

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM  
Centro De Ciências Agrárias  
Departamento de Medicina Veterinária  
Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal

AILLA INACIO DA CRUZ

AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA ARTICULAÇÃO COXOFEMORAL DE FELINOS  
DOMÉSTICOS

UMUARAMA  
ESTADO DO PARANÁ  
AGOSTO/ 2021

AILLA INACIO DA CRUZ

Avaliação radiográfica da articulação coxofemoral de felinos domésticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal do Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Veterinária.

Área de concentração: Diagnóstico por Imagem

Linha de pesquisa: Saúde Animal

Orientador: Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Junior

UMUARAMA  
ESTADO DO PARANÁ  
AGOSTO/ 2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

C957a	<p>Cruz, Ailla Inacio da Avaliação radiográfica da articulação coxofemoral de felinos domésticos / Ailla Inacio da Cruz. – Umuarama, PR, 2021. 43 f.igs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Junior. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal, 2021.</p> <p>1. Displasia coxofemoral. 2. Ângulo de Norberg. 3. Radiologia - Animais domésticos. 4. Gatos. 5. Doença articular degenerativa - Felinos. I. Pereira Junior, Oduvaldo Câmara Marques, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 636.0891</p>
-------	---

Ademir Henrique dos Santos - CRB-9/1065

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Ailla Inacio da Cruz

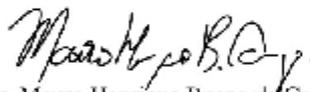
Avaliação Radiográfica da Articulação  
Coxofemoral de Felinos Domésticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Veterinária pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

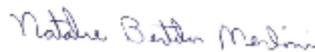
### COMISSÃO JULGADORA



Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Junior  
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)



Prof. Dr. Mauro Henrique Bueno de Camargo  
Universidade Estadual de Maringá (Membro)



Profa. Dra. Natálie Bertelís Merlini  
Universidade Paranaense-UNIPAR (Membro)

Aprovada em: 26 de agosto de 2021.

Local da defesa: Remota.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos pais Eliane e Dirceu que sempre me deram apoio e estiveram ao meu lado. A minha avó Madalena, que sempre me apoiou e rezou por mim. Ao meu avô Alípio (in memoriam), que sempre incentivou meus estudos, sei que está orgulhoso e olhando por mim.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me proporcionar o cumprimento dessa etapa tão desejada;

A minha família por sempre apoiarem minhas decisões, em especial meus pais, Dirceu e Eliane, inspirações da minha vida.

Ao meu noivo Giovani que sempre esteve ao meu lado, com apoio e paciência.

Aos meus patrões Tânia e Paulo, minha colega Camila, por me apoiarem e auxiliarem, tornando essa pesquisa possível. Aos demais colegas de trabalho pela compreensão.

Ao professor Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Junior por todo o conhecimento e sabedoria partilhados e por não cessar em me auxiliar e apoiar na caminhada.

Aos professores Dr Mauro H. Bueno. Dra Natalie B. Merlini, Dra Sheila Rezler Wosiacki, Dr. Juliano De Conti; por todo o conhecimento partilhado e pelas importantes considerações.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal que desenvolveram um excelente trabalho durante as disciplinas;

Aos colegas de turma pela parceria e conhecimentos compartilhados.

A Universidade Estadual de Maringá.

## **Avaliação Radiográfica da Articulação Coxofemoral de Felinos Domésticos**

### **RESUMO**

As doenças ortopédicas são comuns em felinos, sendo que a doença articular degenerativa (DAD) tem um padrão de incidência nos pacientes que varia de 19 a 92%. A displasia coxofemoral (DCF) associada a DAD da articulação coxofemoral tem uma incidência de 6,6% em gatos sem raça definida chegando a 32% em felinos de raça pura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar radiograficamente as articulações coxofemorais de felinos domésticos clinicamente saudáveis e estabelecer parâmetros radiográficos da normalidade quanto ao ângulo de Norberg (AN) e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular (PCCF), bem como determinar a prevalência de DAD em felinos clinicamente saudáveis. 80 felinos foram avaliados clinicamente e radiografados sob sedação. 146 articulações coxofemorais foram avaliadas. 16,43% dos animais apresentaram sinais de DCF. O AN de felinos livres de displasia é  $\geq 94,4^\circ$  e o PCCF é  $\geq 57,5\%$ , enquanto a prevalência de DAD foi de 22% em felinos não claudicantes.

**Palavras-chave:** Ângulo de Norberg, radiologia, gato, doença articular degenerativa.

### **ABSTRACT**

Orthopedic diseases are common in felines and degenerative joint disease (DJD) has an incidence pattern in patients ranging from 19 to 92%. Hip dysplasia (HD) associated with DJD of the hip joint has an incidence of 6.6% in mixed breed cats reaching 32% in purebred cats. This study aimed to evaluate radiographically the coxofemoral joints of clinically healthy domestic cats and establish normal radiographic parameters regarding the Norberg angle (NA) and the percentage of coverage of the femoral head by the acetabular edge (PCFH), as well as to determine the prevalence of DJD in cats clinically healthy. 80 cats were clinically evaluated and radiographed under sedation. 146 hip joints were evaluated. 16,43% of the animals showed signs of HD. The NA of dysplasia-free felines is  $\geq 94,4^\circ$  and the PCFH is  $\geq 57,5^\circ$  while the prevalence of DJD was 22% in non-claudicating cats.

**Keywords:** Norberg angle, radiology, cat, degenerative joint disease.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AN: Ângulo de Norberg

AUC: Área sob a curva

DAD: Doença Articular Degenerativa

DCF: Displasia coxofemoral

OA: Osteoartrite

PCCF: Porcentagem de cobertura da cabeça femoral

SRD: Sem raça definida

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Imagem Radiográfica da articulação coxofemoral de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração ângulo de Norberg, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor.....17.
- Figuras 2:** Imagem Radiográfica e seu destaque das articulações coxofemorais de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração da porcentagem da cobertura da cabeça femoral, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor.....18.
- Figura 3:** Gráfico de caixas do ângulo de Norberg (°) mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticadas por achados radiográficos. ....26.
- Figura 4:** Gráfico de caixas da porcentagem de cobertura da cabeça femoral mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticados por achados radiográficos. ....27.
- Figura 5:** Curva de característica de operação de receptor (ROC) para o (A) ângulo de Norberg (°) e para a (B) porcentagem de cobertura da cabeça femoral (%). ....28.

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1:** Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações que apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral de felinos domésticos sem raça definida avaliados.....21.

**Quadro 2:** Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações radiograficamente livres de displasia coxofemoral de felinos domésticos sem raça definida avaliados. Articulações de felinos sem sinais radiográficos de displasia coxofemoral.....21.

**Quadro 3:** Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações que apresentaram sinais radiográficos de doença articular degenerativa, independentemente da ocorrência de displasia coxofemoral, de felinos domésticos sem raça definida avaliados.....24.

**Quadro 4:** Parâmetros estimados a partir da curva de característica de operação de receptor (ROC) para o ângulo de Norberg (°) e para a porcentagem de cobertura da cabeça femoral para diagnóstico de displasia coxofemoral.....28

## SUMÁRIO

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. JUSTIFICATIVA .....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
4.1 Análise Estatística .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5. RESULTADOS.....	20
6. DISCUSSÃO .....	299
7. CONCLUSÕES .....	311
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
9. ANEXOS.....	34
PARTE II – ARTIGO CIENTÍFICO .....	36

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As doenças ortopédicas são comuns em pacientes felinos, porém não tão bem diagnosticadas, como nos pacientes caninos (KIMURA, 2020). Os gatos têm uma grande facilidade em mascarar os sinais clínicos, compensando o comprometimento funcional, o que pode dificultar ou impedir que os tutores percebam a alteração. Além disso, o temperamento felino muitas vezes pode tornar o manejo e, como consequência, o exame físico e ortopédico, de difícil execução (KLINCK et al., 2012; PERRY, 2016).

A doença articular degenerativa (DAD) é usada como um termo geral para descrever tanto a osteoartrite (OA) como a espondilose deformante (KIMURA, 2020) e vem sendo estudada e observada há muito tempo, sendo encontrada até mesmo em fósseis de dinossauros (COSTA, 2018). Relacionada com o aumento de expectativa de vida (PIERMATTEI et al., 2006), fator predisponente importante da OA em humanos (MUSUMECI et al., 2015) e também em felinos (FREIRE ET AL., 2014; LEIJON et al.;2017; KLINCK, 2018), podendo acometer todos os mamíferos (LASCELLES, 2010).

A OA é caracterizada por dor, inchaço e rigidez das articulações por conta de uma alteração e perda de cartilagem articular (KITANAKA et al.; 2017). Com a progressão da doença, observa-se a destruição de um ou mais componentes da articulação: cartilagem, osso subcondral, ligamentos e cápsula articular (LASCELLES, 2010; KITANAKA et al.; 2017).

Segundo estudos anteriores, a doença articular degenerativa nos gatos têm uma incidência de 19 a 92% (LASCELLES, 2010). Hardie, et al., 2002, por exemplo, avaliou radiografias de 100 felinos domésticos com idade superior a 12 anos e observou doença articular degenerativa em 90% deles. Apesar desta alta prevalência, pouco se sabe sobre a etiologia e patogênese da doença em gatos (BENNETT et al., 2012, LEIJON et al.;2017).

A DAD pode ser caracterizada como primária ou secundária (COSTA, 2018). Nos pacientes felinos, a causa principal não foi totalmente elucidada, sugerindo que os casos sejam primários ou idiopáticos (LASCELLES, 2010). A OA está relacionada com o envelhecimento fisiológico do animal e com a DAD primária, que ocorre frequentemente em animais mais velhos (LASCELLES, 2010). A utilização dos termos primário e idiopático, se deve ao fato da ausência de uma etiologia verdadeira, como por exemplo alterações genéticas (BENNETT *et al.*, 2012).

A DAD secundária pode estar correlacionada com causas congênitas, infecciosas, inflamatórias, traumáticas, nutricionais, imunomediadas (LASCELLES, 2010), mucopolissacaridose, luxação patelar medial, acromegalia, osteocondrodisplasia do Scottish fold, e outras artropatias (BENNETT *et al.*, 2012). A obesidade também tem sido sugerida como fator de

predisposição (GAO, 2013), porém a etiologia da maioria dos felinos com DAD é desconhecida (GAO, 2013; LEY *et al.*, 2021)

Estudos sugerem que 13% dos casos de DAD se relacionam com o trauma, o que é difícil de ser confirmado, já que ao longo da vida do felino podem ocorrer lesões não notados pelo tutor, além de pequenos traumas repetitivos na mesma articulação que poderiam dar origem a DAD de origem traumática (BENNET *et al.*, 2012). Por outro lado, a displasia coxofemoral associada a doença articular degenerativa da articulação coxofemoral já se encontra melhor elucidada (BENNET *et al.*, 2012). A incidência de ambas nos gatos domésticos varia de 6,6% em gatos sem raça definida (KELLER, 1999), chegando a 32% em felinos de raça pura, dentre os quais 60% apresentaram doença articular degenerativa (LANGENBACH *et al.*, 1998).

A displasia coxofemoral (DCF) é uma afecção articular devido ao crescimento ou desenvolvimento anormal da articulação coxofemoral e manifesta-se por instabilidade, frouxidão de tecidos moles, má formação acetabular e da cabeça femoral e OA (SPILLER *et al.*, 2015).

A herdabilidade nos felinos ainda não foi documentada especificamente, porém a DCF foi relatada em mais de um filhote da mesma ninhada (RABIN, 1994) e um papel genético deve ser considerado (LODER & TODHUNTER, 2018). O alto grau da afecção em algumas raças pode se dar por um fator genético, já que a DCF é reconhecida como uma doença hereditária em várias espécies e raças puras com um elevado grau de afiliação, resultado de uma base mais estreita de genes (KELLER *et al.*, 1999). Já nos animais mestiços o gene da displasia pode circular livremente em toda a população, pois não existe um controle dos cruzamentos (SPILLER *et al.*, 2015).

Entre os felinos de raça pura, os mais predispostos a desenvolver DCF são os Maine Coon e conseqüentemente, os que mais apresentam evidências de OA nessas articulações (KELLER *et al.*, 1999 e BENNET *et al.*, 2012). De acordo com Loder e Todhunter (2018), que avaliaram mais de 2700 felinos da raça Maine Coon, 24,9% dos animais apresentaram DCF, sendo mais comum em machos. Neste estudo, o animal mais jovem apresentou sinais com quatro meses e os sinais mais severos da doença foram mais comuns em animais mais velhos. 56% dos felinos avaliados apresentaram displasia coxofemoral bilateral, com sinais mais graves comparados aos achados displásicos unilaterais (LODER e TODHUNTER, 2018). Já LOW *et al.* 2019, observou, nos mais de 5000 Maine Coon avaliados, uma prevalência de 37,4% de DCF, sem predileção sexual, mas com maior gravidade em pacientes mais velhos e com maior massa corporal.

Os Himalaias e Persas também possuem maior probabilidade de serem afetados (KELLER *et al.*, 1999). Em contrapartida, Spiller *et al.* (2015) verificaram não existir predisposição sexual, porém Hayes (1979) e Koeppel (1990), citados por Perry (2016) relataram uma maior evidência em fêmeas do que em gatos machos.

Outro fator que pode estar associado é o porte do animal, já que nessas três raças os animais têm maior peso, o que causa uma maior sobrecarga nas articulações coxofemorais e pode ser um fator contribuinte para o desenvolvimento da OA. Esse fato poderia explicar a distribuição da DCF entre animais de raças puras e mestiças (KELLER *et al.*, 1999 e SPILLER *et al.*, 2015).

Por ter traços poligênicos, o ambiente, embora não cause a doença, pode modificar ou exacerbar a manifestação fenotípica (KELLER *et al.*, 1999).

