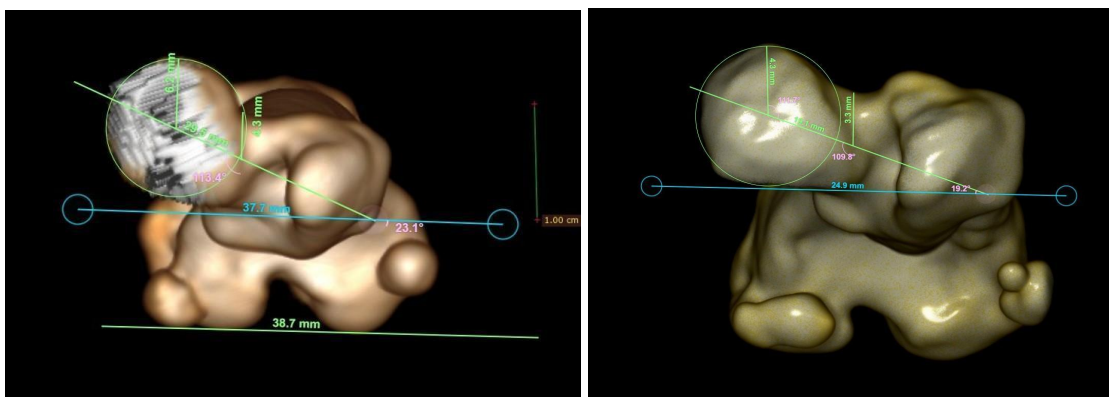


Figura 2- (Grupo 1) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Transverso (Proximal para Distal) de um fêmur de cão. A Primeira linha (azul) é o eixo transcondilar que se encontrou de forma paralela com a segunda linha (verde) que é o eixo que une o centro da cabeça com o centro do colo femoral. A intersecção entre as duas linhas correspondeu ao AA.

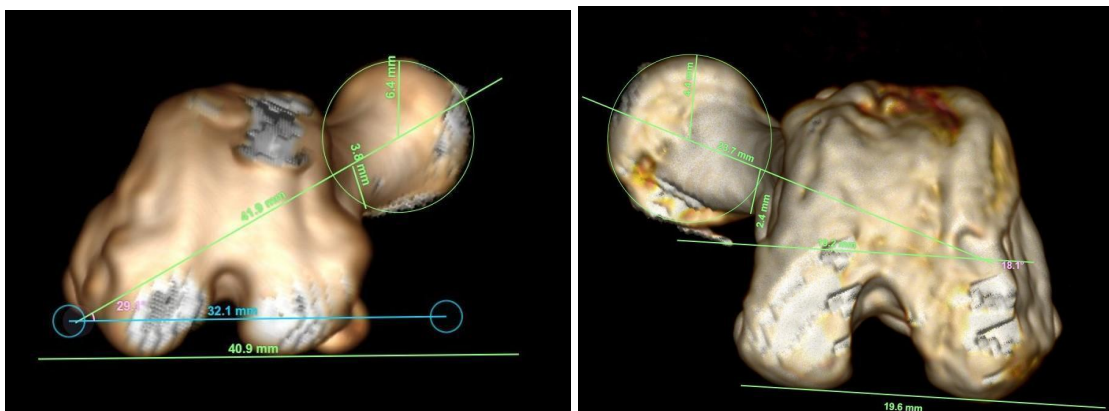


Figura 3- (Grupo 2) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Transverso (Distal para proximal) de um fêmur de cão. A Primeira linha (azul) é o eixo transcondilar que se encontrou de forma paralela com a segunda linha (verde) que é o eixo que une o centro da cabeça com o centro do colo femoral. A intersecção entre as duas linhas correspondeu ao AA.

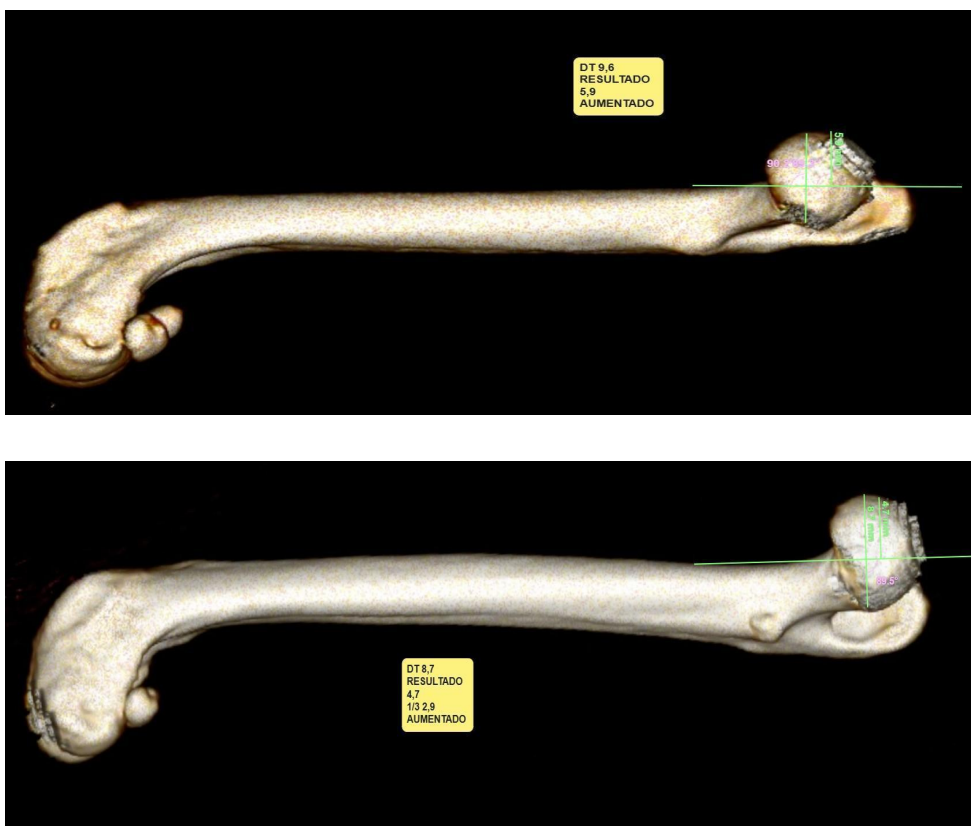


Figura 4- (Grupo 3) Avaliação por Tomografia Computadorizada no Plano Sagital (Método qualitativo) de um fêmur de um cão. Realizada uma primeira linha passando na córtex trans do fêmur em direção

a cabeça. Feita uma medida do comprimento total da cabeça do fêmur e ao lado a distância que correspondeu o quanto essa cabeça ultrapassa da primeira linha mensurada.

