

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE PRÓTESES E ÓRTESES EM EQUINOS: da reabilitação à integração em atividades terapêuticas¹

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF PROSTHESES AND ORTHOSES IN HORSES: from rehabilitation to integration into therapeutic activities

Jaminy Harts Soares Noia²

Karoline Nunes da Mata³

Luiz Carlos Cardoso Junior⁴

RESUMO

Este estudo trata do desenvolvimento e da aplicação de próteses e órteses em equinos como alternativas terapêuticas frente a lesões locomotoras graves, com enfoque na recuperação funcional, no bem-estar animal e na possibilidade de reinserção desses animais em atividades terapêuticas. O objetivo consistiu em analisar os impactos clínicos, biomecânicos e funcionais desses dispositivos na reabilitação de equinos com comprometimentos ortopédicos severos. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura a partir de levantamento bibliográfico em bases de dados científicas, selecionando estudos relacionados à ortopedia equina, aos métodos de reabilitação e às tecnologias empregadas na confecção de dispositivos de suporte locomotor. Os resultados evidenciam que a utilização de próteses e órteses, associada a recursos tecnológicos como impressão 3D e manufatura aditiva, tem favorecido a produção de dispositivos mais adaptáveis às características anatômicas dos equinos, proporcionando suporte biomecânico, estabilização locomotora e melhora funcional. Tais recursos podem auxiliar na correção de alterações estruturais, no suporte a membros lesionados e, em determinadas situações, na substituição parcial de estruturas comprometidas. Apesar dos avanços observados, permanecem desafios relacionados às exigências biomecânicas da espécie, às possíveis complicações clínicas, aos custos e à limitada produção científica específica sobre o tema. Conclui-se que essas abordagens representam importantes possibilidades terapêuticas na medicina veterinária equina.

Palavras-chave: bem-estar animal; equinos; órteses; próteses; reabilitação locomotora.

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Mais - UNIMAIS, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária, no primeiro semestre de 2026

² Acadêmica do 10º Período do curso de Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Mais - UNIMAIS. E-mail: jaminyharts@aluno.facmais.edu.br

³ Acadêmica do 10º Período do curso de Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Mais - UNIMAIS. E-mail: karolinenunes@aluno.facmais.edu.br

⁴ Professor-Orientador. Especialista em Clínica Médica. Docente do Centro Universitário Mais - UNIMAIS. E-mail: luiz.junior@facmais.edu.br

ABSTRACT

This study addresses the development and application of prostheses and orthoses in horses as therapeutic alternatives for severe locomotor injuries, with emphasis on functional recovery, animal welfare, and the possibility of reintegration into therapeutic activities. The objective was to analyze the clinical, biomechanical, and functional impacts of these devices on the rehabilitation of horses affected by severe orthopedic impairments. To achieve this, a literature review was conducted through a bibliographic survey in scientific databases, selecting relevant studies related to equine orthopedics, rehabilitation methods, and technologies used in the production of locomotor support devices. The findings indicate that the use of prostheses and orthoses, associated with technological resources such as three-dimensional printing and additive manufacturing, has favored the development of devices better adapted to equine anatomical characteristics, providing biomechanical support, locomotor stabilization, and functional improvement. These resources may assist in correcting structural alterations, supporting injured limbs, and, in specific situations, partially replacing compromised structures. Despite the advances observed, challenges remain regarding the biomechanical demands of the species, potential clinical complications, costs, and the limited availability of specific scientific literature on the subject. It is concluded that these approaches represent important therapeutic possibilities in equine veterinary medicine.

Keywords: animal welfare; equines; locomotor rehabilitation; orthoses; prostheses.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, lesões traumáticas severas no sistema locomotor de equinos estiveram frequentemente associadas à indicação de eutanásia, sobretudo em razão do prognóstico desfavorável relacionado às limitações no controle da dor, à elevada predisposição a infecções e à dificuldade de restabelecer a funcionalidade locomotora em animais de grande porte (Kelmer *et al.*, 2004). Durante muitos anos, essa conduta foi considerada a alternativa mais viável diante das restrições terapêuticas disponíveis e das complexidades inerentes ao manejo clínico e cirúrgico desses pacientes (Crawley *et al.*, 1989; Kelmer *et al.*, 2004).