A radiografia é o método primário para diagnóstico de OA em humanos e também em felinos (COSTA, 2018). Em gatos domésticos, a OA apendicular é identificada radiograficamente pela presença de osteófitos, entesófitos, radiopacidade subcondral aumentada, inchaço dos tecidos moles e mineralização do tecido articular (LASCELLES, 2010, KIMURA, 2020).

Os sinais radiográficos da DCF comuns em todas as espécies incluem arrasamento acetabular, incongruência articular, com vários graus de luxação, deformação da cabeça e colo femoral e sinais de artrose em casos mais graves (THRALL, 2016; SPILLER *et al.*, 2015). Os aspectos radiográficos da DCF em felinos são distintos, e incluem acetábulo raso com proliferação óssea e remodelamento, envolvendo a margem acetabular crânio-dorsal e uma mínima remodelação de colo femoral (KELLER *et al.*, 1999, LAI *et al.*, 2019).

A cobertura femoral pelo acetábulo deve ser de 50% nos cães, de modo que, quando ocorrerem valores inferiores a este, pode-se considerar que o animal tem DCF (SPILLER *et al.*, 2015). Alguns felinos apresentam valores inferiores e os sinais radiográficos de DAD nem sempre são observados, sugerindo que somente o arrasamento acetabular não é parâmetro definitivo para diagnóstico de DCF em felinos (SPILLER *et al.*, 2015).

O neonato canino nasce com uma conformação articular normal, e os animais geneticamente predispostos, apresentam mudanças entre 30 e 60 dias de vida, levando a um desenvolvimento articular anormal. A sequência de eventos e o tempo em que as modificações articulares ocorrem nos felinos não é bem descrita (PERRY, 2016). Entretanto Keller *et al.* (1999) sugere que a displasia coxofemoral felina está associada a um acetábulo raso, sendo uma causa importante para o desenvolvimento da OA.

Um estudo ultrassonográfico de articulação coxofemoral de filhotes felinos foi realizado com objetivo de avaliar a frouxidão articular nessa espécie, por meio de um ângulo  $\alpha$ , relacionado a profundidade acetabular, e obteve um valor médio angular de  $62,41^\circ \pm 1,76$ , menor que o observado nos cães (MIRANDA *et al.*, 2019).

Gatos possuem acetábulos mais rasos (MIRANDA *et al.*, 2019), como já observado por Keller *et al.* (1999) e, como consequência, um ângulo de Norberg menor, assim como um ângulo  $\alpha$  mais baixo.

No estudo realizado em 1998 por Langenbach *et al.* observou-se uma variação de 56° a 105° no ângulo de Norberg, com uma média de 84° em felinos com doença articular degenerativa e de 95° em felinos sem DAD. O índice de distração variou de 0,2 a 0,84, tendo uma média de 0,6 para gatos com DAD, significativamente maior que a dos gatos sem DAD. Felinos com frouxidão ligamentar tiveram uma maior probabilidade de DAD, conforme medido pelo ângulo de Norberg e índice de distração.

De acordo com Valastro *et al.*, 2019, a medição do índice de distração em gatos não é considerada confiável pois possuem uma frouxidão articular maior do que os cães.

Outro método utilizado em cães para quantificar a displasia é o índice de subluxação dorsolateral da cabeça femoral e foi avaliado em felinos por Valastro *et al.* (2019) e comparada ao ângulo de Norberg. Das 164 articulações avaliadas, 74 foram negativas para displasia coxofemoral pela medida do ângulo de Norberg, porém destes, 32% seriam considerados displásicos pelo método da subluxação dorsolateral.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar radiograficamente as articulações coxofemorais em uma população limitada de felinos domésticos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar o ângulo de Norberg das articulações coxofemorais de felinos domésticos musculoesqueleticamente saudáveis.
- Determinar o percentual de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular em felinos domésticos musculoesqueleticamente saudáveis.
- Determinar a prevalência de doença articular degenerativa em articulação coxofemoral de felinos domésticos não claudicantes.

## **3. JUSTIFICATIVA**

Existem ainda hoje poucos trabalhos relacionados ao ângulo de Norberg e ao percentual de cobertura da cabeça femoral pelo acetábulo em felinos na literatura, especialmente com relação a

felinos sem raça definida no Brasil. O presente trabalho propôs a determinação destes parâmetros radiográficos para a avaliação das articulações coxofemorais em felinos domésticos sem raça definida, de forma a auxiliar na determinação da ocorrência da displasia coxofemoral, subdiagnosticada na rotina clínica.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 80 felinos adultos, esqueleticamente maduros, sem raça definida (SRD), de ambos os sexos, sem queixa de doença musculoesquelética, admitidos a uma clínica veterinária particular na cidade de Maringá-Pr para procedimentos diversos, devidamente aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Maringá, sob o número do protocolo CEUA 7353120820 (anexo).

Os animais foram submetidos a avaliação clínica para verificar a existência de distúrbios locomotores. Exame ortopédico de rotina focando, em particular, no quadril para identificar crepitação articular, limitações de movimento articular e avaliação da sensibilidade dolorosa foram realizados. Exames funcionais dos quadris (abdução, flexão e extensão) foram repetidos com os animais sob sedação, assim como o teste Ortolani.

Os critérios de exclusão foram gestação, lactação, afecção ortopédica anterior conhecida, doenças infecciosas / inflamatórias de sistema locomotor, metabólicas e nutricionais suspeitadas ao exame físico e presença de contraindicações para sedação.

Projeções radiográficas ventrodorsal e lateral de ambos os quadris foram realizadas sob sedação. A mediação de escolha foi associação de metadona (0,5mg/kg) e acepromazina (0,03mg/kg) via intramuscular. Os membros foram estendidos e ligeiramente rotacionados medialmente, de acordo com o padrão estabelecido pela OFA (Fundação Ortopédica para Animais). Para a obtenção das imagens utilizou-se o sistema de radiologia computadorizada composto pelo aparelho de raios-x Sedecal Vet Toshiba e processadora de imagens digitais Vita Flex Carestream. Após a realização do exame radiográfico, as imagens foram avaliadas por meio do software Carestream Image Suite 4.0.

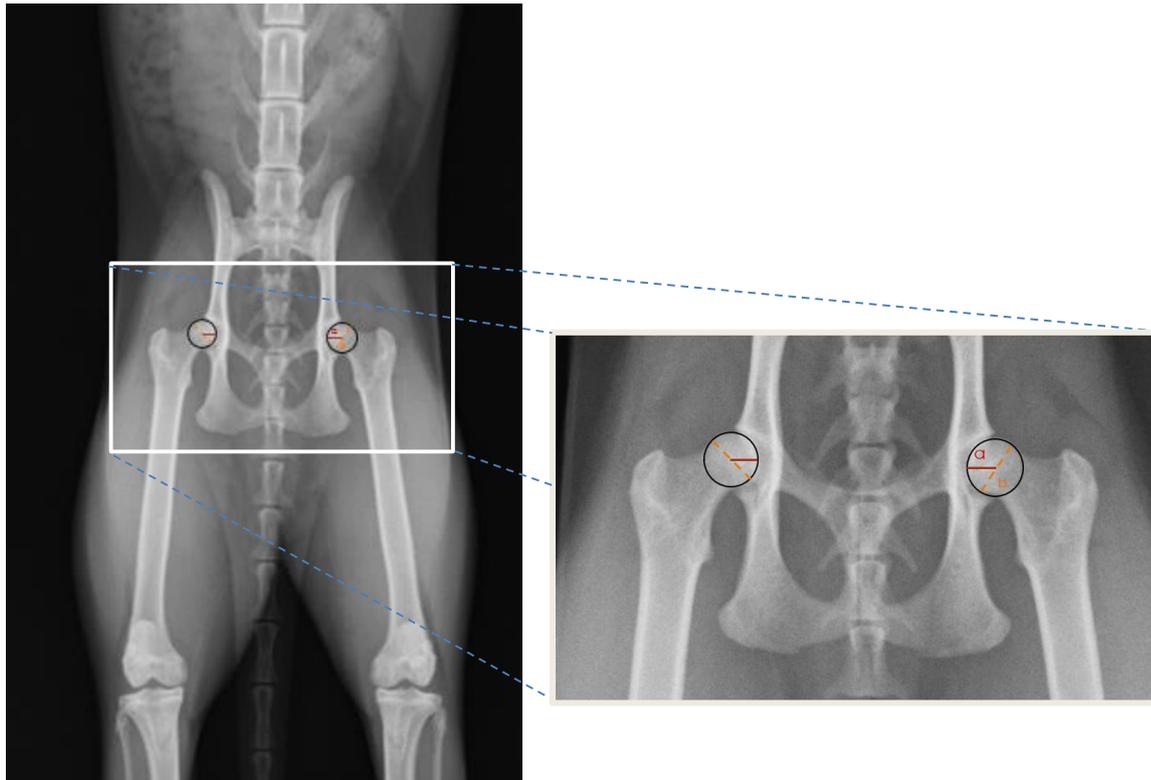
Imediatamente após a realização do exame radiográfico o paciente foi encaminhado para o procedimento previamente programado. Ovariohisterectomia, orquiectomia eletivas e sondagem uretral estão entre os principais.

Nas imagens radiográficas obtidas em projeção ventrodorsal foram realizadas a análise do ângulo de Norberg de ambas as articulações coxofemorais dos animais (Figura 1), bem como a aferição do percentual de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular. O percentual de cobertura da cabeça femoral (PCCF) foi calculado segundo a fórmula:  $PCCF = (a/b) \times 100$ , em que a=comprimento da cabeça femoral posicionada dentro do acetábulo e b= diâmetro da cabeça do fêmur (VIEIRA *et al.*, 2010) (Figuras 2).

Os resultados obtidos das análises de animais que apresentaram sinais radiográficos de doença articular degenerativa em uma ou ambas articulações coxofemorais foram separados em um grupo distinto e não foram avaliados em conjunto com os dados dos animais radiograficamente livres de doença articular degenerativa.



Figura 1: Imagem Radiográfica da articulação coxofemoral de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração ângulo de Norberg, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor, 2021.



Figuras 2: Imagem Radiográfica e seu destaque das articulações coxofemorais de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração da porcentagem da cobertura da cabeça femoral, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor, 2021.

#### 4.1 Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas por um cientista de dados no software R com o ambiente de desenvolvimento integrado RStudio (Version 4.0.2 (2020-06-22), RStudio, Inc.). As funções e os pacotes foram apresentados no formato “função{pacote}” e considerou-se significância de 5% em todos os testes.

Inicialmente as articulações dos animais foram classificadas em dois grupos, sendo eles: displásicas ou não displásicas devido aos achados radiográficos qualitativos. Em seguida, para investigar se o ângulo de Norberg e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral eram diferentes entre os grupos foi usado o teste t não pareado bicaudal (“t.test{stats}”). Para determinar um ponto de corte ótimo no diagnóstico da displasia, duas curvas de característica de operação de receptor (ROC; “roc{pROC}”) foram conduzidas aplicando os grupos (displásico e não displásico) como variável referencial e o ângulo de Norberg ou a porcentagem de cobertura da cabeça femoral como valores preditivos. O ponto de corte ótimo foi estimado pelo maior valor de acordo com o índice

de Youden que considera a máxima expressão da especificidade e sensibilidade concomitantemente (“ci.coords{pROC}”). Com propósito de identificar articulações classificadas por resultado falso-positivos e falso-negativos foi estimada a zona de incerteza diagnóstica pelo intervalo de confiança de 95% do índice de Youden replicando a amostra 1.001 vezes pelo método de bootstrap (“ci.coords{pROC}”). Para avaliar a acurácia do método de predição da displasia pelo ângulo de Norberg e pela porcentagem de cobertura da cabeça femoral foi estimado a área sob a curva (AUC) de cada curva ROC e seu respectivo intervalo de confiança de 95% replicando a amostra 1.001 vezes pelo método de bootstrap (“ci.auc{pROC}”). AUC  $\geq 0,95$  são assumidas como alta acurácia (STREINE, 2003). A AUC das duas curvas ROC foram comparadas com o teste de De Long (“roc.test{pROC}”). Gráficos de caixas (“ggboxplot{ggpubr}”) foram feitos para apresentar a distribuição do ângulo de Norberg e da porcentagem de cobertura da cabeça femoral, bem como gráficos de linha mostrando a distribuição da sensibilidade e especificidade menos um da curva ROC (“ci.sp{pROC}” e “plot{stats}”).

Para caracterizar padrões relacionados às articulações displásicas sem sinais clínicos, as variáveis quantitativas foram convertidas em qualitativas e submetidas a análise de correspondência múltipla. Para tanto, idade e peso foram categorizados em 4 níveis de acordo os valores extremos e primeiro, segundo e terceiro quartil. Para o ângulo de Norberg e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral utilizou-se a classificação pela análise anterior (verdadeiramente positivo, verdadeiramente negativo ou zona de incerteza diagnóstica). A matriz formada por todas as variáveis qualitativas (sexo, idade, peso, articulação, grupo, ângulo de Norberg, porcentagem de cobertura da cabeça femoral, grau de DAD e presença de DAD) foi convertida em uma tabela de Burt (que representa a multiplicação de uma matriz transposta por sua apresentação original;  $X'X$ ; “burt{GDAtools}”) e submetida ao teste de qui-quadrado (“chisq.test{stats}”) para extração dos resíduos (valor observado subtraído do valor esperado) que foram padronizados pela escala z-normal (valor observado subtraído do valor esperado dividido pela raiz quadrada do resíduo). A tabela de Burt representa a união de várias tabelas de contingências (2x2) em uma única tabela possibilitando sua análise múltipla. Os resíduos padronizados pela escala z-normal ( $R_z$ )  $> 1,96$  foram usados para determinar as interdependências significativas entre as categorias das variáveis qualitativas. Por fim, análise de correspondência múltipla (“MCA{FactoMineR}”) foi conduzida com a tabela de Burt para ilustrar em um mapa perceptual (“fviz\_mca\_var{factoextra}”) as interdependências apontadas pelos  $R_z$ .

