

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**ESCOLA DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Bárbara Silva Okano

**MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E RADIOGRAFIA PARA ANÁLISE  
MORFOMÉTRICA DA PATELA EM CADÁVERES CANINOS DE DIFERENTES  
MASSAS CORPORAIS**

Belo Horizonte

2023

Bárbara Silva Okano

**MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA E RADIOGRAFIA PARA ANÁLISE  
MORFOMÉTRICA DA PATELA EM CADÁVERES CANINOS DE DIFERENTES  
MASSAS CORPORAIS**

**Versão Final**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cleuza Maria de Faria Rezende

Co-orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Anelise Carvalho Nepomuceno

Prof. Dr. Juan Carlos Campos Rubio

Belo Horizonte

2023

O41m

Okano, Bárbara Silva, 1990-

Microtomografia computadorizada e radiografia para análise morfométrica da patela em Cadáveres caninos de diferentes massas corporais / Bárbara Silva Okano. – 2023.  
85 f. il

Orientadora: Cleuza Maria de Faria Rezende

Tese (Doutorado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Doutora

Área de concentração: Medicina e Cirurgia Veterinárias

Bibliografias: f. 77 a 83

Anexos: f. 84 – 85.

1. Cão - Teses - 2. Próteses - Teses – 3. Radiografia veterinária - Teses - I. Rezende, Cleuza Maria de Faria – II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.

**CDD – 636.089**

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

BÁRBARA SILVA OKANO

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovado(a) em 27 de janeiro de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Cleuza Maria de Faria Rezende - Orientador(a)

Dr.(a). Emily Correna Carlo Reis

Dr.(a). Andréa Pacheco Batista Borges

Dr.(a). Andressa Batista da Silveira Xavier

Dr.(a). Eliane Goncalves de Melo



Documento assinado eletronicamente por **Cleuza Maria de Faria Rezende, Professora do Magistério Superior**, em 28/01/2023, às 15:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andréa Pacheco Batista Borges, Usuária Externa**, em 17/02/2023, às 08:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emily Correna Carlo Reis, Usuária Externa**, em 22/02/2023, às 16:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eliane Goncalves de Melo, Vice diretor(a) de unidade**, em 24/02/2023, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andressa Batista da Silveira Xavier, Membro**, em 27/02/2023, às 16:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2046666** e o código CRC **731FE66C**.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus sempre, por guiar meus caminhos e permitir que pessoas maravilhosas estejam ao meu redor.

Aos meus pais que apoiaram minhas escolhas e sempre me incentivaram a ser melhor a cada dia, fazendo um trabalho digno, honesto e respeitando o próximo.

Às minhas irmãs, pela amizade, companheirismo, puxões de orelha e brigas, que me ensinaram a ser mais tolerante, generosa e sociável.

Ao Lucas, por estar comigo em todos os momentos, fáceis ou difíceis. Em muitos momentos acalmou minha ansiedade e desespero. Graças à sua ajuda e apoio eu consegui defender essa tese. Obrigada pela amizade, companheirismo e amor.

À minha orientadora, professora Cleuza, pela orientação, ensinamentos, confiança, conselhos, exemplo e paciência. Não foi fácil, e ela sempre soube me guiar/orientar nesse caminho árduo da pós-graduação. Uma cirurgiã extraordinária, e sempre vou me lembrar das suas mãos trabalhando, sua técnica, habilidade, força, refinamento e sabedoria.

À professora Eliane, que sempre esteve presente durante a minha formação como residente e pós-graduanda. Agradeço imensamente a todos os aprendizados e orientações.

À professora Anelise e ao professor Juan pela co-orientação e colaboração.

Ao professor Breno pela colaboração durante o desenvolvimento do meu projeto.

À UFMG que tornou possível a realização desse trabalho e me acolheu como residente e aluna de mestrado e doutorado.

Aos colegas de pós-graduação Santiago, Jéssica, Esteban, Diego e Adriano, pelo companheirismo, amizade e indescritível ajuda.

À todas as pessoas que contribuíram para o meu trabalho: Ailton, Luiz Assis, Aline, Adelaine, Juliana, Hud, Adriana, Urlem, Creide, Lourdes, Janaína, Mônica, Karina, Natália, Leimar, Mari, Valéria, Luiz, Sóstenes, Sr. Eli, Elias, Eduardo, Rômulo, João,

Guedes, meninas da esterilização. Como é bom trabalhar com pessoas dispostas a ajudar!

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar as características macro e microestruturais da patela canina por meio das técnicas de microtomografia e radiografia a fim de fornecer informações necessárias para o desenvolvimento futuro de uma prótese de patela. Para a realização das medidas patelares foram utilizados 70 cadáveres de cães adultos, independente de raça ou sexo, com massa corpórea de 1,0 a 50 kg, sem evidência clínica de afecção na articulação femorotibiopatelar. Os cadáveres caninos foram divididos em cinco grupos de massa corporal: G1: 1,0 a 4,99 kg; G2: 5,0 a 9,99 kg; G3: 10 a 19,99 kg; G4: 20 a 29,99 kg e G5: 30 a 50 kg. Após a extração, as patelas foram conservadas em formol 20% e posteriormente escaneadas usando um sistema de microtomografia (Skyscan 1174 x-ray Microtomograph; Aartselaar, Bélgica). As imagens foram reconstruídas pelo software NRecon (Skyscan 1174v2; Bruker micro-CT, Kontich, Bélgica) e analisadas pelo software CT - Analyzer (Ctan, Skyscan, Bélgica). Foram realizadas as medidas patelares como comprimento, largura no terço proximal, largura no terço médio, largura no terço distal, espessura no terço proximal, espessura no terço médio e espessura no terço distal. Também foram realizadas análises de densidade mineral óssea, volume ósseo, porosidade trabecular, número de trabéculas, separação entre as trabéculas e espessura trabecular. Posteriormente as patelas foram radiografadas nas incidências médio-lateral e crânio-caudal. Para isso, foi utilizado o aparelho emissor VMI (VMI Médica, Brasil) associado a radiografia computadorizada Regius modelo 110 (Konica Minolta, Japão). Foram realizadas as medidas patelares como comprimento, largura no terço proximal, largura no terço médio, largura no terço distal, espessura no terço proximal, espessura no terço médio e espessura no terço distal. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  erro-padrão da média. As diferenças entre os grupos foram analisadas por meio de ANOVA One Way seguida do *post hoc* de Tukey. Para a avaliação da relação entre as medidas da patela e o comprimento da patela por radiografia foi utilizada a correlação de Pearson. Observou-se de forma geral uma relação entre as dimensões patelares avaliadas por microtomografia e a massa corporal de cadáveres de cães. As medidas patelares por microtomografia apresentaram forte correlação com o comprimento da patela avaliado por radiografia. As medidas microestruturais de espessura do osso cortical, volume ósseo cortical e trabecular, densidade mineral óssea cortical e superfície óssea trabecular apresentaram relação com o porte do cão. Nas condições deste estudo

pode-se concluir que as dimensões da patela variam segundo a massa corporal do cão e que medida do comprimento da patela por radiografia se mostrou sensível para estimar as dimensões da patela.

**Palavras-chave:** Anatomia Patelar. Tomografia. Prótese. Radiografia. Luxação de Patela.



## **ABSTRACT**

The aim of this study was to study the macro and microstructural characteristics of the canine patella using microtomography and radiography techniques in order to provide necessary information for the future development of a patellar prosthesis. For the patellar measurements, 70 cadavers of adult dogs were used, regardless of breed or sex, with body mass between 1 and 50 kg, without clinical evidence of affection in the patellofemoral joint. Canine cadavers were divided into five body mass groups: G1:1 at 4.99 kg; G2: 5 to 9.99 kg; G3: 10 to 19.99 kg; G4: 20 to 29.99 kg and G5: 30 to 50 kg. After extraction, the patellas were preserved in 20% formalin and were later scanned using a microtomography system (Skyscan 1174v2; Bruker micro-CT, Kontich, Belgium). The images were reconstructed using the NRecon software (Skyscan, Aartselaar, Belgium) and analyzed using the CT - Analyzer software (Ctan, Skyscan, Belgium). Patellar measurements such as length, width in the proximal third, width in the middle third, width in the distal third, thickness in the proximal third, thickness in the middle third and thickness in the distal third were performed. Bone mineral density, bone volume, trabecular porosity, number of trabeculae, separation between trabeculae and trabecular thickness were also performed. Subsequently, the patellas were radiographed in the mediolateral and craniocaudal views. For this, the VMI emitter device (VMI Médica, Brazil) associated with Regius computed radiography model 110 (Konica Minolta, Tokyo, Japan) was used. Patellar measurements such as length, width in the proximal third, width in the middle third, width in the distal third, thickness in the proximal third, thickness in the middle third and thickness in the distal third were performed. Data were presented as mean  $\pm$  standard error of mean. Differences between groups were analyzed using One-Way ANOVA followed by Tukey's post hoc. To evaluate the relationship between patella measurements and patella length by radiography, Pearson's correlation was used. In general, a relationship between patellar dimensions and body mass of dog cadavers was observed. Patellar measurements showed a strong correlation with the patella length evaluated by radiography. The microstructural measures of cortical bone thickness, cortical and trabecular bone volume, cortical bone mineral density and trabecular bone surface were related to dog size. Under the conditions of this study, it can be concluded that the dimension of the patella varies according to the dog's body mass and that the

measurement of the patella length by radiography proved to be very sensitive estimate the patella dimensions.

**Keywords:** Patellar Anatomy. Tomography. Prosthesis. Radiography. Patellar Luxation.

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Ilustração das estruturas do mecanismo extensor do quadríceps.....	20
Figura 2 - Ilustração das divisões da patela no cadáver de cão.....	36
Figura 3 - Microtomógrafo de raios X.....	37
Figura 4 - Ilustração das medidas da patela pela técnica de microtomografia.....	38
Figura 5 - Ilustração das medidas da patela pelo software Image J a partir de uma imagem de raios X.....	39
Figura 6 - Medidas micotomográficas do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	41
Figura 7 - Medidas micotomográficas da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	42
Figura 8 - Medidas micotomográficas da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	43
Figura 9 - Medidas micotomográficas da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	44
Figura 10 - Medidas micotomográficas da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	45
Figura 11 - Medidas micotomográficas da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	46
Figura 12 - Medidas micotomográficas da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	47
Figura 13 - Medidas micotomográficas da espessura do osso cortical no terço proximal da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	50
Figura 14 - Medidas da espessura do osso cortical no terço médio da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	51
Figura 15 - Medidas da espessura do osso cortical no terço distal da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	51
Figura 16 - Medidas de volume ósseo cortical da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	52
Figura 17 - Medidas micotomográficas de densidade mineral óssea cortical da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	54
Figura 18 - Medidas de volume ósseo trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	55

Figura 19 - Medidas de densidade mineral óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	56
Figura 20 - Medidas micotomográficas de superfície óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	56
Figura 21 - Medidas micotomográficas de porosidade total óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	57
Figura 22 - Número de trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	57
Figura 23 - Medida micotomográfica da separação entre as trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	58
Figura 24 - Medida micotomográfica da espessura das trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	58
Figura 25 - Medidas avaliadas em radiografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	60
Figura 26 - Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	61
Figura 27 - Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	62
Figura 28 - Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	63
Figura 29 - Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	64
Figura 30 - Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	65
Figura 31 - Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	66
Figura 32 - Correlação entre as medidas patelares obtidas em radiografia e medidas obtidas por MCT.....	69
Figura 33 - Correlação entre as medidas de comprimento da patela obtidas em radiografia e medidas obtidas por MCT.....	72

---

---

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1	Medidas avaliadas por microtomografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	41
Tabela 2	Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	42
Tabela 3	Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	43
Tabela 4	Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	44
Tabela 5	Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	45
Tabela 6	Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	46
Tabela 7	Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	47
Tabela 8	Média das medidas da patela de cadáveres de cão por microtomografia nos grupos G1, G2, G3, G4 e G5.....	48
Tabela 9	Medidas avaliadas em radiografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	60
Tabela 10	Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	61
Tabela 11	Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	62
Tabela 12	Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	63
Tabela 13	Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	64
Tabela 14	Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	65
Tabela 15	Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais.....	66
Tabela 16	Média das medidas da patela de cadáveres de cão por análise radiográfica nos grupos G1, G2, G3, G4 e G5.....	67

Tabela 17	Equações para estimativa das dimensões da prótese de patela a partir das medidas da patela por avaliação radiográfica.....	68
Tabela 18	Equações para estimativa das dimensões da prótese de patela a partir das medidas do comprimento da patela por avaliação radiográfica.....	71

---

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3. LITERATURA CONSULTADA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. A patela do cão.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Fisiopatogenia da luxação de patela.....</b>	<b>21</b>
3.2.1 Sinais clínicos .....	23
3.2.2 Diagnóstico .....	26
3.2.3 Tratamento da luxação de patela .....	27
3.2.4 Tratamentos cirúrgicos .....	28
3.2.5 Prognóstico e perspectivas.....	31
<b>3.3 Microtomografia .....</b>	<b>32</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. Amostra.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. Extração da patela de cadáveres de cão .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Microtomografia computadorizada da patela de cadáveres de cão .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4. Avaliação radiográfica.....</b>	<b>38</b>
<b>4.5. Análise dos dados .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6. Análise Estatística .....</b>	<b>40</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1. Mensurações do espécime patelar canino por Microtomografia.....</b>	<b>41</b>
5.1.1. Comprimento da patela .....	41
5.1.2. Largura da patela.....	42
5.1.3. Espessura da patela .....	44
5.1.4. Medidas do osso cortical da patela .....	50
5.1.5 Medidas trabeculares .....	54
<b>5.2. Mensurações do espécime patelar canino por avaliação radiográfica ...</b>	<b>59</b>

5.2.1. Comprimento da patela .....	59
5.2.2. Largura da patela.....	60
5.2.3. Espessura da patela .....	63
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 1 – Ofício CEUA .....</b>	<b>84</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A patela é o maior osso sesamoide do cão e está localizada no tendão de inserção do músculo quadríceps femoral. É o ponto central de fixação do tendão do quadríceps e do ligamento patelar, que juntamente com a tróclea femoral formam a articulação femoropatelar (EVANS e LAHUNTA, 2013; LIEBICH *et al.*, 2016). É um componente fundamental do mecanismo extensor do quadríceps, responsável por direcionar as forças do quadríceps femoral ao ligamento patelar, proteger o tendão do quadríceps da fricção e aumentar a superfície de deslizamento do tendão (HENDERSON, 1978; CARPENTER e COOPER, 2000). O alinhamento da patela, músculo quadríceps, ligamento patelar e tróclea impedem a luxação ou subluxação da patela (MCKEE e COOK, 2006; REZENDE *et al.*, 2016).

A luxação de patela (LP) é uma das condições ortopédicas mais comuns que acomete a articulação femorotibiopatelar dos cães. Pode resultar em dor, claudicação, osteoartrose e impotência funcional do membro (ROUSH, 1993; LAFOND *et al.*, 2002; KOWALESKI *et al.*, 2017). Em um estudo de avaliação da epidemiologia da LP encontrou-se que 1,3% do total de casos atendidos em hospitais da Inglaterra (O'NEILL *et al.*, 2016) eram de luxação de patela.

A LP é uma afecção frequentemente observada em cães de raças de pequeno porte (PRIESTER, 1972; GIBBONS *et al.*, 2006). Entretanto, a prevalência em cães de grande porte tem mostrado aumento, principalmente em cães das raças Akita, Labrador, Golden Retriever, Malamute e Boxer (GIBBONS *et al.*, 2006). Hayes e colaboradores (1994) mostraram que de 124 cães com luxação de patela, 49 eram cães com massa corporal superior a 18,2 quilogramas (kg).

As técnicas cirúrgicas para correção da LP e alinhamento do quadríceps resumem-se em reconstrução dos tecidos moles e reconstrução óssea (DECAMP *et al.*, 2016). Para o tratamento de lesões graves da superfície articular da patela, perda da convexidade e traumatismos irreparáveis, a literatura recomenda a patelectomia. Entretanto, essa técnica não melhora a função do membro, nem o alinhamento e nem a estabilidade femoropatelar (CAMPBELL e POND, 1972; ROUSH, 1993). A prótese de patela para cães seria uma alternativa para o tratamento de lesões irreparáveis da

patela, entretanto na medicina veterinária o uso dessas próteses ainda não faz parte da rotina cirúrgica dos casos de LP

Para confecção de um protótipo de prótese é necessário o conhecimento anatômico da patela e de suas medidas. Até o presente momento, algumas medidas da patela foram estudadas para avaliação de deformidades ósseas em casos de LP (TOWLE *et al.*, 2005; YASUKAWA *et al.*, 2016). Porém, elas apresentam poucos pontos de referência e são insuficientes para a confecção de prótese de patela. Um estudo anterior do nosso grupo já apresentou as medidas reais da patela de cães sem LP (OKANO *et al.*, 2020). Neste trabalho foi demonstrada uma relação direta entre as dimensões da patela e o porte do cão. Porém, para confecção da prótese de patela ainda há a necessidade de um volume maior de informações sobre as características da patela. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar as medidas da patela de cães por microtomografia e avaliação radiográfica, com vistas a propiciar informações para elaboração futura de prótese de patela.

A hipótese do presente trabalho é que as medidas patelares obtidas pelas técnicas de microtomografia computadorizada e radiografia são importantes para o desenvolvimento de uma prótese de patela para o cão.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Mensurar as dimensões da patela de cadáveres de cães e avaliar as características anatômicas internas dessa estrutura.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Determinar as dimensões da patela de cadáveres caninos, pela mensuração do comprimento, da largura e da espessura por meio da microtomografia.
- Determinar as características da microarquitetura óssea da patela de cães por meio da microtomografia
- Determinar as dimensões da patela de cadáveres caninos, por meio da mensuração do comprimento, da largura e da espessura por avaliação radiográfica
- Avaliar a sensibilidade da avaliação radiográfica para determinar as dimensões da patela do cão.

### 3. LITERATURA CONSULTADA

#### 3.1. A patela do cão

A patela é o maior osso sesamóide do cão e está localizada no tendão de inserção dos grupos musculares do quadríceps femoral (ROUSH, 1993; LIEBICH *et al.*, 2016). Os ossos sesamóides localizam-se adjacentes às articulações, são formados em tendões, mas podem se desenvolver em tecidos ligamentosos para passagem dos tendões (LIEBICH *et al.*, 2016). Geralmente possuem apenas uma superfície articular que desliza sobre uma superfície lisa ou côncava da extremidade de ossos longos. Sua principal função é proteger os tendões em locais de maior fricção (EVANS e LAHUNTA, 2013).

A patela do cão mostra formato oval e convexo cranial e caudal. A face articular da patela está voltada caudalmente em direção ao fêmur e a face livre está voltada cranialmente e é palpável sob a pele. A patela pode ser dividida em duas regiões denominadas de base e ápice. A base da patela está localizada na região proximal e o ápice localizado distalmente (ROUSH, 1993; EVANS e LAHUNTA, 2013).

O músculo quadríceps femoral é composto pelos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio, que convergem em direção à patela, cujo tendão se insere na base da patela. O tendão do quadríceps continua distalmente como ligamento patelar e se insere na tuberosidade da tíbia (EVANS e LAHUNTA, 2013), como pode ser observado na Figura 1. Os músculos vasto lateral e vasto medial também se inserem na patela através das fibrocartilagens parapatelares medial e lateral. As fibrocartilagens parapatelares auxiliam na estabilização da patela, pelo contato com a crista medial e lateral da tróclea femoral (ROUSH, 1993; LIEBICH *et al.*, 2016).

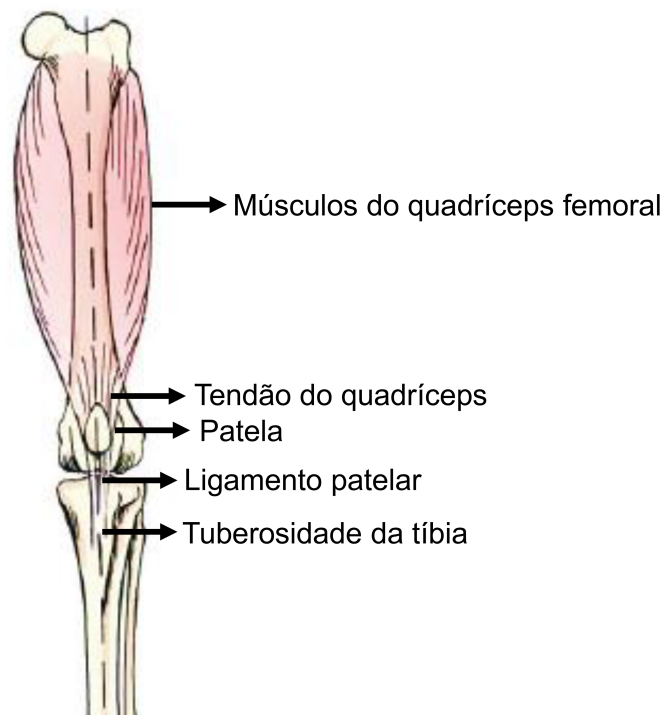


Figura 1. Ilustração das estruturas do mecanismo extensor do quadríceps. Fonte: Adaptado de Kowaleski et al., 2012

Além do tendão do quadríceps e do ligamento patelar, existem os ligamentos femoropatellares lateral e medial. São finas bandas de tecido conjuntivo que conectam a patela à fíbula lateral e ao perióstio do epicôndilo medial do fêmur (EVANS e LAHUNTA, 2013).

