

## Osteoartrose lombossacra em leoa (*Panthera leo*)

### Lumbosacral osteoarthritis in lioness (*Panthera leo*)

Eduardo Augusto Terra Rossi de Barros<sup>1\*</sup>, Jorge Aparecido Salomão Júnior<sup>2</sup>, Henrique Scomparin Guardia<sup>2</sup>, Sônia Rumiko Suzuki França<sup>2</sup>, Giovanni Dal'Bo<sup>2</sup>, Everton dos Santos Cirino<sup>3</sup>, Michelle Falcade Forti<sup>3</sup>, Guilherme Guidolin Galassi<sup>3</sup>, Fábio Henrique Viaceli Conforti<sup>2</sup>, Daniela Pereira Bonini<sup>2</sup>, Renato Leite Leonardo<sup>2</sup>, Renata Paulino Xavier<sup>2</sup>, Luciana Facco de Andrade<sup>2</sup>, Giovanna Valverde Magalhães Barbosa<sup>1</sup>, Paulo Fernandes Marcusso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Americana – FAM, Americana, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Parque Ecológico Municipal de Americana – Americana, SP, Brasil.

\*eduardo.rossi@unesp.br

Recebido: 12 de setembro de 2024.

Aceito: 03 de dezembro de 2024.

Publicado: 20 de dezembro de 2024.

#### RESUMO

A osteoartrose é um distúrbio crônico, deteriorando a cartilagem articular e estruturas periarticulares, sendo uma grande causa de dor articular nos felinos senis. Gatos frequentemente desenvolvem artroses devido ao envelhecimento, obesidade e sedentarismo, fatores comuns em cativeiro. Assim, pode-se considerar que artroses em felinos selvagens são desencadeadas pelos mesmos fatores, considerando a fisiologia do gato doméstico (*Felis catus*) como similar aos demais membros da família Felidae. Este trabalho objetivou relatar um caso de osteoartrose lombossacra em uma leoa (*Panthera leo*). O animal de 20 anos de idade, do Parque Ecológico de Americana – SP, apresentava sinais de apatia e hiporexia, sendo encaminhado para o Hospital Veterinário da Faculdade de Americana (FAM), onde foram realizados exames de check-up. Não havia alterações em hemograma, enquanto no bioquímico foram observados leve hipoalbuminemia e grande aumento de amilase. Na ultrassonografia, rins apresentaram contornos sutilmente irregulares. Na endoscopia, havia hiperemia em vias respiratórias e nódulos polipoides em nasofaringe. Na laringe, foram observadas úlceras bilaterais em região subglótica e, em brônquios, malácia e fratura de anéis brônquicos. Na radiografia, foram vistos processos de mineralização das articulações esternocondrais e luxação xifoide. Na coluna vertebral, havia presença de entesófitos em vértebras, pontes anquilosantes, opacificação de forame intervertebral, perda de definição de facetas articulares, remodelamento de corpos vertebrais e estruturas puntiformes de radiopacidade mineral sobrepondo processos espinhosos. Conclui-se, portanto, que pela proximidade genética e evolutiva, deve-se atentar aos sinais de artrose em felinos selvagens, pois assim como ocorre em felinos domésticos, os fatores predisponentes comumente presentes em ambiente cativo, juntamente com a idade avançada, podem desencadear a osteoartrose.

