

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n8e1995>

Biovidro-60S e alfa-bisabolol na osteossíntese de fratura femoral em raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*): relato de caso

Giovanna Borges Gomes^{1*}, Lara Bernardes Bizinoto², Keniker Júnior Borges Batista³, Maria Vitória Gilvan da Silva⁴, Cláudio Yudi Kanayama⁵, Endrigo Gabellini Leonel Alves⁵

¹Apimoranda em Medicina de Animais Selvagens, Hospital Veterinário da Universidade de Uberaba – UNIUBE, Minas Gerais, Brasil.

²Preceptora do Setor de Animais Selvagens, UNIUBE, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

³Instituto Estadual de Florestas – CETRAS, Patos de Minas, Minas Gerais. ⁴Médica Veterinária, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

⁵Professor da UNIUBE, Departamento de Medicina Veterinária, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

*Autor para correspondência: giovannaborgesmedvet@gmail.com

Resumo. Os atropelamentos constituem importante causa de trauma ortopédico em mamíferos silvestres, podendo resultar em fraturas complexas que comprometem a reabilitação e a reintrodução desses animais ao ambiente natural. Este relato descreve o tratamento de uma fratura femoral cominutiva decorrente de atropelamento, posteriormente complicada por osteomielite, em uma raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*), macho adulto, com aproximadamente 3 kg. O animal foi submetido à osteossíntese pela técnica *Double Plate-Rod*, associada à aplicação local do biomaterial Biovidro-60S e do composto bioativo alfa-bisabolol. No período pós-operatório, foram observadas alterações radiográficas compatíveis com osteomielite, e a cultura bacteriana revelou crescimento de *Pseudomonas* spp. e *Proteus* spp. Com base no antibiograma, instituiu-se antibioticoterapia com ceftriaxona durante 42 dias. Ao final do acompanhamento observou-se controle da infecção, ausência de crescimento bacteriano na cultura de controle e consolidação óssea satisfatória. Neste caso, a associação entre estabilização biomecânica, aplicação de Biovidro-60S e alfa-bisabolol e antibioticoterapia direcionada demonstrou potencial terapêutico para o tratamento da fratura complicada por osteomielite.

Palavras-chave: Alfa-bisabolol, biomateriais, mamíferos silvestres, osteomielite, osteossíntese.

*Bioglass-60S and alpha-bisabolol for fracture in the osteosynthesis of a femoral fracture in a hoary fox (*Lycalopex vetulus*): case report*

Abstract. Road traffic accidents are an important cause of orthopedic trauma in wild mammals, frequently resulting in complex fractures that compromise rehabilitation and successful reintroduction into the wild. This report describes the treatment of a comminuted femoral fracture caused by a road traffic accident and subsequently complicated by osteomyelitis in an adult male hoary fox (*Lycalopex vetulus*) weighing approximately 3 kg. The animal underwent osteosynthesis using the *Double plate-rod* technique, combined with the local application of the biomaterial Bioglass-60S and the bioactive compound alpha-bisabolol. During the postoperative period, radiographic changes consistent with osteomyelitis were observed, and bacterial culture revealed the growth of *Pseudomonas* spp. and *Proteus* spp. Based on antimicrobial susceptibility testing, ceftriaxone therapy was administered for 42 days. At the end of the follow-up period, infection control, no bacterial growth in the follow-up culture, and satisfactory bone healing were observed. In this case, the combination of biomechanical stabilization, local application of Bioglass-60S and alpha-bisabolol, and targeted antimicrobial therapy showed therapeutic potential for treating a fracture complicated by osteomyelitis.

Keywords: Alpha-bisabolol, biomaterials, fracture fixation, osteomyelitis, wild mammals.

Introdução

Os atropelamentos de fauna silvestre constituem uma das principais causas de mortalidade e morbidade de vertebrados terrestres, representando importante impacto para a conservação da biodiversidade e para os programas de reabilitação de animais silvestres ([Fighera et al., 2008](#); [Jardim et al., 2017](#); [Ramos-Abrantes et al., 2018](#)). No Brasil, as rodovias são reconhecidas como uma das principais fontes de mortalidade antrópica da fauna, ocasionando milhões de mortes anualmente e comprometendo populações de diversas espécies ([Maia & Bager, 2013](#); [Miranda & Schiavetti, 2024](#); [Ramos-Abrantes et al., 2018](#)). Além das consequências ecológicas, os atropelamentos frequentemente resultam em lesões ortopédicas graves, especialmente fraturas de ossos longos, que reduzem significativamente as chances de reabilitação e reintrodução dos animais ao ambiente natural ([Piermattei & Flo, 2009](#); [Tomlinson, 2007](#)).

A raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) é um canídeo endêmico do Cerrado brasileiro e desempenha importante papel ecológico no controle populacional de pequenos vertebrados e invertebrados ([Lemos, 2007](#); [Rocha et al., 2008](#)). A expansão da malha rodoviária nesse bioma tem aumentado a frequência de atendimentos dessa espécie em centros de triagem e reabilitação, sendo os atropelamentos uma das principais causas de ingresso desses animais ([Avelar et al., 2013](#); [Batista et al., 2024](#); [Kamler et al., 2003](#)). Em fraturas altamente cominutivas, a obtenção de estabilidade mecânica adequada, aliada à preservação da vascularização e da biologia do foco de fratura, é um dos principais fatores determinantes para o sucesso terapêutico ([Bello et al., 2020](#); [Reems et al., 2003](#)).

Entre as complicações mais desafiadoras da osteossíntese destaca-se a osteomielite, caracterizada pela infecção do tecido ósseo, capaz de retardar a consolidação, favorecer a formação de biofilmes bacterianos e comprometer a estabilidade dos implantes ([Canedo & Silva, 2026](#); [Greco et al., 2007](#); [Lima et al., 2013](#)). Nesses casos, a identificação microbiológica do agente etiológico e a instituição de antibioticoterapia baseada em cultura bacteriana e antibiograma são fundamentais para o controle da infecção e o sucesso terapêutico ([Muir, 2006](#)).

Nos últimos anos, biomateriais bioativos têm despertado crescente interesse na ortopedia veterinária em razão de sua capacidade de estimular a regeneração óssea e modular a resposta biológica local ([Suzuki et al., 2013](#); [Tanzer et al., 2019](#)). Entre esses materiais, os biovidros apresentam propriedades osteocondutoras e bioativas que favorecem a formação de hidroxiapatita, estimulam a atividade osteoblástica e promovem a integração entre o biomaterial e o tecido ósseo ([Druzian et al., 2020](#); [Martin et al., 2019](#); [Spin et al., 2015](#); [Tiomis et al., 2010](#)). Revisões recentes demonstram resultados promissores desses biomateriais na regeneração óssea experimental e clínica, embora ainda sejam necessários estudos adicionais para padronizar sua aplicação na medicina veterinária ([Spin et al., 2015](#); [Tiomis et al., 2010](#)).

O Biovidro-60S tem sido investigado em diferentes modelos experimentais e clínicos, demonstrando potencial para acelerar o reparo ósseo e favorecer a consolidação de defeitos críticos. Em medicina veterinária, relatos clínicos também evidenciam resultados favoráveis de sua utilização em fraturas complexas de animais silvestres, reforçando sua aplicabilidade como adjuvante da osteossíntese ([Druzian et al., 2020](#)).

Paralelamente, o alfa-bisabolol, um sesquiterpeno de origem vegetal, apresenta propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e potencial antimicrobiano descritos na literatura, características que podem contribuir para a modulação da resposta inflamatória e favorecer o processo de reparação tecidual. Entretanto, apesar do potencial biológico desses compostos, ainda são escassos os relatos sobre sua utilização associada ao tratamento de fraturas infectadas em mamíferos silvestres, evidenciando uma importante lacuna de conhecimento ([Amaral et al., 2021](#); [Eddin et al., 2022](#); [Kamatou & Viljoen, 2010](#); [Ramazani et al., 2022](#)).

O presente relato teve como objetivo descrever a osteossíntese de uma fratura femoral cominutiva em uma raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*), realizada pela técnica *Double Plate-Rod* e associada à aplicação local de Biovidro-60S e alfa-bisabolol, bem como relatar a evolução clínica e o manejo da osteomielite pós-operatória e a consolidação óssea obtida.

Relato de caso

Foi atendida no Hospital Veterinário da Universidade de Uberaba uma raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*), macho, adulto, com aproximadamente 3,0 kg de peso corporal, encaminhada após atropelamento. Ao exame clínico inicial, o animal apresentava incapacidade funcional do membro pélvico direito, dor intensa à manipulação e ausência de apoio do membro, sem alterações sistêmicas que contraindicassem o procedimento cirúrgico.