Contudo, os avanços observados na medicina veterinária equina têm promovido mudanças significativas nesse cenário. A abordagem terapêutica passou a priorizar não apenas a manutenção da vida, mas também a recuperação funcional, o bem-estar e a qualidade de vida dos animais, em consonância com os princípios das Cinco Liberdades, que reforçam a importância da prevenção da dor, do desconforto e do estresse como fundamentos essenciais do cuidado animal (Beale, 2005). Nesse contexto, a reabilitação funcional consolidou-se como área de crescente relevância, incorporando recursos como fisioterapia, acupuntura e dispositivos de suporte biomecânico voltados à estabilização e adaptação locomotora (Mich, 2014).

Dentre essas estratégias, a utilização de próteses e órteses tem se destacado como importante alternativa terapêutica em casos específicos (Rosen *et al.*, 2022). As órteses atuam como dispositivos externos destinados à correção, suporte ou estabilização de estruturas comprometidas, enquanto as próteses têm como

finalidade substituir total ou parcialmente segmentos corporais perdidos ou inviáveis funcionalmente (Reis *et al.*, 2017; Serighelli Júnior *et al.*, 2025). A incorporação de tecnologias como a prototipagem tridimensional (3D) ampliou significativamente essas possibilidades, permitindo a produção de dispositivos personalizados, com maior precisão anatômica, menor peso e melhor adaptação às particularidades biomecânicas da espécie (Denadai *et al.*, 2025).

A indicação desses recursos exige avaliação criteriosa por parte do médico veterinário, considerando fatores como idade, peso corporal, temperamento, condição clínica, viabilidade biomecânica, além do valor afetivo e zootécnico do animal (Rosen *et al.*, 2022). Mais do que possibilitar mobilidade, a recuperação funcional pode favorecer a reinserção de equinos em diferentes atividades, incluindo programas terapêuticos, como a equoterapia. No Brasil, a expansão desses programas evidencia a relevância social dessa abordagem, considerando a crescente participação de equinos em centros especializados e sua contribuição potencial para intervenções voltadas ao desenvolvimento motor, equilíbrio e estímulos psicossociais em pacientes humanos (Mello; Oña *et al.*, 2019). Sob essa perspectiva, o avanço das tecnologias aplicadas à ortopedia e à reabilitação equina amplia perspectivas terapêuticas e reforça a importância de estratégias que integrem funcionalidade, bem-estar animal e contribuição social (Denadai *et al.*, 2025).

2 A EVOLUÇÃO DA ORTOPEDIA EQUINA: DA ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA À REABILITAÇÃO FUNCIONAL

Os avanços da medicina veterinária, especialmente na área da ortopedia, têm ampliado de forma significativa as possibilidades terapêuticas para equinos acometidos por lesões locomotoras graves. Condições anteriormente associadas a prognósticos limitados passaram a contar com abordagens mais complexas, incluindo técnicas cirúrgicas, métodos de estabilização e recursos de reabilitação funcional capazes de favorecer sobrevida, conforto e melhor qualidade de vida (Auer, 2016). Nesse contexto, o uso de órteses e próteses representa importante evolução terapêutica, oferecendo alternativas para suporte, correção biomecânica e adaptação locomotora em casos selecionados (Rosen *et al.*, 2022).

Embora esses dispositivos sejam amplamente consolidados na medicina humana, sua aplicação na medicina veterinária, especialmente em equinos, ainda enfrenta limitações relacionadas à escassez de estudos específicos, às particularidades anatômicas da espécie e às exigências biomecânicas impostas pela elevada massa corporal desses animais. Ainda assim, sua utilização tem demonstrado potencial crescente, permitindo que equinos submetidos a processos reabilitativos possam retornar, em determinadas circunstâncias, a atividades esportivas, zootécnicas ou terapêuticas (Kelmer *et al.*, 2004; Luersen *et al.*, 2025).

Dessa forma, compreender a evolução dos métodos ortopédicos e a consolidação de órteses e próteses na rotina clínica equina torna-se fundamental, uma vez que essas tecnologias não se restringem à manutenção da vida, mas buscam restaurar funcionalidade, conforto e bem-estar, ampliando as perspectivas de recuperação em casos de elevada complexidade (Hansen, 2016; Kelmer *et al.*, 2004; Denadai *et al.*, 2025).