**Palavras-chave:** Artrose. Cativeiro. Felídeos. Ortopedia. Radiologia.

#### ABSTRACT

Osteoarthritis is a chronic disorder that deteriorates articular cartilage and periarticular structures, being a major cause of joint pain in elderly felines. Cats frequently develop arthritis due to aging, obesity, and a sedentary lifestyle – factors that are common in captivity. Therefore, arthritis in wild felines can be considered to be triggered by the same factors, given the similar physiology of domestic cats (*Felis catus*) to other members of the Felidae family. This study aimed to report a case of lumbosacral osteoarthritis in a lioness (*Panthera leo*). The 20-year-old animal from the Americana Ecological Park in São Paulo showed signs of apathy and hyporexia and was sent to the Veterinary Hospital of Americana College (FAM) for a check-up. The complete blood count was normal, while the biochemical profile showed slight hypoalbuminemia and a significant increase in amylase. Ultrasound revealed subtly irregular kidney contours. Endoscopy showed hyperemia in the respiratory tract and polypoid nodules in the nasopharynx. The larynx had bilateral subglottic ulcers, and the bronchi exhibited malacia and bronchial ring fractures. Radiography showed mineralization processes of the sternocostal joints and xiphoid luxation. In the spine, there were enthesophytes in vertebrae, ankylosing bridges, intervertebral foramen opacification, loss of articular facet definition, vertebral body remodeling, and mineral radiopaque structures overlaying the spinous processes. Therefore, it is concluded that due to genetic and evolutionary proximity, attention should be paid to signs of arthritis in wild felines as predisposing factors common in captive environments, along with advanced age, may trigger osteoarthritis similar to that of domestic felines.

**Keywords:** Arthrosis. Captivity. Felines. Orthopedics. Radiology.

#### INTRODUÇÃO

O leão (*Panthera leo*) é um mamífero pertencente à ordem Carnivora, família Felidae, cujo estado de conservação é atualmente considerado como vulnerável globalmente pela Lista Vermelha da IUCN (Nicholson et al., 2023). Extintos em todo o norte do continente africano e na maioria dos países asiáticos, a sua atual distribuição consiste na ocorrência da espécie na maioria dos países da África Subsaariana e populações isoladas na Índia (Nowell & Jackson, 1996). Porém, vem ocorrendo uma acentuada redução tanto na área de ocorrência quanto nos tamanhos populacionais da espécie (Trinkel & Angelici, 2016).

Nesse cenário, faz-se importante a manutenção desses animais em cativeiro para a conservação *ex-situ*, pois assim são desenvolvidas técnicas de reprodução e manejo, estudos da biologia da espécie, caracterização, monitoramento e intercâmbio genético, além de ações de educação ambiental, condutas essas que promovem a conservação da fauna a longo prazo (Felippe & Adania, 2014).

Por serem nativos apenas da África e Ásia, no Brasil são encontrados apenas indivíduos em zoológicos e mantenedores

de fauna, todavia o ambiente cativo pode comprometer o bem-estar dos animais, já que difere de seu habitat natural, acarretando problemas fisiológicos (Felippe & Adania, 2014).

A osteoartrose, também denominada doença articular degenerativa, é uma condição patológica que pode acometer felinos domésticos (Denny & Butterworth, 2006). É caracterizada pela degeneração dos componentes articulares, culminando em destruição e remodelamento do osso subcondral, formação de osteófitos e sinovite (Fujita et al., 2005).

Os gatos domésticos tendem a desenvolver artroses, principalmente quando em idade avançada, provocadas por processos comumente presentes na senilidade e agravadas pela obesidade, sedentarismo e escore corporal alterado (Mele, 2007), fatores altamente presentes em animais sob cuidados humanos. Assim como ocorre com os felinos domésticos, pode-se considerar que a artrose em grandes felinos selvagens é desencadeada pelos mesmos fatores, já que a fisiologia do gato doméstico (*Felis catus*) é similar à dos demais membros da família Felidae (Adania, Silva & Felippe, 2014).

Com expectativa de vida por volta de 15 anos em vida livre e de mais de 20 anos sob cuidados humanos (Eloff, 1998; Junginger et al., 2015), pode-se considerar que o leão (*Panthera leo*) é uma espécie que pode ser acometida pelas doenças articulares degenerativas, como a osteoartrose, principalmente em cativeiro, devido, dentre outros fatores, ao aumento do tempo de vida (Barton, 2022).

Este relato tem como objetivo descrever um caso de uma leoa de cativeiro com artrose lombossacra.