Após estabilização clínica e avaliação radiográfica, diagnosticou-se fratura cominutiva envolvendo as porções proximal e média da diáfise do fêmur direito, caracterizada por múltiplos fragmentos ósseos e perda da continuidade cortical ([Figura 1](#)). Considerando a elevada complexidade da lesão, bem como a necessidade de preservar a vascularização e a biologia do foco de fratura, optou-se pela estabilização cirúrgica utilizando a técnica *Double Plate-Rod* ([Maneewan et al., 2025](#)).

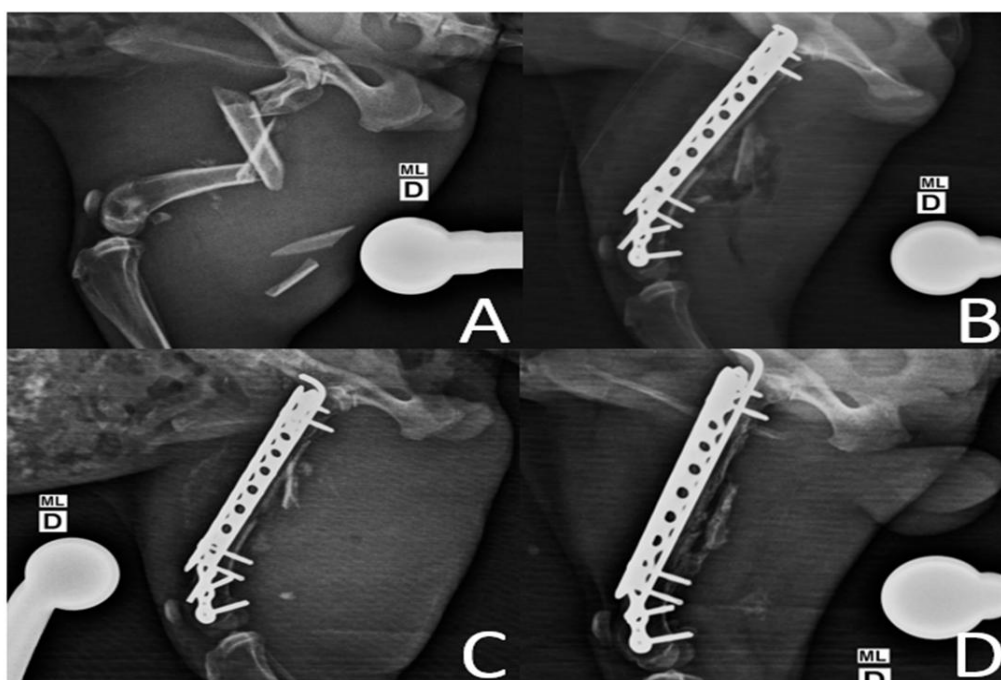


Figura 1. Exames radiográficos, realizados durante o tratamento. (A) Fratura cominutiva em diáfise proximal e média do fêmur direito – Dia 0; (B) Pós-operatório imediato – Dia 04; (C) Imagens com alterações sugestivas de osteomielite – Dia 10; (D) Remodelamento e consolidação óssea favoráveis – Dia 122.

O procedimento foi realizado mediante debridamento criterioso dos tecidos desvitalizados e remoção das áreas de fibrose, preservando-se ao máximo os tecidos viáveis e a vascularização remanescente. Inicialmente, foi introduzido um pino intramedular liso de 2,0 mm no canal medular, seguido da aplicação de uma placa de reconstrução posicionada na face lateral do fêmur e de uma placa reta na face cranial, ambas do sistema 2,0 mm e empregadas na função de ponte. Essa configuração proporcionou adequada estabilidade biomecânica ao foco de fratura, minimizando a manipulação dos fragmentos ósseos e favorecendo a consolidação biológica ([Figura 2A](#)).

Após a estabilização definitiva do foco de fratura, foram aplicados diretamente sobre a lesão 3 g de Biovidro-60S associados ao alfa-bisabolol, na dose de 200 mg/kg, previamente à síntese dos tecidos moles ([Figura 2B](#)).

No período pós-operatório foi instituído protocolo terapêutico composto por buprenorfina (7 µg/kg), cefazolina (30 mg/kg), meloxicam (0,1 mg/kg) e dipirona (25 mg/kg), associado ao monitoramento clínico diário. No sexto dia após a cirurgia, observou-se aumento progressivo do volume do membro operado, acompanhado de hiperemia, edema e dor local ([Figura 2C](#)). A avaliação da ferida cirúrgica, realizou-se drenagem por punção, sendo obtidos aproximadamente 130 mL de exsudato purulento durante quatro dias consecutivos ([Figura 2D](#)). O material coletado foi encaminhado para cultura bacteriana e teste de sensibilidade aos antimicrobianos.