## 5. RESULTADOS

Após avaliação radiográfica, sete animais foram retirados do projeto pois apresentaram fratura antiga, luxação e/ou subluxação de membros pélvicos e pelve. Desses, três haviam apresentado crepitação articular ao exame físico sob sedação.

Foram realizados exames radiográficos em setenta e três felinos, sem raça definida, sendo trinta e cinco fêmeas e trinta e oito machos, com idade entre 1,5 e 20 anos.

Das 146 articulações coxofemorais avaliadas, 19 delas apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral, 13% das articulações avaliados (Quadros 1 e 2).

Ângulo de Norberg e Porcentagem de Cobertura da Cabeça Femoral (PCCF) foram avaliados. O Quadro 2 apresenta a média do ângulo de Norberg e da PCCF em gatos sem sinais radiográficos de displasia, as quais foram  $100,54^{\circ} \pm 4,00$  e  $58,11\% \pm 4,92$ .

Já os felinos que apresentaram sinais radiográficos de displasia, a média do ângulo de Norberg foi de  $88,43^{\circ} \pm 6,97$  e da porcentagem da cobertura da cabeça femoral foi de  $47,21\% \pm 6,90$  (Quadro 1).

Dos 73 animais avaliados, 16 apresentaram sinais radiográficos de DAD, o que equivale a 21,92% e 12 apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral, correspondendo a 16,43% do total de animais. Entre os animais com idade superior a sete anos, 50% apresentaram sinais radiográficos de DAD. (Quadro 3).

Quadro 1: Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações que apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral de felinos domésticos sem raça definida avaliados.

Animais	Sexo	Idade (anos)	Peso (Kg)	Articulação	AN ( $^{\circ}$ ) <sup>1</sup>	P.C.C.F (%) <sup>2</sup>
GATO8	M	10	8,2	Esquerda	91,1	43
GATO10	F	3	4	Direita	91,4	46
GATO16	M	8	6,7	Esquerda	89,7	43
GATO16	M	8	6,7	Direita	80,2	30
GATO40	F	13	4,5	Direita	91	50
GATO40	F	13	4,5	Esquerda	92	50
GATO43	F	9	4,5	Direita	91,6	57
GATO43	F	9	4,5	Esquerda	92,9	57
GATO54	F	7	3,65	Direita	91,3	50
GATO54	F	7	3,65	Esquerda	92	55
GATO57	M	12	6,7	Direita	93	49
GATO64	F	6	2,6	Esquerda	89,7	48
GATO65	M	3	3,25	Direita	92	48
GATO65	M	3	3,25	Esquerda	91,5	49
GATO66	M	11	5,7	Direita	75,3	38
GATO66	M	11	5,7	Esquerda	66,7	37

Continua

GATO71	M	3	4	Direita	87	45
GATO71	M	3	4	Esquerda	88	48
GATO73	M	8	1,5	Direita	93,8	54
				<b>Média</b>	88,43	47,21
				<b>DesvPad</b>	6,97	6,90

Legenda: <sup>1</sup>Ângulo de Norberg ; <sup>2</sup>Porcentagem de Cobertura da Cabeça Femoral;

**Quadro 2:** Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações radiograficamente livres de displasia coxofemoral de felinos domésticos sem raça definida avaliados.

Animais	Sexo	Idade (anos)	Peso (Kg)	Articulação	Ang.Nor (°) <sup>1</sup>	P.C.C.F (%) <sup>2</sup>
GATO1	M	1,5	2,25	Direita	106,3	64
GATO1	M	1,5	2,25	Esquerda	106,1	63
GATO2	F	6	3,4	Direita	96,5	46
GATO2	F	6	3,4	Esquerda	96,3	49
GATO3	F	20	1,4	Direita	97,4	51
GATO3	F	20	1,4	Esquerda	97,5	56
GATO5	M	1,5	3,6	Direita	95,8	55
GATO5	M	1,5	3,6	Esquerda	96,2	53
GATO6	M	4	4,3	Direita	103,8	49
GATO6	M	4	4,3	Esquerda	103,9	49
GATO7	M	8	5,65	Direita	102,4	52
GATO7	M	8	5,65	Esquerda	102,1	52
GATO8	M	10	8,2	Direita	100,1	47
GATO9	M	3	3,4	Direita	105,9	59
GATO9	M	3	3,4	Esquerda	105,4	58
GATO10	F	3	4	Esquerda	100,1	55
GATO12	M	5	4,1	Direita	106,1	52
GATO12	M	5	4,1	Esquerda	106,2	52
GATO13	F	4	3,8	Direita	101,9	53
GATO13	F	4	3,8	Esquerda	101,7	54
GATO14	F	2	3,5	Direita	105,6	55
GATO14	F	2	3,5	Esquerda	105,3	55
GATO15	F	4	5	Direita	101,1	52
GATO15	F	4	5	Esquerda	100,4	52
GATO17	F	2	3,25	Direita	103,9	55
GATO17	F	2	3,25	Esquerda	103,6	58
GATO18	M	2	4,1	Direita	103,3	56
GATO18	M	2	4,1	Esquerda	103,3	56
GATO19	M	2	3,35	Direita	106,2	56
GATO19	M	2	3,35	Esquerda	105,8	54
GATO20	M	2	4,5	Direita	96,3	58
GATO20	M	2	4,5	Esquerda	96,5	57
GATO21	F	4	3,2	Direita	100,3	55

Continua

GATO21	F	4	3,2	Esquerda	99	53
GATO22	F	6	4	Direita	106,5	64
GATO22	F	6	4	Esquerda	107	64
GATO23	M	16	3,5	Direita	104,8	61
GATO23	M	16	3,5	Esquerda	104,7	58
GATO24	M	5	3,35	Direita	105,5	52
GATO24	M	5	3,35	Esquerda	104,8	54
GATO26	F	4	3,1	Direita	92	51
GATO26	F	4	3,1	Esquerda	91,8	55
GATO27	F	15	3,6	Direita	98,8	61
GATO27	F	15	3,6	Esquerda	99,4	54
GATO28	F	10	5	Direita	95,8	54
GATO28	F	10	5	Esquerda	96	52
GATO29	M	5	3,75	Direita	96,5	56
GATO29	M	5	3,75	Esquerda	97,3	53
GATO30	M	5	3,1	Direita	95,9	58
GATO30	M	5	3,1	Esquerda	95,4	58
GATO31	M	4,5	4,5	Direita	109	63
GATO31	M	4,5	4,5	Esquerda	108	63
GATO32	M	4	4,2	Direita	101,3	61
GATO32	M	4	4,2	Esquerda	102	61
GATO33	F	7	5	Direita	103	65
GATO33	F	7	5	Esquerda	102,5	62
GATO35	F	2	3,85	Direita	104,2	65
GATO35	F	2	3,85	Esquerda	104,1	65
GATO36	F	5	4	Direita	104	61
GATO36	F	5	4	Esquerda	104,1	59
GATO37	F	5	3,2	Direita	103,2	64
GATO37	F	5	3,2	Esquerda	103	65
GATO38	F	5	3,25	Direita	106,7	54
GATO38	F	5	3,25	Esquerda	106,5	59
GATO39	M	6	4,35	Direita	99,3	56
GATO39	M	6	4,35	Esquerda	99,6	61
GATO42	M	1,5	3,6	Direita	99,8	54
GATO42	M	1,5	3,6	Esquerda	99,7	58
GATO44	F	5	4,2	Direita	105,1	62
GATO44	F	5	4,2	Esquerda	105,4	61
GATO45	F	3	4,45	Direita	97	57
GATO45	F	3	4,45	Esquerda	98	59
GATO46	F	1,5	3	Direita	103,3	65
GATO46	F	1,5	3	Esquerda	103,4	62
GATO47	F	9	3,3	Direita	101	62
GATO47	F	9	3,3	Esquerda	101,6	59
GATO48	F	14	2,9	Direita	102,6	61
GATO48	F	14	2,9	Esquerda	102,8	58
GATO49	M	4	6,4	Direita	99,5	60
GATO49	M	4	6,4	Esquerda	100,6	63

GATO50	M	1,5	4,2	Direita	97,9	60
GATO50	M	1,5	4,2	Esquerda	98,2	53
GATO51	M	20	3,7	Direita	102,5	66
GATO51	M	20	3,7	Esquerda	103	64
GATO52	F	15	3,8	Direita	99,7	62
GATO52	F	15	3,8	Esquerda	98,3	61
GATO53	F	14	3,4	Direita	93,9	53
GATO53	F	14	3,4	Esquerda	95	56
GATO55	F	2	3,55	Direita	97,6	55
GATO55	F	2	3,55	Esquerda	96,4	52
GATO56	F	15	2,95	Direita	100	62
GATO56	F	15	2,95	Esquerda	101,9	61
GATO57	M	12	6,7	Esquerda	96,4	51
GATO58	M	2	5	Direita	99,8	51
GATO58	M	2	5	Esquerda	100,2	51
GATO59	M	7	7,3	Direita	94,6	62
GATO59	M	7	7,3	Esquerda	95	63
GATO60	F	2	2,75	Direita	106,5	71
GATO60	F	2	2,75	Esquerda	107	68
GATO61	F	2	3	Direita	106	62
GATO61	F	2	3	Esquerda	106,2	64
GATO62	M	4	4,1	Direita	98,9	58
GATO62	M	4	4,1	Esquerda	98,5	60
GATO63	F	12	3,2	Direita	97	57
GATO63	F	12	3,2	Esquerda	96,5	61
GATO64	F	6	2,6	Direita	93	56
GATO67	M	1,5	3,3	Direita	100	60
GATO67	M	1,5	3,3	Esquerda	99,2	59
GATO68	M	6	3,5	Direita	97,9	58
GATO68	M	6	3,5	Esquerda	98,4	56
GATO69	M	11	3,6	Direita	96,6	65
GATO69	M	11	3,6	Esquerda	97	60
GATO70	M	2	3,45	Direita	103,9	65
GATO70	M	2	3,45	Esquerda	105	64
GATO73	M	8	1,5	Esquerda	95,6	59
GATO74	M	7	3,3	Direita	96,6	59
GATO74	M	7	3,3	Esquerda	97	55
GATO75	M	2	5,05	Direita	95,9	57
GATO75	M	2	5,05	Esquerda	97	60
GATO76	M	2	6,6	Direita	97	59
GATO76	M	2	6,6	Esquerda	96,3	57
GATO78	M	5	4	Direita	97,8	64
GATO78	M	5	4	Esquerda	97,6	63
GATO79	F	4	3,9	Direita	96,9	66
GATO79	F	4	3,9	Esquerda	96,8	63
GATO80	F	2	2,6	Direita	95,3	56
GATO80	F	2	2,6	Esquerda	95,3	60

				<b>Média</b>	100,54	58,11
				<b>DesvPad</b>	4,00	4,82

Legenda: <sup>1</sup>Ângulo de Norberg ; <sup>2</sup>Porcentagem de Cobertura da Cabeça Femoral;

Quadro 3: Resultados obtidos quanto à mensuração do ângulo de Norberg e porcentagem de cobertura da cabeça femoral de articulações que apresentaram sinais radiográficos de doença articular degenerativa, independentemente da ocorrência de displasia coxofemoral, de felinos domésticos sem raça definida avaliados.

Animais	Sexo	Idade (anos)	Peso (Kg)	Articulação	AN (°) <sup>1</sup>	P.C.C.F (%) <sup>2</sup>
GATO3	F	20	1,4	Direita	97,4	51
GATO3	F	20	1,4	Esquerda	97,5	56
GATO8	M	10	8,2	Esquerda	91,1	43
GATO10	F	3	4	Direita	91,4	46
GATO16	M	8	6,7	Esquerda	89,7	43
GATO16	M	8	6,7	Direita	80,2	30
GATO39	M	6	4,35	Direita	99,3	56
GATO39	M	6	4,35	Esquerda	99,6	61
GATO40	F	13	4,5	Direita	91	50
GATO40	F	13	4,5	Esquerda	92	50
GATO43	F	9	4,5	Direita	91,6	57
GATO43	F	9	4,5	Esquerda	92,9	57
GATO54	F	7	3,65	Direita	91,3	50
GATO54	F	7	3,65	Esquerda	92	55
GATO57	M	12	6,7	Direita	93	49
GATO63	F	12	3,2	Direita	97	57
GATO63	F	12	3,2	Esquerda	96,5	61
GATO64	F	6	2,6	Esquerda	89,7	48
GATO65	M	3	3,25	Direita	92	48
GATO65	M	3	3,25	Esquerda	91,5	49
GATO66	M	11	5,7	Direita	75,3	38
GATO66	M	11	5,7	Esquerda	66,7	37
GATO69	M	11	3,6	Direita	96,6	65
GATO69	M	11	3,6	Esquerda	97	60
GATO71	M	3	4	Direita	87	45
GATO71	M	3	4	Esquerda	88	48
GATO73	M	8	1,5	Direita	93,8	54
				<b>Média</b>	91,15	50,51
				<b>DesvPad</b>	4,56	6,20

Legenda: <sup>1</sup>Ângulo de Norberg ; <sup>2</sup>Porcentagem de Cobertura da Cabeça Femoral;

O ângulo de Norberg ( $p = 1,013^{-6}$ ) e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral ( $p = 5,677^{-6}$ ) foram menores nas articulações classificadas como displásicas em relação àquelas assumidas como não displásicas (Figuras 4 e 5).