A patela articula-se com a tróclea femoral, localizada na superfície cranial e distal do fêmur. A tróclea é delimitada pelas cristas medial e lateral, separadas pelo sulco troclear, que juntamente com a patela formam a articulação femoropatelar (EVANS e LAHUNTA, 2013).

O suprimento sanguíneo da patela origina-se de diversas arteríolas derivadas da artéria genicular descendente e da artéria genicular média. As arteríolas chegam à patela pelas margens medial, lateral e dorsal, propiciando a vascularização e revascularização (ROUSH, 1993).

As principais funções da patela são: aumentar a superfície de deslizamento do tendão do quadríceps, atuar como um braço de alavanca e favorecer a extensão do quadríceps, alterar a direção de tração do quadríceps e proteger o tendão (HENDERSON, 1978; CARPENTER e COOPER, 2000). O alinhamento correto entre tendão do quadríceps, patela, ligamento patelar e tuberosidade da tíbia, permite maior eficiência mecânica do quadríceps e nutrição adequada da cartilagem articular do fêmur e da patela (EVANS e LAHUNTA, 2013; REZENDE *et al.*, 2016).

As dimensões da patela em cães ainda precisa ser melhor investigadas. Em mamíferos, é amplamente aceito que as diferenças no tamanho ou na massa corporal afetam de forma acentuada a geometria das estruturas musculoesqueléticas (MOREY, 1992). E até o momento apenas um trabalho investigaram as dimensões da patela em cães com diferentes faixas de massas corporais (OKANO *et al.*, 2020).

### **3.2. Fisiopatogenia da luxação de patela**

A luxação patelar é uma condição em que a patela se posiciona fora do sulco troclear da articulação femorotibiopatelar. É um distúrbio congênito ou de desenvolvimento, mas pode ser secundário ao trauma. Ocasionalmente, a LP pode ocorrer como uma complicação secundária ao tratamento de lesões do ligamento cruzado cranial ou fraturas envolvendo fêmur ou tíbia (ARTHURS e LANGLEY-HOBBS, 2006). A LP congênita é uma doença comumente encontrada em cães jovens e os sinais clínicos podem se manifestar durante a fase de crescimento. A maioria das luxações são diagnosticadas em cães adultos jovens, geralmente até os três anos de idade (O'NEILL *et al.*, 2016).

A maioria dos estudos de prevalência relata a importância do sexo na predisposição à LP congênita, sendo as fêmeas mais predispostas ao desenvolvimento dessa afecção do que os machos (PRIESTER, 1972; BOSIO *et al.*, 2017). A castração parece ser também um fator de risco, os cães castrados apresentam maior chance de desenvolver a luxação (O'NEILL *et al.*, 2016).

A LP pode ser medial, lateral, bidirecional, bilateral de origem congênita ou traumática (KOWALESKI *et al.*, 2017). A luxação bilateral é um achado comum na rotina

ortopédica, com ocorrência em 50% a 65% dos casos (ARTHURS e LANGLEY-HOBBS, 2006). Em trabalho anterior do nosso grupo foi demonstrado que dentre os casos de luxação de patela atendidos na rotina ortopédica, 86,5% foram luxações mediais e 13,5% laterais (LARA *et al.*, 2018).

A LP de origem traumática é considerada rara em cães e os animais de todas as raças são susceptíveis. A ruptura ou afrouxamento da cápsula articular e ligamentos podem ocorrer após o trauma, que pode ocasionar instabilidade femoropatelar e resultar na luxação de patela (DECAMP *et al.*, 2016).

A luxação medial de patela representa cerca de 75% a 80% dos casos de luxação. A maior parte dos pacientes são cães de raças toy ou miniaturas, como Yorkshire terriers, Pomeranians, Chihuahuas e Boston terriers (ROUSH, 1993; L'EPLATTENIER e MONTAVON, 2002; DECAMP *et al.*, 2016).

Embora as causas envolvidas no desenvolvimento da luxação patelar sejam multifatoriais e ainda não completamente compreendidas, o desalinhamento do mecanismo extensor do quadríceps parece ter um papel fundamental no desenvolvimento dessa afecção. Fazem parte do mecanismo extensor do quadríceps, o grupo de músculos do quadríceps, a patela, o sulco troclear, o ligamento patelar, e a tuberosidade tibial. Qualquer anormalidade desse mecanismo principalmente durante o período de crescimento pode levar a alterações anatômicas do fêmur distal e tibia proximal e subsequente instabilidade patelar (DECAMP *et al.*, 2016; DI DONA *et al.*, 2018). Por outro lado, o contrário também é verdadeiro. A luxação patelar pode afetar o mecanismo extensor do quadríceps, sendo assim a causa das alterações ósseas secundárias. A ausência da pressão que a patela exerce sobre a cartilagem articular do sulco troclear durante o crescimento, pode levar ao desenvolvimento inadequado da profundidade e largura do sulco troclear (hipoplasia troclear) (PETAZZONI, 2014).

A LP é o acometimento mais comum, entretanto existe também a subluxação femoropatelar. Embora pouco discutida na literatura, a subluxação também é observada na rotina ortopédica veterinária. Os cães com subluxação de patela tendem a apresentar os sinais clínicos quando adultos apresentando dor e claudicação devido à ulceração da cartilagem da patela e da crista troclear. Em consequência de um difícil

diagnóstico da subluxação, é necessário um exame físico cuidadoso (MCKEE e COOK, 2006; REZENDE *et al.*, 2016).

As lesões erosivas decorrentes da LP são frequentes nos cães (DAEMS *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2016; LARA *et al.*, 2018; LARA, 2011). Lara *et al.* (2018) relata que 55,9% dos 252 cães com LP apresentavam lesões na patela, distribuídas em: erosões da cartilagem da patela (33,1%), exposição do osso subcondral da patela (3,8%), superfície patelar plana (11,7%), superfície patelar côncava (7,3%) e ausência da patela (0,39%). Daems e colaboradores (2009) demonstraram que mais de 50% dos cães com LP mostravam erosão da cartilagem da patela e sugerem que o aumento da gravidade da luxação é acompanhado pelo aumento da erosão da cartilagem. Além disso, a morfologia da patela também pode ser alterada pela LP. Em graus mais elevados a LP pode levar à hipoplasia patelar (YASUKAWA *et al.*, 2016).

### **3.2.1 Sinais clínicos**

Os sinais clínicos associados à luxação da patela em cães variam com o grau da luxação. Eles podem incluir claudicação intermitente ou consistente do membro pélvico, alterações conformacionais visíveis, incluindo genu varum e arqueamento femoral e/ou tibial, além de dor ou relutância em caminhar. Os responsáveis relatam comumente, que o cão reluta em saltar. O cão pode apresentar claudicação uni ou bilateral de graus variados, e pode caminhar “agachado” deslocando o peso para os membros torácicos (ROUSH, 1993). Um achado comum durante a avaliação da marcha é a tentativa do cão de estender o membro posterior para retornar a patela à posição natural, nos casos de luxação intermitente. A LP lateral produz, geralmente, sintomas mais graves do que a medial (DI DONA *et al.*, 2018).

O sistema de classificação da luxação patelar é útil na determinação do tratamento e para avaliação pós-operatória. Cada grau de luxação apresenta características próprias. A classificação da LP segue descrita abaixo (PUTNAM, 1968; DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018).



### **Grau 1**

- A patela pode ser luxada manualmente quando a articulação femorotibiopatelar está estendida, mas retorna para posição normal quando liberada.
- Quando a patela retorna à tróclea, o desvio da tuberosidade da tíbia da linha média é mínimo e a flexão-extensão do joelho está em linha reta sem abdução do tarso.
- Não há crepitação durante o movimento da articulação femorotibiopatelar e os animais geralmente são assintomáticos
- A luxação intermitente da patela faz com que o membro seja recolhido no momento da luxação.

### **Grau 2**

- A patela é luxada facilmente quando membro é rotacionado, internamente para luxação medial e externamente para luxação lateral, e a patela empurrada manualmente. A luxação da patela também ocorre com flexão da articulação, e permanece luxada até a extensão femorotibiopatelar ou reposicionamento manual.
- A região proximal da tuberosidade tibial pode ser rotacionada em até 30° nas luxações mediais e menos que 30° nas luxações laterais.
- A luxação ocorre mais frequentemente que no grau 1. Os sinais de claudicação são intermitentes e discretos.
- A luxação constante da patela sobre a crista da tróclea pode levar à erosão da superfície articular da patela e da tróclea, que pode resultar em dor e osteoartrose. Essa osteoartrose pode ser percebida pela crepitação ao exame clínico.

### **Grau 3**

- Patela permanentemente luxada, que pode ser reposicionada manualmente, mas ocorrerá reluxação de forma espontânea quando a pressão manual for removida.

- Existe torção/rotação da tíbia e desvio da crista tibial entre 30° e 60° a partir do plano cranial/caudal.
- A flexão e extensão da articulação causa abdução e adução do tarso.
- A tróclea é rasa ou achatada
- Alguns animais usam o membro com a articulação femorotibiopatelar em posição semi-flexionada.

#### **Grau 4**

- Patela permanentemente luxada e não pode ser reposicionada manualmente.
- A tíbia está rotacionada em 60° a 90° do plano cranial/caudal.
- A tróclea é rasa, ausente ou até mesmo convexa.
- Na luxação unilateral o membro é carregado, na bilateral o animal se move em posição agachada com os membros parcialmente flexionados.

Cães com LP grau I geralmente são assintomáticos, porém podem apresentar ocasionalmente um "salto". Esta manifestação é um tipo de claudicação característica de cães com LP grau II. A LP de grau II pode evoluir para grau III devido à erosão progressiva da crista troclear e levar a quadros clínicos mais graves em função das alterações articulares degenerativas crônicas. Luxações patelares de grau III e IV são geralmente caracterizadas por claudicação persistente e postura anormal (agachada) do cão com a articulação femorotibiopatelar parcialmente flexionada (DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018).

### 3.2.2 Diagnóstico

O diagnóstico é baseado principalmente no exame físico. Um exame físico metuculoso é necessário para caracterizar o grau da LP e eliminar uma possível ruptura concomitante do ligamento cruzado cranial. O exame físico é normalmente iniciado com o paciente em posição ortostática, que facilita a avaliação da simetria entre os membros e o julgamento da influência da contração do músculo quadríceps femoral durante a sustentação da massa corporal na estabilidade ou instabilidade da articulação femoropatelar (KOWALESKI *et al.*, 2017).

A localização da patela pode ser desafiadora em alguns casos. Nessa situação, a palpação se inicia pela tuberosidade da tíbia e manuseia-se proximalmente ao longo do ligamento patelar. A região distal do membro pélvico deve ser rotacionada interna/externamente, enquanto se tenta empurrar a patela medial/lateralmente (DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017).

Nas luxações de graus I e II, o teste diagnóstico consiste em empurrar a patela para fora do sulco troclear, enquanto nos graus III e IV tenta-se a redução da patela para sua posição normal (PÉREZ e LAFUENTE, 2014; DECAMP *et al.*, 2016). Na luxação de patela grau III é possível trazer a patela de volta à tróclea com a luxação imediatamente após a liberação da contenção digital. No grau IV a redução não é possível.

Observações adicionais como a instabilidade da patela em ambas as direções, localização da patela em relação à tróclea (mais proximal ou distal), dor e a presença/ausência de movimento de gaveta devem ser avaliadas para se planejar o tratamento e avaliar o prognóstico da LP. A ruptura do ligamento cruzado cranial pode ocorrer concomitante à LP, por isso é importante a realização do teste de gaveta durante a avaliação. Em cães com deformidades esqueléticas graves, o desvio da tuberosidade tibial e a torção ou angulação do membro podem ser observados (DI DONA *et al.*, 2018). A avaliação da marcha durante uma caminhada e um trote também deve ser realizada para avaliar a conformação geral e possíveis deformidades, bem como para determinar o grau e características da claudicação (DI DONA *et al.*, 2018).

A posição da patela no sulco troclear também pode ser avaliada por palpação. Em alguns cães, com membros retos, a patela pode estar posicionada proximal à tróclea (“patela alta”). Em cães condrodistróficos, a patela ocasionalmente está posicionada distal à tróclea (“patela baixa”). Esse desalinhamento proximodistal da patela pode estar associado aos casos de reluxação patelar (MOSTAFA *et al.*, 2008; PÉREZ e LAFUENTE, 2014; DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017).

O diagnóstico da luxação de patela é clínico, mas o exame radiográfico auxilia na confirmação do diagnóstico e na avaliação das alterações degenerativas e deformidades decorrentes dessa afecção. As projeções radiográficas médio-lateral e crânio-caudal permitem a avaliação das deformidades femorais e tibiais. A projeção tangencial com a articulação femorotibiopatelar flexionada (skyline) pode ser realizada para a avaliação da profundidade do sulco troclear nos momentos pré e pós-operatório (REZENDE *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017).

Em casos de LP grau I e II e com anormalidades esqueléticas moderadas, apenas as projeções radiográficas da articulação femorotibiopatelar são suficientes. Entretanto, nos casos em que a deformidade esquelética está presente são necessárias projeções do fêmur e da tíbia, além das projeções da articulação femorotibiopatelar para caracterizar as deformidades presentes, avaliar precisamente as alterações do eixo articular e planejar a cirurgia (KOWALESKI *et al.*, 2017).

A tomografia computadorizada pode ser utilizada para quantificar as deformidades presentes, por meio da reconstrução tridimensional (KOWALESKI *et al.*, 2017). Nas radiografias e tomografias computadorizadas, os ângulos anatômicos e mecânicos da articulação femorotibiopatelar podem ser calculados para quantificar a deformidade e planejar a correção cirúrgica (KAISER *et al.*, 2001; TOMLINSON *et al.*, 2007; DISMUKES *et al.*, 2008).

### **3.2.3 Tratamento da luxação de patela**

O tratamento clínico pode ser indicado em cães com LP grau I e/ou II na ausência de manifestação clínica de dor. A abordagem não cirúrgica geralmente inclui a

administração de drogas anti-inflamatórias não esteroidais em associação, ou não, com outros analgésicos (KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018).

Exercícios de reabilitação física e o controle do peso são utilizados como tratamento conservador e fazem parte também do manejo pós-operatório da correção de LP. A redução do peso diminui o estresse sobre a articulação femorotibiopatelar. Ambos os procedimentos melhoram o funcionamento do mecanismo do quadríceps (PÉREZ e LAFUENTE, 2014).

Entretanto, o tratamento clínico da LP é controverso. Rezende *et al.* (2016) e Lara *et al.* (2018) afirmam que a LP deve ser corrigida tão precoce quanto possível, independentemente do seu grau. A LP grau I já deve ser considerada como um sinal clínico de doença articular que evolui para o agravamento das lesões, favorece o processo articular degenerativo e deve ser tratada cirurgicamente. Aguardar o agravamento do quadro de LP para posteriormente tratar cirurgicamente, pode causar grande sofrimento aos cães acometidos (CAMBER, 2017).

### **3.2.4 Tratamentos cirúrgicos**

Os tratamentos cirúrgicos são recomendados para todos os cães com LP (REZENDE *et al.*, 2016; LARA *et al.*, 2018). Em cães jovens, a cirurgia pode diminuir os efeitos negativos da LP no crescimento ósseo (ROUSH, 1993). O objetivo principal da cirurgia é restaurar o alinhamento do músculo quadríceps em relação a todo o membro e estabilizar a patela no sulco troclear.

As técnicas cirúrgicas podem ser divididas entre aquelas que envolvem a correção das deformidades ósseas e aquelas que envolvem apenas a reconstrução de tecidos moles. A combinação das técnicas de tecidos moles e ósseo é necessária para a maioria dos cães com LP (KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018).

Os tecidos moles de cães com LP podem apresentar-se tensos ou frouxos em ambos os lados da patela. As reconstruções geralmente são realizadas para liberar tecidos tensionados ou imbricar os tecidos demasiadamente frouxos. Os procedimentos de tecidos moles incluem desmotomia, imbricação, suturas anti-rotacionais e liberação da musculatura. Esses procedimentos raramente são capazes de corrigir a luxação

patelar e mais frequentemente eles são usados para complementar os procedimentos ósseos (HULSE, 1995; DI DONA *et al.*, 2018).

#### *Transposição da tuberosidade tibial*

A transposição da tuberosidade tibial pode ser o mais importante componente do tratamento com vistas ao alinhamento do eixo do quadríceps femoral. O objetivo deste reparo é realinhar a inserção do ligamento posicionado entre a patela e a tíbia. A consolidação óssea é mais eficiente do que a cicatrização dos ligamentos, razão do emprego da osteotomia da tuberosidade da tíbia, à qual o ligamento está fixado. Após a osteotomia o fragmento é deslocado medial ou lateral e fixado de tal modo a corrigir o alinhamento do quadríceps (DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017).

#### *Trocleoplastia*

As técnicas de trocleoplastia são utilizadas para aprofundar o sulco o suficiente para acomodar a patela. O objetivo dessas técnicas é obter um sulco troclear profundo e largo o bastante para alojar aproximadamente 50% da patela entre as cristas trocleares. Ao avaliar a utilização de uma trocleoplastia, o cirurgião deve considerar que as técnicas de aprofundamento do sulco troclear levam a danos inevitáveis à cartilagem. Portanto, técnicas que preservam a cartilagem articular devem receber prioridade na seleção do tratamento cirúrgico (DECAMP *et al.*, 2016).

Dentre as diferentes técnicas descritas para aprofundar o sulco troclear, a sulcoplastia (abrasão) é provavelmente a técnica mais simples. É caracterizada pela remoção da cartilagem articular e vários milímetros de osso subcondral com auxílio de uma broca de alta velocidade ou uma lima óssea. A principal desvantagem desta técnica é a perda total do revestimento de cartilagem hialina da tróclea femoral, com subsequente erosão da cartilagem articular da patela (DI DONA *et al.*, 2018).

Em cães jovens, com menos de seis meses de idade, a condroplastia troclear é uma opção. Realiza-se uma incisão na cartilagem articular da tróclea, proximal e ao longo das cristas trocleares. Em seguida, a cartilagem é elevada a partir da base do osso subcondral e o sulco troclear é aprofundado removendo-se vários milímetros de osso

subcondral (ROUSH, 1993; DECAMP *et al.*, 2016). Desta forma, a tróclea se tornará profunda, com a manutenção da cartilagem articular no sulco e com tecido fibroso nas áreas da incisão (DECAMP *et al.*, 2016).

As técnicas de trocleoplastia em cunha ou bloco, também podem ser utilizadas em casos de LP. O objetivo é conseguir um aprofundamento do sulco troclear por meio do reposicionamento de um auto enxerto osteocondral do sulco troclear, preservando assim o revestimento de cartilagem na superfície troclear. Este auto enxerto pode ser triangular (cunha) ou retangular em seção transversal (bloco). Ambos os tipos de autoenxerto osteocondral devem se encaixar no defeito criado, alcançando assim a estabilidade imediata, e o aprofundamento do sulco troclear. A estabilidade ocorre em função da pressão patelar e congruência entre as superfícies de corte dos enxertos, portanto, nenhuma fixação adicional é necessária (BOONE, 1983; DI DONA *et al.*, 2018).

### *Osteotomias corretivas*

Osteotomias corretivas do fêmur distal e tíbia proximal devem ser realizadas em caso de desalinhamento femoral e/ou tibial. Destaca-se a osteotomia em cunha de fechamento lateral e a osteotomia em cunha de abertura medial como os procedimentos mais utilizados. A osteotomia em cunha de fechamento lateral consiste na retirada de uma cunha de osso e, em seguida, na redução e estabilização dos segmentos proximal e distal usando placa e parafusos aplicados lateralmente. Já a osteotomia em cunha de abertura medial não resulta em qualquer perda óssea, mas precisa ser fixada com uma placa medial. Essa técnica é caracterizada por uma falha óssea que pode ser preenchida com enxerto ósseo esponjoso autólogo. A abertura da osteotomia em cunha tem a vantagem de evitar o encurtamento do membro, mas pode resultar em união retardada ou não união dos segmentos (BROWER *et al.*, 2017; KOWALESKI *et al.*, 2017).