## RELATO DE CASO

Uma leoa com aproximadamente vinte anos de idade do Parque Ecológico de Americana/SP compartilhava o mesmo recinto com um leão macho. Após a morte de seu companheiro, a leoa começou a apresentar sinais de apatia e hiporexia, portanto a equipe médica veterinária do zoológico decidiu realizar um check-up no animal. Para tanto, uma equipe multiprofissional foi recrutada para a realização dos exames: hemograma, bioquímicos, ultrassonográfico, radiográfico e endoscópico.

A equipe do zoológico colocou uma caixa de transporte com a porta em guilhotina dentro da área de cambiamiento do animal; por sua vez, no dia anterior ao manejo, o animal entrou na caixa durante a noite, sem a necessidade de sedação prévia. Assim, o animal foi conduzido para o Hospital Veterinário da Faculdade de Americana (FAM), onde foram realizados a anestesia e os procedimentos supracitados.

Para a medicação pré-anestésica, foram administrados Zoletil® (dissociativo com benzodiazepínico) na dose de 5 mg/kg, detomidina (agonista  $\alpha$ -2 adrenérgico) na dose de 0,01 mg/kg e atropina (anticolinérgico) na dose de 0,05 mg/kg, com estimativa de peso do animal de 150 kg. A manutenção anestésica foi realizada por meio de anestesia inalatória com isoflurano.

Com a leoa anestesiada, foi realizada coleta de sangue com seringa de 10 ml e agulha 40x12 por venopunção da veia safena lateral. 4 ml foram adicionados em tubos contendo EDTA-k<sub>2</sub> para confecção do hemograma (Tabela 1). O restante (6,0 ml) foi acondicionado em tubo seco para realização dos exames bioquímicos (Tabela 2). Os tubos foram acondicionados em caixa isotérmica com gelo auxiliar e enviados ao Laboratório Clínico Veterinário do Hospital Veterinário (HV) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu.

### Tabela 1

Resultados hematológicos do hemograma da leoa obtidos pelo Laboratório Clínico Veterinário do HV da FMVZ – UNESP Botucatu.

Analito	Hemograma	Unidade	Referência
Hemácias	6,7	x10 <sup>6</sup> /μL	5,22 - 11,0
Hemoglobina	11,6	g/dL	7,3 - 18,0
Hematócrito	32	%	25 - 52
VCM	47,8	fL	33,3 - 64
CHCM	36,3	%	—
PT (Plasma)	8,6	g/dL	6,0 - 9,5
Plaquetas	118.675	g/dL	117.000 - 737.000
Metarrubricitos	0	/100	—
Leucócitos	18.375	/μL	6.610 - 26.700
Mielócitos	0	/μL	—
Metamielócitos	0	/μL	—
Bastonetes	0	/μL	—
Segmentados	14.700	/μL	3.800 - 22.700
Linfócitos	2.756	/μL	33 - 6.400
Eosinófilos	0	/μL	0 - 2.880
Basófilos	0	/μL	0 - 386
Monócitos	919	/μL	0 - 2.873

Fonte: Os autores.

Nota. Foi adotado como referência o ISIS (*International Species Information System*).

### Tabela 2

Resultados dos exames bioquímicos da leoa obtidos pelo Laboratório Clínico Veterinário do HV da FMVZ – UNESP Botucatu.

Analito	Bioquímico	Unidade	Referência
Ureia	88,0	mg/dL	64,37 - 298,88
Creatinina	2,7	mg/dL	0,7 - 4,79
ALT (TGP)	22,0	UI/L	0 - 195,0
AST (TGO)	16,0	UI/L	0 - 173,0
FA	7,0	UI/L	0 - 96,0
GGT	3,2	UI/L	0 - 17,0
LDH	91,0	UI/L	21,0 - 722,0
Frutosamina	95,9	μmol/L	—
Proteína total sérica	6,9	g/dL	6,0 - 9,5
Albumina	2,0	g/dL	2,2 - 4,8
Globulina	4,9	g/dL	2,5 - 6,2
Bilirrubina total	0,2	mg/dL	0 - 0,99
Bilirrubina direta	0,1	mg/dL	0 - 0,18
Bilirrubina indireta	0,1	mg/dL	0 - 0,53
Glicose	173,0	mg/dL	43,0 - 296,9
Colesterol	138,0	mg/dL	55,1 - 324,5
Triglicérides	12,0	mg/dL	4,0 - 163,15
Amilase	5.955,0	UI/L	29,6 - 1.579
Lipase	3,0	UI/L	0 - 3,89
CK	158,0	UI/L	29,0 - 5.261,0
Cálcio	8,6	mg/dL	0 - 12,95
Fósforo	3,9	mg/dL	0 - 9,42
Magnésio	2,6	mg/dL	0 - 2,77
Sódio	144,0	mEq/L	0 - 381,62
Potássio	4,0	mEq/L	0 - 23,85
Cloreto	110,3	mEq/L	287,17 - 489,25