O exame microbiológico revelou crescimento de *Pseudomonas* spp. e *Proteus* spp. Paralelamente, os exames radiográficos demonstraram alterações compatíveis com osteomielite pós-operatória. Com base nos resultados do antibiograma, a antibioticoterapia foi modificada para ceftriaxona (50 mg/kg), mantida durante 42 dias.

Duas semanas após a suspensão do tratamento antimicrobiano, foi realizada nova punção óssea para cultura bacteriana, não sendo observado crescimento microbiano. O acompanhamento radiográfico seriado evidenciou evolução progressiva da consolidação óssea, remodelamento satisfatório do foco de fratura e ausência de alterações compatíveis com persistência da infecção.

Ao final de 122 dias de acompanhamento clínico e radiográfico, observou-se consolidação óssea adequada, manutenção da estabilidade dos implantes e recuperação funcional do membro acometido, caracterizando evolução clínica favorável e sucesso terapêutico.

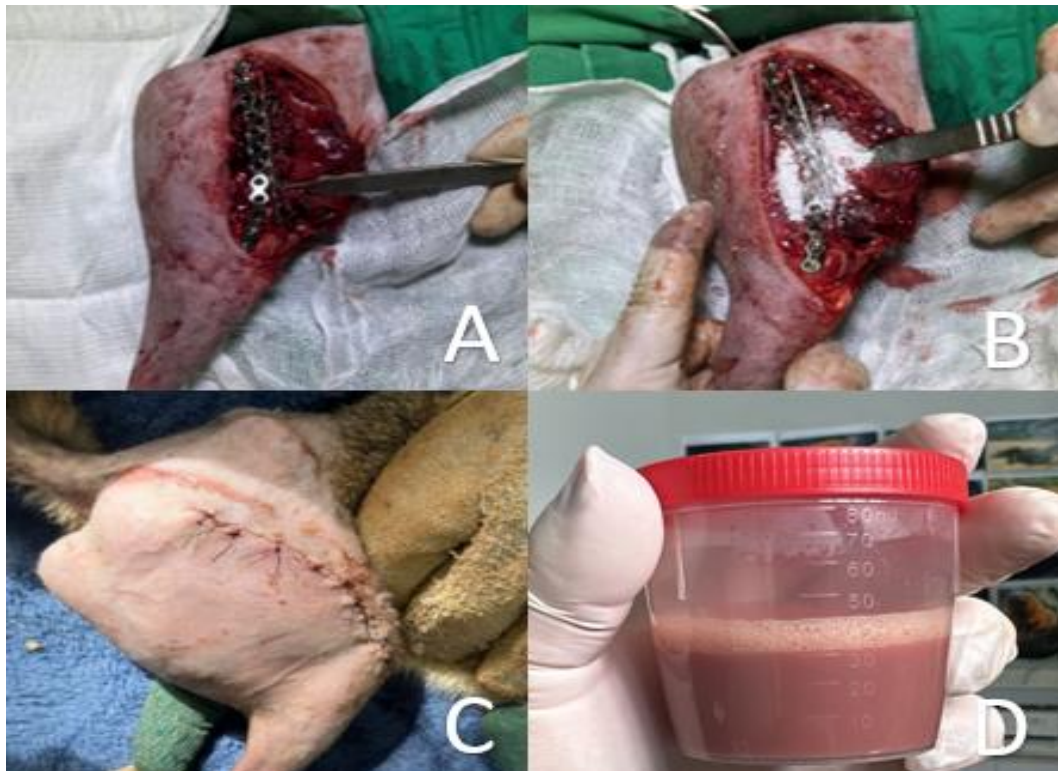


Figura 2. Imagens do Trans e Pós-operatório. (A) Double Plate Rod em face cranial e lateral do fêmur direito; (B) Aplicação de Biovidro (60S) e Alfa-bisabolol no foco da fratura, previamente a síntese dos tecidos; (C) Membro edemaciado após 6 dias do procedimento cirúrgico; (D) Líquido purulento puncionado do membro afetado.