2.1 Aspectos anatômicos e biomecânicos dos membros equinos na protetização

A avaliação da viabilidade de amputação e protetização em equinos depende diretamente do entendimento aprofundado da anatomia e biomecânica dos membros, considerando que a espécie apresenta características locomotoras altamente especializadas. Como animais ungulados, os equinos sustentam grande parte de sua massa corporal sobre a falange distal, protegida pelo casco, estrutura essencial para dissipação de forças e eficiência locomotora. Esse sistema, embora biomecanicamente sofisticado, torna-se extremamente vulnerável diante da perda de estabilidade ativa do membro, especialmente em razão do papel desempenhado pelos tendões flexores e extensores na sustentação e no movimento (Hansen, 2016).

Anatomicamente, os membros distais dos equinos são constituídos por estruturas ósseas como ossos carpais, metacarvais, sesamoides, tarsais, metatarsais e falanges, além de um complexo sistema de tendões, ligamentos, nervos e vasos sanguíneos responsáveis pela sustentação, absorção de impacto e eficiência biomecânica durante a locomoção (Hansen, 2016). A ausência de massa muscular significativa nas regiões distais aumenta a dependência de tecidos moles especializados para armazenamento e liberação de energia mecânica durante a marcha, fator que influencia diretamente o sucesso ou as limitações de intervenções protéticas (Geraldes, 2013).

Sob a perspectiva biomecânica, os membros torácicos suportam aproximadamente 55% a 60% do peso corporal total, o que os torna particularmente suscetíveis à sobrecarga em casos de amputação ou comprometimento locomotor severo. Durante atividades como trote e galope, as forças de reação ao solo podem exceder o peso corporal do animal, gerando intensas cargas compressivas, de flexão e impacto. Dessa forma, próteses destinadas a equinos devem apresentar elevada resistência estrutural, estabilidade mecânica e capacidade eficiente de dissipação de energia para minimizar falhas funcionais (McCarty *et al.*, 2015; Hansen, 2016).

Além das exigências estruturais, a protetização equina é limitada por fatores clínicos importantes, como reduzida quantidade de tecido macio para acolchoamento do coto (porção remanescente do membro após a amputação), predisposição à formação de tecido de granulação exuberante, dor crônica e elevado risco de laminite contralateral decorrente da sobrecarga compensatória (Hobbs; Clayton, 2013). A cicatrização também pode ser comprometida pela formação excessiva de tecido de granulação no pós-operatório, retardando a adaptação ao dispositivo e dificultando a reabilitação precoce (Theoret; Wilmink, 2005).

Adicionalmente, equinos submetidos à amputação frequentemente desenvolvem alterações adaptativas significativas, incluindo redistribuição de carga para membros remanescentes, alterações de condição corporal, atrofia muscular proximal e maior predisposição à laminite secundária, sobretudo em animais adultos ou com maior peso corporal (Araújo *et al.*, 2024). Esses fatores evidenciam que a protetização em equinos exige planejamento individualizado, avaliação biomecânica rigorosa e acompanhamento contínuo, sendo a compreensão anatômica e funcional um dos pilares para a tomada de decisão clínica (Hansen, 2016).

2.2 Evolução histórica do tratamento de lesões ortopédicas em equinos

A evolução do tratamento de lesões ortopédicas em equinos acompanhou, em grande parte, o desenvolvimento histórico da ortopedia humana e o aperfeiçoamento progressivo dos dispositivos de suporte locomotor. Os primeiros recursos ortóticos remontam às civilizações do Egito e da Grécia antigas, quando estruturas confeccionadas em couro e madeira eram utilizadas como formas iniciais de estabilização mecânica. Entre os séculos XVIII e XIX, esses dispositivos passaram por importantes transformações com a introdução de ligas metálicas mais resistentes, enquanto o século XX consolidou a cirurgia ortopédica como especialidade, permitindo decisões terapêuticas mais precisas entre métodos conservativos, órteses, próteses e intervenções cirúrgicas reconstrutivas (Wilkins; Bisson, 2012).

No contexto equino, a ferraria representa um dos marcos mais antigos da ortopedia funcional. Registros históricos indicam o uso de ferraduras de ferro fixadas com tiras de couro por volta de 400 a.C., sendo consideradas precursoras dos dispositivos ortopédicos aplicados à espécie. Desde então, ferraduras terapêuticas, palmilhas e diferentes dispositivos auxiliares passaram a desempenhar papel fundamental na proteção dos cascos, na prevenção de laminite e na correção de alterações posturais e biomecânicas (Butler; Butler 2004).