Fonte: Os autores.

Nota. Foi adotado como referência o ISIS (*International Species Information System*).

No exame ultrassonográfico (Figura 1), foi constatado que os rins apresentavam contornos sutilmente irregulares e a vesícula biliar apresentava conteúdo ecogênico depositado em fundo vesical, além de as paredes estarem mais finas. Em região torácica esquerda, foi observada a presença de estrutura hiperecogênica e homogênea, de formato amorfo, em contato com diafragma, mas aparentemente sem aderência no mesmo.

Ao exame de endoscopia (Figura 2), foi constatada uma hiperemia em todas as vias do sistema respiratório. Além disso, na nasofaringe, havia presença de múltiplos nódulos sésseis polipoides hipocorados, brilhantes, firmes e sem evidência de vascularização. Também havia focos de cicatrização nos cornetos nasais, condizentes com formação fibrótica na cavidade nasal. A laringotraqueobroncoscopia revelou um espessamento das paredes da laringe, espessamento e hipocromia bilateral das cordas vocais, presença de nódulo sésseis de tamanho médio e úlceras bilaterais na região subglótica. Nos brônquios principais foram vistos leves espessamentos e congestão vascular dos anéis cartilagosos, brônquios lobares direitos apresentavam malácia e fratura de anéis brônquicos, levando ao colapso dessas vias, sendo que nos brônquios lobares esquerdos havia congestão vascular e intensa edemaciação, levando à diminuição do lúmen brônquico.

Ao exame radiográfico (Figura 3), na região torácica, o parênquima pulmonar apresentava broncogramas aéreos, sugestivo de doença infiltrativa inflamatória, mineralizações puntiformes difusas, indicando senescência, e um padrão intersticial linear, revelando uma imagem limite entre senescência e doença infiltrativa inflamatória. Em relação ao esterno, havia evidências de processo de mineralização das articulações esternocondrais e luxação da xifoide, compatível com processo de artrose.

Em relação ao membro torácico esquerdo, na porção proximal do segundo metacarpo, havia irregularidade da região cortical, sugestiva de processo inflamatório. Ainda no mesmo membro, havia tecido mole adjacente à face medial do segundo osso metacarpiano e ao redor da quarta falange, evidenciando um