Discussão

O tratamento de fraturas em mamíferos silvestres representa um desafio clínico, pois requer a restauração da função locomotora de forma eficiente, permitindo a reabilitação e a posterior reintrodução do animal ao ambiente natural. Diferentemente dos animais de companhia, nos quais pequenas limitações funcionais podem ser aceitáveis, indivíduos de vida livre dependem da recuperação completa da capacidade locomotora para obtenção de alimento, fuga de predadores e reprodução. Dessa forma, a estabilidade biomecânica e a consolidação óssea constituem fatores determinantes para o sucesso terapêutico ([Johnson, 2013](#); [Piemattei et al., 2015](#); [Tobias & Johnston, 2013](#)).

No presente relato, a escolha da técnica *Double Plate-Rod* foi fundamentada na elevada cominuição da fratura femoral e na necessidade de preservar a biologia do foco de fratura. A associação entre pino intramedular e placas em função de ponte proporciona melhor distribuição das cargas mecânicas, reduzindo os momentos de flexão e as forças rotacionais incidentes sobre os implantes, além de diminuir o risco de falha mecânica durante o período de consolidação ([Reems et al., 2003](#)). Esse conceito de osteossíntese biológica prioriza a preservação da vascularização periosteal e da estabilidade relativa,

favorecendo a formação de calo ósseo e minimizando o trauma cirúrgico adicional ([Johnson, 2013](#); [Piemattei et al., 2015](#)).

A osteomielite constitui uma das complicações mais importantes da cirurgia ortopédica veterinária, especialmente em fraturas expostas ou altamente cominutivas ([Canedo & Silva, 2026](#); [Greco et al., 2007](#); [Lima et al., 2013](#)). A formação de biofilmes bacterianos sobre os implantes dificulta a penetração dos antimicrobianos e frequentemente exige múltiplas intervenções cirúrgicas, incluindo a remoção do material de síntese ([Muir, 2006](#)). No presente caso, a identificação de *Pseudomonas* spp. e *Proteus* spp. por meio da cultura bacteriana possibilitou a instituição de antibioticoterapia direcionada conforme o perfil de sensibilidade, estratégia considerada o padrão para o tratamento de infecções ortopédicas. A resolução clínica da infecção, associada à negatificação da cultura bacteriana ao final do tratamento, reforça a importância da terapia antimicrobiana guiada por cultura e antibiograma.

Outro aspecto relevante foi a manutenção dos implantes durante todo o período de tratamento. Em muitos casos de osteomielite, a persistência da infecção torna necessária a remoção precoce do material de osteossíntese, comprometendo a estabilidade mecânica e aumentando o risco de atraso de consolidação ou de não união óssea. No presente relato, o controle microbiológico permitiu preservar os implantes até a consolidação completa, contribuindo para o desfecho clínico favorável.

O Biovidro-60S foi utilizado como biomaterial adjuvante com o objetivo de potencializar a regeneração óssea ([Martin et al., 2019](#); [Tiomis et al., 2010](#)). Os biovidros constituem uma classe de biomateriais bioativos capazes de formar uma camada superficial de hidroxiapatita quando em contato com fluidos biológicos, favorecendo a adesão celular, a diferenciação osteoblástica e a neoformação óssea ([Hench, 2006](#); [Jones, 2013](#); [Krishnan et al., 2024](#); [Martin et al., 2019](#)). Além disso, estudos experimentais demonstram que os íons liberados pelo biovidro podem estimular a expressão de genes relacionados à osteogênese, aumentando a atividade metabólica dos osteoblastos e acelerando o reparo ósseo ([Xynos et al., 2001](#)). Embora não seja possível atribuir isoladamente ao Biovidro-60S a evolução favorável observada neste caso, sua utilização pode ter contribuído para a criação de um microambiente mais favorável à regeneração óssea.

Da mesma forma, o alfa-bisabolol foi empregado como terapia adjuvante em razão de suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas descritas na literatura ([Amaral et al., 2021](#); [Eddin et al., 2022](#); [Kamatou & Viljoen, 2010](#); [Murugan & Mallavarapu, 2013](#)). Esse sesquiterpeno natural é capaz de modular mediadores inflamatórios, reduzir o estresse oxidativo e exercer atividade frente a diferentes microrganismos, características potencialmente benéficas durante o processo de reparação tecidual ([Amaral et al., 2021](#); [Eddin et al., 2022](#); [Kamatou & Viljoen, 2010](#); [Murugan & Mallavarapu, 2013](#); [Souza et al., 2021](#)). Entretanto, ainda são escassos os estudos que investigam sua aplicação direta em fraturas infectadas, especialmente em espécies silvestres, o que confere caráter inovador ao presente relato.