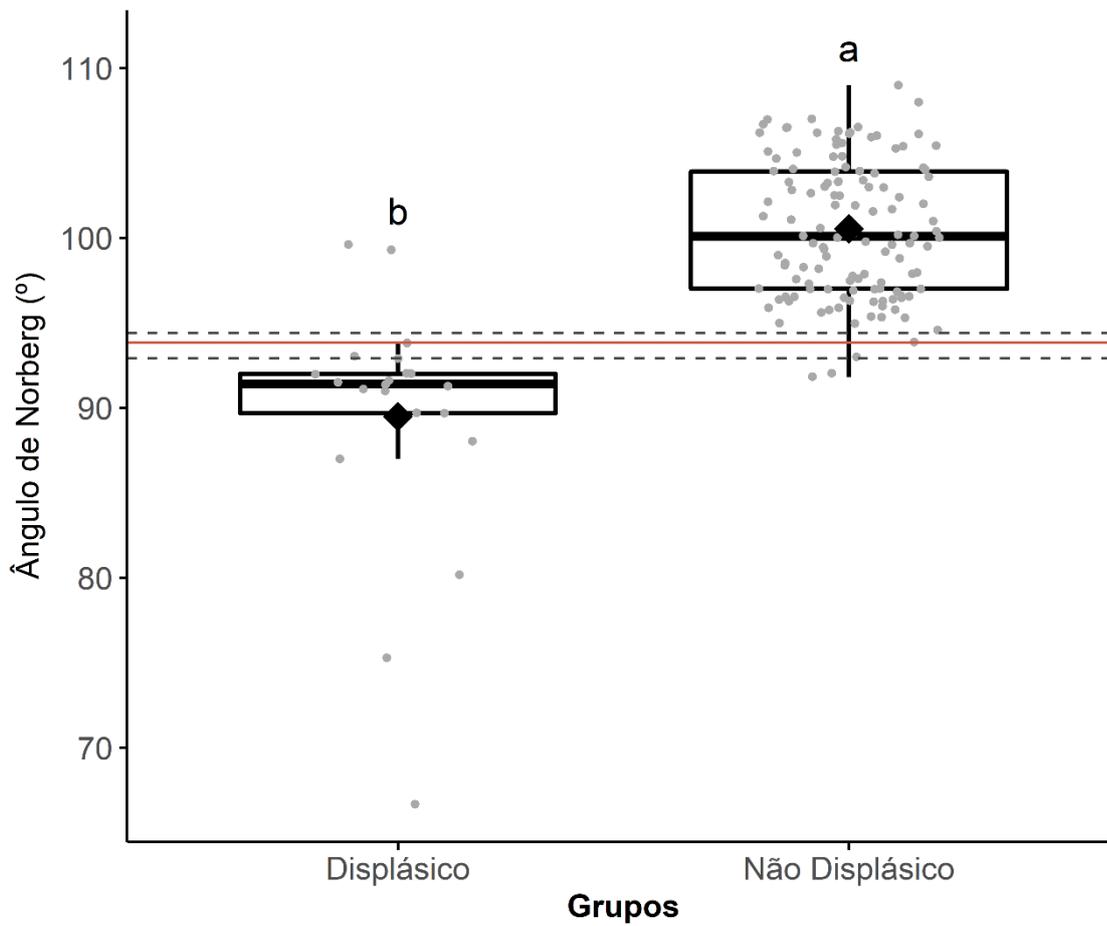
Com o ângulo de Norberg o ponto de corte ótimo para diagnóstico de displasia foi de  $93,850^\circ$  e a  $AUC > 0,95$  indicou uma excelente acurácia da capacidade discriminatória deste

parâmetro (Quadro 4 e Figura 6). Três por cento de todas as articulações avaliadas estavam classificadas na zona de incerteza diagnóstica (valor falso-positivo ou falso-negativo), sendo que articulações com ângulo de Norberg  $> 94,4^\circ$  foram consideradas não displásicas (verdadeiramente negativo), enquanto aquelas  $< 92,9^\circ$  foram entendidas como displásicas (verdadeiramente positivo) (Quadro 4).

O ponto de corte ótimo da porcentagem de cobertura da cabeça femoral foi de 50,5% e a AUC  $> 0,87$  indicou uma acurácia insatisfatória para a capacidade discriminatória desta medida (Quadro 4 e Figura 6). Trinta e nove por cento de todas as articulações avaliadas estavam classificadas na zona de incerteza diagnóstica (valor falso-positivo ou falso-negativo), sendo que articulações com porcentagem de cobertura da cabeça femoral  $> 57,5\%$  foram consideradas não displásicas (verdadeiramente negativo), enquanto aquelas  $< 50,0\%$  foram consideradas displásicas (verdadeiramente positivo) (Quadro 4).

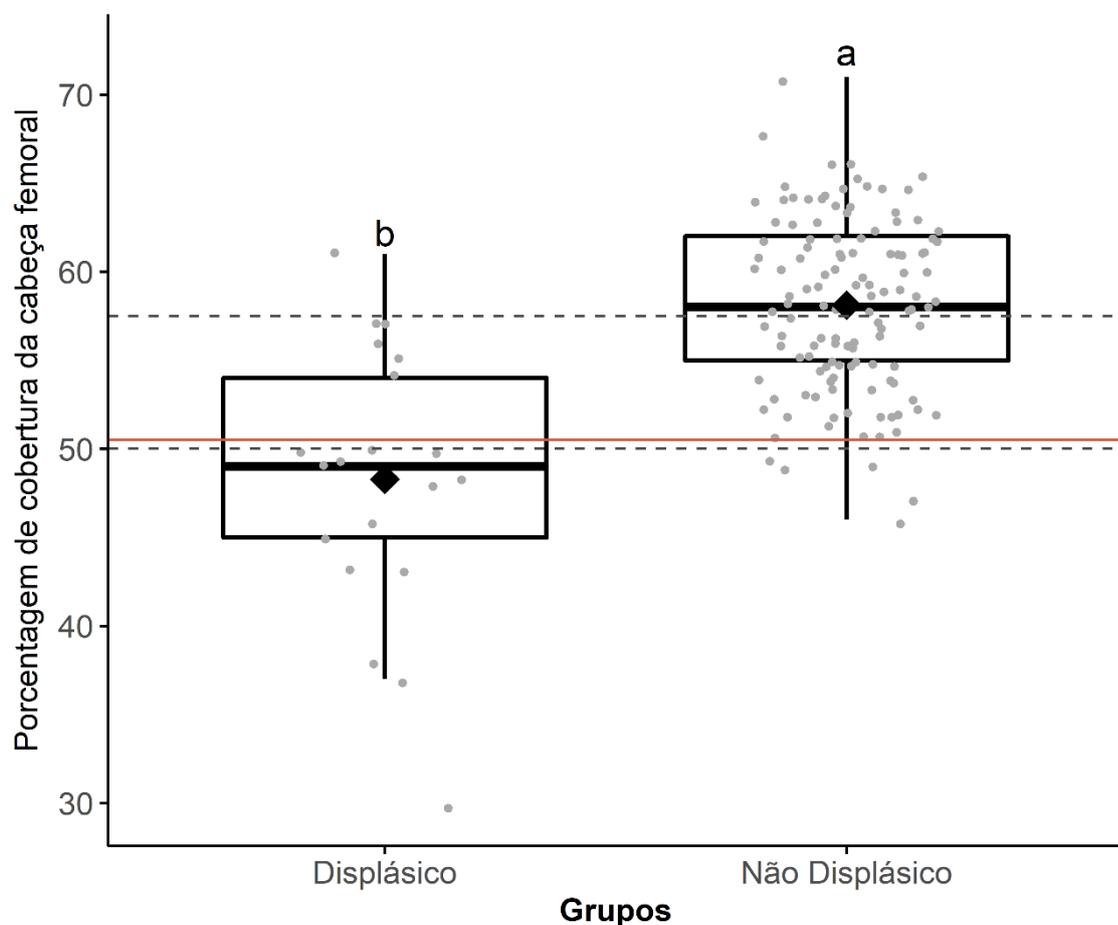
A AUC proveniente da curva ROC construída com ângulo de Norberg (AUC = 0,9543) foi maior ( $p = 0,01667$ ) em comparação aquela feita a partir da a porcentagem de cobertura da cabeça femoral (AUC = 0,8743).

A prevalência de DAD em articulações clinicamente livres de sinais clínicos foi de 13% da população amostrada. A distribuição das categorias das variáveis qualitativas na tabela de Burt mostrou interdependências ( $\chi^2 = 3749,4$ ;  $p = 4,998^{-4}$ ). Pela análise dos resíduos padronizados pela escala z-normal ( $R_z$ ) (Quadro 4) foi possível observar que articulações assumidas como displásicas mostraram interdependência com ângulo de Norberg positivo ( $R_z = 8,82$ ), porcentagem de cobertura da cabeça femoral positiva ( $R_z = 6,24$ ), idade de 5,1 a 8,0 anos ( $R_z = 2,27$ ) e peso de 4,36 a 8,2 kg ( $R_z = 2,20$ ). O ângulo de Norberg positivo apresentou interdependência com a porcentagem de cobertura da cabeça femoral positiva ( $R_z = 6,03$ ). Tais relações também podem ser observadas por um julgamento qualitativo da proximidade entre as categorias no mapa perceptual com as dimensões 1 e 2 da análise de correspondência múltipla que explicaram 59% da variância total dos dados (Figura 7).



**Figura 3:** Gráfico de caixas do ângulo de Norberg (°) mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticadas por achados radiográficos.

Os limites inferior e superior da caixa representam respectivamente o primeiro e terceiro quartil; a linha horizontal mais espessa dentro da caixa indica a mediana; o losango indica a média; os pontos cinzas representam cada uma das articulações; letras minúsculas indicam diferença estatística entre os grupos ( $a > b$ ); linha horizontal vermelha indica o ponto de corte ótimo de acordo com a curva ROC; linhas tracejadas cinza indicam o intervalo correspondente à zona de incerteza diagnóstica de acordo com o intervalo de confiança de 95% do índice de Youden.



**Figura 4:** Gráfico de caixas da porcentagem de cobertura da cabeça femoral mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticados por achados radiográficos.

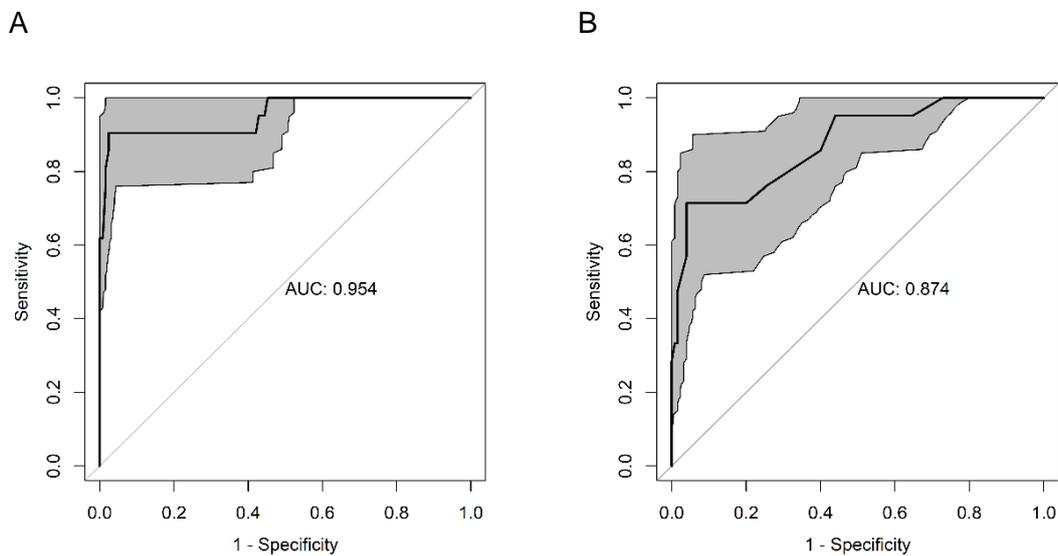
Os limites inferior e superior da caixa representam respectivamente o primeiro e terceiro quartil; a linha horizontal mais espessa dentro da caixa indica a mediana; o losango indica a média; os pontos cinzas representam cada uma das articulações; letras minúsculas indicam diferença estatística entre os grupos ( $a > b$ ); linha horizontal vermelha indica o ponto de corte ótimo de acordo com a curva ROC; linhas tracejadas cinza indicam o intervalo correspondente à zona de incerteza diagnóstica de acordo com o intervalo de confiança de 95% do índice de Youden.

**Quadro 4:** Parâmetros estimados a partir da curva de característica de operação de receptor (ROC) para o ângulo de Norberg ( $^{\circ}$ ) e para a porcentagem de cobertura da cabeça femoral para diagnóstico de displasia coxofemoral.

Parâmetros	Estimado	Intervalo de confiança de 95%	
		Baixo	Alto
Ângulo de Norberg ( $^{\circ}$ )			

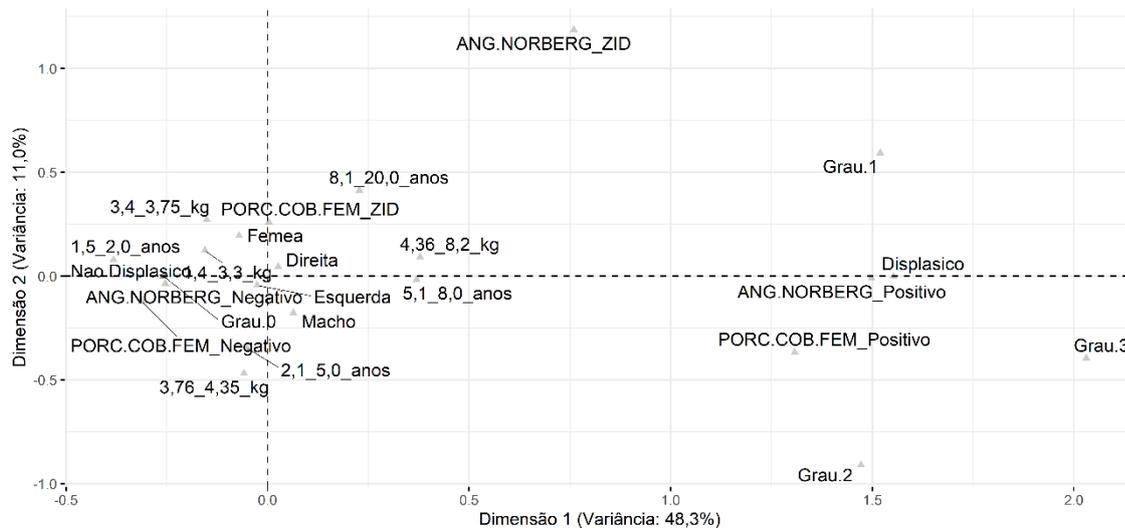
Ponto de corte ótimo pelo IY	93,850	92,950	94,400
Especificidade	0,976	0,944	1,000
Sensibilidade	0,905	0,762	1,000
AUC	0,954	0,897	1,000
Porcentagem de cobertura da cabeça femoral (%)			
Ponto de corte ótimo pelo IY	50,500	50,000	57,500
Especificidade	0,960	0,592	0,992
Sensibilidade	0,714	0,571	1,000
AUC	0,874	0,787	0,962

AUC = área sob a curva; IY = índice de Youden



**Figura 5:** Curva de característica de operação de receptor (ROC) para o (A) ângulo de Norberg (°) e para a (B) porcentagem de cobertura da cabeça femoral (%).