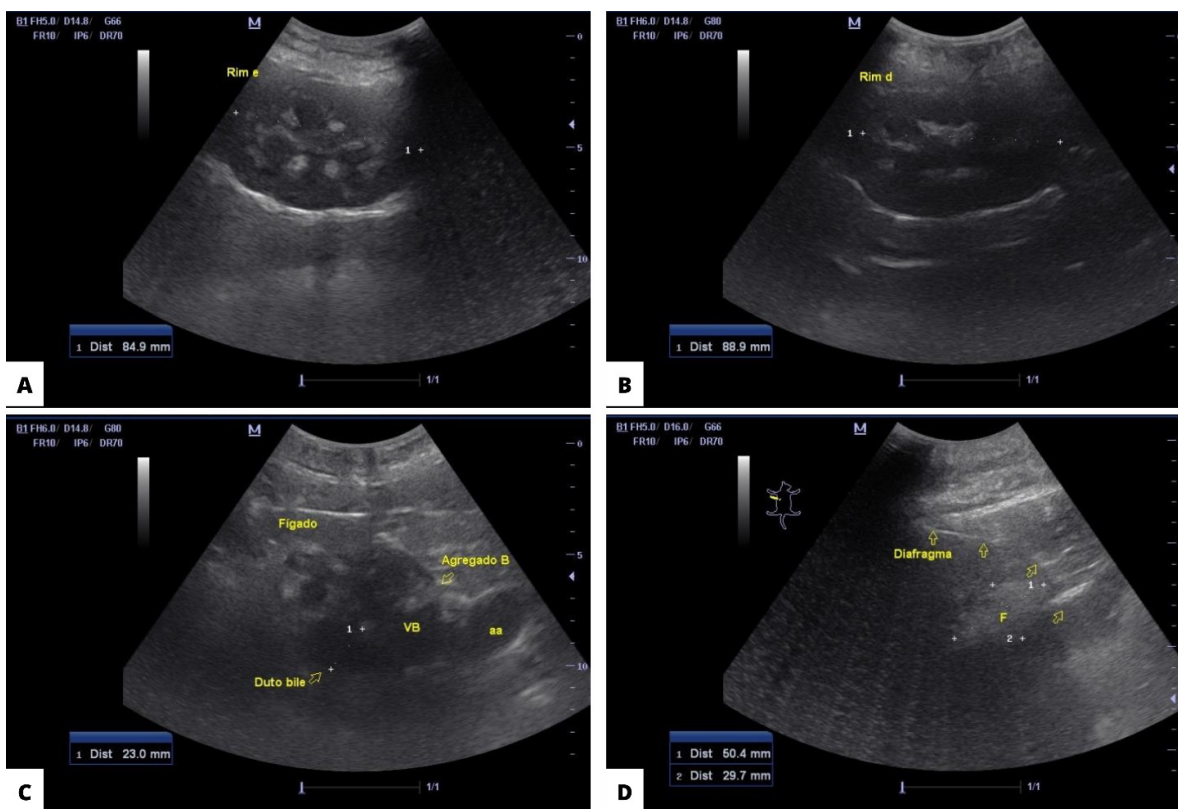
infiltrado gasoso, podendo ser sugestivo de lesão cutânea.

Ao exame radiográfico da coluna vertebral nas porções lombar e lombossacra, estas indicaram várias alterações, sendo elas a presença de entesófitos em várias vértebras (T13, L1, L4, L5, L7, S1), pontes anquilosantes entre L1-L2, L2-L3, L3-L4 e L5-L6, sendo a maior entre L2-L3, opacificação do forame em L4-L5, podendo sugerir uma protrusão discal, perda de definição

da articulação das facetas, indicando artrose, e remodelamento dos corpos vertebrais de L4 e L5, além da presença de tecido adjacente dorsal sobrepondo os processos espinhosos, onde havia inúmeras estruturas puntiformes difusas, de radiopacidade mineral, respeitando um padrão linear ao longo do segmento vertebral.

### Figura 1

Imagens ultrassonográficas.