Um marco importante ocorreu a partir da década de 1980 com a incorporação das técnicas AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) à medicina veterinária (Auer, 2016). A aplicação de princípios modernos de osteossíntese, somada ao desenvolvimento de implantes específicos para grandes animais, revolucionou o tratamento de fraturas em equinos. Paralelamente, a criação da AOVET fortaleceu a formação de especialistas e impulsionou o desenvolvimento de abordagens adaptadas às particularidades biomecânicas da espécie (Allam; Nunamaker, 1984; Auer, 2016).

No Brasil, esse avanço tornou-se mais evidente a partir dos anos 2000, com maior disponibilidade de materiais especializados, aprimoramento técnico-científico de profissionais e evolução dos protocolos anestésicos e analgésicos, fatores que aumentaram a segurança cirúrgica e permitiram procedimentos ortopédicos mais complexos (Natalini; Driessen, 2007; Dugdale; Taylor, 2016). Associado a isso, a reabilitação funcional passou a ocupar papel central no tratamento ortopédico, incorporando modalidades como hidroterapia, eletroterapia, laserterapia e cinesioterapia, com foco não apenas na sobrevivência, mas na restauração funcional e na prevenção de recidivas (Crawley *et al.*, 1989; Kelmer *et al.*, 2004). Mais recentemente, terapias regenerativas, como plasma rico em plaquetas e células-tronco mesenquimais, passaram a complementar estratégias mecânicas de estabilização, ampliando as perspectivas de reparação tecidual e retorno locomotor (Ribitsch *et al.*, 2010).

No que se refere especificamente à protetização, sua evolução na medicina equina ocorreu de forma mais lenta, permanecendo por muitos anos restrita a casos isolados, especialmente em animais com elevado valor afetivo ou zootécnico (Crawley *et al.*, 1989; Kelmer *et al.*, 2004). Inicialmente, amputações eram realizadas sobretudo como medidas de salvamento, com perspectivas limitadas devido às restrições tecnológicas e às complicações associadas às próteses rudimentares (Crawley *et al.*, 1989). Com o surgimento de relatos clínicos bem-sucedidos utilizando protetização artesanal, demonstrou-se que a restauração parcial da locomoção e a melhoria da qualidade de vida eram possíveis, estabelecendo fundamentos para o desenvolvimento de abordagens mais sofisticadas (Kelmer *et*

al., 2004). Atualmente, indicações mais frequentes incluem fraturas cominutivas, osteomielite, deformidades congênitas e infecções articulares irreversíveis, desde que a preservação do membro não seja viável, mas que o paciente apresente condições clínicas para reabilitação (Kelmer *et al.*, 2004).

A incorporação de materiais como fibra de carbono, polipropileno e alumínio, associada à manufatura aditiva e à impressão tridimensional, ampliou significativamente as possibilidades de personalização, ajuste anatômico e redistribuição de cargas, favorecendo melhor desempenho biomecânico (Lee, 2023). Ainda assim, o sucesso terapêutico permanece diretamente relacionado a fatores individuais, manejo pós-operatório rigoroso e acompanhamento contínuo, uma vez que adaptação, conforto e funcionalidade variam consideravelmente entre pacientes (Serighelli Júnior *et al.*, 2025; Hansen, 2016).

No Brasil, embora os relatos ainda sejam relativamente limitados, observa-se crescente interesse na utilização de próteses como alternativa à eutanásia, especialmente em animais destinados à equoterapia ou com elevado valor afetivo (Mello *et al.*, 2019). Dessa forma, a trajetória histórica da ortopedia equina evidencia uma transição progressiva de abordagens estritamente mecânicas para estratégias integradas de reabilitação funcional, nas quais cirurgia, biotecnologia, reabilitação e bem-estar convergem para redefinir o prognóstico de equinos com lesões ortopédicas graves (Auer, 2016).

2.3 Fundamentos conceituais: órteses e próteses em equinos

Segundo Deshaies (2002), o termo órtese refere-se a qualquer dispositivo externo aplicado ao corpo com o objetivo de oferecer suporte, estabilizar, alinhar, prevenir, ou corrigir deformidades e melhorar a função de um segmento corporal. Diferente das próteses, as órteses não substituem partes anatômicas ausentes, mas atuam de forma complementar ao movimento natural, contribuindo para o controle mecânico e funcional do membro (Pagliara *et al.*, 2025).