AUC = área sob a curva; a área cinzenta representa o intervalo de confiança de 95% calculado pela repetição da curva original 1.001 vezes por bootstrap.



**Figura 6:** Mapa perceptual da dimensão 1 e 2 da análise de correspondência múltipla com as variáveis qualitativas do estudo.

1,5\_2,0 = idade entre 1,5 a 2,0 anos; 2,1\_5,0 = idade entre 2,1 a 5,0 anos; 5,1\_8,0 = idade entre 5,1 a 8,0 anos; 8,1\_20,0 = idade entre 8,1 a 20,0 anos; 1,4\_3,3 = peso entre 1,4 a 3,3 kg; 3,4\_3,75 = peso entre 3,4 a 3,75 kg; 3,76\_4,35 = peso entre 3,76 a 4,35 kg; 4,36\_8,2 = peso entre 4,36 a 8,2 kg; Direita ou Esquerda = indica a localização da articulação; Displasico = indica articulação com achados radiográficos sugestivos de displasia; Nao\_Displasico = indica articulação sem achados radiográficos sugestivos de displasia; NORBERG = ângulo de Norberg; COBERTURA = porcentagem de cobertura da cabeça femoral; Positivo = articulações classificadas pela curva ROC como verdadeiramente positivas; Negativo = articulações classificadas pela curva ROC como verdadeiramente negativas; ZID = articulações classificadas pela curva ROC na zona de incerteza diagnóstica; DAD = doença articular degenerativa.

## 6. DISCUSSÃO

As doenças ortopédicas são comuns em pacientes felinos, dentre elas a OA (KIMURA, 2020). Dor, inchaço, rigidez e perda de cartilagem articular, estão entre os sinais de OA (LASCELLES, 2010; KITANAKA *et al.*; 2017). Dos animais avaliados no presente estudo 22% apresentaram sinais de DAD, entretanto nenhum dos animais apresentava sinais clínicos de doença musculoesquelética, que levariam a um quadro de claudicação. Uma explicação seria a grande facilidade que os felinos possuem em mascarar os sinais clínicos, compensando o comprometimento funcional, o que pode dificultar o exame físico e/ou impedir que os tutores percebam a alteração (KLINCK *et al.*, 2012; PERRY, 2016), justificando a porcentagem alta de felinos que apresentaram sinais radiográficos de DAD, sem apresentarem sinais clínicos específicos. De semelhante modo Klinck *et al.* (2018) relataram que a claudicação é menos

proeminente em felinos com doença articular degenerativa, sendo que a dor articular e as anormalidades palpáveis ao exame físico não se correlacionam altamente com os achados radiográficos.

A doença articular degenerativa (DAD) está diretamente relacionada com o aumento de expectativa de vida dos animais, uma vez que a longevidade leva a uma maior ocorrência desta afecção (PIERMATTEI *et al.*, 2006, FREIRE *et al.*, 2014; LEIJON *et al.*;2017; KLINCK, 2018), fato que foi observado entre os animais avaliados, dos quais 50% dos felinos radiografados apresentavam mais de 7 anos e sinais radiográficos de DAD (Quadro 3).

No presente estudo 16,43% dos felinos avaliados apresentava sinais radiográficos de displasia coxofemoral associada a doença articular degenerativa, diferindo dos achados de Keller (1999), que observou uma incidência de 6,6% em gatos sem raça definida.

De acordo com Valastro *et al.* (2019) em gatos, ao contrário do que é observado em cães, os sinais clínicos de displasia coxofemoral geralmente não são visíveis e isto tem sido atribuído ao peso corporal proporcionalmente menor, que não é suficiente para causar remodelação articular e outras mudanças que podem induzir distúrbios biomecânicos e o início da dor. Tal fato pode justificar a ausência de claudicação e sinais clínicos musculoesqueléticos dos felinos displásicos do presente trabalho. Os referidos pesquisadores ainda sugerem que as recentes mudanças no habitat e nas condições de vida, bem como expectativa de vida mais longa, podem levar a um aumento da manifestação de sintomas de displasia coxofemoral em gatos.

Loder e Todhunter (2018) observaram uma incidência de 24,9% de displasia coxofemoral em gatos da raça Maine Coon. No presente trabalho, 16% dos felinos SRD são displásicos, concordando com Lai *et al.* (2016), felinos de raça pura têm uma maior incidência de displasia coxofemoral em comparação com o típico gato de pelo curto doméstico.

Entre os felinos de raça pura, os mais predispostos a desenvolver DCF são os Maine Coon (KELLER *et al.*, 1999 . BENNET *et al.*, 2012, LAI *et al.*, 2016), Himalaias e Persas (KELLER *et al.*, 1999; LAI *et al.*, 2016), o que pode estar relacionado com o porte dos animais, já que nessas três raças os animais têm maior peso, o que causa uma maior sobrecarga nas articulações coxofemorais e pode ser um fator contribuinte para o desenvolvimento da OA (KELLER *et al.*, 1999 e SPILLER *et al.*, 2015), concordando com os achados do presente trabalho, que observa uma interdependência entre articulações displásicas e peso de 4,36 a 8,2 kg.

Em concordância com Spiller *et al.* (2015) e Low *et al.* (2019) não foi observado no presente trabalho uma predileção sexual para a ocorrência de displasia coxofemoral. Entretanto, Loder e Todhunter (2018) observaram uma maior incidência em machos, enquanto Hayes (1979) e Koeppel (1990), citados por Perry (2016) relataram uma maior evidência em fêmeas.

O ângulo de Norberg dos cães com articulações coxofemorais normais é de 105° (GENUÍNO *et al.*, 2015), enquanto o observado nos felinos deste estudo foi de 94,4°, o que pode ser justificado pelo fato dos gatos possuírem acetábulo mais rasos (KELLER *et al.*, 1999; MIRANDA *et al.*, 2019) e, como consequência, um ângulo de Norberg menor, quando comparado com os cães. Em 1998 Langenbach *et al.* observaram uma variação de 56° a 105° no ângulo de Norberg, com uma média de 95° em felinos sem DAD, número equivalente ao observado no presente estudo.

Em relação aos felinos displásicos, estes apresentaram um ângulo de Norberg inferior a 92,95°, porém com média de 88,43°, valor equivalente à média de 84° em felinos com doença articular degenerativa observada por Langenbach *et al.* (1998).

A porcentagem de cobertura da cabeça femoral pelo acetábulo deve ser de 50% nos cães. A obtenção de valores inferiores a este pode indicar a incidência de DCF (SPILLER *et al.*, 2015). Estudos específicos para felinos não foram encontrados na literatura.

No presente estudo os achados estatísticos de percentual de cobertura da cabeça femoral para felinos verdadeiramente não displásicos foi >57,5%, enquanto que para felinos considerados displásicos foi <50%. Os resultados indicaram uma acurácia insatisfatória para a capacidade discriminatória desta medida, de modo que este não revelou ser um parâmetro ideal para identificação da displasia coxofemoral de felinos domésticos. De semelhante modo, Spiller *et al.* (2015) referiram que alguns felinos apresentam valores de cobertura inferiores aos dos cães e os sinais radiográficos de DAD nem sempre são observados, sugerindo que somente o arrasamento acetabular não é parâmetro definitivo para diagnóstico de DCF em felinos.

## 7 CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos conclui-se que:

- o ângulo de Norberg para felinos sem raça definida verdadeiramente livres de displasia coxofemoral é  $\geq 94,4^\circ$  e apresenta alta especificidade e sensibilidade para a determinação de DCF;
- o percentual de cobertura da cabeça femoral para felinos sem raça definida verdadeiramente não displásicos é  $\geq 57,5\%$ , porém apresenta acurácia insatisfatória para determinação de DCF;

- a prevalência de doença articular degenerativa em felinos domésticos não claudicantes é de 22%.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENNETT, D.; ZAINAL ARIFFIN, S. M. B.; JOHNSTON, P 2012. Osteoarthritis in the cat: 1. How common is it and how easy to recognise?. *Journal of feline medicine and surgery*, 14: 65- 75.

COSTA, E.D 2018. Prevalência de alterações radiográficas associadas à Doença Articular Degenerativa no gato doméstico – Estudo retrospectivo de 100 casos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 82p.

FREIRE, M.; MEUTEN, D.; LASCELLES, D 2014. Pathology of articular cartilage and synovial membrane from elbow joints with and without degenerative joint disease in domestic cats. *Vet. Pathol.* 51:968–978.

GAO, X.; LEE, J.; MALLADI, S. et al 2013. Feline degenerative joint disease: a genomic and proteomic approach. *Journal of Feline Medicine and Surgery.* 15: 466–477.

GENUÍNO, P.C.; MIRANDA, F.G.; REZENDE, C. M. F.; TÔRRES, R.C.S 2015. Parâmetros radiográficos de displasia coxofemoral na raça Rottweiler. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 67:1178-1182.

HARDIE, E.M.; ROE, S.C.;MARTIN, F.R 2002. Radiographic evidence of degenerative joint disease in geriatric cats: 100 cases (1994-1997). *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 220: 628-632.

KELLER, G. G.; READ, A.L.; LATTIMER,J.C, et al 1999. Hip dysplasia: a feline population study. *Vet Radiol Ultrasound.* 40: 460–464.

KIMURA, T.; KIMURA, S.; OKADA, J. SUZUKI, S.; KITANAKA, T 2020. Retrospective Radiographic Study of Degenerative Joint Disease in Cats: Prevalence Based on Orthogonal Radiographs. *Frontiers in Veterinary Science.* 7:138.

KITANAKA, T.; NAKANO, R.; KITANAKA, N.; KIMURA, T.; OKABAYASHI, K.; NARITA, T, et al 2017. JNK activation is essential for activation of MEK/ERK signaling in IL-1b-induced COX-2 expression in synovial fibroblasts. *Sci Rep.* 7:1-14.

KLINCK, M. P., FRANK, D.; GUILLOT, M.; TRONCY, E 2012. Owner-perceived signs and veterinary diagnosis in 50 cases of feline osteoarthritis. *The Canadian Veterinary Journal,* 53: 1181.

KLINCK, M.P.; MONTEIRO, B.P.; LUSSIER, B.; GUILLOT, M.; MOREAU, M.; OTIS, C.; et al 2018. Refinement of the montreal instrument for cat arthritis testing, for use by veterinarians: detection of naturally occurring osteoarthritis in laboratory cats. *J FelineMed Surg.* 20: 28–40.

LAI, A.; CULVENOR, J.; BAILEY, C 2016. Morphometric assessment of hip dysplasia in a cat treated by juvenile pubic symphysiodesis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 5: 433-438.

LANGENBACH, A.; GIGER, U.; GREEN, P.; et al 1998. Relationship between degenerative joint disease and hip joint laxity by use of distraction index and Norberg angle measurements in a group of cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 213: 1439–1443.

LASCELLES, B. D; SHEILAH, A. R 2010. DJD-associated pain in cats: what can we do to promote patient comfort?. *Journal of feline medicine and surgery.* 12: 200-212.

LEIJON, A.; LEY, C.J.; CORIN, A.; LEY, C 2017. Cartilage lesions in feline stifle joints - associations with articular mineralizations and implications for osteoarthritis. *Research in Veterinary Science.* 114: 186–193.

LEY, C.; RAMER, G.; LEIJON, A.; LEY, C. J 2021. Acetabular margin changes in feline hip joints – Implications for radiologic diagnosis and development of osteoarthritis. *Research in Veterinary Science;* 137: 243-251.

LODER, R.T.; TODHUNTER, R.J 2018. Demographics of hip dysplasia in the Maine Coon cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery,* 20: 302-307.

LOW, M.; EKSELL, P.; HÖGSTRÖM, K.; OLSSON, U.; et al 2019. Demography, heritability and genetic correlation of feline hip dysplasia and response to selection in a health screening programme. *Scientific Reports.* 9:17164.

MIRANDA, F. G.; MEGDA, T. T.; NEPOMUCENO, A. C.; REZENDE, C. M. F.; TÔRRES, R. C. S 2019. Ultrassonografia da articulação coxofemoral em filhotes de gatos domésticos. *Revista de educação continuada em medicina veterinária e zootécnica do CRMV-SP (MV&Z).* 17: 87-88.

MUSUMECI, G.; AIELLO, F.C.; SZYCHLINSKA, M. A.; DI ROSA, M.; CASTROGIOVANNI, P.; MOBASHERI, A 2015. Osteoarthritis in the XXIst century: risk factors and behaviours that influence disease onset and progression. *Int. J. Mol. Sci.* 16: 6093–6112.

NGANVONGPANIT, K; POTHACHAROEN, P.; SUWANKONG, N.; ONG-CHAI, S.; KONGTAWELERT, P 2009. The effect of doxycycline on canine hip osteoarthritis: design of a 6-months clinical trial. *Journal of veterinary Science.* 10:239-247.