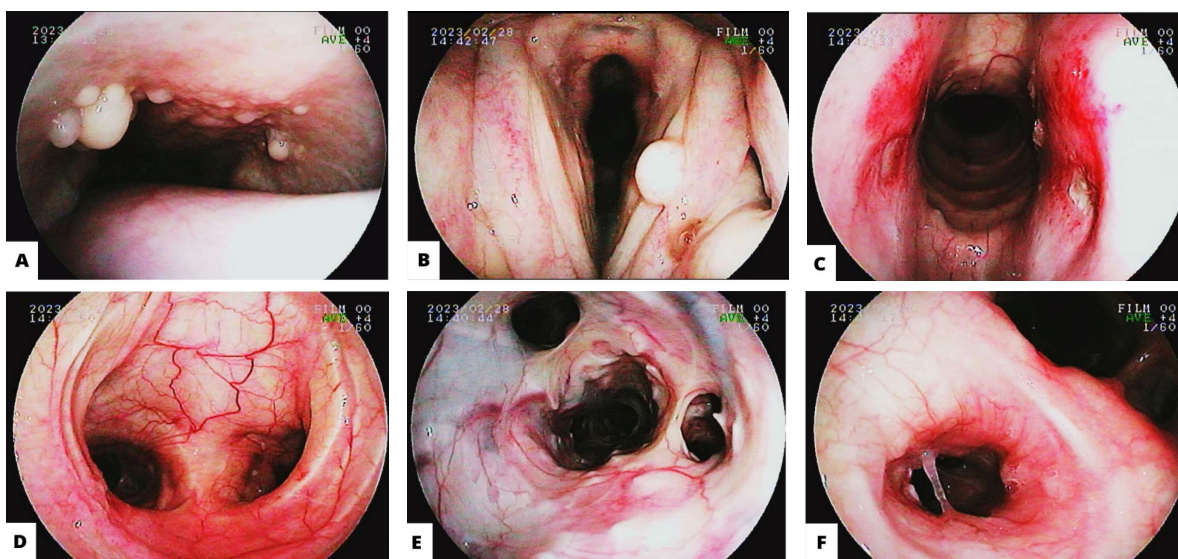


Fonte: Os autores.

Nota. (A) Rim esquerdo com contornos sutilmente irregulares; (B) rim direito com contornos sutilmente irregulares; (C) fígado e vesícula biliar; (D) região torácica esquerda com presença de conteúdo amorfo em contato com o diafragma.

### Figura 2

Laringotraqueobroncoscopia.

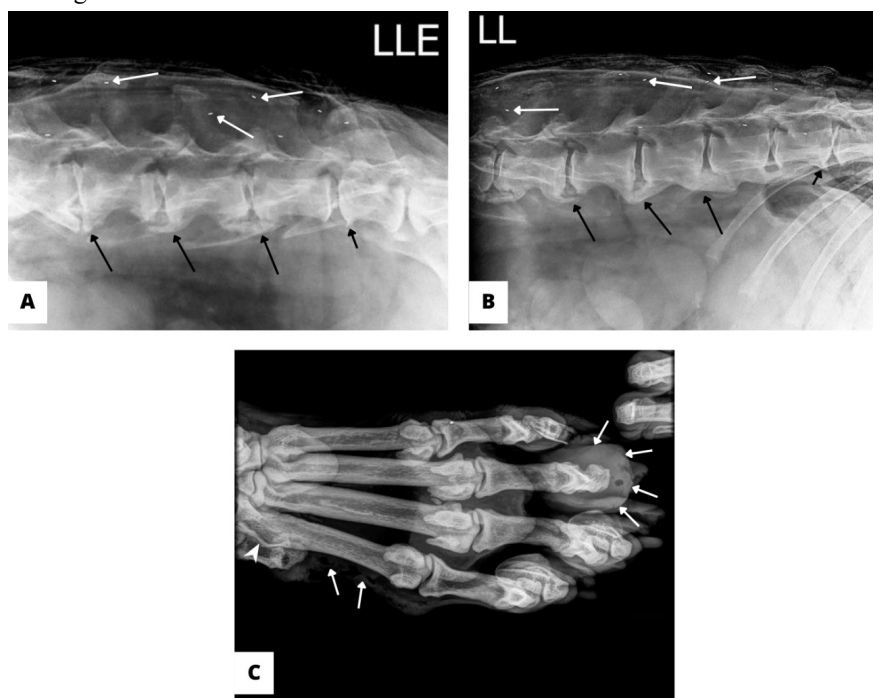


Fonte: Os autores.

Nota. (A) Nódulos sésseis polipoides na região de orofaringe; (B) nódulo sésseil na região glótica; (C) úlceras bilaterais na região glótica; (D) hiperemia e congestão da região da carina traqueal; (E) malácia e fratura de anéis crônicos; (F) congestão, edemaciação e presença de secreção mucoide em brônquio lobar.



**Figura 3**  
Radiografia.



Fonte: Os autores.