### 3.2.5 Prognóstico e perspectivas

Os resultados das cirurgias de correção da LP são considerados insatisfatórios em alguns pacientes, já que parte deles podem não recuperar a função completa do membro (WILLAUER e VASSEUR, 1987; DAEMS *et al.*, 2009) (DAEMS; JANSSENS; BEOSIER, 2009; WILLAUER; VASSEUR, 1987). Arthurs e Langley-Hobbs (2006) relatam que a frequência de complicações pós-operatórias é de 18% e em 2,3% dos animais estudados a cirurgia não corrigiu a LP, mesmo após dois procedimentos cirúrgicos. Daems e colaboradores (2009) acreditam que um dos motivos da instabilidade patelar após a correção cirúrgica é a presença de lesões na patela.

Em humanos, a utilização do componente patelar durante a cirurgia de artroplastia total de joelho ainda permanece controversa. Em relatos da literatura já foram descritas diferentes estratégias adotadas por cirurgiões, dentre elas a substituição da patela por prótese (LI *et al.*, 2011; SAUER *et al.*, 2022). Em recente meta-análise publicada, foi descrito que a substituição da patela por uma prótese pode reduzir a ocorrência de reintervenção após a cirurgia, bem como melhorar a função do membro (CHEN *et al.*, 2021).

Nesse contexto, alternativas vêm sendo estudadas buscando a melhor opção de tratamento da LP em cães. Uma delas é o RidgeStop®, uma crista troclear protética que substitui as estruturas originais. Também vem sendo estudado a substituição do segmento completo das cristas trocleares e sulcos por uma prótese femorotroclear (DOKIC *et al.*, 2015). Porém, nenhuma dessas alternativas leva em consideração as alterações patelares que contribuem para instabilidade da LP e dores sofridas pelos animais (DAEMS *et al.*, 2009; LANDIS e KEANE, 2010; REZENDE *et al.*, 2016; LARA *et al.*, 2018). Portanto, o desenvolvimento de uma prótese de patela permanece no horizonte e precisa ser melhor investigada.

As próteses de patela já são utilizadas em humanos há bastante tempo (WORRELL, 1979). Já foram confeccionadas com Vitallium, que é uma liga inerte composta predominantemente de cobalto e cromo e foram fixadas aos fragmentos remanescentes de patela por meio de polimetil-metacrilato (WORRELL, 1979). Essas próteses patelares foram utilizadas em associação ou não a componentes protéticos femorais. Posteriormente próteses confeccionadas em polietileno começaram a ser



usadas (STULBERG *et al.*, 1988; ROBINSON, 2005). Porém, o dorso dessa prótese era confeccionado em metal e conseqüentemente a espessura do polietileno pequena. Esse tipo de prótese apresentou problemas de falha por fadiga do polietileno, fratura patelar e falha do implante (LOMBARDI *et al.*, 1988; STULBERG *et al.*, 1988). Na seqüência, foram utilizadas próteses de polietileno reforçada com fibra de carbono e outras melhorias no processo de fabricação do polietileno com tratamento térmico, doses apropriadas de radiação gama e enriquecimento com Vitamina E aumentaram a resistência das próteses (COLLIER *et al.*, 1996; COLLIER *et al.*, 2007; SCHINDLER, 2012). Próteses de Oxinium também já foram usadas, mas não mostraram superioridade em relação ao Vitallium (VERTULLO *et al.*, 2017). As próteses de cerâmica apresentam um bom período de utilização (10 a 15 anos), mas apresentam problemas em relação a fixação na interface óssea do implante (NAKAMURA *et al.*, 2017; SOLARINO *et al.*, 2017). A utilização da polieteretercetona (PEEK) está sendo investigada para a confecção das próteses e vem demonstrando resultados promissores (DE RUITER *et al.*, 2017).

### 3.3 Microtomografia

Existem diferentes técnicas para a caracterização da microestrutura de um material. A escolha da técnica depende da resolução requerida, do alcance de cobertura, da necessidade de preservação da amostra e da disponibilidade de instrumentação de caracterização. A microscopia, em suas formas amplamente variadas, pode fornecer uma imagem detalhada da microestrutura física, mas quando a amostra precisa permanecer intacta, as imagens são limitadas à superfície da amostra. A microtomografia de raios X (MCT) é uma técnica de imagem radiográfica que pode produzir imagens 3D da estrutura interna de um material. Para muitos materiais a técnica não é destrutiva, permitindo que muitas varreduras do mesmo espécime sejam feitas em diferentes condições, ou mesmo em amostras in vivo. Portanto, em diversas condições essas duas técnicas ou outras, podem ser complementares (LANDIS e KEANE, 2010).

A MCT é uma técnica que permite a análise de imagens de cortes internos do material analisado. São feitas centenas de imagens de secções transversais

microtomográficas que, após serem reconstruídas, possibilitam a visualização tridimensional interna das amostras em escala micrométrica, além de fornecer quantificações automatizadas de área e/ou volume (FERNANDES *et al.*, 2012).

A MCT surgiu a partir da Tomografia Computadorizada. As tomografias foram uma extensão da radiografia de projeção convencional, uma técnica que pode produzir prontamente uma imagem bidimensional da estrutura interna de um objeto. Nesse tipo de imagem, ossos fraturados por exemplo, podem ser identificados em função das variações na absorção de raios-X observada entre o osso e o tecido circundante. Porém, uma imagem radiográfica 2D fornece detalhes de apenas um único plano do objeto. Um detalhe ou objeto pode ser completamente perdido por estar sobreposto a outros objetos concorrentes em profundidades diferentes da amostra (HSIEH, 2009).

As tomografias computadorizadas solucionam essa limitação combinando informações de uma série de imagens de raios-X 2D registradas com o objeto em rotação em torno de um único eixo. Na verdade, essa rotação pode ser do objeto ou da fonte de raios-X e detectores (LANDIS e KEANE, 2010). Usando princípios matemáticos, essa série de imagens é reconstruída para produzir uma imagem digital tridimensional.

Embora as primeiras aplicações da tomografia computadorizada tenham sido usadas para imagens médicas, os benefícios da visualização tridimensional de estruturas internas de objetos levaram essa técnica para outras áreas, incluindo a ciência dos materiais (LANDIS e KEANE, 2010). Porém a utilização da tomografia computadorizada em áreas como a engenharia de materiais e a nanotecnologia exigia a formação de imagens de alta resolução e em escala micrométrica. Nesse contexto, no início da década de 80, foi criada a MCT (STOCK, 1999), técnica que utiliza equipamentos tomográficos capazes de reconstruírem imagens tridimensionais em dimensões microestruturais (QUEIROZ *et al.*, 2019). Desde então, a MCT vem se tornando uma importante ferramenta para análises de amostras biológicas, tanto de tecidos moles quanto de tecidos radiodensos, como ossos e dente (QUEIROZ *et al.*, 2019).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O uso de cadáver para fins científicos dispensa a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (Ofício Circular CEUA 001/2017, Anexo 1).

O projeto utilizou as bases físicas e a infraestrutura da Sala de Necropsia do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do Hospital Veterinário da UFMG e do Laboratório de Biomateriais do Departamento de Engenharia de Metalúrgica e de Materiais.

### 4.1. Amostra

Para proposição da divisão dos grupos, utilizou-se como fonte o trabalho de Okano *et al.* (2020). No estudo de Okano *et al.* (2020) foram feitas as medidas de 70 patelas direitas e 70 patelas esquerdas. Análises estatísticas mostraram que não há diferença entre as medidas patelares direita e esquerda. Portanto, nesse projeto somente as patelas direitas foram incluídas para análise.

Os critérios de inclusão utilizados no estudo de Okano *et al.* (2020) foram: cães de ambos os sexos e sem evidências macroscópicas de doença articular (cartilagem articular lisa, brilhante, cápsula articular sem sinais de inflamação). Os critérios de exclusão foram: cães braquicefálicos, articulação com sinais de doença articular e cães com atrofia muscular nos membros.

Foram utilizadas 70 patelas direitas de 70 cadáveres de cães adultos já selecionados em estudo anterior (OKANO *et al.*, 2020). As 70 patelas foram alocadas em cinco grupos de diferente massa corporal conforme estudo de Okano *et al.* (2020): Os cadáveres foram divididos em cinco grupos como descrito abaixo:

Grupo 1: animais de um a quatro kg e novecentos e noventa gramas

Grupo 2: animais de cinco a 9,99 kg

Grupo 3: animais de 10 a 19,99 kg

Grupo 4: animais de 20 a 29,99 kg

Grupo 5: animais de 30 a 50 kg

O cálculo do tamanho amostral foi realizado a partir da fórmula proposta por Armitage e Berry (1987):

$$n = \left[ \frac{(Z_{2\alpha} + Z_{2\beta})\sigma}{\delta_1} \right]^2$$

Onde:

$2\alpha$  = nível de significância

$2\beta$  = 1 – poder do teste

$Z_{2\alpha}$  = quantil  $\alpha/2$  da distribuição normal

$Z_{2\beta}$  = quantil  $\beta/2$  da distribuição normal

$\sigma$  = desvio padrão

$\delta$  = diferença a ser detectada

Portanto:

$$n = \left[ \frac{(Z_{2\alpha} + Z_{2\beta})\sigma}{\delta_1} \right]^2 \rightarrow n = \left[ \frac{(4,32 + 8,44)0,76}{1,42} \right]^2 \rightarrow n = \left[ \frac{9,69}{1,42} \right]^2 \rightarrow n = 13,65$$

O número inteiro logo acima de 13,65 é 14. Portanto, o n utilizado foi de 14 animais por grupo.

Para realização do cálculo amostral utilizou-se como fonte dos dados o estudo piloto. O nível de significância adotado foi de 0,1%, o poder do teste de 95%, o desvio padrão de 0,18 e a diferença a ser detectada de 0,26. Portanto, utilizou-se 14 animais em cada grupo experimental.

#### **4.2. Extração da patela de cadáveres de cão**

Para a extração das patelas, inicialmente foi realizada uma incisão cutânea craniolateral, artrotomia e exposição da patela. Posteriormente o tecido mole ao seu redor foi seccionado, exceto o ligamento patelar e parte do tendão do quadríceps, que foram deixados para facilitar a identificação do segmento distal e proximal da patela.

Em seguida foi determinado o comprimento da patela referente à distância entre a base e o ápice da mesma (Fig. 2A) e determinado o ponto médio entre esses extremos (Fig. 2B). O ponto médio foi utilizado como referência para dividir a patela em terço proximal, terço médio e terço distal (Fig. 2C). Essas delimitações permitiram que as medidas de largura e espessura fossem realizadas no mesmo local.

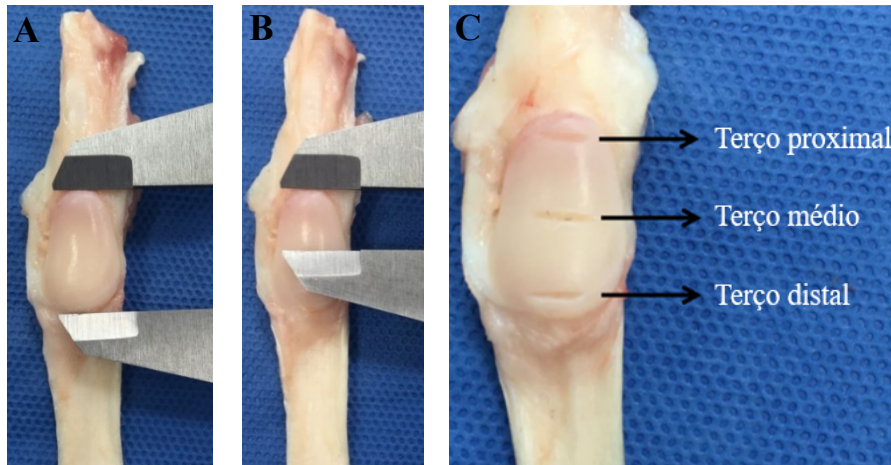


Figura 2. Ilustração das divisões da patela no cadáver de cão. 2A mostra a mensuração do comprimento da patela de cadáver de cão. 2B mostra a determinação do ponto médio da patela. 2C mostra as divisões da patela em terço proximal, terço médio e terço distal.

#### 4.3. Microtomografia computadorizada da patela de cadáveres de cão

Após a extração, as patelas foram conservadas em formol 20% e posteriormente foram digitalizadas usando um sistema de  $\mu$ CT (Skyscan 1174v2; Bruker micro-CT, Kontich, Bélgica; Fig. 3). As imagens foram reconstruídas pelo software NRecon (Skyscan, Aartselaar, Bélgica) e analisadas (Fig. 4) pelo software CT - Analyzer (Ctan, Skyscan, Bélgica). A calibração foi realizada com um espectro de hidroxiapatita de cálcio de densidade conhecida (Skyscan, Bélgica). Foram realizadas digitalizações de alta resolução com um tamanho do voxel isotrópico de  $8,62 \mu\text{m}^3$  (50 kV, 0,5 mm de alumínio, ângulo de rotação de  $0,5^\circ$ ) (MACARI *et al.*, 2018). Após a reconstrução das imagens o software CT - Analyzer (Ctan, Skyscan, Bélgica) foi utilizado para realização das medidas patelares como comprimento, largura no terço proximal, largura no terço médio, largura no terço distal, espessura no terço proximal, espessura no terço médio e espessura no terço distal. As medidas de largura e espessura foram

avaliadas no corte transversal da imagem da patela. Também foram realizadas análises de densidade mineral óssea (DMO), espessura do osso cortical, volume ósseo, porosidade trabecular, número de trabéculas, separação entre as trabéculas e espessura trabecular. Os limites entre o osso cortical e trabecular foram delimitados manualmente pelo avaliador.

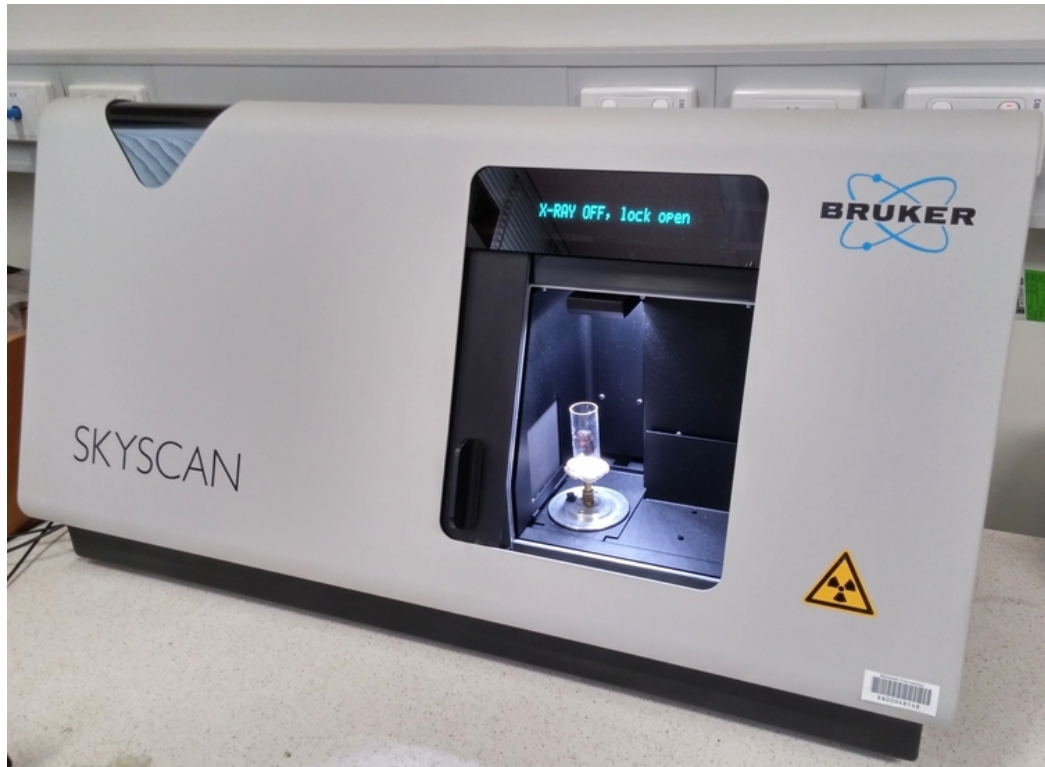


Figura 3. Microtomógrafo de raios X (Skyscan 1174v2; Bruker micro-CT, Kontich, Bélgica).

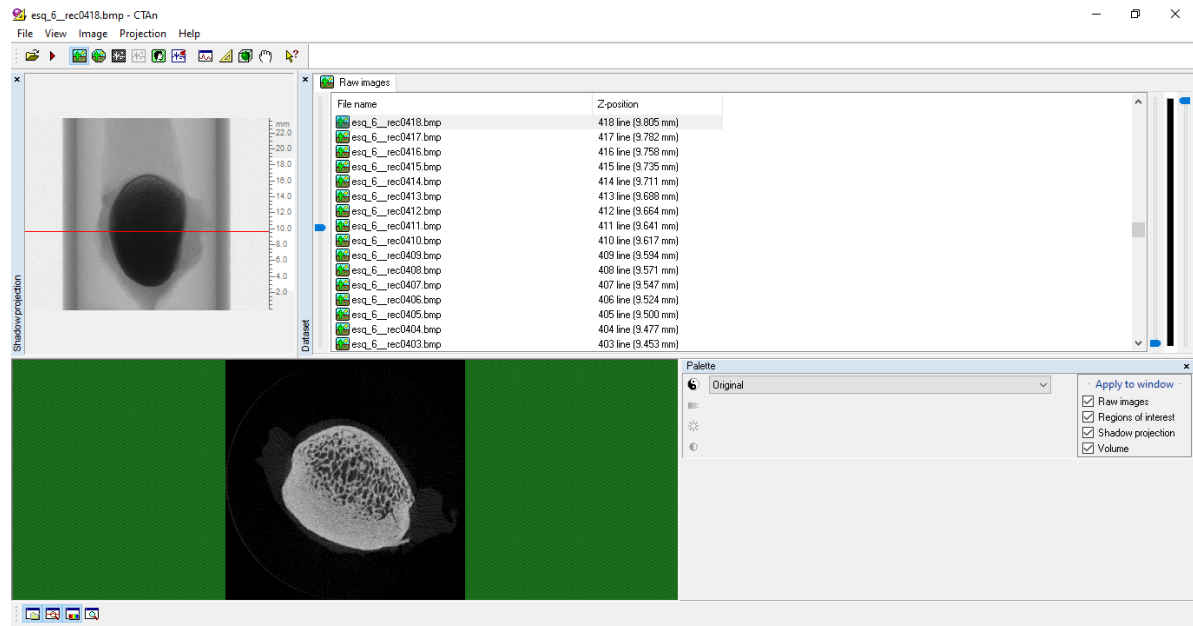


Figura 4. Ilustração das medidas da patela pela técnica de microtomografia através do software CT - Analyzer (Ctan, Skyscan, Bélgica). Na imagem representativa foi selecionado um corte transversal na posição do terço médio da patela. Nessa imagem poderiam ser obtidas as medidas de largura e espessura no terço médio da patela.

#### 4.4. Avaliação radiográfica

As patelas conservadas em formol 20% foram radiografadas nas incidências médio-lateral e crânio-caudal. Para isso, foi utilizado o aparelho emissor de raios X (VMI Médica, Brasil) associado a um digitalizador Regius modelo 110 (Konica Minolta, Japão). Posteriormente, utilizou-se as imagens digitalizadas (Fig. 5) para mensuração de comprimento, largura no terço proximal, largura no terço médio, largura no terço distal, espessura no terço proximal, espessura no terço médio e espessura no terço distal com o auxílio do software de análise de imagens Image J (NIH, EUA, versão 1.53t).

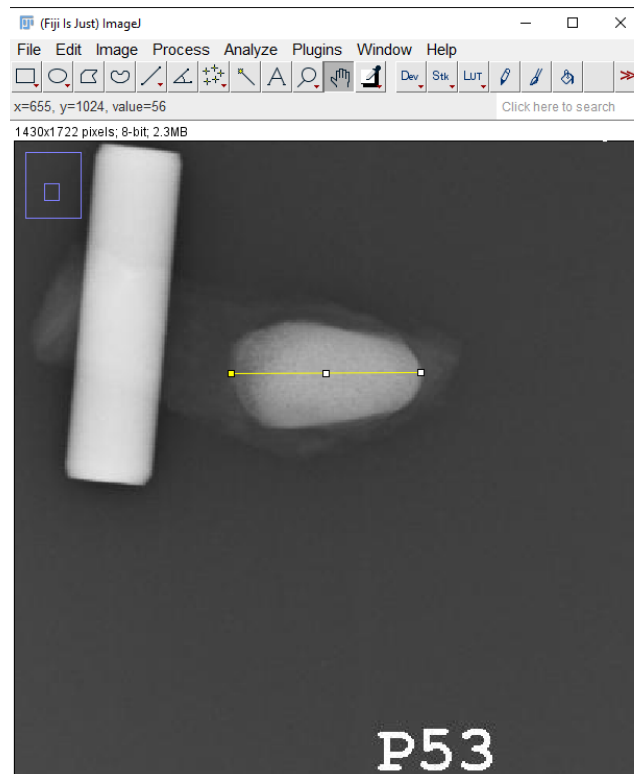


Figura 5. Ilustração das medidas da patela pelo software *Image J* a partir de uma imagem de raios X. A imagem mostra a projeção crânio-caudal da patela e a linha amarela representa a medida de comprimento da patela.