PERRY, K.; 2016. Feline hip dysplasia - A challenge to recognise and treat. *Journal of Feline Medicine and Surgery,* 18:203–218.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C. E 2006. Brinker, Piermattei, and Flo’Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. Missouri: Saunders Elsevier. 3: 185-208.

RABIN, K.L.; DE HAAN, J.J; ACKERMAN, N 1994. Hip dysplasia in a litter of domestic shorthair cats. *Feline Pract.* 22: 15-18.

SPILLER, P.R.; COSTA, S. R. O.C.; GOMES, L.G.; LOPES, E. R.; MARTINI, A.C. et al 2015. Displasia coxofemoral em gato - Bilateral Hip Dysplasia in Cat. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43:68.

STREINE, D.L.; 2003. Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of personality assessment*. 80:99–103.

THRALL, D. E 2015. *Diagnóstico de Radiologia Veterinária*. 6ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.319-348.

VALESTRO, C.; FRANCHINI, D.; VALENTINI, V.; et al 2019. The CT dorsolateral subluxation index is a feasible method for quantifying laxity in the feline hip joint. *Vet Radiol Ultrassound*. 60:372-377.

VIEIRA, G.L.T.; TORRES, R.C.S.; BARROS, G.S.; ROCHA, B.D.; REZENDE, C.M.F 2010. Associação entre o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, o índice cortical e o ângulo de inclinação em cães com displasia coxofemoral. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 62: 1094-1101.

## 9 ANEXOS



Comissão de Ética no Uso de Animais

da  
Universidade Estadual de Maringá

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA ARTICULAÇÃO COXOFEMORAL DE FELINOS DOMÉSTICOS", protocolada sob o CEUA nº 7353120820 (ID 002750), sob a responsabilidade de **Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Júnior e equipe; Ailla Inácio da Cruz** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM) na reunião de 03/09/2020.

We certify that the proposal "Radiographic evaluation of domestic feline hips", utilizing 50 Cats (males and females), protocol number CEUA 7353120820 (ID 002750), under the responsibility of **Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira Júnior and team; Ailla Inácio da Cruz** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the State University of Maringá (CEUA/UEM) in the meeting of 09/03/2020.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **09/2020 a 09/2021**

Área: **Dmv-Medicina Veterinária**

Origem: **Animais de Proprietários**

Espécie: **Gatos**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **2 a 18 anos**

N: **50**

Linagem: **várias raças**

Peso: **2 a 6 kg**

Local do experimento: **Laboratório de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário da UEM - campus Umuarama**

Maringá, 21 de fevereiro de 2021

Prof. Dra. Tatiana Carlesso dos Santos  
Coordenadora da CEUA/UEM  
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dra. Erika Seki Kioshima Cótica  
Coordenadora Adjunta da CEUA/UEM  
Universidade Estadual de Maringá

## PARTE II – ARTIGO CIENTÍFICO

### Avaliação radiográfica da articulação coxofemoral de felinos domésticos

Ailla Inacio da Cruz<sup>2</sup>, Oduvaldo Câmara Marques Pereira Júnior<sup>3</sup>.

**ABSTRACT.** –Cruz, A. I., Pereira-Júnior, O.C.M. 2021. **Radiographic evaluation of the coxofemoral joint of domestic felines.** *Pesquisa Veterinária Brasileira 00(0):00-00.* Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama. Estrada da Paca, s/n – Jardim São Cristóvão-Umuarama, PR. 87507-190, Brasil. E-mail: [ailla\\_93@hotmail.com](mailto:ailla_93@hotmail.com)

Orthopedic diseases are common in felines and degenerative joint disease (DJD) has an incidence pattern in patients ranging from 19 to 92%. Hip dysplasia (HD) associated with DJD of the hip joint has an incidence of 6.6% in mixed breed cats reaching 32% in purebred cats. This study aimed to evaluate radiographically the coxofemoral joints of clinically healthy domestic cats and establish normal radiographic parameters regarding the Norberg angle (NA) and the percentage of coverage of the femoral head by the acetabular edge (PCFH), as well as to determine the prevalence of DJD in cats clinically healthy. 80 cats were clinically evaluated and radiographed under sedation. 146 hip joints were evaluated. 16,43% of the animals showed signs of HD. The NA of dysplasia-free felines is  $\geq 94,4^\circ$  and the PCFH is  $\geq 57,5^\circ$  while the prevalence of DJD was 22% in non-claudicating cats.

INDEX TERMS: Norberg angle, radiology, cat, degenerative joint disease.

<sup>1</sup>Recebido em:

Aceito para publicação em:

<sup>2</sup> Mestranda em Produção Sustentável e Saúde Animal pela Universidade Estadual de Maringá – Campus Umuarama. Estrada da Paca, s/n – Jardim São Cristóvão- Umuarama, PR. 87507-190, Brasil.

<sup>3</sup>Professor Dr. – Departamento de Medicina Veterinária - Universidade Estadual de Maringá – Campus Umuarama. Estrada da Paca, s/n – Jardim São Cristóvão- Umuarama, PR. 87507-190, Brasil.

**RESUMO.- [Avaliação radiográfica da articulação coxofemoral de felinos domésticos.]** As doenças ortopédicas são comuns em felinos, sendo que a doença articular degenerativa (DAD) tem um padrão de incidência nos pacientes que varia de 19 a 92%. A displasia coxofemoral (DCF) associada a DAD da articulação coxofemoral tem uma incidência de 6,6% em gatos sem raça definida chegando a 32% em felinos de raça pura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar radiograficamente as articulações coxofemorais de felinos domésticos clinicamente saudáveis e estabelecer parâmetros radiográficos da normalidade quanto ao ângulo de Norberg (AN) e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular (PCCF), bem como determinar a prevalência de DAD em felinos clinicamente saudáveis. 80 felinos foram avaliados clinicamente e radiografados sob sedação. 146 articulações coxofemorais foram avaliadas. 16,43% dos animais apresentaram sinais de DCF. O AN de felinos livres de displasia é  $\geq 94,4^\circ$  e o PCCF é  $\geq 57,5\%$ , enquanto a prevalência de DAD foi de 22% em felinos não claudicantes.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Ângulo de Norberg, radiologia, gato, doença articular degenerativa.

### INTRODUÇÃO

As doenças ortopédicas são comuns em pacientes felinos, porém não tão bem diagnosticadas (Kimura et al. 2020), já que os gatos possuem uma grande facilidade em mascarar os sinais clínicos, dificultando a percepção da alteração pelos tutores e o exame físico e ortopédico (Klinck et al. 2012, Perry, 2016). A doença articular degenerativa (DAD) nos gatos têm uma incidência de 19 a 92% (Lascelles & Sheilah, 2010). A obesidade tem sido sugerida como fator de predisposição (Gao et al. 2013), porém a etiologia da vasta maioria dos felinos com DAD é desconhecida (Gao et al. 2013, Costa, 2018; Ley et al. 2021).

A incidência da DAD e da displasia coxofemoral varia de 6,6% em gatos sem raça definida (Keller et al. 1999), chegando a 32% em felinos de raça pura (Langenbach et al. 1998). A herdabilidade ainda não foi documentada (Rabin et al. 1994) e um papel genético deve ser considerado (Loder & Todhunter, 2018).

Os aspectos radiográficos da DCF em felinos são distintos, e incluem acetábulo raso com proliferação óssea e remodelamento, envolvendo a margem acetabular crânio-dorsal e uma mínima remodelação de colo femoral (Keller et al. 1999; Thrall, 2015; Lai et al., 2019). Alguns felinos apresentam valores inferiores e os sinais radiográficos de DAD nem sempre são observados, sugerindo que somente o arrasamento acetabular não é parâmetro definitivo para diagnóstico de DCF em felinos (Spiller et al. 2015). Gatos possuem acetábulo mais rasos (Miranda et al. 2019), como já observado por Keller et al. (1999) e, como consequência, um ângulo de Norberg menor, assim como um ângulo  $\alpha$  mais baixo.

Os objetivos do presente trabalho foram determinar o ângulo de Norberg das articulações coxofemorais de felinos domésticos musculoesqueleticamente saudáveis, assim como o seu percentual de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular, além de determinar a prevalência de doença articular degenerativa em articulação coxofemoral de felinos domésticos não claudicantes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 80 felinos adultos, esqueleticamente maduros, sem raça definida (SRD), de ambos os sexos, sem queixa de doença musculoesquelética, admitidos a uma clínica veterinária particular na cidade de Maringá-Pr para procedimentos diversos, devidamente aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Maringá, sob o número do protocolo CEUA 7353120820.

Os animais foram submetidos a avaliação clínica para verificar a existência de distúrbios locomotores. Exame ortopédico de rotina focando, em particular, no quadril para identificar crepitação articular, limitações de movimento articular e avaliação da sensibilidade dolorosa foram realizados. Exames funcionais dos quadris (abdução, flexão e extensão) foram repetidos com os animais sob sedação, assim como o teste Ortolani.

Os critérios de exclusão foram gestação, lactação, afecção ortopédica anterior conhecida, doenças infecciosas / inflamatórias de sistema locomotor, metabólicas e nutricionais suspeitadas ao exame físico e presença de contraindicações para sedação.

Projeções radiográficas ventrodorsal e lateral de ambos os quadris foram realizadas sob sedação. A mediação de escolha foi associação de metadona (0,5mg/kg) e acepromazina (0,03mg/kg) via intramuscular. Os membros foram estendidos e ligeiramente rotacionados medialmente, de acordo com o padrão estabelecido pela OFA (Fundação Ortopédica para Animais). Para a obtenção das imagens utilizou-se o sistema de radiologia computadorizada composto pelo aparelho de raios-x Sedecal Vet Toshiba e processadora de imagens digitais Vita Flex Carestream. Após a realização do exame radiográfico, as imagens foram avaliadas por meio do software Carestream Image Suite 4.0.

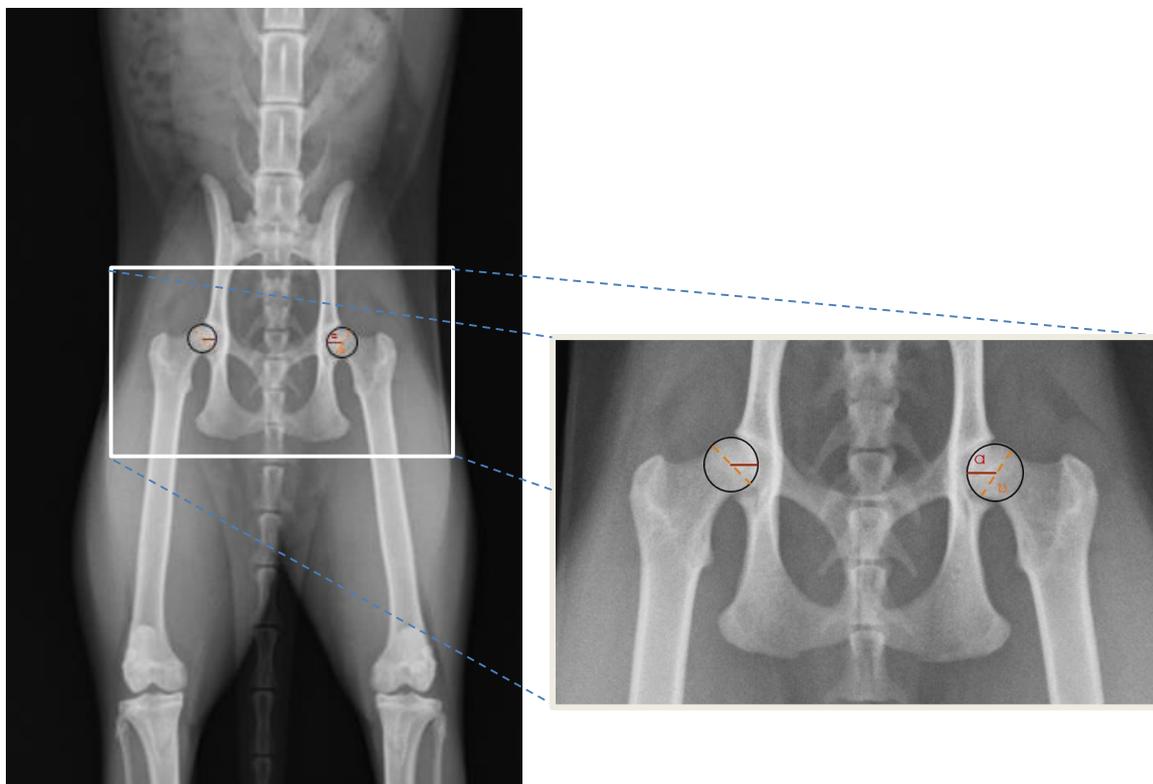
Imediatamente após a realização do exame radiográfico o paciente foi encaminhado para o procedimento previamente programado. Ovariohisterectomia, orquiectomia eletivas e sondagem uretral estão entre os principais.

Nas imagens radiográficas obtidas em projeção ventrodorsal foram realizadas a análise do ângulo de Norberg de ambas as articulações coxofemorais dos animais (Fig.1), bem como a aferição do percentual de cobertura da cabeça femoral pelo bordo acetabular. O percentual de cobertura da cabeça femoral (PCCF) foi calculado segundo a fórmula:  $PCCF = (a/b) \times 100$ , em que a=comprimento da cabeça femoral posicionada dentro do acetábulo e b= diâmetro da cabeça do fêmur (Vieira, et al. 2010) (Fig.2).

Os resultados obtidos das análises de animais que apresentaram sinais radiográficos de doença articular degenerativa em uma ou ambas articulações coxofemorais foram separados em um grupo distinto e não foram avaliados em conjunto com os dados dos animais radiograficamente livres de doença articular degenerativa.



Figura 1: Imagem Radiográfica da articulação coxofemoral de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração ângulo de Norberg, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor.