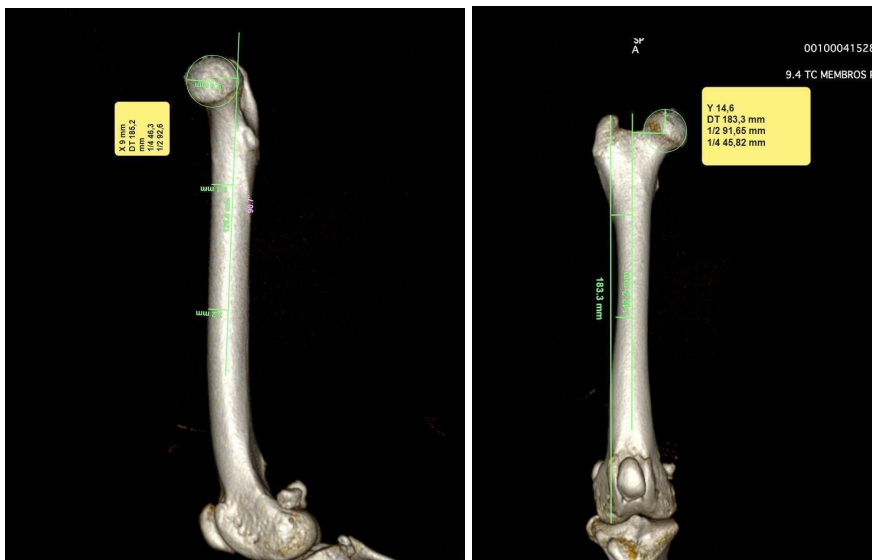


Figura 5- (Grupo 4) Avaliação por Tomografia Computadorizada pela metodologia trigonometria do Arco da Tangente através da mediana do plano sagital e plano frontal de um cão. (A) representou o a obtenção do valor de X através do plano sagital do fêmur e (B) representou a obtenção de Y a partir do plano frontal do fêmur.

3.4 Análises estatísticas

Dado o caráter quantitativo dos dados, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,001$) para comparação dos métodos de mensuração da torção femoral através do ângulo de anteversão dos 3 avaliadores (A1, A2 e A3) e separadamente para cada um deles. O resultado ($p < 0,001$) rejeita a hipótese nula, sugerindo que ao menos um dos grupos difere significativamente dos demais nas medições realizadas. Foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) para comparar os ângulos de anteversão femoral mensurados por três avaliadores, utilizando três métodos distintos de mensuração: PD (G1), DP (G2) e ARCTAN (G4). Esse teste não paramétrico foi escolhido por não assumir distribuição normal dos dados e permitir

identificar diferenças estatisticamente significativas entre três ou mais grupos independentes.

No presente estudo, após a constatação de diferenças significativas entre os métodos de mensuração por meio do teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,001$), foi aplicado o teste de Dunn com correção de Bonferroni para identificar quais métodos diferem entre si. E também foi realizado também o Teste de Correlação de Pearson para a comparação da resposta dos avaliadores quanto aos parâmetros ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS

A análise mostrou que, para o método PD, houve diferença estatística significativa entre os avaliadores ($p < 0,001$). Especificamente, o avaliador 3 apresentou valores significativamente maiores em relação aos avaliadores 1 e 2, que não diferiram entre si. Para os métodos DP ($p = 0,971$) e ARCTAN ($p = 0,872$), não houve diferenças estatísticas significativas entre os três avaliadores (Tabela 1).

Em sequência foi realizado também o Teste de Correlação de Pearson para a comparação da resposta quanto aos parâmetros ($P < 0,05$) obtidos pelos três avaliadores em cada um dos métodos utilizados (PD, DP e ARCTAN). Esse teste estatístico é indicado para avaliar a força e a direção da relação linear entre duas variáveis contínuas, neste caso, os valores de ângulo de anteversão mensurados por diferentes observadores. Os resultados demonstraram correlação positiva e estatisticamente significativa entre todos os avaliadores para todos os métodos analisados ($p < 0,001$), indicando uma boa consistência e reprodutibilidade nas mensurações entre os examinadores, mesmo quando realizadas de forma independente. As correlações foram particularmente altas nos métodos DP (média de 85,9%) e ARCTAN (média de 78,1%), reforçando a confiabilidade desses métodos na avaliação da torção femoral (Tabela 2).