#### 4.5. Análise dos dados

Após a mensuração e tabulação dos dados foram realizadas as análises para responder os objetivos do presente trabalho. Foram calculadas as médias de cada uma das medidas da patela, para cada um dos grupos. O objetivo dessa análise foi determinar a média das medidas da patela de cada grupo, avaliar se os grupos são significativamente diferentes entre si.

Foram calculadas as diferenças percentuais entre os grupos para todas as medidas realizadas. Esta análise foi realizada com o objetivo de determinar a existência de um padrão de variação entre as medidas dos grupos. Havendo um padrão na porcentagem de variação, seria possível criar um modelo padrão de prótese e a partir dele aumentar ou diminuir proporcionalmente o conjunto de medidas da patela.

Foram determinadas equações para estimar as medidas da patela a partir das medidas em radiografia. Também foram determinadas equações para estimar as



medidas da patela a partir da medida do comprimento da patela na radiografia. Com base nessas equações será possível determinar o tamanho da prótese patelar específica para cada cão apenas com os valores do comprimento da patela em uma avaliação radiográfica.

#### **4.6. Análise Estatística**

Os dados referentes às medidas patelares foram apresentados como média  $\pm$  erro-padrão da média. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. As diferenças entre os grupos foram analisadas por meio de ANOVA One Way, seguida do *post hoc* de Tukey. Para a avaliação da relação entre as medidas da patela em avaliação radiográfica e as medidas da patela por MCT ou as medidas da patela e o comprimento da patela por radiografia foi utilizada a correlação de Pearson. Para determinação das equações para estimativa de medidas patelares foram utilizadas análise de regressão linear. O nível de significância adotado foi de 5 %.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Mensurações do espécime patelar canino por Microtomografia.

#### 5.1.1. Comprimento da patela

A Tab. 1 e a Fig. 6 mostram os dados da mensuração do comprimento da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram diferentes do grupo G2 e o grupo G5 foi diferente do Grupo G3.

Tabela 1. Medidas avaliadas por microtomografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,88 ± 0,03	-
G2	5 a 9,99 kg	1,10 ± 0,04	↑ 25,0% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	1,36 ± 0,06*	↑ 23,6% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	1,60 ± 0,03*#	↑ 17,6% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,86 ± 0,06*##	↑ 16,2% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3. ↑, aumento.

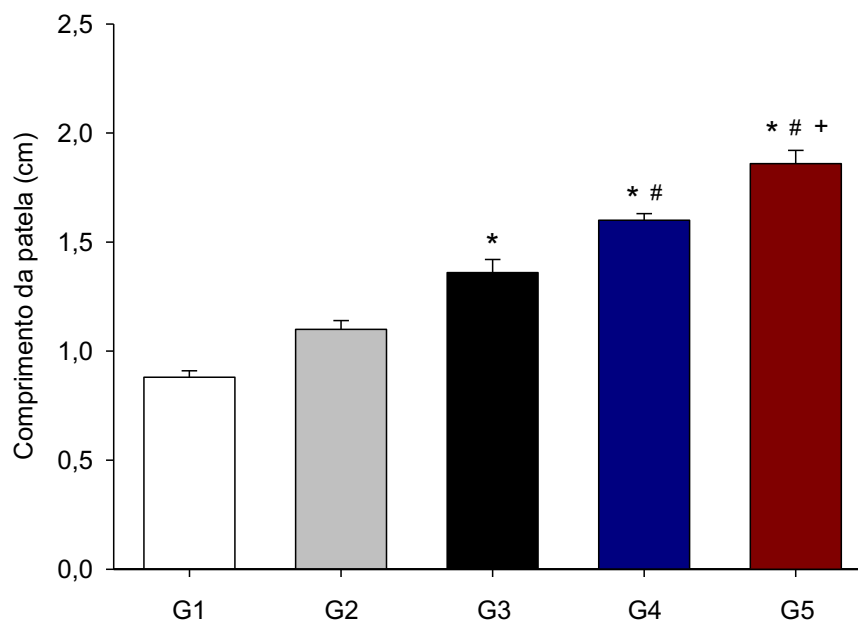


Figura 6. Medidas microtomográficas do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais (gráfico A). Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

### 5.1.2. Largura da patela

A Tab. 2 e a Fig. 7 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço proximal por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes dos grupos G2 e G3.

Tabela 2. Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,53 ± 0,02	-
G2	5 a 9,99 kg	0,60 ± 0,02	↑ 13,2% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,68 ± 0,02*	↑ 13,3% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,81 ± 0,02*##	↑ 19,1% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,88 ± 0,03*##	↑ 8,6% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

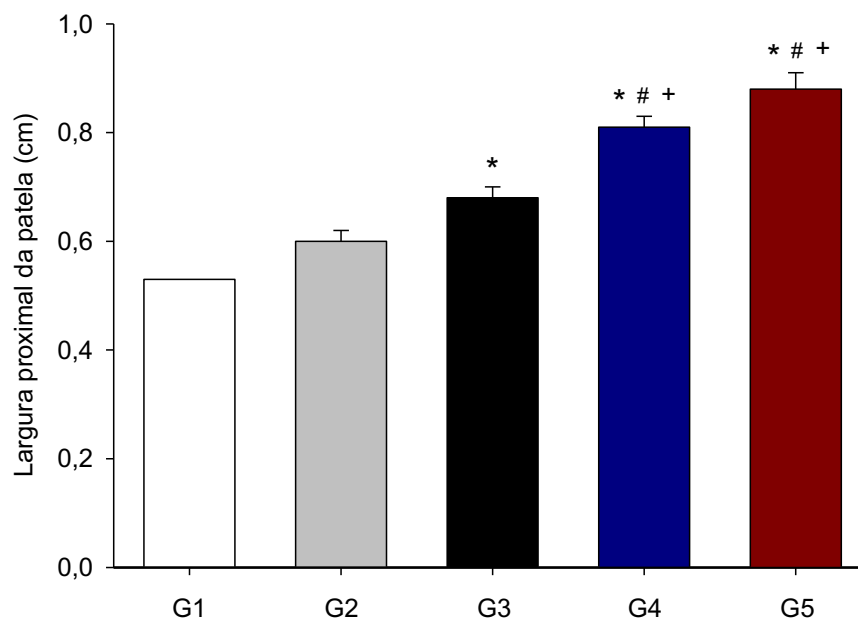


Figura 7. Medidas microtomográficas da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 3 e a Fig. 8 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço médio por microtomografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2 e o grupo G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G3.

Tabela 3. Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,61 ± 0,02	-
G2	5 a 9,99 kg	0,71 ± 0,02	↑ 16,3% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,83 ± 0,03 <sup>*#</sup>	↑ 16,9% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,96 ± 0,02 <sup>*##+</sup>	↑ 15,6% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,05 ± 0,03 <sup>*##+</sup>	↑ 9,3% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3. ↑, aumento.

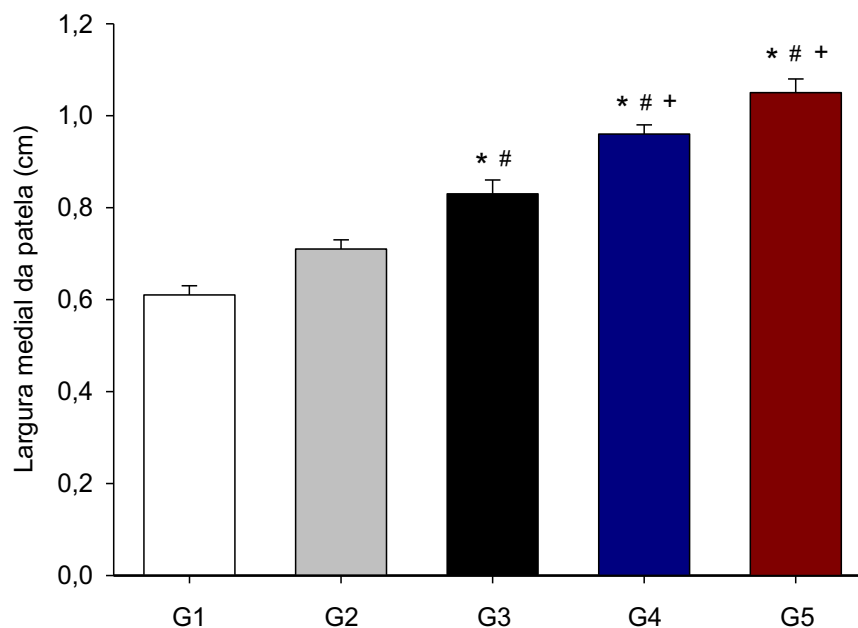


Figura 8. Medidas microtomográficas da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 4 e a Fig. 9 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço distal por microtomografia. Houve diferença significativa entre todos os grupos, exceto entre os grupos G1 e G2.

Tabela 4. Medidas avaliadas por microtomografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,57 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,67 ± 0,02	↑ 17,5% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,81 ± 0,03*#	↑ 20,8% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,94 ± 0,02*##	↑ 16,0% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,06 ± 0,03*##§	↑ 12,7% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4. ↑, aumento.

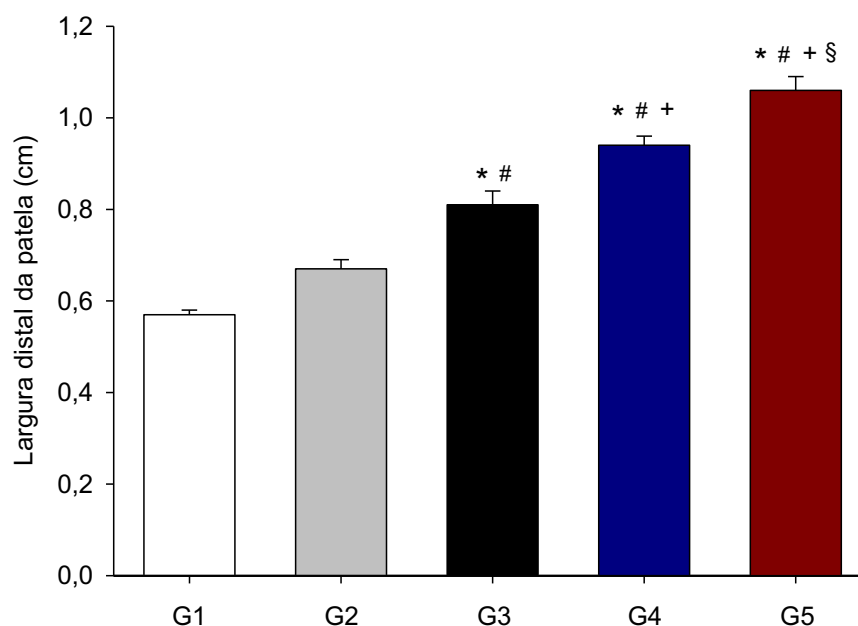


Figura 9. Medidas microtomográficas da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4.

### 5.1.3. Espessura da patela

A Tab. 5 e a Fig. 10 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço proximal por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1 e os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G2.

Tabela 5. Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,40 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,47 ± 0,01	↑ 17,5% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,61 ± 0,03*	↑ 29,7% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,87 ± 0,04**	↑ 42,6% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,91 ± 0,03**	↑ 4,5% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3. ↑, aumento.

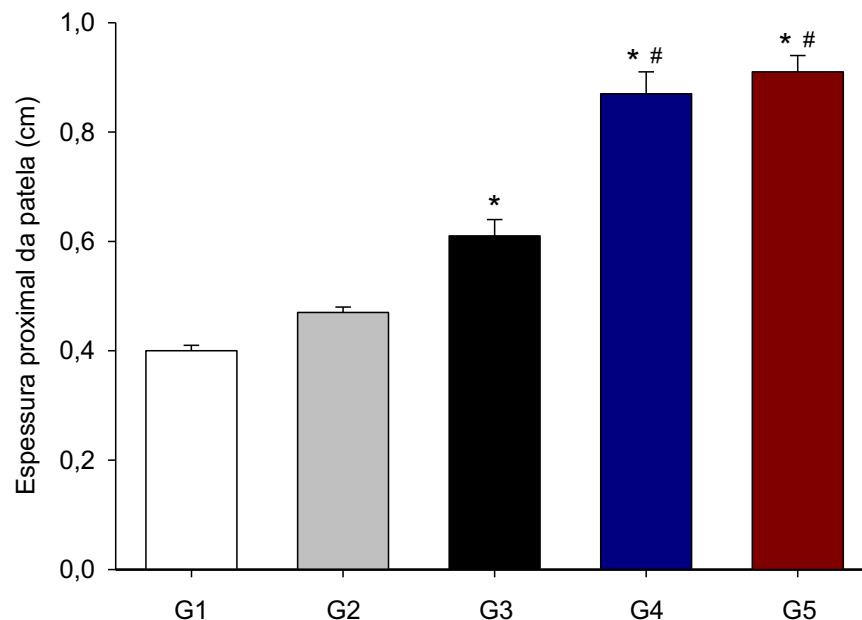


Figura 10. Medidas microtomográficas da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4.

A Tab. 6 e a Fig. 11 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço médio por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1 e os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G2.

Tabela 6. Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,43 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,55 ± 0,03	↑ 27,9% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,64 ± 0,03*	↑ 16,3% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,85 ± 0,03**	↑ 32,8% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,92 ± 0,04**	↑ 8,2% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2. ↑, aumento.

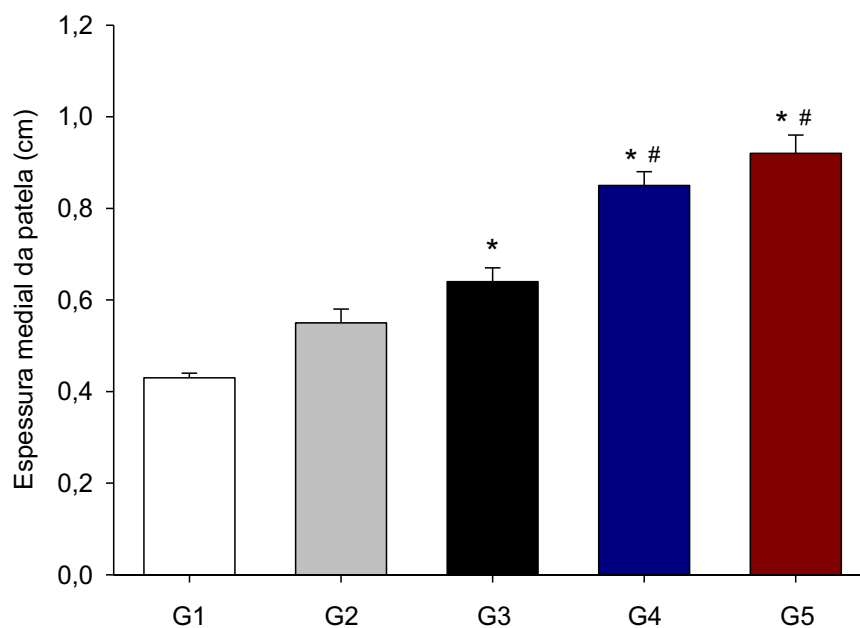


Figura 11. Medidas microtomográficas da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2.

A Tab. 7 e a Fig. 12 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço distal por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G2 e o grupos G4 e G5 foram diferentes do grupo G3.

Tabela 7. Medidas avaliadas por microtomografia da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,41 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,47 ± 0,02	↑ 14,6% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,56 ± 0,02*	↑ 19,1% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,71 ± 0,03**	↑ 26,7% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,77 ± 0,03**	↑ 8,4% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3. ↑, aumento.

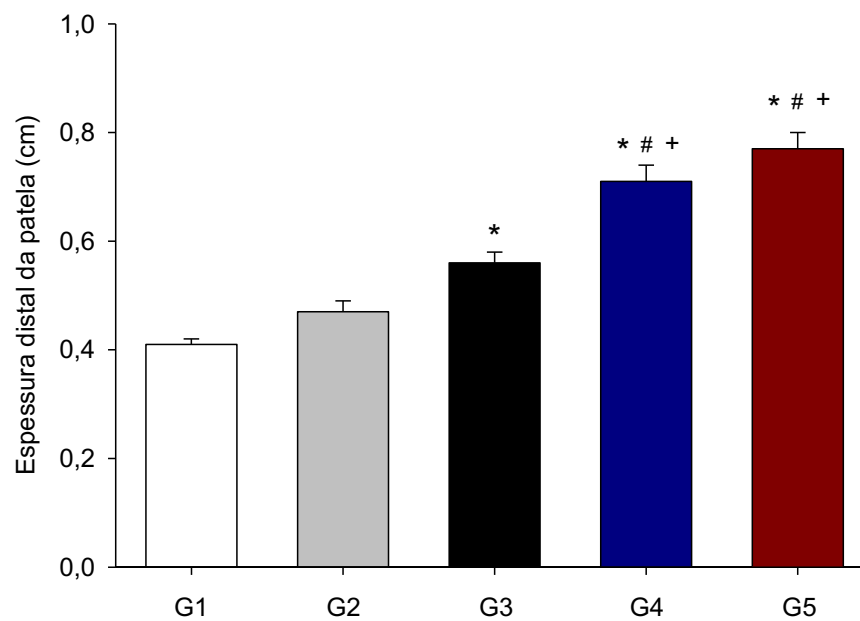


Figura 12. Medidas microtomográficas da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.



A Tab. 8 mostra o conjunto das medidas da patela por microtomografia mostradas anteriormente, em todas as faixas de massa corporal, que podem ser usadas para a confecção de próteses.

Tabela 8. Média das medidas da patela de cadáveres de cão por microtomografia nos grupos G1, G2, G3, G4 e G5

Mensuração	Medidas (cm)				
	G1	G2	G3	G4	G5
Comprimento da patela	0,88	1,10	1,36	1,60	1,86
Largura no terço distal da patela	0,57	0,67	0,81	0,94	1,06
Largura no terço médio da patela	0,61	0,71	0,83	0,96	1,05
Largura no terço proximal da patela	0,53	0,60	0,68	0,81	0,88
Espessura no terço distal da patela	0,41	0,47	0,56	0,71	0,77
Espessura no terço médio da patela	0,43	0,55	0,64	0,85	0,92
Espessura no terço proximal da patela	0,40	0,47	0,61	0,87	0,91

Como pode ser observado nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7, há um aumento crescente nas medidas das patelas de acordo com as categorias de massa corporal dos grupos, porém não há uma constância na proporção de variação entre os grupos. Não foi encontrado na literatura consultada, informações a respeito. Os autores mensuraram a patela em cães de diferentes massas corporais, mas não relacionaram a massa corporal com as dimensões da patela (TOWLE *et al.*, 2005; YASUKAWA *et al.*, 2016). As informações deste trabalho levam a concluir, portanto, que não é possível construir um modelo padrão de prótese e ajustá-lo proporcionalmente ao porte do cão.

As análises do presente trabalho mostraram uma relação da massa corporal sobre o comprimento (Fig. 6 e Tab. 1), largura (Figs. 7, 8, e 9; Tabs 2, 3 e 4) e espessura da patela (Figs. 10, 11, e 12; Tabs 5, 6 e 7), indicando que cada faixa de massa corporal tem suas medidas patelares próprias. De fato, já foi demonstrado que existe uma relação entre a massa corporal e a geometria das estruturas musculoesqueléticas em cães (MOREY, 1992).

No presente estudo, foram observadas diferenças milimétricas nas dimensões patelares dentro do mesmo grupo. Essas variações, mesmo que milimétricas podem

ser importantes para congruência e funcionamento adequado da articulação (DOKIC *et al.*, 2015), uma vez que segundo a literatura (EVANS e LAHUNTA, 2013) a posição e alinhamento de todas as estruturas que compõem a articulação femorotiobiopatelar são fundamentais para o funcionamento correto da articulação.

Embora a causa da luxação de patela ainda não seja definida, sendo considerada multifatorial (ARTHURS e LANGLEY-HOBBS, 2006; DECAMP *et al.*, 2016), seu tratamento entretanto, independente da causa (BOONE, 1983; DECAMP *et al.*, 2016; BROWER *et al.*, 2017; KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018) tem como objetivo a correção das alterações decorrentes da luxação, o que leva a concordar com Rezende *et al.* (2016) que o tratamento deve ser o mais precoce possível. O tratamento tardio pode não ser viável em alguns casos, requerendo, para manter a funcionalidade articular, o emprego da prótese.