*Nota.* (A e B) Estruturas puntiformes difusas (setas brancas) na região dos processos espinhosos, pontes anquilosantes (setas pretas maiores) e entesófitos (setas pretas menores); (C) porção distal do membro torácico esquerdo com irregularidade cortical (ponta de seta branca no canto esquerdo) e infiltrado gasoso (setas brancas).

## DISCUSSÃO

A manutenção de animais selvagens em cativeiro, seja para fins conservacionistas, de pesquisa ou conscientização ambiental, aliada ao avanço da medicina veterinária, causa o aumento da longevidade desses animais, pois o ambiente cativo é dotado de proteção contra uma série de fatores do ambiente natural que mantém um controle populacional, como predação, escassez de recursos alimentares e hídricos, competições intraespecíficas e doenças (Tidière et al., 2016). Assim, a expectativa de vida animal é aumentada, proporcionando um maior desenvolvimento e agravamento de doenças de caráter crônico e relacionadas à senilidade (Owston, Ramsay, & Rotstein, 2018).

A osteoartrose é um distúrbio de caráter crônico associado ao envelhecimento e caracterizado pela degeneração das cartilagens articulares. Com isso, ocorre a desestabilização da articulação, que, no caso da coluna vertebral, é associada ao rompimento das fibras de Sharpey, que são estruturas que conectam o anulo fibroso do disco intervertebral ao osso cortical para manter a estabilidade articular. No local das inserções rompidas, como forma de reparação da estabilização, o organismo começa a formar os entesófitos, que são projeções ósseas que buscam a estabilidade; após um longo período, dois entesófitos de diferentes vértebras se ligam, formando as pontes anquilosantes, um quadro chamado então de espondilose deformante (Thrall, 2019).

A fusão dos entesófitos de vértebras adjacentes aumenta o estresse e tensão sobre as facetas articulares, o que provoca o prolapso de disco intervertebral, podendo futuramente comprimir a medula espinhal e provocar sinais como dor, ataxia, incontinência urinária, paresia e paralisia (Jericó, Andrade & Kogika, 2023). Na leoa relatada, existe uma maior radiopacidade entre L4 e L5, indicando um possível início de protrusão discal.

No caso relatado, o animal foi exposto a fatores intimamente relacionados com a rotina de animais selvagens que vivem sob cuidados humanos, fatores esses que são

condizentes com as causas predisponentes relatadas na literatura para osteoartrose em felinos domésticos, como sedentarismo e senilidade.

No perfil bioquímico, a albumina se encontra abaixo dos valores de referência para a espécie, o que pode ser consequência da hiporexia, porém outras mensurações que poderiam estar alteradas por esse quadro se encontravam dentro dos valores de referência. Isso pode ser explicado pelos grandes valores de referência, os quais foram determinados a partir de um pequeno número amostral de animais, além do fato de que são valores carentes de informações na literatura. O mesmo vale para a mensuração de amilase e cloreto, que estavam acima dos valores de referência, mas que podem ser clinicamente insignificantes correlacionando com outras mensurações e exames.

Outros achados corroboram com a indicação de alterações por senescência, como artrose das esternébras, nódulos polipoides e paredes espessadas do trato respiratório, pontos mineralizados difusos e padrão intersticial linear nos pulmões.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, assim como ocorre em gatos domésticos devido a semelhanças fisiológicas e filogenéticas, os felídeos selvagens também são vulneráveis a doenças articulares, afetando principalmente a coluna vertebral, pois os fatores predisponentes dessas alterações descritos em gatos são altamente relacionados ao ambiente cativo em que os animais selvagens são alocados.

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram a ausência de conflito de interesse.

## FONTES DE FINANCIAMENTO

Os autores declaram a ausência de fontes de financiamento.

**CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

*Conceitualização:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Curadoria de dados:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Análise de dados:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Pesquisa:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Metodologia:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Administração do projeto:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Disponibilização de ferramentas:* J. A. S. J., H. S. G., S. R. S. F., G. D., E. S. C., M. F. F., G. G. G., F. H. V. C., D. P. B., R. L. L., R. P. X., L. F. A., G. V. M. B. *Supervisão:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Validação de dados e de experimentos:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Design da apresentação de dados:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Redação do rascunho inicial:* E. A. T. R. B., P. F. M. *Revisão e edição da escrita:* E. A. T. R. B., P. F. M.