Foram analisadas 91 tomografias computadorizadas de pacientes caninos acometidos com luxação de patela medial, sendo realizada a avaliação do membro acometido com a afecção. Os 91 pacientes apresentaram luxação de patela medial, por motivo de casuística e não por critério de exclusão. Dos 91 casos, 0 (0%) apresentavam luxação grau I, 19 pacientes (20,87%) apresentaram luxação grau II, 58 pacientes apresentaram luxação grau III (63,73 %) e 14 apresentavam luxação

grau IV (15,38%) (Figura 6). A raça dos cães variou entre Spitz Alemão (40-43,95%), Yorkshire (13-14,2%), Cavalier King Charles Spaniel (4-4,39%), Chihuahua (4-4,39%), Biewer Terrier (4-4,39%), Poodle (3-3,29%), Shih tzu (3-3,29%), Pit Bull (3-3,29%), Pinscher (2-2,19%), Maltês (2-2,19%), Labrador (2-2,19%), Pug (1-1,09%), Beagle (1-1,09%), Boston Terrier (1-1,09%), American Bully (1-1,09%), Galgo Italiano (1-1,09%), Akita (1-1,09%) e SRD (5-5,49%) (Figura 7). Portanto, a casuística de pacientes de pequeno porte com luxação de patela medial foi maior em relação aos caninos de grande porte, sendo altamente predominante a taxa de Spitz Alemão. Referente ao sexo, 47 (51,64%) pacientes eram fêmeas e 44 (48,35%) machos (Figura 8), isso mostra que tanto machos quanto fêmeas podem ser acometidos com a luxação de patela medial, embora as fêmeas são mais diagnosticadas. E quanto à presença ou não da RLCCr 37 (40,65%) pacientes não apresentaram RLCCr associado, enquanto apenas 36 (39,56) pacientes não tinham RLCCr associada e 18 (19,78) dos pacientes apresentavam a RLCCr Parcial (Figura 9). A idade máxima foi de 10 anos e mínima de 7 meses, com uma média de 4,03 anos. Pacientes com demais comorbidades ortopédicas, tais como, displasia coxofemoral severa, fraturas em fêmur, necrose asséptica da cabeça do fêmur, osteomielites, foram retirados do trabalho conforme critérios de exclusão.

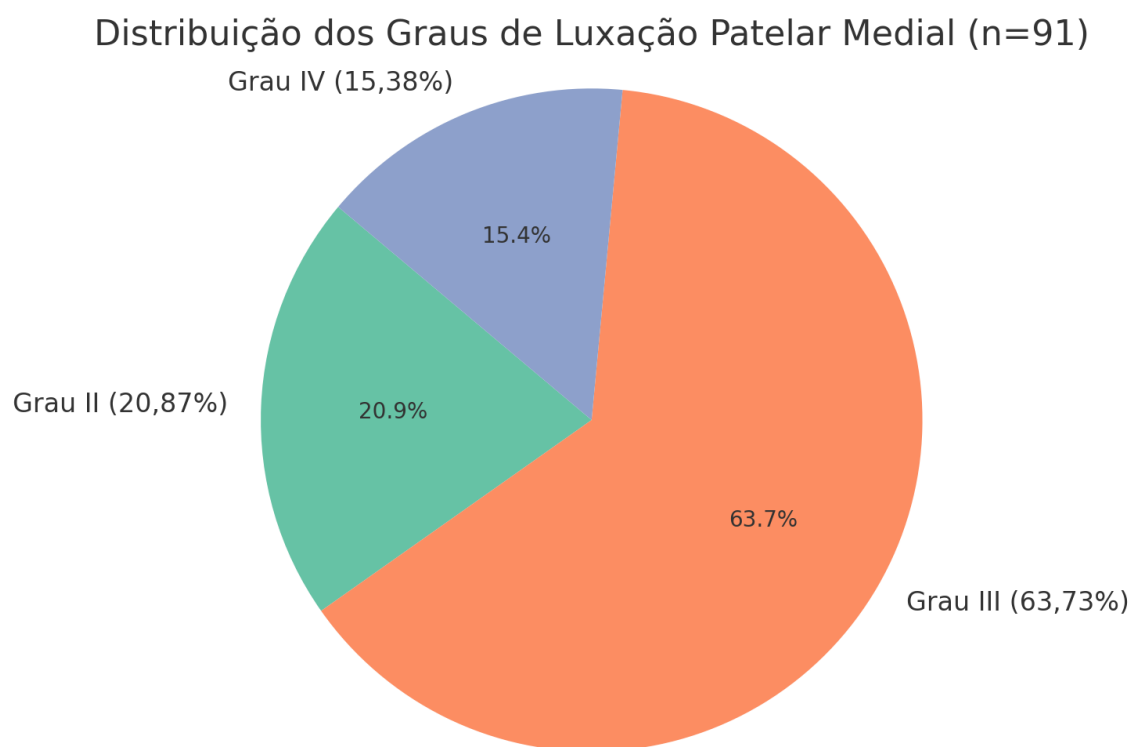


Figura 6- Gráfico ilustrativo da distribuição dos graus de Luxação patelar medial (n:91). Barra cor azul (15,38%) Grau IV, cor laranja (63,73%) Grau III e cor verde (20,87%) Grau II.