As alterações ósseas e de tecidos moles decorrentes da luxação de patela (PUTNAM, 1968; DECAMP *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017; DI DONA *et al.*, 2018) configuram grandes desafios cirúrgicos e às vezes, insucesso no tratamento (WILLAUER e VASSEUR, 1987; ARTHURS e LANGLEY-HOBBS, 2006; DAEMS *et al.*, 2009; CAMBER, 2017), em consequência das lesões na patela decorrentes do processo de luxação, e que ocasionam instabilidade patelar pós-cirúrgica (DAEMS *et al.*, 2009). De fato, cães diagnosticados com LP frequentemente apresentam lesões na patela, algumas vezes lesões graves que impossibilitam a correção pelas técnicas correntes (DAEMS *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2016; LARA *et al.*, 2018; LARA, 2011). Nesses casos, a intervenção cirúrgica sem a substituição da patela por uma prótese pode comprometer o sucesso da cirurgia, mantendo assim, a disfunção articular. Portanto, em casos de lesões irreparáveis da patela a substituição da mesma se faz necessária, o que reforça a necessidade do desenvolvimento da prótese de patela para cães. Em cirurgias de prótese total do joelho em humanos, as evidências indicam que a substituição da patela por uma prótese pode melhorar os resultados clínicos pós-operatórios e reduzir as chances de reintervenção (CHEN *et al.*, 2021; SAUER *et al.*, 2022).

#### 5.1.4. Medidas do osso cortical da patela

A Fig. 13 apresenta os dados da espessura de osso cortical no terço proximal da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G3.

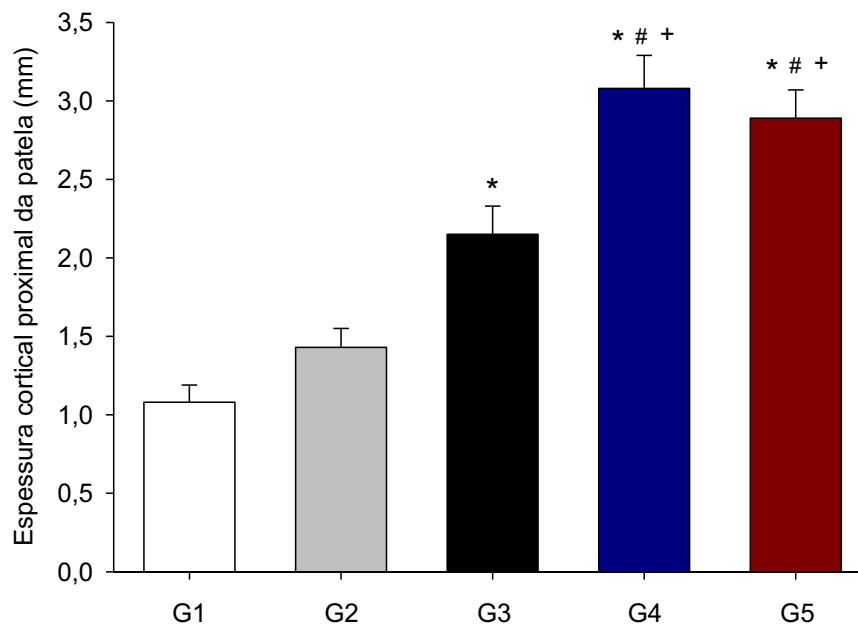


Figura 13. Medidas microtomográficas da espessura do osso cortical no terço proximal da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2; +  $p < 0,05$  vs. G3.

A Fig. 14 apresenta os dados da espessura de osso cortical no terço médio da patela por microtomografia. Os grupos G2, G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes dos grupos G2 e G3.

A Fig. 15 apresenta os dados da espessura do osso cortical no terço distal da patela por microtomografia. Os grupos G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2. Não houve diferença significativa entre o grupo G3 e os demais.

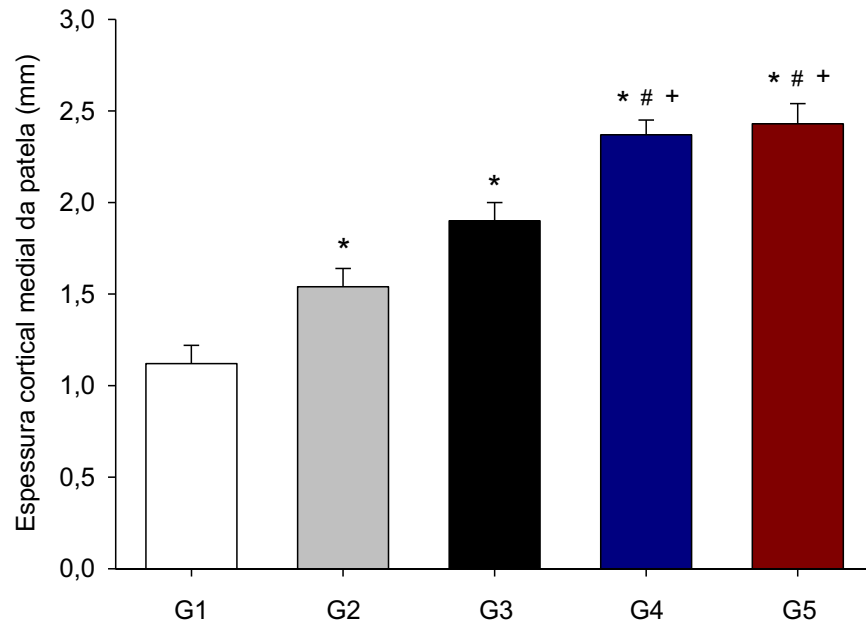


Figura 14. Medidas microtomográficas da espessura de osso cortical no terço médio da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2; +  $p < 0,05$  vs. G3.

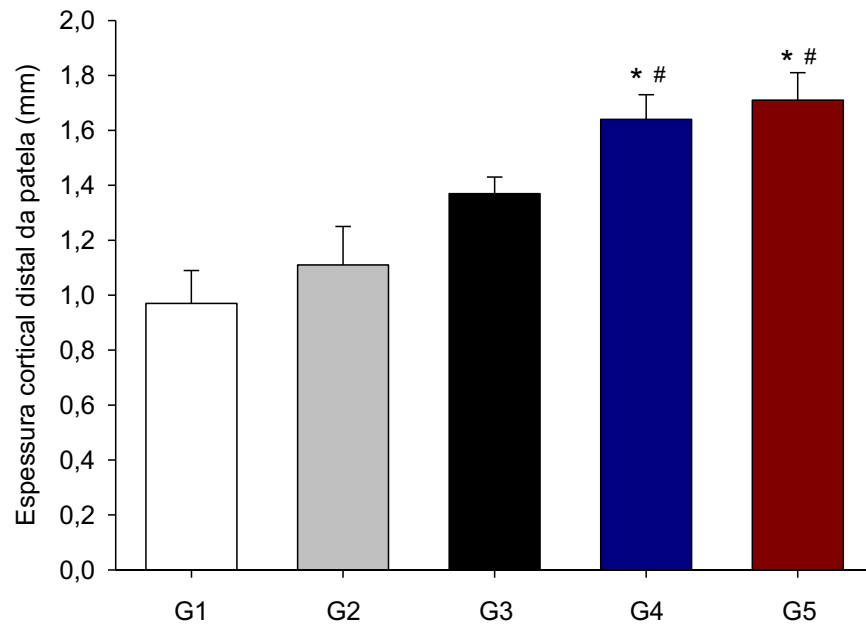


Figura 15. Medidas microtomográficas da espessura de osso cortical no terço distal da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2.

Os dados da espessura de osso cortical (Fig. 13, 14 e 15) indicam que os terços proximal e médio são os melhores locais para fixação da prótese, já que apresentaram maior espessura de osso cortical, aumentando assim as chances de sucesso da cirurgia. Em estudo realizado com a tíbia de humanos foi demonstrado que a espessura do osso cortical e a densidade do osso trabecular são determinantes para a resistência final dos parafusos de fixação (SEEBECK *et al.*, 2004). Não foi observado, entretanto, relação entre a profundidade de inserção dos parafusos no osso trabecular e a resistência dos parafusos (SEEBECK *et al.*, 2004). Uma possibilidade para a fixação da prótese é a utilização de parafusos monocorticais. Esse tipo de parafuso é completamente rosqueado com maior número de roscas por unidade de comprimento e roscas rasas (DECAMP *et al.*, 2016).

A Fig. 16 apresenta os dados da medida de volume ósseo cortical da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G2 e o grupo G5 foi diferente do grupo G3.

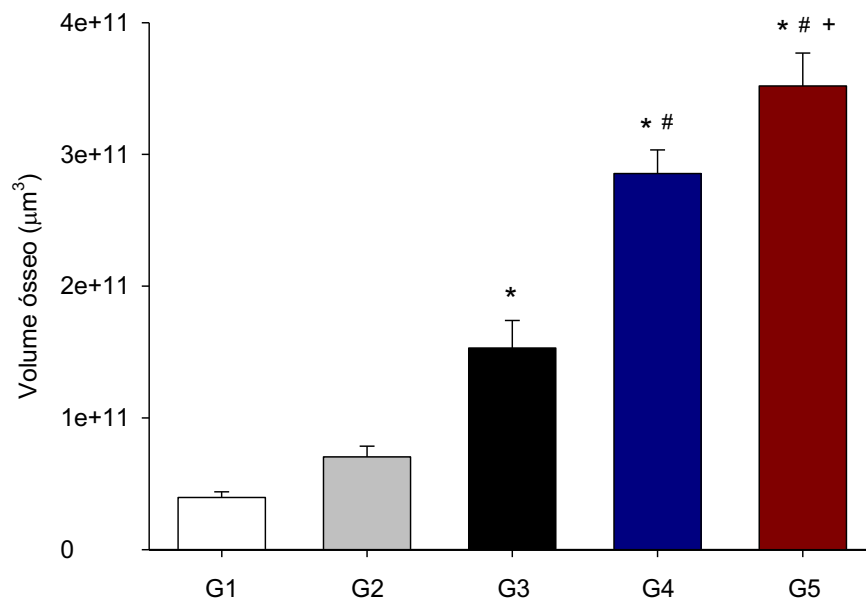


Figura 16. Medidas microtomográficas de volume ósseo cortical da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2; +  $p < 0,05$  vs. G3.

A Fig. 17 apresenta os dados da densidade mineral óssea cortical da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram significativamente diferentes do grupo G2. Esses resultados não eram esperados, pois essa é uma medida relativizada pelo tamanho do osso. De toda forma, nos grupos avaliados, quanto maior a massa corporal menor a densidade mineral óssea de osso cortical. Esses resultados indicam um osso proporcionalmente mais fraco em cães de maior porte. Resultados semelhantes não foram encontrados na literatura consultada, e uma redução na densidade mineral óssea compromete a força do osso (BIEWENER, 1990; NIEMINEN *et al.*, 2011). Esses resultados eram inesperados, já que a redução da sobrecarga mecânica leva a perda óssea e redução da densidade mineral óssea. Essa situação já foi descrita em voos espaciais, repouso prolongado no leito e em modelos animais de imobilização forçada (WHEDON, 1984; TUUKKANEN *et al.*, 1991; JAMSA *et al.*, 1999). Nesse sentido, no presente trabalho a maior massa corporal levaria a uma maior sobrecarga mecânica e possivelmente maior densidade mineral óssea. Porém, o resultado encontrado demonstra uma relação inversa entre a massa corporal e a densidade mineral óssea do osso cortical da patela. Esse resultado parece ser específico para o osso cortical da patela, já que não houve diferença entre os grupos para a densidade mineral óssea do osso trabecular (Fig. 18). Além disso, no presente trabalho não foi possível determinar a idade dos animais utilizados. Portanto, nos grupos de maior massa corporal a idade dos animais poderia ser maior e por isso influenciado na diminuição da DMO.

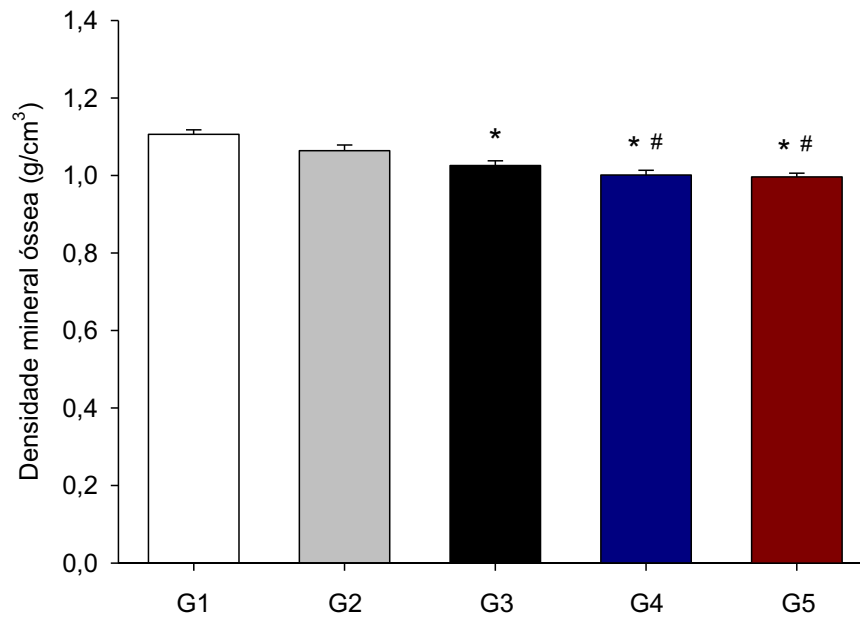


Figura 17. Medidas microtomográficas de densidade mineral óssea cortical da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2; +  $p < 0,05$  vs. G3.

### 5.1.5 Medidas trabeculares

A Fig. 18 apresenta os dados da medida de volume ósseo trabecular da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram diferentes do grupo G2.

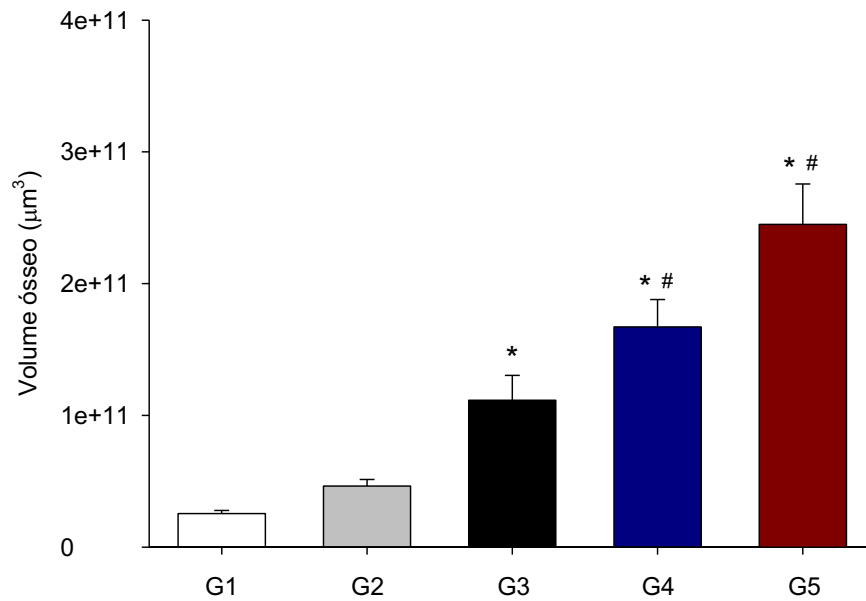


Figura 18. Medidas microtomográficas de volume ósseo trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2.

A Fig. 19 apresenta os dados da densidade mineral óssea trabecular da patela por microtomografia. Não houve diferença entre nenhum dos grupos avaliados.

A Fig. 20 apresenta os dados da medida de superfície óssea trabecular da patela por microtomografia. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes do grupo G1, os grupos G4 e G5 também foram diferentes do grupo G2.



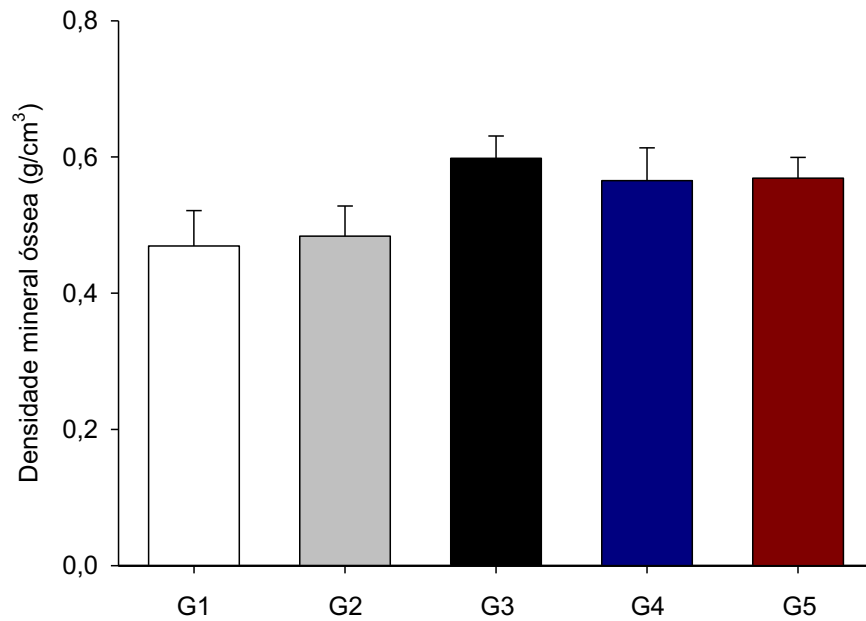


Figura 19. Medidas microtomográficas de densidade mineral óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM.

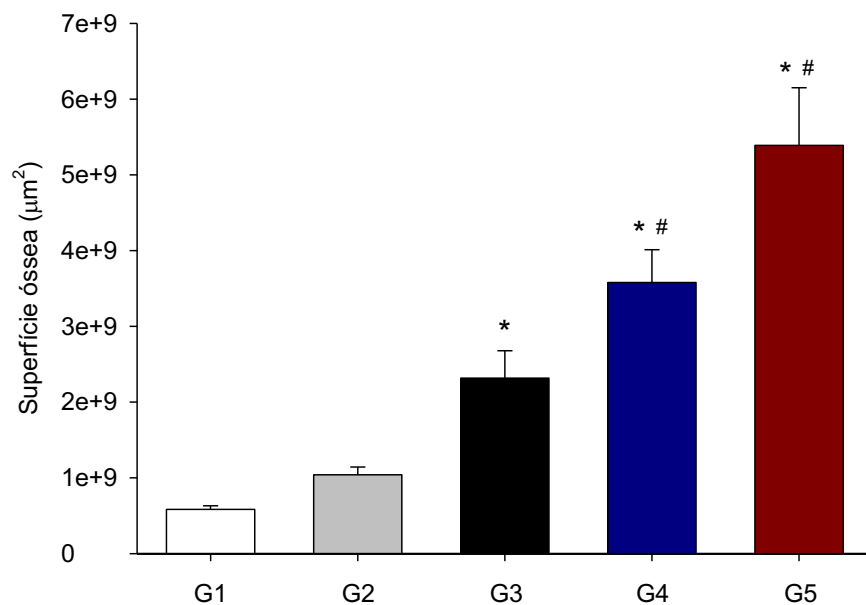


Figura 20. Medidas microtomográficas de superfície óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM. \*  $p < 0,05$  vs. G1; #  $p < 0,05$  vs. G2.

A Fig. 21 apresenta os dados da porosidade total da patela por microtomografia. Não houve diferença entre nenhum dos grupos avaliados.

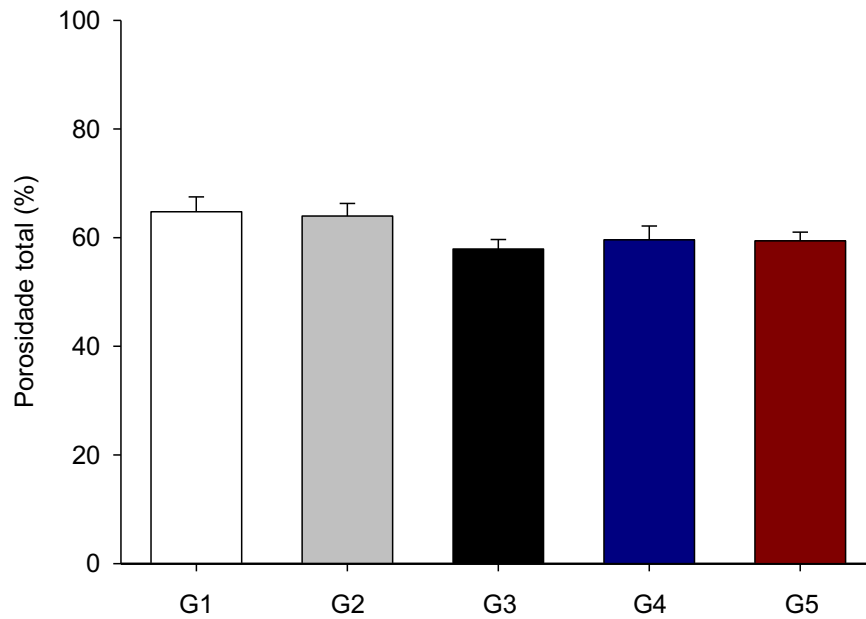


Figura 21. Medidas microtomográficas de porosidade total óssea trabecular da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM.