**REVISÃO POR PARES**

A Uningá Review agradece aos revisores anônimos por sua contribuição para a revisão por pares deste trabalho.

**REFERÊNCIAS**

- Adania, C. H., Silva, J. C. R., & Felipe, P. A. N. (2014). Carnívora – Felidae (Onça, Suçuarana, Jaguaritica e Gato-do-mato). In Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (ed.), *Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária* (v. 1, 2ª ed., pp. 779-818). Rio de Janeiro, RJ: Grupo GEN.
- Barton, L. (2022). *Radiographic characteristics and clinical presentation of DJD in captive cheetahs (Acinonyx jubatus), lions (Panthera leo) and tigers*. [Tese de Doutorado, Sydney School of Veterinary Science, Faculty of Science, University of Sydney].
- Denny, H. R., & Butterworth, S. J. (2006). *Cirurgia ortopédica em cães e gatos*, (4ª ed., pp. 39-48). São Paulo, SP: Roca.
- Eloff, F. C. (1998). The life of the Kalahari lion (*Panthera leo vernayi*). *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 53(2), pp. 267–269. doi: 10.1080/00359199809520393
- Felipe, P. A. N., & Adania, C. H. (2014). Conservação e Bem-estar Animal. In Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (ed.), *Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária* (v. 1, 2ª ed., pp. 2-9). Rio de Janeiro, RJ: Grupo GEN.
- Fujita, Y., Hara, Y., Nezu, Y., Yamaguchi, S., Schulz, K. S., & Tagawa, M. (2005). Direct and indirect markers of cartilage metabolism in synovial fluid obtained from dogs with hip dysplasia and correlation with clinical and radiographic variables. *American Journal of Veterinary Research*, 66(12), pp. 2028-2033. doi: 10.2460/ajvr.2005.66.2028
- Jericó, M. M., Andrade, J. P. D. A., Neto, & Kogika, M. M. (2023). *Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos* (2ª ed.). Rio de Janeiro, RJ: Grupo GEN.
- Junginger, J., Hansmann, F., Herder, V., Lehmecker, A., Peters M., Beyerbach, M., Wohlsein, P., & Baumgärtner, W. (2015). Pathology in Captive Wild Felids at German Zoological Gardens. *Public Library of Science*, 10(6). doi: 10.1371/journal.pone.0130573
- Mele, E. (2007). Epidemiologia da osteoartrite. *Veterinary Focus*, 4ª ed., 17(3), pp. 1-7.
- Nicholson, S., Bauer, H., Strampelli, P., Sogbohossou, E., Ikanda, D., Tumenta, P. F., Venktraman, M., Chapron, G. & Loveridge, A. (2023). *Panthera leo*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, p. 30. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T15951A231696234.en>
- Nowell, K., & Jackson, P. (1996). *Wild cats: conservation status and species action plan*. Gland, Suíça: IUCN.
- Owston, M. A., Ramsay, E. C., & Rotstein, D. S. (2018). Neoplasia in Felids at the Knoxville Zoological Gardens. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 39(4), pp. 608-613. doi: 10.1638/2008-068.1
- Thrall, D. (2019). *Veterinary Diagnostic Radiology* (7ª ed.). St. Louis, MO: Elsevier Saunders.
- Tidière, M., Gaillard, J.-M., Berger, V., Müller, D. W. H., Bingaman Lackey, L., Gimenez, O., Clauss, M., & Lemaître, J.-F. (2016). Comparative analyses of longevity and senescence reveal variable survival benefits of living in zoos across mammals. *Scientific Reports*, 6. doi: 10.1038/srep36361
- Trinkel, M., & Angelici, F. M. (2016). The decline in the lion population in Africa and possible mitigation measures. *Problematic wildlife*, pp. 45-68. doi: 10.1007/978-3-319-22246-2\_4