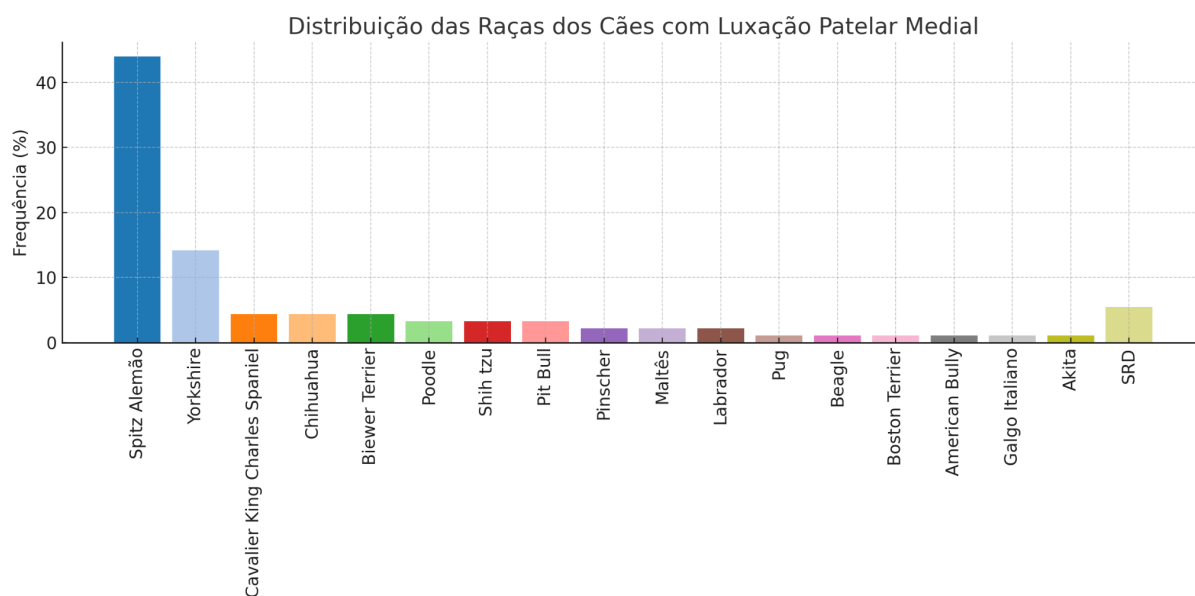


Figura 7- Gráfico em barras da distribuição das raças dos cães com Luxação Patelar Medial

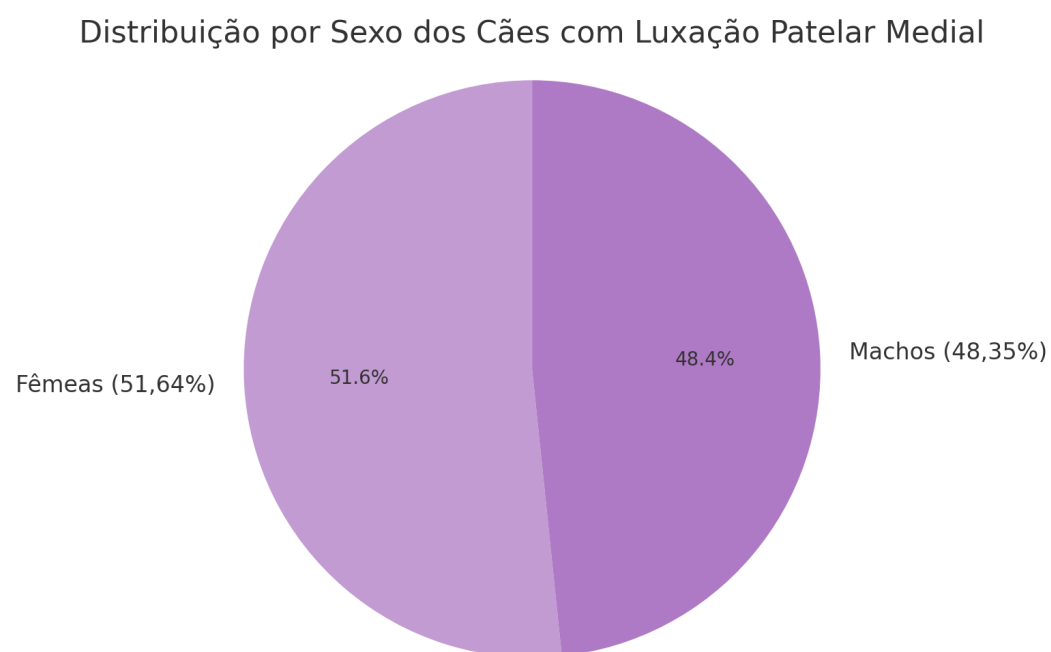


Figura 8- Gráfico da distribuição de sexo dos cães com luxação de patela medial.

Distribuição de RLCCr em 91 pacientes com ou sem luxação de patela

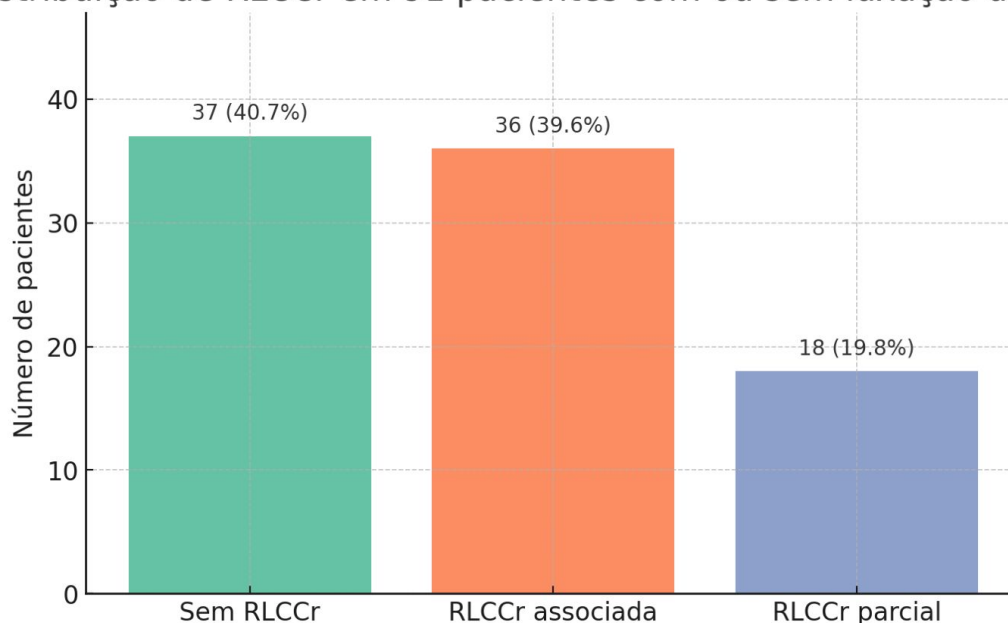


Figura 9- Gráfico de distribuição em relação de pacientes que apresentaram: RLCCr parcial (19,8%), RLCCr total (39,6%) e não apresentaram a RLCCr (40,7%).