A Fig. 22 apresenta os dados do número de trabéculas da patela por microtomografia. Não houve diferença entre nenhum dos grupos avaliados

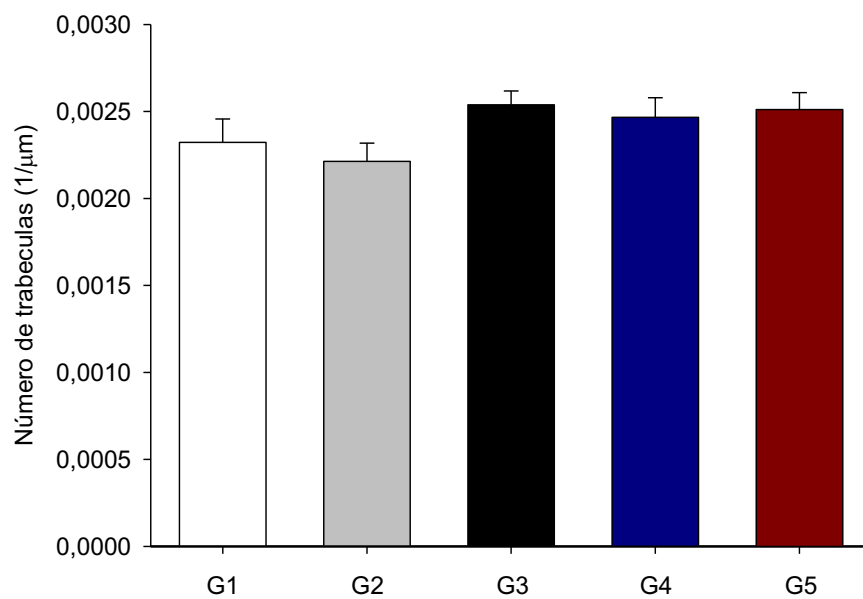


Figura 22. Número de trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM.

A Fig. 23 apresenta os dados da separação trabecular da patela por microtomografia. Não houve diferença entre nenhum dos grupos avaliados

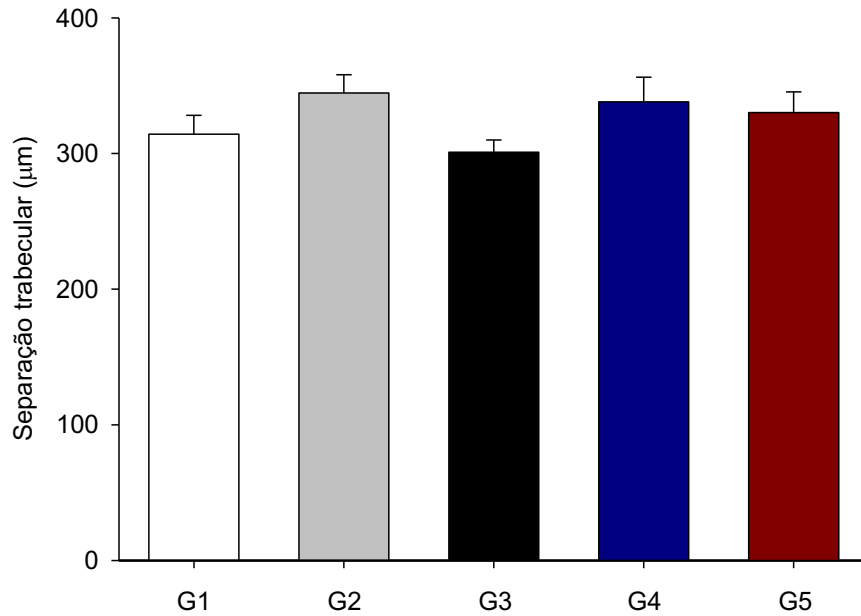


Figura 23. Medida microtomográfica da separação entre as trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM.

A Fig. 24 apresenta os dados da espessura trabecular por microtomografia. Não houve diferença entre nenhum dos grupos avaliados.

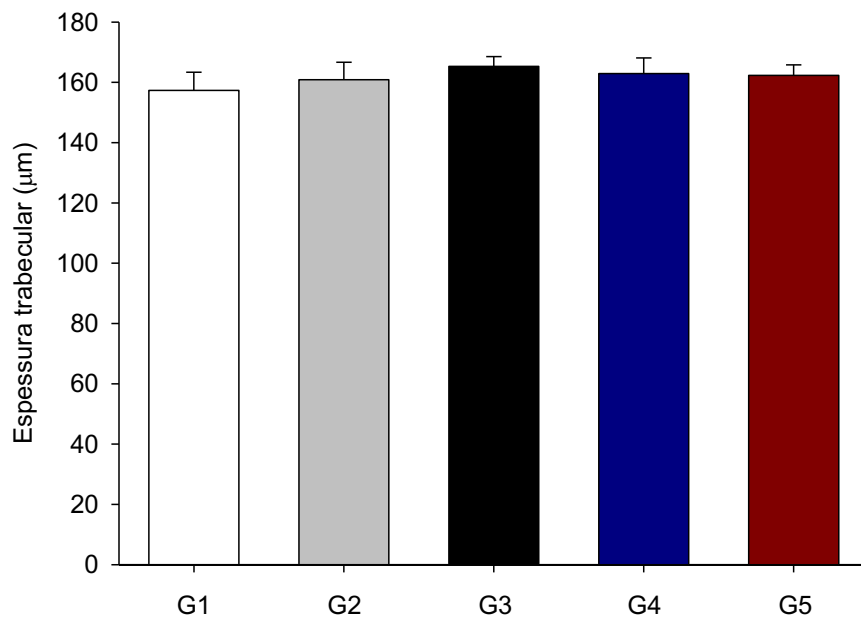


Figura 24. Medida microtomográfica da espessura das trabéculas ósseas na patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média  $\pm$  EPM.

Possivelmente os dados das medidas corticais e trabeculares, podem parecer menos importantes para a confecção da prótese de patela, já que baseado em algumas próteses de patela confeccionadas para humanos a estrutura interna da patela parece não ser uma preocupação (MINNS e WALLACE, 1997; ROUSSOT e HADDAD, 2019). Porém, atualmente as próteses podem ser confeccionadas utilizando biomateriais (AYATOLLAHI *et al.*, 2019; SUFFO e REVENGA, 2021). Nesse sentido, conhecendo a estrutura interna da patela, seria possível criar uma prótese mimetizando as estruturas internas e externas da patela e assim alcançar uma estrutura o mais próximo possível da real.

Até o presente momento, não existe na literatura a descrição das características microestruturais anatômicas da patela do cão. Portanto, este trabalho contribui com o avanço do conhecimento nessa área. Além disso, os dados de volume cortical e trabecular podem ser importantes no final do processo de construção da prótese de patela para comparar o valor volumétrico da prótese desenvolvida com o valor volumétrico das patelas avaliadas no presente estudo.

A análise microtomográfica da patela do cão realizada no presente estudo será uma importante ferramenta na confecção da prótese. Essa técnica permitirá que durante o processo de desenvolvimento da prótese, qualquer medida necessária além das descritas aqui, possam ser facilmente acessadas (STOCK, 1999; HSIEH, 2009; LANDIS e KEANE, 2010; QUEIROZ *et al.*, 2019).

## **5.2. Mensurações do espécime patelar canino por avaliação radiográfica**

### **5.2.1. Comprimento da patela**

A Tab. 9 e a Fig. 25 mostram os dados da mensuração do comprimento da patela por radiografia. Houve diferença significativa entre todos os grupos.

Tabela 9. Medidas avaliadas em radiografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,93 ± 0,03	-
G2	5 a 9,99 kg	1,16 ± 0,04*	↑ 24,7% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	1,50 ± 0,06*#	↑ 29,3% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	1,72 ± 0,04*##	↑ 14,6% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,95 ± 0,06*##§	↑ 13,3% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4. ↑, aumento.

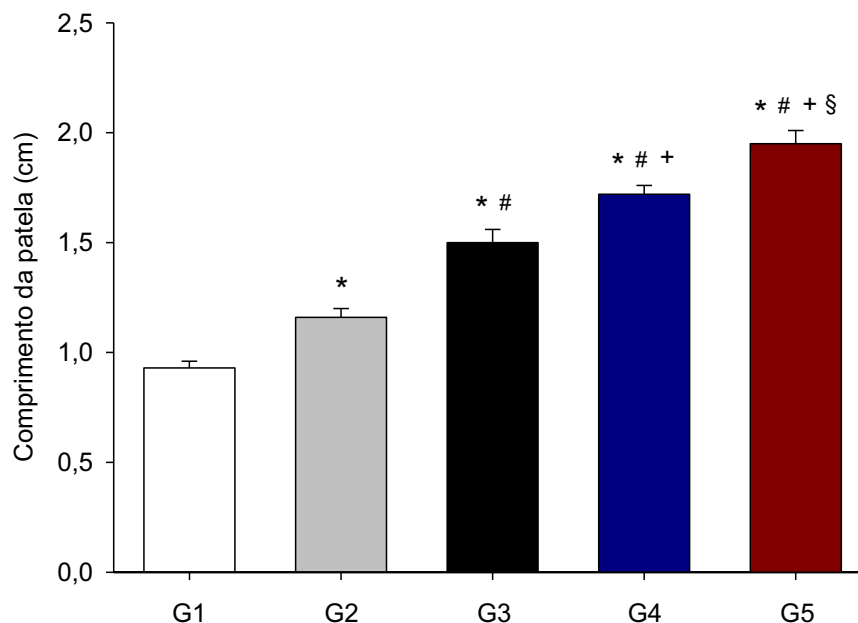


Figura 25. Medidas avaliadas em radiografia do comprimento da patela de cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4.

### 5.2.2. Largura da patela

A Tab. 10 e a Fig. 26 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço proximal por radiografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2 e o grupo G5 foi diferente do grupo G3.

Tabela 10. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,51 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,59 ± 0,02	↑ 15,6% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,72 ± 0,03*#	↑ 22,0% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,82 ± 0,02*#	↑ 13,8% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,88 ± 0,03*#+	↑ 7,3% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

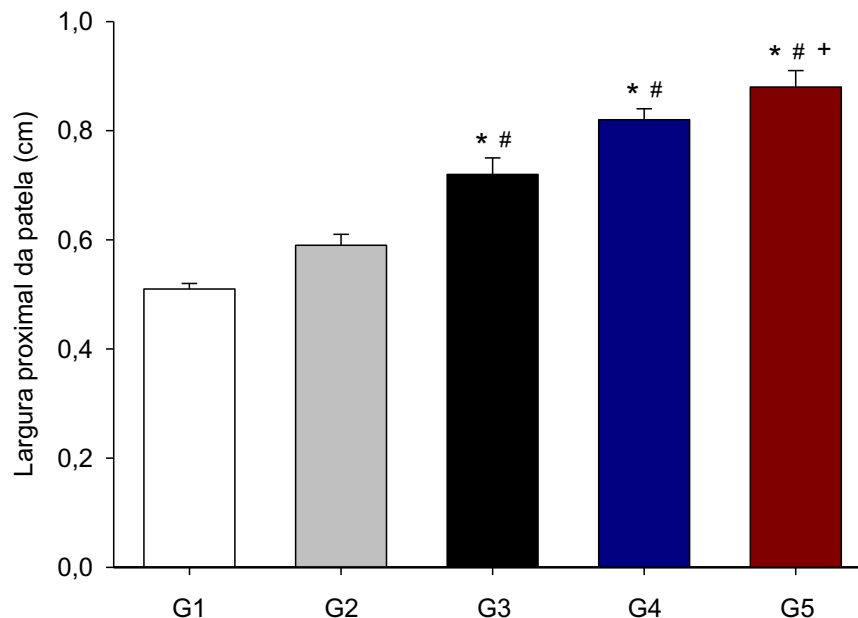


Figura 26. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM.

\* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 11 e a Fig. 27 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço médio por radiografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2.

Tabela 11. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,64 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,74 ± 0,02	↑ 15,6% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,89 ± 0,04*#	↑ 22,0% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	1,00 ± 0,02*#	↑ 13,8% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,08 ± 0,03*#	↑ 7,3% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

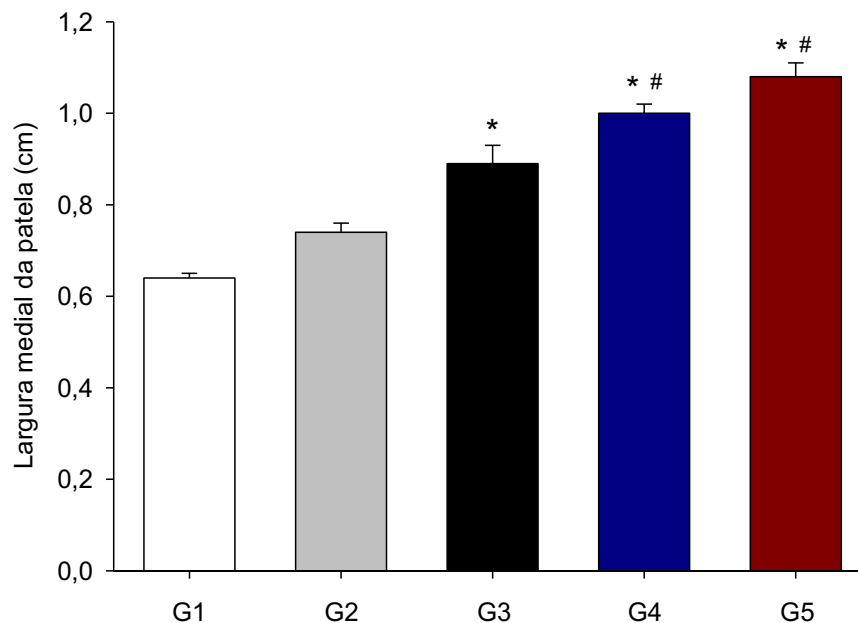


Figura 27. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM.

\* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4.

A Tab. 12 e a Fig. 28 mostram os dados da mensuração da largura da patela no terço distal por radiografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2 e o grupo G5 foi diferente dos grupos G3 e G4.

Tabela 12. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,59 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,70 ± 0,03	↑ 18,6% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,88 ± 0,04*#	↑ 25,7% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	1,00 ± 0,03*#	↑ 13,6% vs. G3
G5	30 a 50 kg	1,16 ± 0,04*#+\$	↑ 16,0% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4. ↑, aumento.

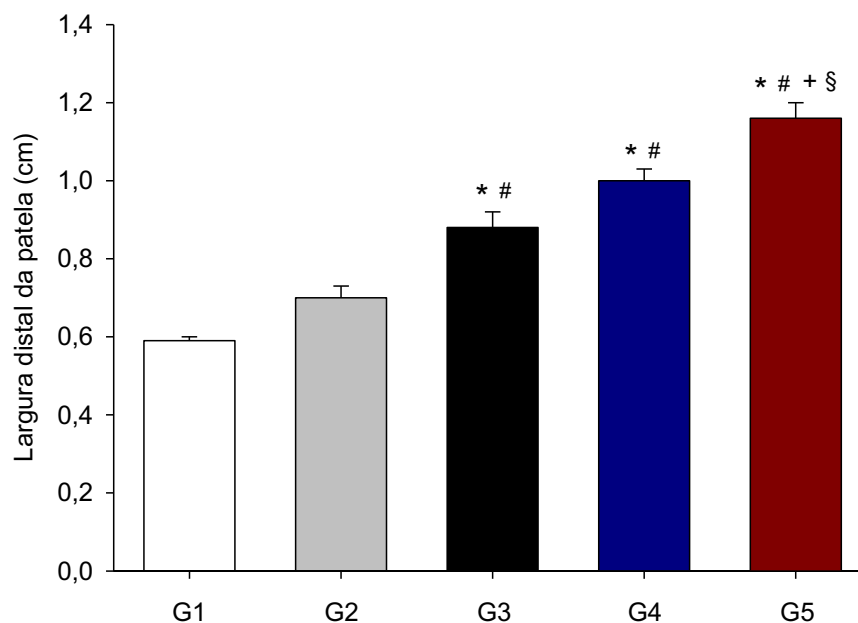


Figura 28. Medidas avaliadas em radiografia da largura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3; § p < 0,05 vs. G4.

### 5.2.3. Espessura da patela

A Tab. 13 e a Fig. 29 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço proximal por radiografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2 e os grupos G4 e G5 também foram diferentes do grupo G3.



Tabela 13. Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,38 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,47 ± 0,01	↑ 23,6% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,59 ± 0,03 <sup>*#</sup>	↑ 25,5% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,73 ± 0,02 <sup>*##</sup>	↑ 23,7% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,83 ± 0,02 <sup>*##</sup>	↑ 13,6% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

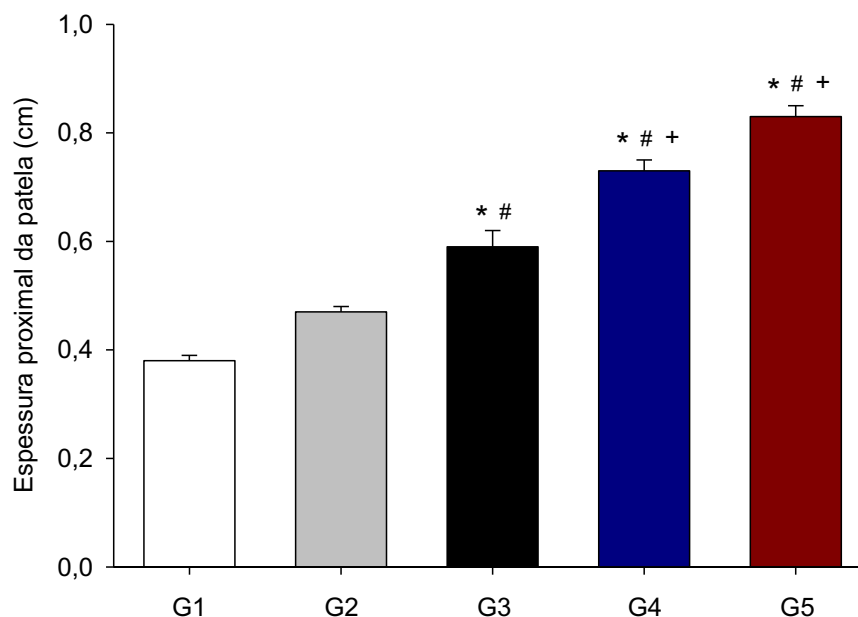


Figura 29. Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço proximal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 14 e a Fig. 30 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço médio por radiografia. Não houve diferença significativa entre os grupos G1 e G2. Os grupos G3, G4 e G5 foram significativamente diferentes dos grupos G1 e G2 e os grupos G4 e G5 também foram diferentes do grupo G3.

Tabela 14. Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Variação(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,44 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,54 ± 0,02	↑ 22,7% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,66 ± 0,03 <sup>*#</sup>	↑ 22,2% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,82 ± 0,02 <sup>*##</sup>	↑ 24,2% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,92 ± 0,03 <sup>*##</sup>	↑ 12,1% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

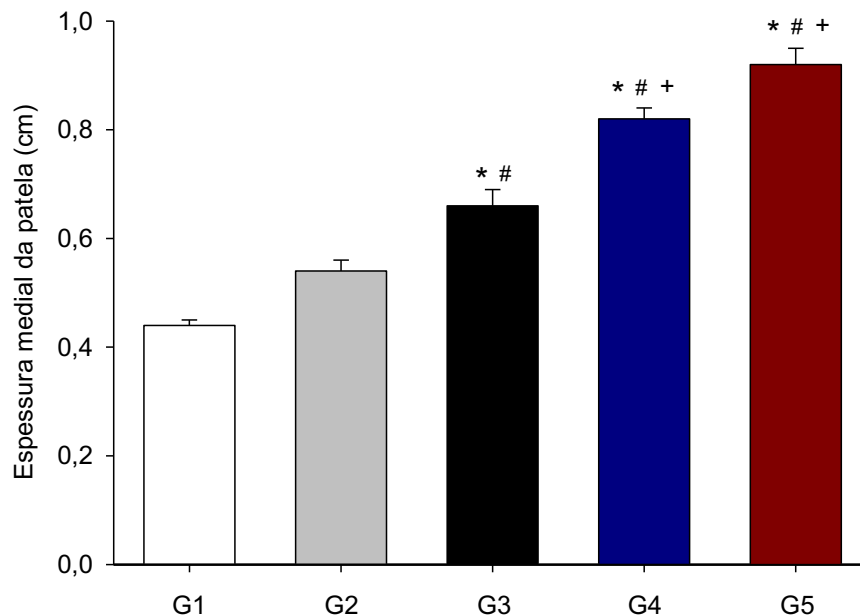


Figura 30. Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço médio em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 15 e a Fig. 31 mostram os dados da mensuração da espessura da patela no terço distal por radiografia. Houve diferença significativa entre todos os grupos, exceto entre os grupos G4 e G5.