Tais recursos são tradicionalmente empregados para auxiliar no reposicionamento articular, estabilização musculoesquelética e compensação de desequilíbrio biomecânico (Deshaies, 2002; Cruz *et al.*, 2024; Pagliara *et al.*, 2025). No caso dos equinos, o uso de órteses é um recurso terapêutico que tem ganhado destaque dentro da medicina veterinária reabilitadora, embora ainda exista escassez de literatura específica sobre sua utilização (Pagliara *et al.*, 2025).

A prótese, por sua vez, é definida como o dispositivo destinado a substituir parcial ou totalmente um membro ou segmento corporal ausente, restaurando, na medida do possível, a função locomotora e a simetria do corpo (Wilkins; Bisson, 2012). Enquanto a órtese atua sobre uma estrutura existente, a prótese recria artificialmente uma estrutura perdida, buscando devolver estabilidade e funcionalidade (Rubin; Cohen, 1988).

A utilização desses dispositivos remonta à Antiguidade Clássica, especialmente às civilizações da Grécia Antiga e da Roma Antiga, quando eram confeccionados com materiais como couro e madeira. O ofício dos ferreiros e armeiros foi essencial para o surgimento das primeiras tecnologias protéticas, inicialmente voltadas ao uso humano, mas que serviram de base para o desenvolvimento dos recursos veterinários contemporâneos. (Wilkins; Bisson, 2012). Com o passar dos séculos, os métodos e materiais evoluíram, passando a incluir

metais e ligas mais leves, o que tornou os dispositivos mais eficientes e adaptáveis (Wilkins; Bisson, 2012).

Na medicina veterinária moderna, a incorporação de órteses e próteses reflete uma mudança de paradigma, do enfoque curativo e cirúrgico para uma abordagem funcional e reabilitadora. Esses dispositivos passam a representar ferramentas de suporte biomecânico que auxiliam na recuperação locomotora, na prevenção de sequelas e na adaptação de animais com comprometimentos físicos (Cruz *et al.*, 2024). Estudos recentes apontam para a crescente utilização deles como complementos de terapias ortopédicas e fisiológicas, permitindo o prolongamento da vida útil de animais com lesões graves e ampliando as perspectivas de bem-estar e reintegração (Serighelli Júnior *et al.*, 2025).

2.4 Aplicações clínicas e funcionais das órteses

As órteses têm como objetivo preservar membros acometidos no decorrer da reabilitação, assim como limitar e alinhar o movimento, apoiar, proteger, corrigir deformidades, melhorar a capacidade funcional e sensação de conforto para o animal (Mich, 2014). Pagliara *et al.* (2025) desenvolveu um estudo utilizando uma órtese metacarpofalangeana (Equestride™, Marysborough House, Glanmire, Co. Cork, T45 VX26, Irlanda) em 12 equinos e tinha como objetivo analisar se esse dispositivo limitaria a extensão da articulação e a amplitude do movimento da articulação metacarpofalângica “in vivo”, pois esse instrumento só havia sido validado em exemplar anatômico, sendo posteriormente confirmado sua eficácia.

O dispositivo é uma órtese semirrígida de fibra de carbono composta que envolve a região metacarpal e proximal do boleto. Possui duas faixas hemicircunferenciais conectadas por um sistema de duas dobradiças, proporcionando suporte estrutural e movimento controlado. A bota é fixada ao membro por meio de fixações semelhantes às de botas de esqui e um revestimento de espuma que se adapta ao formato do membro do cavalo. (Pagliara *et al.*, 2025). (Figura 1).

Figura 1 — Fotografia da face palmar da região metacarpal de um cavalo usando a órtese na posição 4 no membro anterior esquerdo e o dispositivo na posição 1 no membro anterior direito (as setas vermelhas destacam a posição de cada dispositivo).



Fonte: Pagliara *et al.*, 2025.