É importante destacar que o sucesso terapêutico observado provavelmente não decorreu da ação isolada de um único componente do tratamento, mas da combinação entre estabilização biomecânica adequada, debridamento cirúrgico, antibioticoterapia direcionada por cultura bacteriana e antibiograma, monitoramento clínico contínuo e utilização de biomateriais bioativos ([Eddin et al., 2022](#); [Pavarini et al., 2013](#); [Ramazani et al., 2022](#); [Souza et al., 2021](#)). Essa abordagem integrada reforça que o manejo de fraturas infectadas em animais silvestres deve ser individualizado e fundamentado na associação de princípios ortopédicos, microbiológicos e biológicos.

Como limitação, trata-se de um relato de caso, cujo delineamento não permite estabelecer relação causal entre o uso dos biomateriais e a evolução clínica observada. Assim, estudos prospectivos, ensaios experimentais e séries de casos são necessários para determinar a efetiva contribuição do Biovidro-60S e do alfa-bisabolol na consolidação óssea e no controle de infecções ortopédicas em medicina veterinária ([Alves et al., 2015](#); [Amaral et al., 2021](#); [Kamatou & Viljoen, 2010](#); [Souza et al., 2021](#)).

Conclusão

A técnica *Double Plate-Rod*, associada à aplicação local de Biovidro-60S e alfa-bisabolol, proporcionou estabilização adequada da fratura femoral. Posteriormente, a osteomielite foi controlada por meio de antibioticoterapia direcionada pelos resultados da cultura bacteriana e do antibiograma. Ao

final do acompanhamento, observaram-se manutenção da estabilidade dos implantes, consolidação óssea satisfatória e recuperação funcional do membro da raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*).

Embora não seja possível atribuir o desfecho clínico à ação isolada dos biomateriais empregados, os resultados obtidos sugerem que sua utilização como terapia adjuvante pode representar uma estratégia promissora no manejo de fraturas complexas em mamíferos silvestres. Contudo, estudos prospectivos com maior número de casos e delineamentos controlados são necessários para confirmar a eficácia, a segurança e a aplicabilidade clínica dessa abordagem.

Referências

- Alves, E. G. L., Serakides, R., Rosado, I. R., Pereira, M. M., Ocarino, N. M., Oliveira, H. P., Góes, A. M., & Rezende, C. M. F. (2015). Effect of the ionic product of bioglass 60s on osteoblastic activity in canines. *BMC Veterinary Research*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0558-7>.
- Amaral, V., Cardia, G. F. E., Rocha, E. M. T., Bonetti, C. I., & Cuman, R. K. N. (2021). Alfa-bisabolol: uma revisão de propriedades bioativas antiflogísticas. *Research, Society and Development*, 10(12). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20618>.
- Avelar, D. M., Collevatti, R. G., & Bizerril, M. S. A. (2013). Habitat use and conservation of the hoary fox (*Lycalopex vetulus*) in the Brazilian Cerrado. *Mastozoología Tropical*, 20(2), 285–297.
- Batista, C. A. B., Silva, V. L., Julião, J. L. R., Aquino, K. T. S., Santos, A., & Rocha, K. S. (2024). Resgate e reabilitação de raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*), vítima de atropelamento, na rodovia da produção no distrito de São Gonçalo, região do Sertão Paraibano: Relato de Caso. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 8. <https://doi.org/10.56814/pecen.v8i2.2180>.
- Bello, L. K., Silva, Á. J. C., & Müller, D. C. M. (2020). Plate-rod associado à técnica de pino em cavilha em fêmur de cão. *PUBVET*, 14(4), 1–6. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n4a547.1-6>.
- Canedo, M. D., & Silva, C. I. C. (2026). Osteomielite tardia associada a implante de TPLO em canino, complicada por infecção por *Acinetobacter* spp.: Relato de caso. *PUBVET*, 20(5), 1–8. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n5e1951>.
- Druzian, D. M., Oviedo, V. R., Sagrillo, M. R., Volkmer, T. M., & Rodrigues Júnior, L. F. (2020). Síntese sol-gel do biovidro SiO₂-P₂O₅-CaO-MgO para possíveis aplicações biomédicas envolvendo regeneração óssea. *Disciplinarum Scientia - Ciências Naturais e Tecnológicas*, 21(2). <https://doi.org/10.37779/nt.v21i2.3496>.
- Eddin, L. B., Jha, N. K., Goyal, S. N., Agrawal, Y. O., Subramanya, S. B., Bastaki, S. M. A., & Ojha, S. (2022). Health Benefits, Pharmacological Effects, Molecular Mechanisms, and Therapeutic Potential of α -Bisabolol. *Nutrients*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/nu14071370>.
- Figuera, R. A., Silva, M. C., Souza, T. M., Brum, J. S., Kommers, G. D., Graça, D. L., Irigoyen, L. F., & Barros, C. S. L. (2008). Aspectos patológicos de 155 casos fatais de cães atropelados por veículos automotivos. *Ciência Rural*, 38(5), 1375–1380.
- Greco, M., Pasolini, M. P., Castelijns, H., Labriola, S., & Potena, A. (2007). Un grave caso di osteomielite della seconda e terza falange con estesa perdita di sostanza in una puledra complicato da pododermatite cronica ipertrofica. Follow-up a 36 mesi. *Ippologia*, 18(1), 9.
- Hench, L. L. (2006). The story of Bioglass®. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 17(11), 967–978. <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0432-z>.
- Jardim, J. M. M., Silva Júnior, R. A., Pascoal, I. C., Oliveira, A. A. F., & Pinheiro Júnior, J. W. (2017). Análise dos acidentes de trânsito ocasionados por animais nas rodovias federais do estado de Pernambuco, Brasil. *Medicina Veterinária (Brazil)*, 11(1), 76–84. <https://doi.org/10.26605/medvet-n1-1628>.
- Johnson, K. A. (2013). Piermattei's Atlas of Surgical Approaches to the Bones and Joints of the Dog and Cat, Fifth Edition. In *Piermattei's Atlas of Surgical Approaches to the Bones and Joints of the Dog and Cat, Fifth Edition* (5th ed.). Saunders. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-41718-5>.
- Jones, J. R. (2013). Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia*, 9(1), 4457–4486. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.08.023>.