Figuras 2: Imagem Radiográfica e seu destaque das articulações coxofemorais de um felino apresentando displasia coxofemoral bilateralmente. Observa-se a mensuração da porcentagem da cobertura da cabeça femoral, em ambas as articulações coxofemorais. Fonte: acervo do autor.

**Análise estatística:** Todas as análises estatísticas foram realizadas por um cientista de dados no software R com o ambiente de desenvolvimento integrado RStudio (Version 4.0.2 (2020-06-22), RStudio, Inc.). As funções e os pacotes foram apresentados no formato “função{pacote}” e considerou-se significância de 5% em todos os testes. Inicialmente as articulações dos animais foram classificadas em dois grupos, sendo eles: displásicas ou não displásicas devido aos achados radiográficos qualitativos. Em seguida, para investigar se o ângulo de Norberg e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral eram diferentes entre os grupos foi usado o teste t não pareado bicaudal (“t.test{stats}”). Para determinar um ponto de corte ótimo no diagnóstico da displasia, duas curvas de característica de operação de receptor (ROC; “roc{pROC}”) foram conduzidas aplicando os grupos (displásico e não displásico) como variável referencial e o ângulo de Norberg ou a porcentagem de cobertura da cabeça femoral como valores preditivos. O ponto de corte ótimo foi estimado pelo maior valor de acordo com o índice de Youden que considera a máxima expressão da especificidade e sensibilidade concomitantemente (“ci.coords{pROC}”). Com propósito de identificar articulações classificadas por resultado falso-positivos e falso-negativos foi estimada a zona de incerteza diagnóstica pelo intervalo de confiança de 95% do índice de Youden replicando a amostra 1.001 vezes pelo método de bootstrap (“ci.coords{pROC}”). Para avaliar a acurácia do método de predição da displasia pelo ângulo de Norberg e pela porcentagem de cobertura da cabeça femoral foi estimado a área sob a curva (AUC) de cada curva ROC e seu respectivo intervalo de confiança de 95% replicando a amostra 1.001 vezes pelo método de bootstrap (“ci.auc{pROC}”). AUC  $\geq 0,95$  são assumidas como alta acurácia (STREINE, 2003). A AUC das duas curvas ROC foram comparadas com o teste de De Long (“roc.test{pROC}”). Gráficos de caixas (“ggboxplot{ggpubr}”) foram feitos para apresentar a distribuição do ângulo de Norberg e da porcentagem de cobertura da cabeça femoral, bem como gráficos de linha mostrando a distribuição da sensibilidade e especificidade menos um da curva ROC (“ci.sp{pROC}” e “plot{stats}”).

Para caracterizar padrões relacionados às articulações displásicas sem sinais clínicos, as variáveis quantitativas foram convertidas em qualitativas e submetidas a análise de correspondência múltipla. Para tanto, idade e peso foram categorizados em 4 níveis de acordo os valores extremos e primeiro, segundo e terceiro quartil. Para o ângulo de Norberg e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral utilizou-se a classificação pela análise anterior (verdadeiramente positivo, verdadeiramente negativo ou zona de incerteza diagnóstica). A matriz formada por todas as variáveis qualitativas (sexo, idade, peso, articulação, grupo, ângulo de Norberg, porcentagem de cobertura da cabeça femoral, grau de DAD e presença de DAD) foi convertida em uma tabela de Burt (que representa a multiplicação de uma matriz transposta por sua apresentação original;  $X'X$ ; “burt{GDAtools}”) e submetida ao teste de qui-quadrado (“chisq.test{stats}”) para extração dos resíduos (valor observado subtraído do valor esperado) que foram padronizados pela escala z-normal (valor observado subtraído do valor esperado dividido pela raiz quadrada do resíduo). A tabela de Burt representa a união de várias tabelas de contingências (2x2) em uma única tabela possibilitando sua análise múltipla. Os resíduos padronizados pela escala z-normal ( $R_z$ )  $> 1,96$  foram usados para determinar as interdependências significativas entre as categorias das variáveis qualitativas. Por fim, análise de correspondência múltipla (“MCA{FactoMineR}”) foi conduzida com a tabela de Burt para ilustrar em um mapa perceptual (“fviz\_mca\_var{factoextra}”) as interdependências apontadas pelos  $R_z$

## RESULTADOS

Após avaliação radiográfica, sete animais foram retirados do projeto pois apresentaram fratura antiga, luxação e/ou subluxação de membros pélvicos e pelve. Desses, três haviam apresentado crepitação articular ao exame físico sob sedação.

Foram realizados exames radiográficos em setenta e três felinos, sem raça definida, sendo trinta e cinco fêmeas e trinta e oito machos, com idade entre 1,5 e 20 anos.

Das 146 articulações coxofemorais avaliadas, 19 delas apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral, 13% das articulações avaliadas.

Ângulo de Norberg e Porcentagem de Cobertura da Cabeça Femoral (PCCF) foram avaliados. O Quadro 2 apresenta a média do ângulo de Norberg e da PCCF em gatos sem sinais radiográficos de displasia, as quais foram  $100,54^\circ \pm 4,00$  e  $58,11\% \pm 4,92$ .

Já os felinos que apresentaram sinais radiográficos de displasia, a média do ângulo de Norberg foi de  $88,43^\circ \pm 6,97$  e da porcentagem da cobertura da cabeça femoral foi de  $47,21\% \pm 6,90$ .

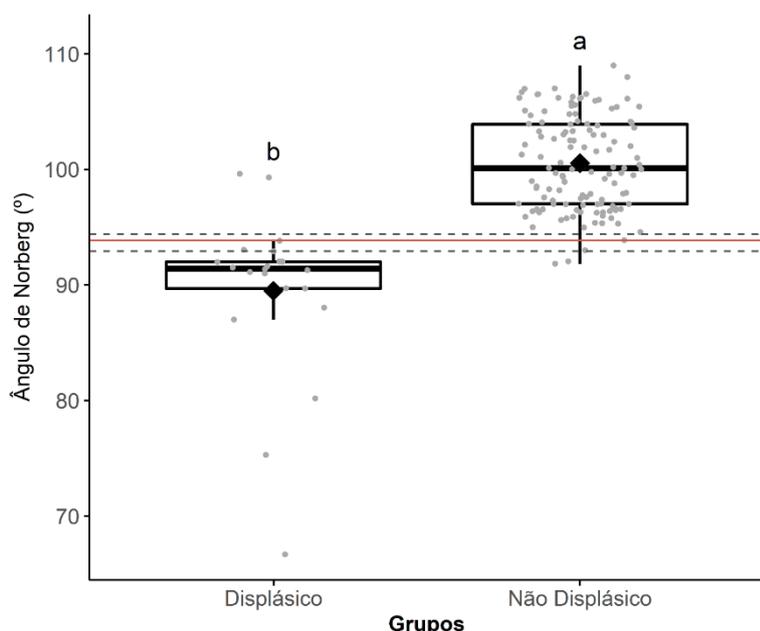
Dos 73 animais avaliados, 16 apresentaram sinais radiográficos de DAD, o que equivale a 21,92% e 12 apresentaram sinais radiográficos de displasia coxofemoral, correspondendo a 16,43% do total de animais. Entre os animais com idade superior a sete anos, 50% apresentaram sinais radiográficos de DAD. O ângulo de Norberg ( $p = 1,013-6$ ) e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral ( $p = 5,677-6$ ) foram menores nas articulações classificadas como displásicas em relação àquelas assumidas como não displásicas (Figuras 4 e 5).

Com o ângulo de Norberg o ponto de corte ótimo para diagnóstico de displasia foi de  $93,850^\circ$  e a  $AUC > 0,95$  indicou uma excelente acurácia da capacidade discriminatória deste parâmetro (Quadro 1). Três por cento de todas as articulações avaliadas estavam classificadas na zona de incerteza diagnóstica (valor falso-positivo ou falso-negativo), sendo que articulações com ângulo de Norberg  $> 94,4^\circ$  foram consideradas não displásicas (verdadeiramente negativo), enquanto aquelas  $< 92,9^\circ$  foram entendidas como displásicas (verdadeiramente positivo) (Quadro 1).

O ponto de corte ótimo da porcentagem de cobertura da cabeça femoral foi de 50,5% e a  $AUC > 0,87$  indicou uma acurácia insatisfatória para a capacidade discriminatória desta medida (Quadro 1). Trinta e nove por cento de todas as articulações avaliadas estavam classificadas na zona de incerteza diagnóstica (valor falso-positivo ou falso-negativo), sendo que articulações com porcentagem de cobertura da cabeça femoral  $> 57,5\%$  foram consideradas não displásicas (verdadeiramente negativo), enquanto aquelas  $< 50,0\%$  foram consideradas displásicas (verdadeiramente positivo) (Quadro 1).

A AUC proveniente da curva ROC construída com ângulo de Norberg ( $AUC = 0,9543$ ) foi maior ( $p = 0,01667$ ) em comparação aquela feita a partir da porcentagem de cobertura da cabeça femoral ( $AUC = 0,8743$ ).

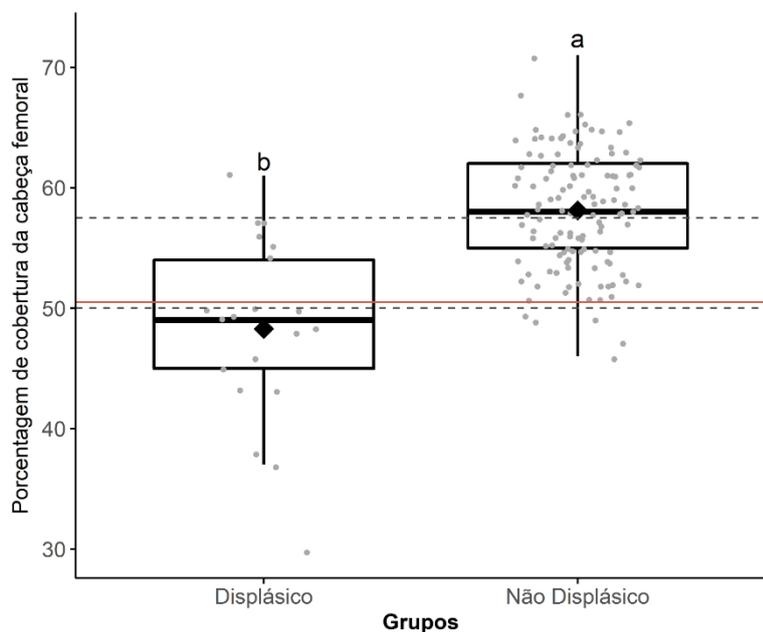
A prevalência de DAD em articulações clinicamente livres de sinais clínicos foi de 13% da população amostrada. A distribuição das categorias das variáveis qualitativas na tabela de Burt mostrou interdependências ( $\chi^2 = 3749,4$ ;  $p = 4,998-4$ ). Pela análise dos resíduos padronizados pela escala z-normal (Rz) (Quadro 1) foi possível observar que articulações assumidas como displásicas mostraram interdependência com ângulo de Norberg positivo (Rz = 8,82), porcentagem de cobertura da cabeça femoral positiva (Rz = 6,24), idade de 5,1 a 8,0 anos (Rz = 2,27) e peso de 4,36 a 8,2 kg (Rz = 2,20). O ângulo de Norberg positivo apresentou interdependência com a porcentagem de cobertura da cabeça femoral positiva (Rz = 6,03). Tais relações também podem ser observadas por um julgamento qualitativo da proximidade entre as categorias no mapa perceptual com as dimensões 1 e 2 da análise de correspondência múltipla que explicaram 59% da variância total dos dados (Figura 7).



**Figura 3:** Gráfico de caixas do ângulo de Norberg ( $^\circ$ ) mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticadas por achados radiográficos.

Os limites inferior e superior da caixa representam respectivamente o primeiro e terceiro quartil; a linha horizontal mais escura dentro da caixa indica a mediana; o losango indica a média; os pontos cinzas

representam cada uma das articulações; letras minúsculas indicam diferença estatística entre os grupos (a > b); linha horizontal vermelha indica o ponto de corte ótimo de acordo com a curva ROC; linhas tracejadas cinza indicam o intervalo correspondente à zona de incerteza diagnóstica de acordo com o intervalo de confiança de 95% do índice de Youden.



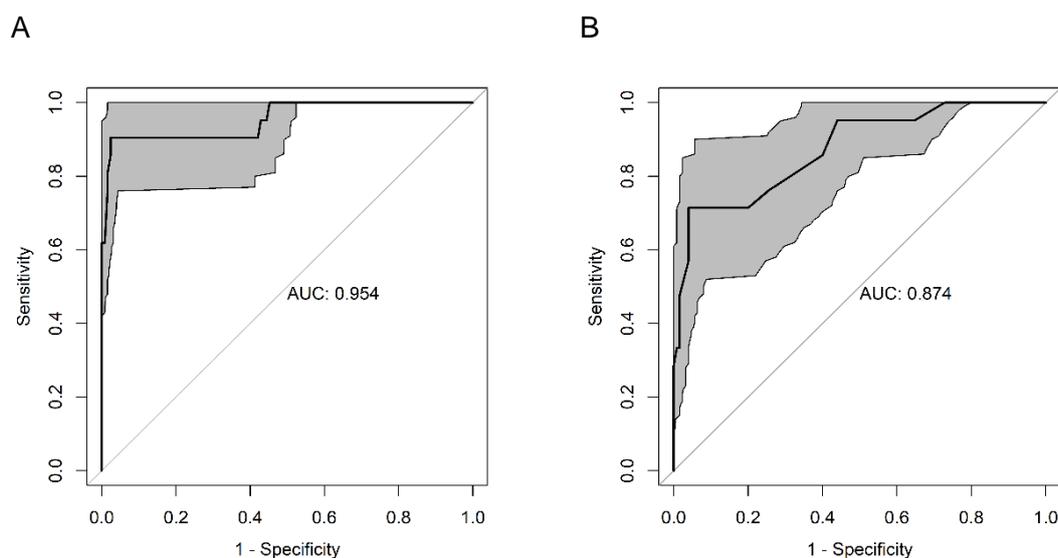
**Figura 4:** Gráfico de caixas da porcentagem de cobertura da cabeça femoral mostrando as diferenças entre o grupo de articulações displásicas e não displásicas diagnosticados por achados radiográficos.