A ferragem terapêutica é uma importante intervenção ortopédica que garante a saúde dos cascos dos equinos (Butler; Butler, 2004). A claudicação e a locomoção dos cavalos foram muito analisadas por Weishaupt *et al.* (2002), assim como a cinemática e cinética de membros acometidos com alguma patologia em relação a membros saudáveis. A laminite é uma afecção que causa deterioração das lâminas do casco dos equinos, ela pode ser contida através de tratamento ortopédico (Lee, 2023). Pode ser utilizada almofadas de espuma de poliestireno (figura 2), distribuindo assim o peso do cavalo pela superfície palmar do casco (Cerfogli, 2009). A ferradura de barra cardíaca (figura 3) também pode ser empregada nessa terapêutica, assim como tamancos (figura 4), que são instrumentos desenvolvidos através de madeira e borracha (O'Grady, 2010; Steward, 2010).

Figura 2 — Almofada de espuma de poliestireno fixada com fita adesiva.

Fonte: P3 Equestrian, 2010.⁵



Figura 3 — Ferradura de barra cardíaca em alumínio.

Fonte: Ferraduras Zanelatti, 2026.⁶



⁵ Imagem disponível em: <https://p3farriersupplies.com/products/styrofoam-support-pads>

⁶ Imagem disponível em: <https://www.ferraduraszanelatti.com/ferradura-straight-coracao-talonada-ortopedica-tradicional?srsltid=AfmBOopHccEZ10K6MJPO7y1iLTlnKS1iRcaAYbVJ6ISlpCs0dx5O9RWj>

Figura 4 — Tamanco de madeira.



Fonte: Burks, 2023.⁷

Correa (2020), evidenciou a utilização de plasma autólogo centrifugado junto a órtese para reconstrução de cartilagem auricular em cavalos. O seu objetivo era utilizar o plasma autólogo para estimular a regeneração dos tecidos, oferecendo fatores de crescimento diretamente no local da lesão, de modo a reproduzir e potencializar os mecanismos naturais de cicatrização do organismo e empregar um dispositivo ortótico para mobilização externa da orelha. Essa órtese poderia ser feita utilizando um filme de raio-x fixado na base interna da orelha (Barber; Stashak, 2008) ou bandagem que retenha a orelha ereta (figura 5). O estudo demonstrou resultados positivos, comprovando a eficácia desta associação na recuperação funcional da cartilagem.

⁷ Imagem disponível em: <https://www.equinechronicle.com/clogs-for-equine-laminitis/>

Figura 5 — Vista cranial apresentando bandagem compressiva no pavilhão auricular esquerdo, no dia seguinte à curetagem e aplicação de plasma autólogo centrifugado.



Fonte: Correa, 2020.

Segundo Rosen *et al.* (2022), as órteses podem oferecer benefícios, seu uso em equinos apresenta contra indicações significativas, isso inclui lesões cutâneas ou infecções ativas no local de contato, pois o dispositivo pode piorar irritações, aumentar o risco de úlceras de pressão ou complicações na pele. Além disso, não se deve usar em membros com edema ou sinovite não controlados, já que o ajuste da órtese pode agravar o distúrbio ou afetar a circulação (Rosen *et al.*, 2022). Também é contraindicado para pacientes com alterações neurológicas ou térmicas graves que impeçam a adaptação ou tolerância ao equipamento externo. Por fim, o uso de órteses é desaconselhado em casos em que o dispositivo esteja mal ajustado ou não seja adequado ao tamanho, peso ou biomecânica do animal, pois isso pode resultar em falhas mecânicas, desconforto e agravamento da condição clínica (Rosen *et al.*, 2022).

2.5 Aplicações clínicas e funcionais das próteses

Os equinos apresentam quadrupedalismo obrigatório, condição na qual a distribuição de cargas entre os quatro membros é essencial para a manutenção da estação, locomoção eficiente e perfusão sanguínea adequada das estruturas distais dos cascos (Clayton; Hobbs, 2023). Em condições fisiológicas, aproximadamente 58 a 60% da massa corporal é suportada pelos membros torácicos, enquanto os membros pélvicos sustentam os 40 a 42% restantes, fato que explica a maior sobrecarga biomecânica observada em afecções dos membros anteriores (Clayton; Hobbs, 2023).

Sob o ponto de vista clínico, a perda de um membro representa evento crítico para o equilíbrio postural, redistribuição de cargas e manutenção hemodinâmica do casco contralateral, podendo desencadear complicações graves, como laminite de apoio e colapso musculoesquelético compensatório (Kelmer *et al.*, 2004). Por essa razão, a amputação em equinos não constitui procedimento rotineiro e deve ser considerada apenas como medida extrema, após o esgotamento de osteossínteses,

artrodeses, tratamentos reconstrutivos e demais estratégias de salvamento do membro (Kelmer *et al.*, 2004).