Para dados dos grupos 1,2,3 e 4 as imagens foram exportadas para uma estação de trabalho dedicada e analisada na visualização Horos software ou/e Radiant DICOM Viewer software. Através da obtenção dessas imagens, as mensurações dos grupos foram realizadas pelo Software VPOP PRO. As medidas femorais foram testadas quanto à normalidade, 16 a 25 graus (Petazzoni, 2008).

O (G2) , sendo atualmente o mais utilizado, é o mais aceito na ortopedia veterinária mundial, foi usado como parâmetro de comparação principal quanto o mais confiável, embora essa informação não seja tão comprovada e comparada com outras metodologias.

Quanto ao primeiro avaliador (A1), utilizando o método DP (G2), 15 animais apresentaram ângulo diminuído, 34 normal e 42 aumentado. Dos 15 casos

identificados com ângulo diminuído pelo DP (G2), 11 apresentavam também essa classificação pelo método SAGITAL (G3) (73,3%). Dos 34 casos que apresentaram ângulo normal pelo método DP (G2), apenas 20 foram classificados como normal pelo SAGITAL (G3) (58,8%). E dos 42 casos que apresentaram o ângulo de anteversão aumentados, 37 também apresentaram essa classificação pelo método SAGITAL (G3) (75,6%). Dessa forma, em média o G3 (SAGITAL) teve (73,4%) de acerto em relação ao DP (G2) (Tabela 3). Quando comparado o DP (G2) com o PD (G1) do avaliador 1 (A1), a diferença entre as angulações foram significativamente marcantes e importantes, a mediana de diferença do ângulo de anteversão da cabeça e colo femoral foi de 7,7 graus. Já com relação do DP (G2) com o ARCTAN (G4), os valores numéricos não difere estatisticamente, embora, por conta da variância de 1-2 graus, alguns forneceram resultados distintos quanto suas classificações (diminuído, normal, aumentado). A média de discrepância entre o DP (G2) e o ARCTAN (G4) foi de 3,4 graus. Portanto, avaliando de forma estatística não há diferença, na prática em termos de normalidade, houve discrepância.

Referente ao avaliador 2 (A2), usando o método DP (G2), 15 animais apresentaram o ângulo diminuído, 35 normal e 41 aumentado. Dos 15 animais identificados com o ângulo diminuído pelo DP, apenas 3 apresentaram também essa classificação pelo método SAGITAL (G3) (20%) de correspondência. Dos 35 que apresentaram ângulo normal pelo DP (G3), apenas 21 foram classificados como normal pelo SAGITAL (G3) (60%). E dos 41 casos aumentados, 31 também apresentaram essa classificação pelo SAGITAL (G3) (75,6%). Dessa forma, em média, o sagital, de acordo com o (A2), obteve 51,9% de acerto em relação ao DP (G2) (Tabela 3). E assim como no avaliador (A1), para o avaliador (A2), quando comparado o DP (G2) com o PD (G1) a diferença de angulação foi muito

significativa, com uma mediana de 8,8 graus, sendo o método PD (G1), o método que obteve a menor angulação, tanto no (A1) quanto no (A2). Enquanto o método DP (A2) foi bem semelhante ao ARCTAN (G4), com diferença entre mediana de 3,8 graus, também muito semelhante com o (A1).

De acordo com o avaliador 3 (A3), ao utilizar o método DP (G2), 20 animais apresentavam ângulo diminuído, 31 normal e 40 aumentado. Dos 20 animais identificados com ângulo diminuído pelo DP (G2), 2 apenas apresentaram também essa classificação pelo método SAGITAL (G3) (10%), o que é significativamente baixo em relação aos demais avaliadores e comprova que apesar da eficácia de mensuração do G3 e mesmo sendo amplamente utilizado, pode haver subjetividade de acordo com o observador. Dos 31 que apresentaram ângulo normal pelo DP (G2), apenas 7 foram classificados como normal pelo SAGITAL (G3) (22,6%). E dos 40 aumentados, 39 também apresentaram essa classificação pelo sagital (97,5%), o que indica que o método SAGITAL (G3) acaba sendo mais confiável pelos 3 avaliadores quando o ângulo de anteversão está aumentado (Tabela 3). A discrepância entre DP (G2) e PD (G1) para o A3, não foi tão significativa, com uma mediana de 2,7 graus, que é bem baixa quando comparado com os resultados do A1 e A2. Quando o método DP (G2) comparado com o ARCTAN (G4), houve uma diferença maior, em cerca de 5,6 graus, no entanto, quando a mediana é comparada ao G4 dos demais avaliadores, a diferença de ângulo é baixa, em torno de 1,2-1,6 graus, o que é esperado quando se trata de mensuração de ângulo em comparação entre os observadores.

Portanto, quando comparados os avaliadores A1 e A2, não há diferença estatística significativa entre os ângulos de anteversão mensurados através do grupo G2 e G4, no entanto, ambos diferem de G1. Já pelo avaliador A3, não há

diferenças estatísticas significativas entre os ângulos de anteversão mensurados através do G2 e G1, e ambos diferem de G4. Mas, apesar da diferença existir, ela não é muito discrepante, e o G4 do A3 se assemelha consideravelmente com o dos demais avaliadores, o que faz ser considerado muito a diferença que pode existir entre observadores.

Quando comparados os valores encontrados pelos 3 avaliadores em cada método de avaliação separadamente, o valor do ângulo de anteversão do G1 pelo A3 diferiu de forma significativa dos demais, que não diferem entre si. E tanto para o G2 quanto para o G4, não houve diferença estatística significativa entre os avaliadores ($P < 0,05$). Portanto, houve uma correlação significativa e positiva de todos os avaliadores para todos os parâmetros avaliados ($P < 0,001$). Concordância em média de 76,2 % no G1, 85,9% no G2 e 78,1% no G4.