- Kamatou, G. P. P., & Viljoen, A. M. (2010). A review of the application and pharmacological properties of α -bisabolol and α -bisabolol-rich oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(1). <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1483-3>.
- Kamler, J. F., Ballard, W. B., Fish, E. B., Lemons, P. R., Mote, K., & Perchellet, C. C. (2003). Habitat use, home ranges, and survival of swift foxes in a fragmented landscape: Conservation implications. *Journal of Mammalogy*, 84(3). <https://doi.org/10.1644/BJK-033>.
- Krishnan, L., Chakrabarty, P., Govarthan, K., Rao, S., & Santra, T. S. (2024). Bioglass and nano bioglass: A next-generation biomaterial for therapeutic and regenerative medicine applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133073>.
- Lemos, F. G. (2007). Ecologia e comportamento da Raposa-do-campo *Pseudalopex vetulus* e do Cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* em áreas de fazendas no bioma Cerrado. In *Universidade Federal de Uberlândia*.
- Lima, T. B., Leal, L. M., Morato, G. O., Marinho, P. V. T., Moraes, P. C., & Minto, B. W. (2013). Osteomielite fúngica em fratura de tíbia de cão. Relato de caso. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20(3), 132–136. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.069>.
- Maia, A. C., & Bager, A. (2013). Projeto Malha: Manual para equipe de campo. *Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas*.
- Maneewan, R., Chantarapanich, N., Morimoto, T., & Thitiyanaporn, C. (2025). Biomechanical comparison of the non-locking bone plate, locking bone plate, and double-rod clamp internal fixation in a canine femoral model. *Veterinary World*, 18(4). <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.773-781>.
- Martin, I., Gobbo, V. C., Abuna, G. F., Campos, P. F., & Pacheco, D. (2019). Citotoxicidade e potencial remineralizador de um gel clareador experimental contendo nanopartículas de biovidro. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, (26). <https://doi.org/10.20396/revpibic262018633>.
- Miranda, J. E. S., & Schiavetti, A. (2024). Analysis of scientific production and knowledge about wildlife roadkill in Brazilian protected areas. *Ethnobiology and Conservation*, 13. <https://doi.org/10.15451/ec2024-02-13.10-1-21>.
- Muir, W. (2006). Trauma: Physiology, pathophysiology, and clinical implications. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 16(4), 253–263. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2006.00185.x>.
- Murugan, R., & Mallavarapu, G. R. (2013). α -Bisabolol, the main constituent of the essential oil of *Pogostemon speciosus*. *Industrial Crops and Products*, 49(0), 237–239. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.047>.
- Pavarini, D. P., Nogueira, E. F., Callejon, D. R., Soares, D. M., Souza, G. E. P., Cunha, F. Q., Lopes, J. L. C., & Lopes, N. P. (2013). Novel bisabolane derivative from “arnica-da-serra” (Vernonieae: Asteraceae) reduces pro-nociceptive cytokines levels in LPS-stimulated rat macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, 148(3), 993–998. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.003>.
- Piermattei, D., Flo, G., & DeCamp, C. E. (2015). *Brinker, Piermattei and flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair*. Elsevier Health Sciences.
- Piermattei, B. D. L., & Flo, G. L. (2009). *Ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais* (3 ed.). Editora Manolo.
- Ramazani, E., Akaberi, M., Emami, S. A., & Tayarani-Najaran, Z. (2022). Pharmacological and biological effects of alpha-bisabolol: An updated review of the molecular mechanisms. *Life Sciences*, 304. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2022.120728>.
- Ramos-Abrantes, M. M., Carreiro, A. N., Araújo, D. V. F., Souza, J. G., Lima, J. P. R., Cezar, H. R. A., Leite, L. S., & Abrantes, S. H. F. (2018). Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. *PUBVET*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n1a5.1-7>.
- Reems, M. R., Beale, B. S., & Hulse, D. A. (2003). Use of a plate-rod construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats: 47 Cases (1994-2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(3). <https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.330>.