Os limites inferior e superior da caixa representam respectivamente o primeiro e terceiro quartil; a linha horizontal mais expeça dentro da caixa indica a mediana; o losango indica a média; os pontos cinzas representam cada uma das articulações; letras minúsculas indicam diferença estatística entre os grupos (a > b); linha horizontal vermelha indica o ponto de corte ótimo de acordo com a curva ROC; linhas tracejadas cinza indicam o intervalo correspondente à zona de incerteza diagnóstica de acordo com o intervalo de confiança de 95% do índice de Youden.

**Quadro 1:** Parâmetros estimados a partir da curva de característica de operação de receptor (ROC) para o ângulo de Norberg (°) e para a porcentagem de cobertura da cabeça femoral para diagnóstico de displasia coxofemoral.

Parâmetros	Estimado	Intervalo de confiança de 95%	
		Baixo	Alto
<b>Ângulo de Norberg (°)</b>			
Ponto de corte ótimo pelo IY	93,850	92,950	94,400
Especificidade	0,976	0,944	1,000
Sensibilidade	0,905	0,762	1,000
AUC	0,954	0,897	1,000
<b>Porcentagem de cobertura da cabeça femoral (%)</b>			
Ponto de corte ótimo pelo IY	50,500	50,000	57,500
Especificidade	0,960	0,592	0,992
Sensibilidade	0,714	0,571	1,000
AUC	0,874	0,787	0,962

AUC = área sob a curva; IY = índice de Youden



**Figura 5:** Curva de característica de operação de receptor (ROC) para o (A) ângulo de Norberg (°) e para a (B) porcentagem de cobertura da cabeça femoral (%).

AUC = área sob a curva; a área cinzenta representa o intervalo de confiança de 95% calculado pela repetição da curva original 1.001 vezes por bootstrap.

## DISCUSSÃO

As doenças ortopédicas são comuns em pacientes felinos, dentre elas a osteoartrite (AO) (Kimura et al. 2020). Dor, inchaço, rigidez e perda de cartilagem articular, estão entre os sinais de OA (Lascelles & Sheilah, 2010; Kitanaka et al. 2017). Dos animais avaliados no presente estudo 22% apresentaram sinais de DAD, entretanto nenhum dos animais apresentava sinais clínicos de doença musculoesquelética, que levariam a um quadro de claudicação. Uma explicação seria a grande facilidade que os felinos possuem em mascarar os sinais clínicos, compensando o comprometimento funcional, o que pode dificultar o exame físico e/ou impedir que os tutores percebam a alteração (Klinck et al. 2012; Perry, 2016), justificando a porcentagem alta de felinos que apresentaram sinais radiográficos de DAD, sem apresentarem sinais clínicos específicos. De semelhante modo Klinck et al (2018) relataram que a claudicação é menos proeminente em felinos com doença articular degenerativa, sendo que a dor articular e as anormalidades palpáveis ao exame físico não se correlacionam altamente com os achados radiográficos.

A doença articular degenerativa (DAD) está diretamente relacionada com o aumento de expectativa de vida dos animais, uma vez que a longevidade leva a uma maior ocorrência desta afecção (Piermattei et al. 2006, Freire et al. 2014; Leijon et al. 2017; Klinck et al. 2018), fato que foi observado entre os animais avaliados, dos quais 50% dos felinos radiografados apresentavam mais de 7 anos e apresentavam sinais radiográficos de DAD. Keller (1999), observou uma incidência de 6,6% de sinais radiográficos de displasia coxofemoral associada a DAD, em gatos sem raça definida, diferindo do presente trabalho, que mostrou uma maior ocorrência.

De acordo com Valastro et al (2019) em gatos, ao contrário do que é observado em cães, os sinais clínicos de displasia coxofemoral geralmente não são visíveis e isto tem sido atribuído ao peso corporal proporcionalmente menor, que não é suficiente para causar remodelação articular e outras mudanças que podem induzir distúrbios biomecânicos e o início da dor. Tal fato pode justificar a ausência de claudicação e

sinais clínicos musculoesqueléticos dos felinos displásicos do presente trabalho. Os referidos pesquisadores ainda sugerem que as recentes mudanças no habitat e nas condições de vida, bem como expectativa de vida mais longa, podem levar a um aumento da manifestação de sintomas de displasia coxofemoral em gatos.

Loder e Todhunter (2018) observaram uma incidência de 24,9% de displasia coxofemoral em gatos da raça Maine Coon. No presente trabalho, 16% dos felinos SRD são displásicos, concordando com Lai et al (2016), felinos de raça pura têm uma maior incidência de displasia coxofemoral em comparação com o típico gato de pelo curto doméstico. Entre os felinos de raça pura, os mais predispostos a desenvolver DCF são os Maine Coon (Keller et al. 1999, Bennet et al. 2012, Lai et al., 2016), Himalaias e Persas (Keller et al. 1999; Lai et al., 2016), o que pode estar relacionado com o porte dos animais, já que nessas três raças os animais têm maior peso, o que causa uma maior sobrecarga nas articulações coxofemorais e pode ser um fator contribuinte para o desenvolvimento da OA (Keller et al. 1999 e Spiller et al. 2015), concordando com os achados do presente trabalho.

Em concordância com Spiller et al (2015) e Low et al, (2019) não foi observado no presente trabalho uma predileção sexual para a ocorrência de displasia coxofemoral. Entretanto, Loder e Todhunter (2018) observaram uma maior incidência em machos, enquanto Hayes (1979) e Koeppel (1990), citados por Perry (2016) relataram uma maior evidência em fêmeas.

O ângulo de Norberg dos cães com articulações coxofemorais normais é de 105° (Genuíno et al. 2015), enquanto o observado nos felinos deste estudo foi de 94,4°, o que pode ser justificado pelo fato dos gatos possuírem acetábulo mais rasos (Keller et al. 1999; Miranda et al. 2019) e, como consequência, um ângulo de Norberg menor, quando comparado com os cães. Em 1998 Langenbach et al observaram uma variação de 56° a 105° no ângulo de Norberg, com uma média de 95° em felinos sem DAD, número próximo ao observado no presente trabalho.

Em relação aos felinos displásicos, estes apresentaram um ângulo de Norberg inferior a 92,95°, porém com média de 88,43°, valor próximo à média de 84° em felinos com doença articular degenerativa observada por Langenbach et al (1998).

A porcentagem de cobertura da cabeça femoral pelo acetábulo deve ser de 50% nos cães. A obtenção de valores inferiores a este pode indicar a incidência de DCF (Spiller et al. 2015). Estudos específicos para felinos não foram encontrados na literatura.

No presente estudo os achados estatísticos de percentual de cobertura da cabeça femoral para felinos verdadeiramente não displásicos indicaram uma acurácia insatisfatória para a capacidade discriminatória desta medida, de modo que este não revelou ser um parâmetro ideal para identificação da displasia coxofemoral de felinos domésticos. De semelhante modo, Spiller et al (2015) referiram que alguns felinos apresentam valores de cobertura inferiores aos dos cães e os sinais radiográficos de DAD nem sempre são observados, sugerindo que somente o arrasamento acetabular não é parâmetro definitivo para diagnóstico de DCF em felinos.

## CONCLUSÃO

O ângulo de Norberg para felinos sem raça definida verdadeiramente livres de displasia coxofemoral é  $\geq 94,4^\circ$  e apresenta alta especificidade e sensibilidade para a determinação de DCF; o percentual de cobertura da cabeça femoral para felinos sem raça definida verdadeiramente não displásicos é  $\geq 57,5\%$ , porém apresenta acurácia insatisfatória para determinação de DCF; a prevalência de doença articular degenerativa em felinos domésticos não claudicantes é de 22%.

## REFERÊNCIAS

- BENNETT, D.; ZAINAL ARIFFIN, S. M. B.; JOHNSTON, P 2012. Osteoarthritis in the cat: 1. How common is it and how easy to recognise?. *Journal of feline medicine and surgery*, 14: 65- 75.
- COSTA, E.D 2018. Prevalência de alterações radiográficas associadas à Doença Articular Degenerativa no gato doméstico – Estudo retrospectivo de 100 casos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 82p.
- FREIRE, M.; MEUTEN, D.; LASCELLES, D 2014. Pathology of articular cartilage and synovial membrane from elbow joints with and without degenerative joint disease in domestic cats. *Vet. Pathol.* 51:968–978.
- GAO, X.; LEE, J.; MALLADI, S. et al 2013. Feline degenerative joint disease: a genomic and proteomic approach. *Journal of Feline Medicine and Surgery.* 15: 466–477.
- GENUÍNO, P.C.; MIRANDA, F.G.; REZENDE, C. M. F.; TÔRRES, R.C.S 2015. Parâmetros radiográficos de displasia coxofemoral na raça Rottweiler. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 67:1178-1182.
- HARDIE, E.M.; ROE, S.C.; MARTIN, F.R 2002. Radiographic evidence of degenerative joint disease in geriatric cats: 100 cases (1994-1997). *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 220: 628-632.

KELLER, G. G.; READ, A.L.; LATTIMER, J.C., et al 1999. Hip dysplasia: a feline population study. *Vet Radiol Ultrasound*. 40: 460–464.

KIMURA, T.; KIMURA, S.; OKADA, J. SUZUKI, S.; KITANAKA, T 2020. Retrospective Radiographic Study of Degenerative Joint Disease in Cats: Prevalence Based on Orthogonal Radiographs. *Frontiers in Veterinary Science*. 7:138.

KITANAKA, T.; NAKANO, R.; KITANAKA, N.; KIMURA, T.; OKABAYASHI, K.; NARITA, T, et al 2017. JNK activation is essential for activation of MEK/ERK signaling in IL-1b-induced COX-2 expression in synovial fibroblasts. *Sci Rep*. 7:1-14.

KLINCK, M. P., FRANK, D.; GUILLOT, M.; TRONCY, E 2012. Owner-perceived signs and veterinary diagnosis in 50 cases of feline osteoarthritis. *The Canadian Veterinary Journal*, 53: 1181.

KLINCK, M.P.; MONTEIRO, B.P.; LUSSIER, B.; GUILLOT, M.; MOREAU, M.; OTIS, C.; et al 2018. Refinement of the montreal instrument for cat arthritis testing, for use by veterinarians: detection of naturally occurring osteoarthritis in laboratory cats. *J Feline Med Surg*. 20: 28–40.

LAI, A.; CULVENOR, J.; BAILEY, C 2016. Morphometric assessment of hip dysplasia in a cat treated by juvenile pubic symphysiodesis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 5: 433-438.

LANGENBACH, A.; GIGER, U.; GREEN, P.; et al 1998. Relationship between degenerative joint disease and hip joint laxity by use of distraction index and Norberg angle measurements in a group of cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 213: 1439–1443.

LASCELLES, B. D; SHEILAH, A. R 2010. DJD-associated pain in cats: what can we do to promote patient comfort?. *Journal of feline medicine and surgery*. 12: 200-212.

LEIJON, A.; LEY, C.J.; CORIN, A.; LEY, C 2017. Cartilage lesions in feline stifle joints -associations with articular mineralizations and implications for osteoarthritis. *Research in Veterinary Science*. 114: 186–193.

LEY, C.; RAMER, G.; LEIJON, A.; LEY, C. J 2021. Acetabular margin changes in feline hip joints – Implications for radiologic diagnosis and development of osteoarthritis. *Research in Veterinary Science*; 137: 243-251.

LODER, R.T.; TODHUNTER, R.J 2018. Demographics of hip dysplasia in the Maine Coon cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20: 302-307.

LOW, M.; EKSELL, P.; HÖGSTRÖM, K.; OLSSON, U.; et al 2019. Demography, heritability and genetic correlation of feline hip dysplasia and response to selection in a health screening programme. *Scientific Reports*. 9:17164.

MIRANDA, F. G.; MEGDA, T. T.; NEPOMUCENO, A. C.; REZENDE, C. M. F.; TÔRRES, R. C. S 2019. Ultrassonografia da articulação coxofemoral em filhotes de gatos domésticos. *Revista de educação continuada em medicina veterinária e zootécnica do CRMV-SP (MV&Z)*. 17: 87-88.

PERRY, K.; 2016. Feline hip dysplasia - A challenge to recognise and treat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18:203–218.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C. E 2006. Brinker, Piermattei, and Flo’Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. Missouri: Saunders Elsevier. 3: 185-208.

RABIN, K.L.; DE HAAN, J.J; ACKERMAN, N 1994. Hip dysplasia in a litter of domestic shorthair cats. *Feline Pract*. 22: 15-18.

SPILLER, P.R.; COSTA, S. R. O.C.; GOMES, L.G.; LOPES, E. R.; MARTINI, A.C. et al 2015. Displasia coxofemoral em gato - Bilateral Hip Dysplasia in Cat. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43:68.

STREINE, D.L; 2003. Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of personality assessment*. 80:99–103.

THRALL, D. E 2015. *Diagnóstico de Radiologia Veterinária*. 6<sup>a</sup>ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.319-348.

VALASTRO, C.; FRANCHINI, D.; VALENTINI, V.; et al 2019. The CT dorsolateral subluxation index is a feasible method for quantifying laxity in the feline hip joint. *Vet Radiol Ultrasound*. 60:372-377.

VIEIRA, G.L.T.; TORRES, R.C.S.; BARROS, G.S.; ROCHA, B.D.; REZENDE, C.M.F 2010. Associação entre o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, o índice cortical e o ângulo de inclinação em cães com displasia coxofemoral. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 62: 1094-1101.