Tabela 1 - Teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,001$) para comparação dos métodos de mensuração da torção femoral através do ângulo de anteversão e separadamente do avaliadores para cada método

	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	P
PD	15,9 [12,0 – 21,0] bB	14,8 [11,2 – 20,8] bB	20,3 [16,4 – 26,6] bA	<0,001
DP	23,6 [18,8 – 29,4] a	23,6 [17,2 – 29,4] a	23,0 [16,5 – 30,2] b	0,971
ARC TANG	27,0 [19,6 – 33,5] a	27,4 [20,2 – 34,7] a	28,6 [20,2 – 36,6] a	0,872
	<0,001	<0,001	<0,001	

*Medianas seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Dunn's ($P > 0,05$).

Tabela 2-Teste de Correlação de Pearson para a comparação da resposta dos avaliadores quanto aos parâmetros ($P < 0,05$).

	PD		DP		ARC TANG	
	2	3	2	3	2	3
1	0,772 <0,001	0,740 <0,001	0,841 <0,001	0,847 <0,001	0,699 <0,001	0,690 <0,001
2		0,774 <0,001		0,889 <0,001		0,953 <0,001

Houve correlação significativa e positiva de todos os avaliadores para todos os parâmetros avaliados ($P < 0,001$). Concordaram em média 76,2% no PD, 85,9% no DP e 78,1% no ARC TANG.

Tabela 3 -Porcentagem de correspondência de cada avaliador do método DP em comparação com o sagital.

	Diminuído	Normal	Aumentado	Média
A1	73,3 %	58,8%	88,1%	73,4
A2	20,0 %	60,0%	75,6%	51,9
A3	10,0 %	22,6%	97,5%	43,4

5 DISCUSSÃO

A avaliação precisa da torção femoral é fundamental para o diagnóstico e o planejamento corretivo da luxação patelar medial (LPM) em cães. Apesar da disponibilidade de diversos métodos de imagem, ainda não há um padrão-ouro validado (Perry et al., 2021). No presente estudo, o método tomográfico transverso de distal para proximal (DP) e o método trigonométrico (ARCTAN) apresentaram a maior concordância entre os avaliadores e a menor variação nos valores do ângulo de anteversão. Esses achados sugerem que ambas as técnicas oferecem maior confiabilidade e objetividade em comparação aos métodos proximal para distal (PD) e sagital (G3), estes evidenciando maior variabilidade e subjetividade respectivamente. Nossos dados sustentam a hipótese de que métodos tomográficos multiplanares e baseados em definições geométricas fornecem mensurações mais consistentes e clinicamente úteis para a avaliação da torção femoral em cães com LPM (Phetkaew et al., 2018; Minto et al., 2022).

No presente estudo, o método de avaliação tomográfica no plano transverso de distal para proximal (G2), considerado atualmente o mais utilizado na ortopedia veterinária, apresentou alto grau de confiabilidade e menor variabilidade entre os avaliadores, corroborando com os achados de (Longo et al. 2018), que relataram maior acurácia e precisão das mensurações angulares com o uso da tomografia computadorizada pela avaliação no plano transverso de distal para proximal. A alta correlação entre os avaliadores (85,9%) reforça a robustez do (G2) como ferramenta objetiva e confiável na prática clínica; reforçando o que já tinha sido pré-estabelecido (Petazzoni, 2010; Serck et al., 2021). Não tão diferente do (G2), o

método ARCTAN (G4), também se mostrou promissor, e com resultados muito semelhantes ao (G2) (Petazzoni, 2010; Serck et al., 2021). Apesar de ser um método menos descrito na literatura, apresentou excelente concordância com o método G2 e variação angular média entre os observadores inferior a 2 graus, indicando elevada reprodutibilidade. Considerando-se a elevada acurácia do método G2 previamente comprovada (Dudley et al., 2006) e baseado nos achados de concordância entre ambos os métodos no presente estudo, sugere-se que o G4 pode ser uma alternativa precisa, assim como identificado (Petazzoni, 2010; Serck et al., 2021).

Levando em consideração que a torção femoral é um fator determinante na avaliação morfológica de cães com luxação de patela, especialmente nos graus mais avançados da doença (Perry et al., 2021) e que existam diversas técnicas de mensuração descritas na literatura, a padronização de um método reprodutível e acurado é fundamental (Minto et al., 2022; Phetkaew et al., 2018). Portanto, concluir que tanto o (G2) e (G4) são métodos mais acurados e eficazes pode ter relevância significativa na tomada de decisão no tratamento da LPM (Aghapour et al., 2021). Embora o método DP tenha apresentado acurácia discretamente superior, o método ARCTAN demonstra potencial como uma alternativa viável, especialmente por ser aplicável a partir de imagens bidimensionais. Essa característica representa uma vantagem significativa frente à limitação de acesso à tomografia computadorizada em determinados centros clínicos. Além disso, o desempenho do ARCTAN foi comparável ao do método DP, corroborando achados previamente sugeridos na literatura, embora ainda pouco explorados em profundidade (Dudley et al., 2006; Petazzoni et al., 2010).

O método de avaliação de proximal para distal (G1), apresentou maior discrepância entre os avaliadores, com diferenças de até 8,8 graus quando comparado ao G2, especialmente nos avaliadores A1 e A2. Tal fato já foi apontado por (Apelt et al., 2005), que descreveram maior sensibilidade do plano transversal em cortes de distal para proximal devido à melhor definição dos pontos anatômicos de referência. No entanto, por ser uma forma de mensuração com uma metodologia ainda não bem descrita nos estudos, ela é utilizada na rotina clínica, mas não validada, o que reforça a importância do presente estudo na comparação desta com os demais métodos de mensuração. Dudley et al. (2006) comparou a torção femoral (expressa como ângulo de anteversão) usando uma projeção radiográfica axial obtida de distal para proximal, TC e modelo anatômico cadavérico com o fêmur bisseccionado com uma serra para obtenção da visualização precisa do centro do colo e cabeça femorais com a visualização de proximal para distal. Concluiu-se com o trabalho que radiografias bem posicionadas e o método de tomografia computadorizada descrito de distal para proximal são tão precisos quanto a preparação anatômica de proximal para distal somente quando se faz um corte no fêmur para melhor visualização das estruturas anatômicas. O que reafirma a ideia de que a maior problemática do (G1) pela metodologia do plano transversal proximal para distal é a dificuldade em visualizar o centro do colo femoral.