Historicamente, o prognóstico de equinos amputados foi considerado reservado, sobretudo em virtude da alta incidência de eutanásia decorrente de complicações secundárias no pós-operatório e durante a adaptação funcional (Crawley *et al.*, 1989). Em contrapartida, a protetização do membro residual passou a representar alternativa viável em casos selecionados, permitindo restabelecimento parcial da função locomotora, preservação da propriocepção, prolongamento da sobrevida e manutenção aceitável do bem-estar animal (Kelmer *et al.*, 2004).

Em estudo retrospectivo clássico conduzido no *College of Veterinary Medicine da Washington State University*, Crawley *et al.* (1989) avaliaram 13 equinos submetidos à amputação parcial de membros e observaram sobrevida funcional em nove animais, variando entre 18 e 111 meses, com média aproximada de 41 meses. Quatro animais foram eutanasiados nos primeiros 21 dias após o procedimento em decorrência de fratura pélvica durante queda, excitação anestésica severa, falha comportamental de adaptação à prótese e laminite contralateral aguda (Crawley *et al.*, 1989).

As principais indicações clínicas relatadas incluíram osteomielite crônica secundária a fraturas cominutivas, falha de artrodesse metatarsal, necrose isquêmica extensa da parede do casco e lesões traumáticas irreversíveis incompatíveis com reconstrução ortopédica (Crawley *et al.*, 1989). Em alguns casos, houve manutenção da função reprodutiva, evidenciando que a protetização pode preservar não apenas a vida, mas também o valor zootécnico do animal (Crawley *et al.*, 1989).

A avaliação pré-operatória deve ser obrigatoriamente multidisciplinar, incluindo exame ortopédico e neurológico completo, radiografia, ultrassonografia, tomografia computadorizada quando disponível, hemograma, perfil bioquímico sérico e avaliação cardiovascular, com o objetivo de confirmar a inviabilidade de preservação do membro e estimar riscos anestésicos e metabólicos (Kelmer *et al.*, 2004).

A decisão terapêutica interfere diretamente na qualidade de vida do animal, cabendo ao médico veterinário a indicação técnica fundamentada e ao proprietário a decisão final após esclarecimento completo acerca do prognóstico, custos e necessidade de manejo permanente (Richardson, 2008). Entre os principais critérios de seleção destacam-se idade, peso corporal, temperamento dócil, gravidade e cronicidade da lesão, integridade vascular, qualidade dos tecidos moles do coto, ausência de infecção ativa e conformação adequada do membro contralateral (Kelmer *et al.*, 2004). Animais com massa corporal inferior a 450 kg tendem a apresentar melhor adaptação devido à menor sobrecarga mecânica residual (Kelmer *et al.*, 2004).

Conforme descrito por Fossum (2002), cães e gatos frequentemente adaptam-se com relativa facilidade à locomoção tripedal. Em equinos, contudo, essa adaptação é substancialmente mais complexa devido à elevada massa corporal, comportamento instintivo de fuga e incapacidade de descarregar completamente o peso nos membros remanescentes (Fossum, 2002). Como consequência, aumentam os riscos de fraturas por sobrecarga, laminite de apoio, degeneração articular compensatória e falhas musculares secundárias (Crawley *et al.*, 1989). No pós-operatório imediato, recomenda-se evitar deambulação forçada, mantendo o

animal em baia ampla com cama profunda até adaptação neuromuscular ao novo centro de gravidade e cicatrização inicial satisfatória do coto (Wintzer, 1990).

Avanços recentes incluem o desenvolvimento de próteses equinas por manufatura aditiva. Denadai *et al.* (2025) descreveram a prótese produzida por extrusão de filamento fundido (FDM impressão 3D) por extrusão de material (figura 6). Seus objetivos eram garantir segurança, conforto e bem-estar aos equinos através de um recurso rápido e acessível por meio de uma prótese com um período útil de um ano. Foram realizadas diversas simulações utilizando simulação de elementos finitos que foi essencial para melhora do design da prótese. Por fim, obtiveram um dispositivo que atende o animal e de baixo custo, projetada com foco em segurança estrutural, conforto de interface e bem-estar.

Figura 6 — Prótese final impressa.



Fonte: Denadai *et al.*, 2025.