Tabela 15. Medidas avaliadas em radiografia da espessura da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais

Grupos	Massa Corporal	Medida(cm)	Varição(%)
G1	1 a 4,99 kg	0,41 ± 0,01	-
G2	5 a 9,99 kg	0,53 ± 0,02*	↑ 29,2% vs. G1
G3	10 a 19,99 kg	0,65 ± 0,03**	↑ 22,6% vs. G2
G4	20 a 29,99 kg	0,80 ± 0,03***	↑ 23,0% vs. G3
G5	30 a 50 kg	0,90 ± 0,03***	↑ 12,5% vs. G4

Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

↑, aumento.

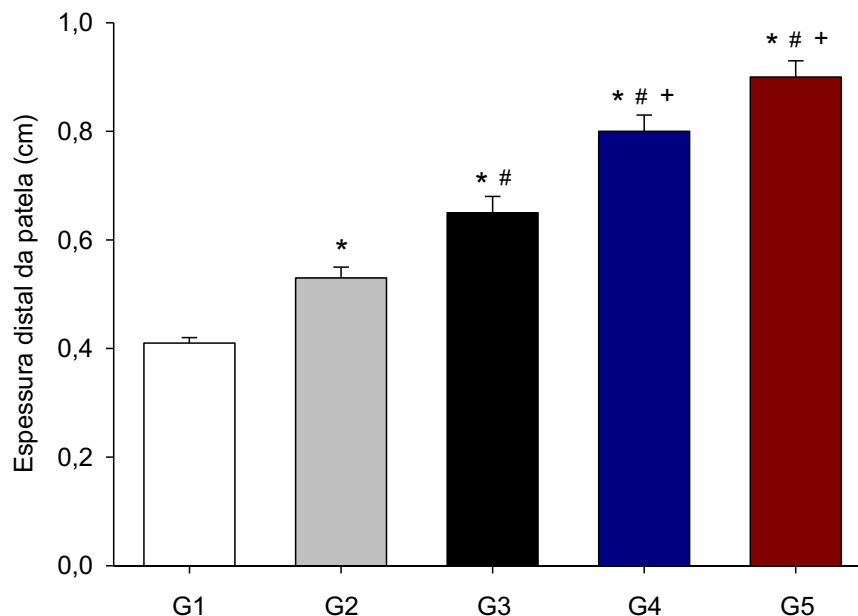


Figura 31. Medidas avaliadas em radiografia da patela no terço distal em cadáveres de cães com diferentes massas corporais. Dados expressos como média ± EPM. \* p < 0,05 vs. G1; # p < 0,05 vs. G2; + p < 0,05 vs. G3.

A Tab. 16 mostra o conjunto das medidas da patela avaliadas por radiografia mostradas anteriormente, em todas as faixas de massa corporal, que podem ser usadas para a confecção de próteses.

Tabela 16. Média das medidas da patela de cadáveres de cão por análise radiográfica nos grupos G1, G2, G3, G4 e G5

Mensuração	Medidas (cm)				
	G1	G2	G3	G4	G5
Comprimento da patela	0,93	1,16	1,50	1,72	1,95
Largura no terço distal da patela	0,59	0,70	0,88	1,00	1,16
Largura no terço médio da patela	0,64	0,74	0,89	1,00	1,08
Largura no terço proximal da patela	0,51	0,59	0,72	0,82	0,88
Espessura no terço distal da patela	0,41	0,53	0,65	0,80	0,90
Espessura no terço médio da patela	0,44	0,54	0,66	0,82	0,92
Espessura no terço proximal da patela	0,38	0,47	0,59	0,73	0,83

As medidas da patela obtidas por imagens radiográficas se mostram semelhantes às medidas obtidas por MCT, porém essas pequenas diferenças (Tab. 8 e 16) podem ser importantes para o sucesso de utilização da prótese confeccionada. Nesse sentido, foram realizadas comparações entre as duas medidas (radiografia e MCT) através de análises de correlações. As análises demonstraram que existe uma correlação forte entre as medidas das patelas obtidas por avaliação radiográfica e MCT (Figura 32), mostrando que apesar das medidas não serem idênticas, as alterações de dimensão em uma técnica estão relacionadas a alterações em outra técnica. As medidas semelhantes entre as duas técnicas eram esperadas já que a técnica de MCT é baseada em imagens radiográficas. Porém, a precisão das medidas da MCT é maior já que ela utiliza centenas de imagens radiográficas na mesma análise (LANDIS e KEANE, 2010). Além dessa maior precisão nas medidas e de fornecer medidas de área e volume, a técnica de MCT reconstrói as centenas de imagens radiográficas, o que permite uma visibilização tridimensional interna e externa das amostras (FERNANDES *et al.*, 2012).

Como as análises de correlação apresentaram coeficientes de correlação muito fortes, possibilitaram formular equações, a partir da análise de regressão linear (Tab. 17), que permitem estimar o tamanho da patela. Assim, com base nessas equações é possível determinar todas as medidas para prótese de patela utilizando seus valores em avaliação radiográfica.

Tabela 17. Equações para estimativa das dimensões da prótese de patela a partir das medidas da patela por avaliação radiográfica

Mensuração	Equação
Comprimento da patela	$\text{Comprimento} = 0,0302 + (0,918 \times \text{comprimento RX})$
Largura no terço proximal da patela	$\text{Largura} = 0,0307 + (0,962 \times \text{largura RX})$
Largura no terço médio da patela	$\text{Largura} = 0,0369 + (0,918 \times \text{largura RX})$
Largura no terço distal da patela	$\text{Largura} = 0,110 + (0,808 \times \text{largura RX})$
Espessura no terço proximal da patela	$\text{Espessura} = -0,0488 + (1,166 \times \text{espessura RX})$
Espessura no terço médio da patela	$\text{Espessura} = -0,0322 + (1,042 \times \text{espessura RX})$
Espessura no terço distal da patela	$\text{Espessura} = 0,0628 + (0,791 \times \text{espessura RX})$

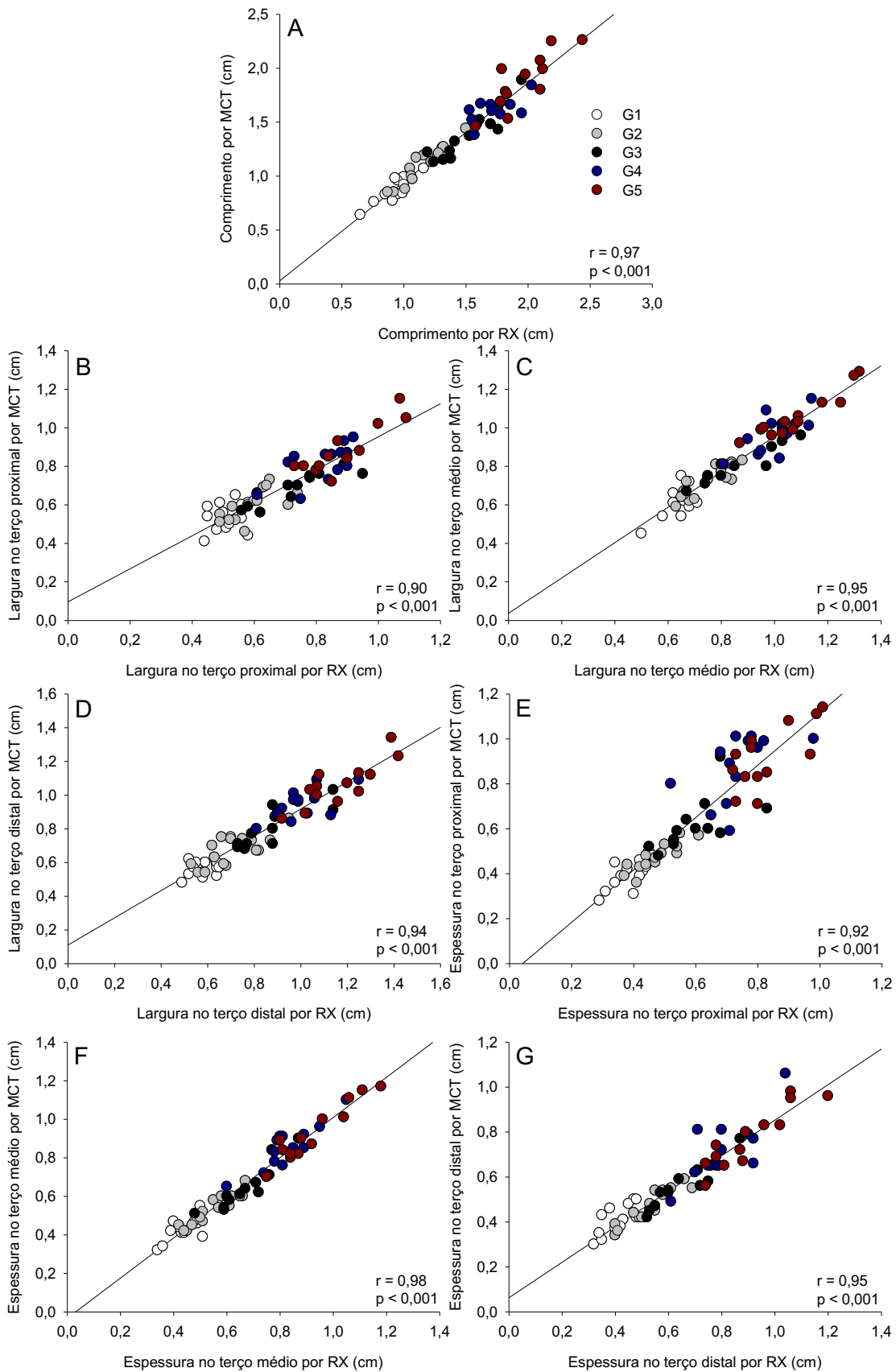


Figura 32. Correlação entre as medidas patelares obtidas em radiografia e medidas obtidas por MCT.

Apesar da grande precisão das medidas patelares obtidas com base nas equações que utilizam as medidas por avaliação radiográfica, sua utilização na prática cirúrgica pode apresentar limitações. Obter todas essas medidas em uma radiografia realizada em um animal vivo, principalmente as medidas de espessura, pode ser um grande desafio, além do fato de se trabalhar com uma patela que pode estar alterada. Okano *et al.* (2020) sugeriram a utilização de equações baseadas na massa corporal para determinar as dimensões da patela.

O presente trabalho apresenta uma nova alternativa que é usar a medida do comprimento da patela obtida por avaliação radiográfica para determinar as demais medidas da patela. As análises realizadas demonstraram que existe uma correlação muito forte entre as medidas de comprimento da patela obtida por avaliação radiográfica e as demais medidas obtidas pela MCT (Figura 33). Os coeficientes de correlação encontrados para essas análises no presente trabalho se mostraram mais fortes do que para a massa corporal encontrados no trabalho de Okano *et al.* (2020). Portanto, foram formuladas equações, a partir da análise de regressão linear (Tab. 18). Assim, com base nessas equações é possível determinar todas as medidas para prótese de patela utilizando apenas os valores de comprimento da patela em avaliação radiográfica.

O exame radiográfico da patela faz parte do diagnóstico e avaliação da LP (REZENDE *et al.*, 2016; KOWALESKI *et al.*, 2017). Dessa forma, a imagem radiográfica pode ser aproveitada para a realização da medida do comprimento da patela e na sequência a determinação das dimensões patelares baseadas nas equações propostas pelo presente trabalho.

Tabela 18. Equações para estimativa das dimensões da prótese de patela a partir das medidas do comprimento da patela por avaliação radiográfica

Mensuração	Equação
Comprimento da patela	$\text{Comprimento} = 0,0302 + (0,918 \times \text{comprimento RX})$
Largura no terço proximal da patela	$\text{Largura} = 0,210 + (0,340 \times \text{comprimento RX})$
Largura no terço médio da patela	$\text{Largura} = 0,229 + (0,421 \times \text{comprimento RX})$
Largura no terço distal da patela	$\text{Largura} = 0,145 + (0,406 \times \text{comprimento RX})$
Espessura no terço proximal da patela	$\text{Espessura} = -0,0973 + (0,519 \times \text{comprimento RX})$
Espessura no terço médio da patela	$\text{Espessura} = -0,0358 + (0,492 \times \text{comprimento RX})$
Espessura no terço distal da patela	$\text{Espessura} = 0,0433 + (0,374 \times \text{comprimento RX})$



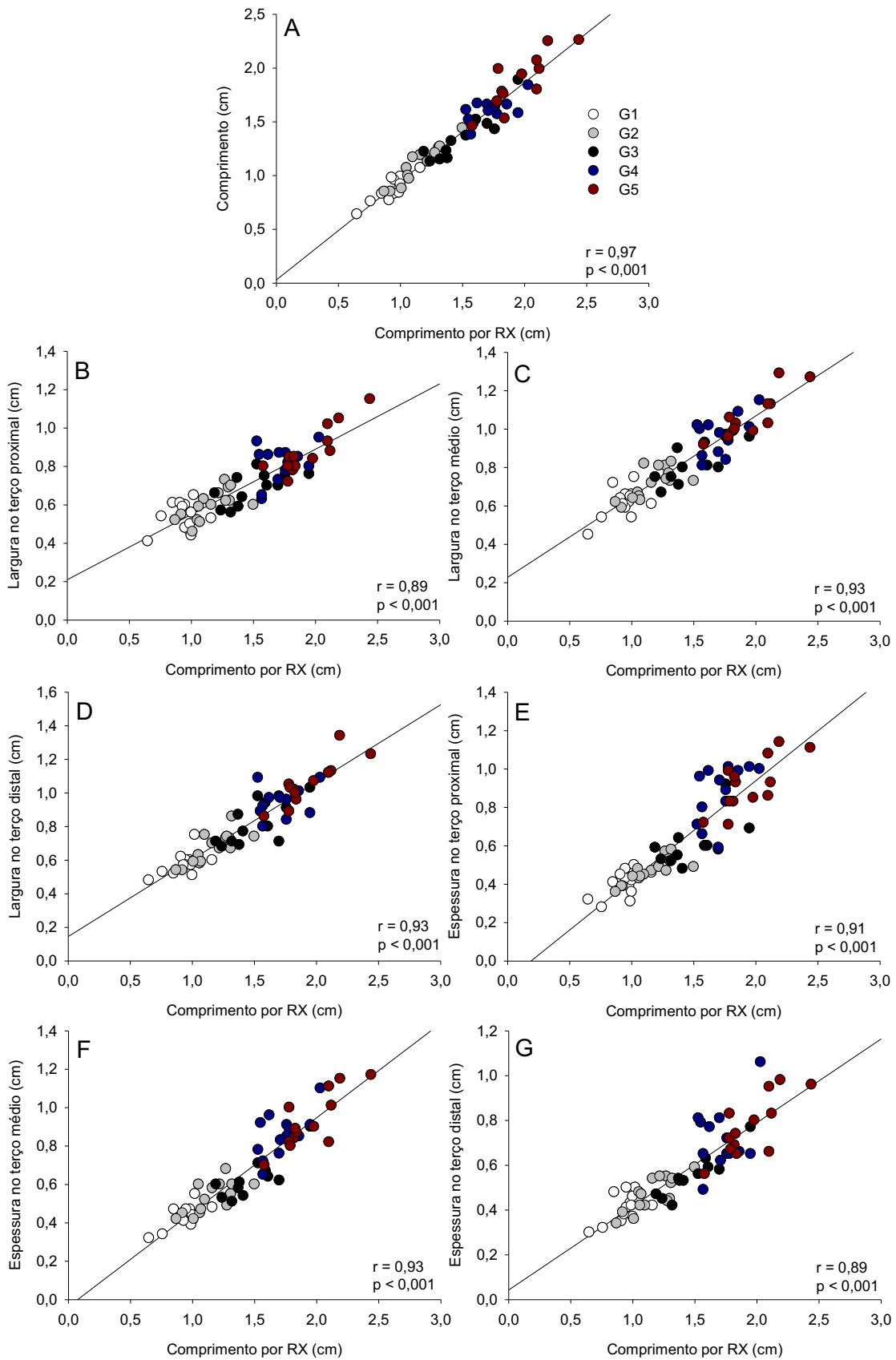


Figura 33. Correlação entre as medidas de comprimento da patela obtidas em radiografia e medidas obtidas por MCT.

Como mencionado na literatura consultada, as dimensões da patela já foram avaliadas em estudos anteriores em cães saudáveis (YASUKAWA *et al.*, 2016) e com LP (TOWLE *et al.*, 2005; YASUKAWA *et al.*, 2016). Entretanto, os autores (TOWLE *et al.*, 2005; YASUKAWA *et al.*, 2016) realizaram um menor número de medidas quando comparadas ao presente trabalho, além de apresentarem apenas um valor médio para todos os animais. Dessa forma, esses resultados não são suficientes para confecção de uma prótese. Posteriormente Okano *et al.* (2020) demonstraram as medidas de comprimento, largura e espessura da patela de cães, fornecendo maiores informações para a confecção da prótese de patela. As medidas realizadas por Okano *et al.* (2020) e no presente trabalho foram feitas em cães sem evidência clínica de afecção da articulação femorotíbiopatelar. Essa condição é importante, já que Yasukawa e colaboradores (2016) demonstraram que cães com luxação medial de patela possuem patela com dimensões menores quando comparadas às de cães saudáveis da mesma raça. Os autores sugerem que a incongruência entre a patela e o sulco troclear pode levar à hipoplasia patelar. Portanto, é necessário conhecer as medidas em cães sem LP como realizado no presente trabalho, uma vez que, segundo os autores acima mencionados, se essas medidas fossem realizadas em cães com LP, elas poderiam apresentar valores inferiores àqueles reais da patela.

Os resultados deste trabalho em conjunto com o trabalho de Okano *et al.* (2020) conduzem a algumas opções para confecção de prótese de patela para cães. A primeira a partir dos valores médios de cada categoria de massa corporal. Essa opção, torna o processo de produção da prótese de patela canina mais fácil e rápido, refletindo em menores custos de produção. A prótese pode ser previamente confeccionada e estocada. No momento de sua utilização, basta avaliar a que categoria de massa corporal o animal se encaixa para a seleção do tamanho da prótese. Um possível problema com essa opção, são os animais com massa corporal próxima ao limite de sua categoria. Por exemplo, um animal com a massa corporal de 30,1 Kg. Por uma diferença de 100 g ele entra em duas categorias diferentes. As variações, mesmo que milimétricas, entre as duas possíveis próteses para esse animal podem ser importantes para congruência e funcionamento adequado da articulação (DOKIC *et al.*, 2015). Além disso, animais com sobrepeso ou obesidade entrariam em uma categoria de peso acima do seu porte característico, levando a medidas superestimadas da patela.

A segunda opção, é a utilização das equações para se estimar as dimensões da prótese de patela a partir das medidas do comprimento da patela por avaliação radiográfica. Essa opção demanda maior tempo e provavelmente aumenta os custos de produção, porém é mais precisa. Após o diagnóstico da luxação de patela, será produzida uma prótese com tamanho específico para aquele cão, o que aumenta as chances de sucesso do procedimento. Com base nos resultados do presente estudo, a utilização das equações para determinação das dimensões da patela baseadas no comprimento da patela em radiografia se mostrou mais precisa na determinação do tamanho real da patela, portanto sua utilização é mais indicada do que as equações baseadas na massa corporal (Okano et al., 2020).

Atualmente existem diferentes marcas de próteses patelares humanas, Surgival<sup>®</sup>, Zimed<sup>®</sup>, Surg Tech<sup>®</sup>, Yijiabio<sup>®</sup> e KT Medical<sup>®</sup>. Já na Medicina Veterinária esse tipo de prótese ainda não está disponível para uso. A única opção é a prótese de sulco troclear Kyon<sup>®</sup>, que pode corrigir as alterações femorais provocadas pela LP, mas não corrige as lesões provocadas pela LP na patela (DAEMS *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2016; LARA *et al.*, 2018).

Além das dimensões, o material para confecção da prótese de patela é fundamental para o sucesso do tratamento (ROUSSOT e HADDAD, 2019). Como mencionado na literatura consultada, em humanos as próteses já foram construídas em diferentes materiais (WORRELL, 1979; STULBERG *et al.*, 1988; COLLIER *et al.*, 1996; ROBINSON, 2005; COLLIER *et al.*, 2007; SCHINDLER, 2012; DE RUITER *et al.*, 2017; NAKAMURA *et al.*, 2017; SOLARINO *et al.*, 2017; VERTULLO *et al.*, 2017). As várias vantagens e desvantagens desses materiais já foram descritas nesses trabalhos. A Medicina Veterinária deve aproveitar todo esse conhecimento produzido para escolher o material mais adequado para confecção da prótese de patela para o cão.

Uma limitação do presente trabalho foi não avaliar uma possível interferência do sexo e raça do animal nas medidas patelares. Esses fatores poderiam interferir nas dimensões da patela, porém até o presente momento essa interferência não foi demonstrada na literatura. Sugere-se que estudos futuros que tenham como objetivo avaliar dimensões da patela avaliem esses fatores. Além disso, as medidas patelares

também precisam ser avaliadas em outras espécies, visando a criação de próteses para diferentes animais.