Assim também o método subjetivo (G3), embora rotineiramente utilizado por sua praticidade e aplicabilidade em radiografias simples, demonstrou desempenho inferior em termos de concordância com os demais métodos. A correspondência média com o método G2 variou de 43,4% a 73,4% entre os avaliadores, evidenciando a influência da experiência individual na interpretação das imagens,

como também destacado por Yasukawa et al., 2016, ao apontarem limitações na padronização de métodos qualitativos.

O caráter retrospectivo deste estudo pode ser considerado uma limitação de sua metodologia. Ademais, a precisão da torção femoral determinada por TC no corte axial/plano transversal depende do posicionamento durante o exame (Morvan et al., 2017), evidenciando a possibilidade de ocorrência de variações relacionadas ao posicionamento, embora este tenha sido padronizado para os fêmures aqui verificados. Ademais, futuros estudos são encorajados para verificar a acurácia de cada método aqui empregado na determinação do verdadeiro ângulo de torção femoral.

Adicionalmente, a variabilidade interobservador observada especialmente no método (G1) demonstra a necessidade de maior padronização no posicionamento das imagens tomográficas e melhor entendimento dos marcos anatômicos, principalmente ao que diz respeito ao centro do colo femoral, pois não é bem visualizado por conta da sobreposição óssea. Isso reforça a importância do uso de softwares específicos de planejamento e análise o acréscimo das impressões tridimensionais (3D) para melhor entendimento do desvio e em consequência melhor planejamento cirúrgico (Larguier et al., 2019). Estudos em humanos demonstram que a posição do membro inferior pode influenciar significativamente a mensuração da torção femoral na TC (Morvan et al., 2017) concluiu que a precisão da torção femoral determinada por TC no corte axial/plano transversal depende da posição do fêmur, ou seja, a flexão do quadril reduziu significativamente o ângulo de torção femoral medido por TC. Isso reforça a necessidade de padronização do posicionamento durante a aquisição das imagens em cães também. E embora a anteversão e a

torção de fêmur sejam descritas como duas medidas distintas, a melhor forma de avaliar a torção atualmente é pela mensuração do ângulo de anteversão, pois é difícil medi-los independentemente devido à escassez de pontos de referência femorais apropriados entre o colo femoral e os côndilos. A maioria dos autores considera essas duas medidas sinônimas ; portanto, a torção femoral, expressa como ângulo de anteversão, (Dudley et al.,2006), no entanto, com limitações dessa metodologia que já tinham sido descritas por autores anteriores (Aghapour, et al.,2021; ,Perry et al.,2021).

Portanto, embora todos os métodos tenham potencial de uso clínico, a escolha da técnica ideal deve considerar o grau de precisão exigido, os recursos tecnológicos disponíveis e a familiaridade do profissional com o método. A avaliação da torção femoral por TC no plano transversal de distal para proximal (G2) continua sendo o padrão-ouro atual, mas o método baseado no arco da tangente (G4) retorna como uma abordagem inovadora e altamente confiável, como já havia sido descrita (Petazzoni, 2010; Serck et al.,2021). Por outro lado o método sagital (G3), embora apresente facilidade de execução, demonstrou elevada variabilidade interobservador, sendo particularmente relevante em casos com ângulos aumentados. Já a técnica de mensuração no plano transversal com orientação proximal-distal (G1) mostrou-se menos eficaz, em razão da ausência de marcos anatômicos bem definidos, o que resultou em considerável variabilidade nos valores angulares obtidos. Diante desses achados, estudos adicionais são recomendados para o aprimoramento dos referenciais anatômicos e o refinamento dessas metodologias de mensuração.

5. CONCLUSÃO

Portanto, embora todos os métodos tenham potencial de uso clínico, a escolha da técnica ideal deve considerar o grau de precisão exigido, os recursos tecnológicos disponíveis e a familiaridade do profissional com o método. A avaliação da torção femoral por TC no plano transversal de distal para proximal (G2) continua sendo o padrão-ouro atual, mas o método baseado no arco da tangente (G4) retorna como uma abordagem inovadora e altamente confiável. Por outro lado, o método sagital (G3), embora apresente facilidade de execução, demonstrou elevada variabilidade interobservador, sendo particularmente relevante em casos com ângulos aumentados. Já a técnica de mensuração no plano transversal com orientação proximal-distal (G1) mostrou-se menos eficaz, em razão da ausência de marcos anatômicos bem definidos, o que resultou em considerável variabilidade nos valores angulares obtidos. Diante desses achados, estudos adicionais são recomendados para o aprimoramento dos referenciais anatômicos e o refinamento dessas metodologias de mensuração.