- Rocha, E. C., Silva, E., Feio, R. N., Martins, S. V., & Lessa, G. (2008). Densidade populacional de raposa-do-campo *Lycalopex vetulus* (Carnivora, Canidae) em áreas de pastagem e campo sujo, Campinópolis, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 98(1). <https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000100011>.
- Souza, E. R. L., Gomes, N. M. L., Cruz, J. H. A., Santos, J. F. D., & Oliveira Filho, A. A. (2021). Propriedades farmacológicas do Sesquiterpeno α -Bisabolol: uma breve revisão. *Archives of Health Investigation*, 10(1), 18–23. <https://doi.org/10.21270/archi.v10i1.3183>.
- Spin, J. R., Oliveira, G. J. P. L., Spin Neto, R., Pires, J. R., Tavares, H. S., Ykeda, F., & Marcantonio, R. A. C. (2015). Avaliação histomorfométrica da associação entre biovidro e osso bovino liofilizado no tratamento de defeitos ósseos críticos criados em calvárias de ratos. Estudo piloto. *Revista de Odontologia da UNESP*, 44(1). <https://doi.org/10.1590/1807-2577.1020>.
- Suzuki, S., Morimoto, N., & Ikada, Y. (2013). Gelatin gel as a carrier of platelet-derived growth factors. *Journal of Biomaterials Applications*, 28(4), 595–606. <https://doi.org/10.1177/0885328212468183>.
- Tanzer, M., Chuang, P. J., Ngo, C. G., Song, L., & Tenhuisen, K. S. (2019). Characterization of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous 3D printed biomaterial: an animal study. *The Bone & Joint Journal*, 101(6), 62–67. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B6.BJJ-2018-1472.R1>.
- Tiomis, A. C., Borges, A. P. B., Daibert, A. P. F., Duarte, T. S., Pontes, K. C. S., Carvalho, T. B., & Reis, C. E. C. (2010). Avaliação histológica do biovidro particulado na reparação de defeito experimental em mandíbula de cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(1). <https://doi.org/10.1590/s0102-09352010000100011>.
- Tobias, K. M., & Johnston, S. A. (2013). *Veterinary surgery: small animal-E-BOOK*. Elsevier Health Sciences.
- Tomlinson, J. L. (2007). Fraturas de úmero. In D. Slatter (Ed.), *Manual de cirurgia de pequenos animais* (pp. 1905–1919). Manole: São Paulo, Brasil.
- Xynos, I. D., Edgar, A. J., Buttery, L. D. K., Hench, L. L., & Polak, J. M. (2001). Gene-expression profiling of human osteoblasts following treatment with the ionic products of Bioglass® 45S5 dissolution. *Journal of Biomedical Materials Research*, 55(2), 461–465. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(200105\)55:2<151::AID-JBM1001>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1097-4636(200105)55:2<151::AID-JBM1001>3.0.CO;2-D).

Histórico do artigo:**Recebido:** 1 de agosto de 2026**Aprovado:** 30 de agosto de 2026**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.