As perspectivas são construir protótipos de prótese de patela a partir das equações que determinam as medidas das próteses de acordo com o comprimento da patela por avaliação radiográfica e testar a funcionalidade prática desses protótipos.

## 6. CONCLUSÃO

Nas condições desse estudo pode-se concluir que o tamanho da patela varia segundo a massa corporal do cão e estas medidas devem ser consideradas ao se planejar uma substituição protética. A microtomografia se mostrou a técnica mais sensível para avaliação das medidas patelares. Dentre as opções avaliadas, o uso das equações para determinação das dimensões da patela baseadas nas medidas do comprimento da patela por avaliação radiográfica mostra-se como a melhor opção. Além disso, as avaliações microestruturais da patela são importantes para o possível desenvolvimento de uma prótese fabricada com biomaterial.

## REFERÊNCIAS

ARMITAGE, P.; BERRY, G. The planning of statistical investigations. *In: **Statistical methods in medical research***. Oxford, Blackwell, 1987. p. 179-185.

ARTHURS, G. I.; LANGLEY-HOBBS, S. J. Complications associated with corrective surgery for patellar luxation in 109 dogs. **Vet Surg**, 35, n. 6, p. 559-566, Aug 2006.

AYATOLLAHI, M. R.; DAVARI, M. H.; SHIRAZI, H. A.; ASNAFI2, A. To Improve Total Knee Prostheses Performance Using Three-Phase Ceramic-Based Functionally Graded Biomaterials. **Frontiers in Materials**, 6, p. 1-9, 2019.

BIEWENER, A. A. Biomechanics of mammalian terrestrial locomotion. **Science**, 250, n. 4984, p. 1097-1103, Nov 23 1990.

BOONE, E. Trochlear recession wedge technique for patellar luxation: an experimental study. **J Am Anim Hosp Assoc**, 19, 1983.

BOSIO, F.; BUFALARI, A.; PEIRONE, B.; PETAZZONI, M.; VEZZONI, A. Prevalence, treatment and outcome of patellar luxation in dogs in Italy. A retrospective multicentric study (2009-2014). **Vet Comp Orthop Traumatol**, 30, n. 5, p. 364-370, Sep 12 2017.

BROWER, B. E.; KOWALESKI, M. P.; PERUSKI, A. M.; POZZI, A.; DYCE, J.; JOHNSON, K. A.; BOUDRIEAU, R. J. Distal femoral lateral closing wedge osteotomy as a component of comprehensive treatment of medial patellar luxation and distal femoral varus in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, 30, n. 01, p. 20-27, 2017.

CAMBER, A.-M. **Etiology of patellar luxation in small breed dogs**. 2017. - institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala

CAMPBELL, J. R.; POND, M. J. The canine stifle joint. II. Medical luxation of the patella. An assessment of lateral capsular overlap and more radical surgery. **J Small Anim Pract**, 13, n. 1, p. 11-18, Jan 1972.

CARPENTER, D. H., Jr.; COOPER, R. C. Mini review of canine stifle joint anatomy. **Anat Histol Embryol**, 29, n. 6, p. 321-329, Dec 2000.

CHEN, K.; DAI, X.; LI, L.; CHEN, Z.; CUI, H.; LV, S. Patellar resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. **J Orthop Surg Res**, 16, n. 1, p. 83, Jan 25 2021.

COLLIER, J. P.; SPERLING, D. K.; CURRIER, J. H.; SUTULA, L. C.; SAUM, K. A.; MAYOR, M. B. Impact of gamma sterilization on clinical performance of polyethylene in the knee. **J Arthroplasty**, 11, n. 4, p. 377-389, Jun 1996.

COLLIER, M. B.; ENGH, C. A., Jr.; MCAULEY, J. P.; ENGH, G. A. Factors associated with the loss of thickness of polyethylene tibial bearings after knee arthroplasty. **J Bone Joint Surg Am**, 89, n. 6, p. 1306-1314, Jun 2007.

DAEMS, R.; JANSSENS, L. A.; BEOSIER, Y. M. Grossly apparent cartilage erosion of the patellar articular surface in dogs with congenital medial patellar luxation. **Vet Comp Orthop Traumatol**, 22, n. 3, p. 222-224, 2009.

DE RUITER, L.; JANSSEN, D.; BRISCOE, A.; VERDONSCHOT, N. The mechanical response of a polyetheretherketone femoral knee implant under a deep squatting loading condition. **Proc Inst Mech Eng H**, 231, n. 12, p. 1204-1212, Dec 2017.

DECAMP, C. E.; JOHNSTON, S. A.; DÉJRDIN, L. M.; SCHAEFER, S. L. **Brinker, Piermattei and Flo's Handbook os Small Animal Orthopedics and Fracture Repair**. 5 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2016. 868 p.

DI DONA, F.; DELLA VALLE, G.; FATONE, G. Patellar luxation in dogs. **Vet Med (Auckl)**, 9, p. 23-32, 2018.

DISMUKES, D. I.; TOMLINSON, J. L.; FOX, D. B.; COOK, J. L.; WITSBERGER, T. H. Radiographic measurement of canine tibial angles in the sagittal plane. **Vet Surg**, 37, n. 3, p. 300-305, Apr 2008.

DOKIC, Z.; LORINSON, D.; WEIGEL, J. P.; VEZZONI, A. Patellar groove replacement in patellar luxation with severe femoro-patellar osteoarthritis. **Vet Comp Orthop Traumatol**, 28, n. 2, p. 124-130, 2015.

EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. **Miller`s Anatomy of the Dog**. 4 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2013.

FERNANDES, J. S.; APPOLONI, C. R.; FERNANDES, C. P. Determination of the representative elementary volume for the study of sandstones and siltstones by X-Ray microtomography. **Materials Research**, 15, n. 4, p. 662-670, 2012.

GIBBONS, S. E.; MACIAS, C.; TONZING, M. A.; PINCHBECK, G. L.; MCKEE, W. M. Patellar luxation in 70 large breed dogs. **J Small Anim Pract**, 47, n. 1, p. 3-9, Jan 2006.

HAYES, A. G.; BOUDRIEU, R. J.; HUNGERFORD, L. L. Frequency and distribution of medial and lateral patellar luxation in dogs: 124 cases (1982-1992). **J Am Vet Med Assoc**, 205, n. 5, p. 716-720, Sep 1 1994.

HENDERSON, R. The tibial compression mechanism: a diagnostic aid in stifle injuries. **JAAHA**, 4, p. 474-478, 1978.

HSIEH, J. **Computed tomography: principles, design, artifacts, and recent advances**. 2 ed. Bellingham: SPIE Press, 2009.

HULSE, D. A. The stifle joint. *In*: L., O. M. (Ed.). **Small Animal Orthopedics**. St Louis, MO, USA: Mosby, 1995. p. 395-404.

JAMSA, T.; KOIVUKANGAS, A.; RYHANEN, J.; JALOVAARA, P.; TUUKKANEN, J. Femoral neck is a sensitive indicator of bone loss in immobilized hind limb of mouse. **J Bone Miner Res**, 14, n. 10, p. 1708-1713, Oct 1999.

KAISER, S.; CORNELLY, D.; GOLDBERGER, W.; GARNER, M.; WAIBL, H.; BRUNNBERG, L. Magnetic resonance measurements of the deviation of the angle of force generated by contraction of the quadriceps muscle in dogs with congenital patellar luxation. **Vet Surg**, 30, n. 6, p. 552-558, Nov-Dec 2001.

KOWALESKI, M. P.; BOUDRIEU, R. J.; POZZI, A. Stifle joint. *In*: JOHNSTON, S. A. e TOBIAS, K. M. (Ed.). **Veterinary Surgery Small Animal**. 2 ed. St. Louis, MO, USA: Elsevier Saunders, 2017. p. 1071-1168.

L'EPLATTENIER, H.; MONTAVON, P. Patellar luxation in dogs and cats: pathogenesis and diagnosis. **COMPENDIUM ON CONTINUING EDUCATION FOR THE PRACTISING VETERINARIAN-NORTH AMERICAN EDITION-**, 24, n. 3, p. 234-240, 2002.

LAFOND, E.; BREUR, G. J.; AUSTIN, C. C. Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs. **J Am Anim Hosp Assoc**, 38, n. 5, p. 467-477, Sep-Oct 2002.

LANDIS, E. N.; KEANE, D. T. X-ray microtomography. **Materials characterization**, 61, n. 12, p. 1305-1316, 2010.

LARA, J. S. **Caracterização dos aspectos clínicos, epidemiológicos e lesões associadas à luxação de patela em cães atendidos no hospital veterinário no período de 2000 a 2010: estudo retrospectivo**. 2011. 56 f. (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.



LARA, J. S.; ALVES, E. G. L.; OLIVEIRA, H. P.; VARÓN, J. A. C.; REZENDE, C. M. F. Patellar luxation and articular lesions in dogs: a retrospective study research article. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 70, n. 1, p. 93-100, 2018.

LI, S.; CHEN, Y.; SU, W.; ZHAO, J.; HE, S.; LUO, X. Systematic review of patellar resurfacing in total knee arthroplasty. **Int Orthop**, 35, n. 3, p. 305-316, Mar 2011.

LIEBICH, H. G.; KÖNIG, H. E.; MAIERL, J. **Anatomia dos Animais Domésticos: Membros Pélvicos**. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LOMBARDI, A. V., Jr.; ENGH, G. A.; VOLZ, R. G.; ALBRIGO, J. L.; BRAINARD, B. J. Fracture/dissociation of the polyethylene in metal-backed patellar components in total knee arthroplasty. **J Bone Joint Surg Am**, 70, n. 5, p. 675-679, Jun 1988.

MACARI, S.; SHARMA, L. A.; WYATT, A.; DA SILVA, J. M.; DIAS, G. J.; SILVA, T. A.; SZAWKA, R. E.; GRATTAN, D. R. Lactation induces increases in the RANK/RANKL/OPG system in maxillary bone. **Bone**, 110, p. 160-169, May 2018.

MCKEE, M. W.; COOK, J. L. **BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Disorders: The stifle**. 1 ed. England: British Small Animal Veterinary Association, 2006.

MINNS, R. J.; WALLACE, W. A fully mobile patellar prosthesis: design, biomechanics and laboratory evaluation. **The Knee**, 4, n. 2, p. 93-104, 1997.

MOREY, D. F. Size, shape and development in the evolution of the domestic dog. **Journal of Archaeological Science**, 19, n. 2, p. 181-204, 1992.

MOSTAFA, A. A.; GRIFFON, D. J.; THOMAS, M. W.; CONSTABLE, P. D. Proximodistal alignment of the canine patella: radiographic evaluation and association with medial and lateral patellar luxation. **Vet Surg**, 37, n. 3, p. 201-211, Apr 2008.

NAKAMURA, S.; MINODA, Y.; NAKAGAWA, S.; KADOYA, Y.; TAKEMURA, S.; KOBAYASHI, A.; MIZOKAWA, S.; OHTA, Y.; TAKAHASHI, S.; YAMAMURA, K.; NAKAMURA, H. Clinical results of alumina medial pivot total knee arthroplasty at a minimum follow-up of 10years. **Knee**, 24, n. 2, p. 434-438, Mar 2017.

NIEMINEN, P.; FINNILA, M. A.; TUUKKANEN, J.; JAMSA, T.; MUSTONEN, A. M. Preservation of bone mass and biomechanical properties during winter sleep--the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) as a novel model species. **Bone**, 48, n. 4, p. 878-884, Apr 1 2011.

O'NEILL, D. G.; MEESON, R. L.; SHERIDAN, A.; CHURCH, D. B.; BRODBELT, D. C. The epidemiology of patellar luxation in dogs attending primary-care veterinary practices in England. **Canine genetics and epidemiology**, 3, n. 1, p. 1-12, 2016.

OKANO, B. S.; COLORADO, S. J.; DRUMMOND, L. R.; VARON, J. A. C.; CARMONA, E. O.; CORTEZE, A. A.; RODRIGUEZ, I. D. M.; REZENDE, C. M. F. Dimensões da patela relacionadas à massa corporal do cão para emprego na confecção de prótese: estudo em cadáver. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 72, n. 1, 2020.

PÉREZ, P.; LAFUENTE, P. Management of medial patellar luxation in dogs: what you need to know. **Veterinary Ireland Journal**, 4, n. 12, p. 634-640, 2014.

PETAZZONI, M., 2014, **Corrective osteotomies in treating patellar luxation in large breed dogs**. 175-176.

PRIESTER, W. A. Sex, size, and breed as risk factors in canine patellar dislocation. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 160, n. 5, p. 740-742, 1972.

PUTNAM, R. W. **Patellar luxation in the dog**. 1968. (master's thesis) -, University of Guelph, Ontario, Canada.

QUEIROZ, P. J.; SILVA, A. K.; FREITAS, S.; ASSIS, B.; SILVA, L. A. MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA: PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, 16, n. 29, 2019.

REZENDE, C. M. F.; TÔRRES, R. C. S.; NEPOMUCENO, A. C.; LARA, J. S.; VARÓN, J. A. C. **Canine Medicine – Recent Topics and Advanced Research: Patellar Luxation in Small Animals**. London: InTEC, 2016.

ROBINSON, R. P. The early innovators of today's resurfacing condylar knees. **J Arthroplasty**, 20, n. 1 Suppl 1, p. 2-26, Jan 2005.

ROUSH, J. K. Canine patellar luxation. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, 23, n. 4, p. 855-868, Jul 1993.

ROUSSOT, M. A.; HADDAD, F. S. The evolution of patellofemoral prosthetic design in total knee arthroplasty: how far have we come? **Efort Open Reviews**, 4, 2019.

SAUER, A.; THORWAECHTER, C.; DUPRAZ, I.; MAAS, A.; STEINBRUECK, A.; GRUPP, T. M.; WOICZINSKI, M. Isolated effects of patellar resurfacing in total knee

arthroplasty and their relation to native patellar geometry. **Sci Rep**, 12, n. 1, p. 12979, Jul 28 2022.

SCHINDLER, O. S. The controversy of patellar resurfacing in total knee arthroplasty: Ibisne in medio tutissimus? **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, 20, n. 7, p. 1227-1244, Jul 2012.

SEEBECK, J.; GOLDHAHN, J.; STADELE, H.; MESSMER, P.; MORLOCK, M. M.; SCHNEIDER, E. Effect of cortical thickness and cancellous bone density on the holding strength of internal fixator screws. **Journal of Orthopaedic Research**, 22, p. 1237-1242, 2004.

SOLARINO, G.; PICONI, C.; DE SANTIS, V.; PIAZZOLLA, A.; MORETTI, B. Ceramic Total Knee Arthroplasty: Ready to Go? **Joints**, 5, n. 4, p. 224-228, Dec 2017.

STOCK, S. X-ray microtomography of materials. **International Materials Reviews**, 44, n. 4, p. 141-164, 1999.

STULBERG, S. D.; STULBERG, B. N.; HAMATI, Y.; TSAO, A. Failure mechanisms of metal-backed patellar components. **Clin Orthop Relat Res**, n. 236, p. 88-105, Nov 1988.

SUFFO, M.; REVENGA, C. Biomechanical Analysis of Non-Metallic Biomaterial in the Manufacture of a New Knee Prosthesis. **Materials (Basel)**, 14, n. 20, Oct 10 2021.

THRALL, D. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 6 ed. São Paulo: GEN Guanabara Koogan, 2014.

TOMLINSON, J.; FOX, D.; COOK, J. L.; KELLER, G. G. Measurement of femoral angles in four dog breeds. **Vet Surg**, 36, n. 6, p. 593-598, Aug 2007.

TOWLE, H. A.; GRIFFON, D. J.; THOMAS, M. W.; SIEGEL, A. M.; DUNNING, D.; JOHNSON, A. Pre- and postoperative radiographic and computed tomographic evaluation of dogs with medial patellar luxation. **Vet Surg**, 34, n. 3, p. 265-272, May-Jun 2005.

TUUKKANEN, J.; WALLMARK, B.; JALOVAARA, P.; TAKALA, T.; SJOGREN, S.; VAANANEN, K. Changes induced in growing rat bone by immobilization and remobilization. **Bone**, 12, n. 2, p. 113-118, 1991.

VERTULLO, C. J.; LEWIS, P. L.; GRAVES, S.; KELLY, L.; LORIMER, M.; MYERS, P. Twelve-Year Outcomes of an Oxinium Total Knee Replacement Compared with the Same Cobalt-Chromium Design: An Analysis of 17,577 Prostheses from the Australian

Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. **J Bone Joint Surg Am**, 99, n. 4, p. 275-283, Feb 15 2017.

WHEDON, G. D. Disuse osteoporosis: physiological aspects. **Calcif Tissue Int**, 36 Suppl 1, p. S146-150, 1984.

WILLAUER, C. C.; VASSEUR, P. B. Clinical results of surgical correction of medial luxation of the patella in dogs. **Vet Surg**, 16, n. 1, p. 31-36, Jan-Feb 1987.

WORRELL, R. V. Prosthetic resurfacing of the patella. **Clin Orthop Relat Res**, n. 144, p. 91-97, Oct 1979.

YASUKAWA, S.; EDAMURA, K.; TANEGASHIMA, K.; SEKI, M.; 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**, 29, n. 1, p. 29-38, 2016.

## ANEXO 1 – Ofício CEUA



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA**

OF. CIRC. CEUA-001/17

Belo Horizonte, 20 de setembro de 2017.

Sr (a)  
 Prof (a).  
 Chefe do  
 Diretor do(a)

Prezados Diretores e Chefes de Departamentos,

A Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMG vem informar os pareceres do CONCEA sobre pesquisa sem manipulação de animais vivos.

Na 32ª reunião ordinária do CONCEA, parecer sobre:

*A) A utilização de métodos alternativos em ensino e pesquisa é um esforço que vem sendo aplicado pela implantação da Lei Arouca (nº 11.794 de 8 de outubro de 2008), para se obter a redução, refinamento e substituição de animais vivos em diferentes situações e treinamentos. De acordo com essa Lei, em seu artigo 3º entende-se por experimentos – procedimentos efetuados em animais vivos, visando à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas.*

*Assim, para todos os questionamentos que envolvem cadáveres ou as suas partes, a resposta é: **Não há necessidade de obter a autorização da CEUA para os procedimentos listados.** No entanto, recomenda-se que o pesquisador tenha todos os documentos que indiquem e autenticam a origem e regularidade da coleta do material, quer seja os termos de consentimento ou de doação do proprietário do animal, ou aqueles que comprovem a sua aquisição dos cadáveres em Centros de Controle de Zoonoses ou aqueles derivados da coleta de animais silvestres (cópia da licença emitida pelo SISBIO) ou proveniente de abate humanitário ou outras situações aqui não descritas. Em todos os casos, o óbito deve ter ocorrido por causa natural ou eutanásia devido a outros propósitos que não o de pesquisa científica e ensino.*

*Salienta-se a necessidade de uma prática ética com respeito, nas aulas com animais, tanto nos vivos, como em cadáveres, para estimular um aprendizado com competência técnica e humanística.*

Na 36ª reunião ordinária do CONCEA, parecer sobre:

*Todos os questionamentos que envolvem exemplares já depositados em coleções científicas, sem manipulação de animal vivo, a resposta é: Não há necessidade de obter a autorização da CEUA.*

*A) A utilização de métodos alternativos em ensino e pesquisa é um esforço que vem sendo aplicado pela implantação da Lei Arouca (nº 11.794 de 8 de outubro de 2008), para se obter a redução, refinamento e substituição de animais vivos em diferentes situações e treinamentos. De acordo com essa Lei, em seu artigo 3º entende-se por experimentos – procedimentos efetuados em animais vivos, visando à*

A CEUA tem novo site: <http://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>.

E-mail : [cetea@prpq.ufmg.br](mailto:cetea@prpq.ufmg.br)

Endereço: *Unidade Administrativa II, 2º. andar, sala 2005.*

Tel. 3409-4516, Fax: 3409-4592



**Universidade Federal de Minas Gerais  
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA**

*elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas.*

*Assim, para todos os questionamentos que envolvem peças de abatedouro, dentes, entre outros, sem manipulação de animal vivo, a resposta é: **Não há necessidade de obter a autorização da CEUA para os procedimentos listados.** No entanto, recomenda-se que o pesquisador tenha todos os documentos que indiquem e autenticam a origem e regularidade da coleta do material, quer seja os termos de consentimento ou de doação do proprietário do animal, ou aqueles que comprovem a sua aquisição.*

A CEUA esclarece que nesses casos **não** emitirá certificados ou declarações. Caso os pesquisadores desejem obter certificados **deverão** submeter seus protocolos para análise, antes de iniciar a pesquisa.

Sendo o que nos apresenta no momento, ficamos à sua inteira disposição para outros esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente

Profa. Cleuza Maria de Faria Rezende  
Coordenadora da CEUA/UFMG