6. REFERÊNCIAS

- Aghapour, M; Bockstahler, B.; Vidoni, B. *Evaluation of the femoral and tibial alignments in dogs: a systematic review*. **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1804, 2021.
- Alam MR, Lee JI, Kang HS, et al. Frequency and distribution of patellar luxation in dogs: 134 cases (2000–2005). *J Vet Sci*. 2007;8(4):361–364
- Apelt, D.; Kowaleski, M.P.; Dyce, J. Comparasion of Computed Tomographic and Standard Radiographic Determination of Tibial Torsion in the Dog. **Veterinary Sugery**, v.34, p.457–462, 2005.
- Arthurs GI, Langley-Hobbs SJ. Complications associated with corrective surgery for patellar luxation in 109 dogs. **Vet Surg**. 2006;35(6):559–566.
- Aiyan, A.A.; Richardson, K; Manchi, G.; Plendl, J.; Brunnberg, L. Measurement of the femoral neck angle in medium and large dog breeds using computed tomography. **Acta veterinaria Hungarica**, v.67, n1, p.22-33, 2019.
- Buckley CP, et al. *Inter- and intraobserver variability in computed tomography measurement of femoral torsion in dogs*. **Vet Radiol Ultrasound**. 2020;61(2):153–161.
- Budsberg SC, Torres BT. *Radiographic, computed tomographic, and fluoroscopic imaging of canine stifle disorders*. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**. 2017;47(1):25–44.
- Dona, F.D.; Valle, D.G.; Fatone, G. Patellar luxation in dogs. **Veterinary Medicine: Research and Reports**, Dovepress, v.9, n.29, p.23-32, 2018.
- Dong Y, et al. *3D printing in orthopedic surgery: A bibliometric analysis of the current research landscape*. **J Orthop Surg Res**. 2019;14:360.

Drew, J.; Glyde, M.; Hosgoog, G.; Newman, M. Combined transverse femoral ostectomy and tibial tuberosity distalisation for correction of medial patella luxation and patella alta in dogs. **Australian Veterinay Journal**, v.96, n.11, p.428-432, 2018.

Dudley RM, Kowaleski MP, Drost WT, et al. Determinação radiográfica e tomográfica computadorizada do varo e torção femoral no cão. **Vet Radiol Ultrasound** 2006; 47: 546-552.

Fitzpatrick N, Smith TJ, Evans RB, Yeadon R. Computed tomographic analysis of the patellofemoral joint and trochlear groove in dogs with medial patellar luxation. **Vet Surg**. 2012;41(7):807–814.

Gibbons,S.E.; Macias, C.; Tonzing, M.A.; Pinchbeck, G.L.; Mckee, W.M. Patellar luxation in 70 large breed dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v.47, N., P.3-9, 2006.

Ginja, M.M.D.; Gonzalo-Orden, J.M.; Jesus, S.S.; Silvestre, A.M.; Llorens-Pena, M.P.; Ferreira,A.J.A. Measurement of the femoral neck anteversion angle in the dog using computed tomography. **The veterinary Journal**, v.174, n.10, p. 378-383, 2007).

Guerra Filho FA, Rahal SC, et al. *3D modeling and printing applied to veterinary orthopedic surgical planning*. **Vet Comp Orthop Traumatol**. 2022;35(3):174–180.

Johnston, S.A., & Tobias, K.M. (2018). *Veterinary Sugery Small animal* (2and ed.). **Elsevier**.

Larguier L, Hespel AM, Jamet N, Mercier E, Jouan D, Jardel N, Larrat S. Accuracy and precision of measurements performed on three-dimensional printed pelvises when compared to computed tomography measurements. **J Vet Sci**. 2019.

Liu Y, Li Y, et al. *Application of 3D reconstruction techniques in orthopedic deformity correction*. **BMC Musculoskelet Disord**. 2021;22:581.

Longo, F.; Nicetto, T.; Banzato, T.; Savio, G.; Drigo, M.; Meneghello, R.; Concheri, G.; Isola, M. Automated computation of femoral angles in dogs from three-dimensional computed tomography reconstructions: Comparison with manual techniques. **The Veterinary Journal**, v232, n. , p.6-12, 2018.

Minto, B.W.; Tratado de ortopedia de cães e gatos. **Editora Medvet**, v. 2, p.1446 ,2022.

Morvan, G., Guerini, H., Carré, G., & Vuillemin, V. (2017). Femoral Torsion: Impact of Femur Position on CT and Stereoradiography Measurements. **American Journal of Roentgenology**, 209(2), W93–W99. doi:10.2214/ajr.16.16638

Nolte D, Brassard M, et al. *Limitations of standard radiographic techniques for assessment of femoral torsion in dogs*. **Vet Radiol Ultrasound**. 2016;57(1):45–54.

Phetkaew, T.; Kalpravidh, M.; Penchome, R.; Wangde, C. A Comparison of Angular Values of the Pelvic Limb with Normal and Medial Patellar Luxation Stifles in Chihuahua Dogs Using Radiography and Computed Tomography. *Veterinary and Comparative*. **Orthopaedics and Traumatology**, V.31, N. 2, 2018.

Paley, D. (2005). Principles of Deformity Correction. In J. E. Herzenberg (Ed)., **Springer**.

Perry, K.L.; Déjardin, L.M. Canine medial patellar luxation. **Journal of Small Animal Practic**, v.,n.,p. 1-21, 2021.

Petazzoni, M., & Jaeger, G.H. (2008). Atlas of Clinical Goniometry and Radiographic Measurements of the Canine Pelvic Limb (G. Marx (Ed); 2nd ed.). **Meriale Italia**.

Rosa, S.B.; Bahho, Z.; Doma, K.; Hazratwala, K.; McEwen, P.; Manoharan, V.; Matthews, B.; Wilkinson, M. The quadriceps active ratio: a dynamic MRI-based assessment of patellar height, **European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology**, v.7, n., p. ,2018.

Schwartz T, Moens NMM, et al. *Use of computed tomography to evaluate femoral and tibial torsion in dogs.* **Vet Surg.** 2014;43(1):62–68.

Serck, B.M; Karlin, W.M; Kowaleski, M.P. Comparasion of canine femoral torsion measurements the axial and biplanar methods on three-dimensional volumetric reconstructions of computed tomography imagens. **American college of Veterinary Surgeons**, n.50, p.1518-1524,2021.

Yasukawa, S.; Edamura, K.; Tanegashima, K.;Seki, Mamiko.; Teshima, K.; Asano, K.; Nakayama, T.; Hayashi, K. Evaluation of bone deformities of the femur, tibia, and patella in Toy Poodles with medial patellar luxation using computed tomography. **Vet Comp Orthop Traumatol**, v.29, n.1, p. 29–38, 2016.