Por meio de análise por elementos finitos, foram simuladas tensões de von Mises. A tensão de Von Mises constitui importante parâmetro estrutural para analisar e prever o comportamento dos materiais sob carga e é uma ferramenta vital na análise de comportamento de materiais sob carga, assegurando que a deformação se mantenha dentro de limites aceitáveis, deformações e zonas críticas de concentração de carga, permitindo otimização geométrica progressiva do dispositivo (Denadai *et al.*, 2025). O protótipo final apresentou distribuição homogênea de pressões e redução de picos de tensão na região distal do coto (Denadai *et al.*, 2025).

Kelmer *et al.* (2004) relataram o caso de equino Árabe de 20 anos submetido à amputação parcial distal, seguido de adaptação de prótese tipo soquete (figura 7). Durante a evolução clínica, observaram-se cistos epidérmicos, abscessos subcutâneos e exsudação serosa persistente no coto, atribuídos ao atrito da interface e mobilização precoce. O caso evoluiu posteriormente com colapso do membro contralateral e laminite refratária, culminando em eutanásia, reforçando a importância do controle progressivo de carga e da adaptação gradual ao dispositivo (Kelmer *et al.*, 2004).

Figura 7 — Prótese tipo soquete.



Fonte: Kelmer *et al.*, 2004.

2.6 Materiais e tecnologias aplicadas na confecção de órteses e próteses

Devido à escassez histórica de produtos veterinários específicos, órteses e próteses equinas foram inicialmente confeccionadas de forma empírica, utilizando materiais como fita adesiva, gesso, couro, madeira e tubos de PVC (Mich, 2014). Embora funcionais em caráter emergencial, tais recursos frequentemente não atendiam aos requisitos anatômicos e biomecânicos da espécie, favorecendo desalinhamento axial, concentração de tensões e sobrecarga assimétrica nos membros remanescentes (Hogy *et al.*, 2013). Essas alterações podem predispor ao desenvolvimento de tendinites, osteoartrite compensatória e lesões por pressão, especialmente em animais submetidos a uso prolongado do dispositivo (Hogy *et al.*, 2013).

A evolução dos materiais permitiu a transição de madeira, couro e aço para compósitos de alto desempenho, que associam elevada resistência mecânica à redução de massa, fator crítico em animais de grande porte (Wilkins; Bisson, 2012). A fibra de carbono destaca-se como material de eleição em próteses modernas devido à excelente relação resistência/peso, alto módulo de elasticidade, baixa deformação plástica e elevada resistência à fadiga sob carregamento cíclico (Hansen, 2016). Configurações de laminação cruzada em 0/90°, nas quais as fibras de carbono são orientadas em direções perpendiculares, apresentam melhor desempenho na resistência às forças de compressão que atuam ao longo do

membro, além de favorecerem a distribuição e a absorção dos impactos durante a locomoção do equino (Hansen, 2016).

A liga de alumínio 6061-T6 é amplamente empregada em componentes de regulagem, articulações e sistemas de amortecimento por sua leveza e boa usinabilidade. Refere-se à capacidade de um material de ser usinado de forma eficiente, ou seja, de permitir operações como torneamento, fresamento, furação, retificação e corte laser com menor esforço, menor desgaste das ferramentas e melhor acabamento superficial e resistência à corrosão (Hansen, 2016).

Na interface coto-prótese, polímeros como polipropileno termo moldável, silicone de grau médico e resina epóxi são utilizados como *liners*, com a função de reduzir atrito, redistribuir pressões de pico e acomodar variações volumétricas do membro residual (Hansen, 2016). Solas protéticas frequentemente incorporam borracha natural ou reciclada para aumento do coeficiente de atrito e absorção viscoelástica de impacto (Hansen, 2016).

Em propostas mais avançadas, especialmente voltadas à osseointegração, materiais como titânio grau 4 e aço inoxidável 316L destacam-se por biocompatibilidade, osteocondutividade e estabilidade estrutural em contato com tecido ósseo (Hansen, 2016). Abordagens artesanais ainda persistem como alternativa de baixo custo.

Nos últimos anos, a manufatura aditiva (MA) que é o processo de unir materiais para criar objetos tridimensionais camada por camada usando uma impressora 3D a partir de um modelo digital, que tem se consolidado como importante ferramenta na medicina veterinária. Entre suas vantagens destacam-se a personalização anatômica, a prototipagem rápida, a liberdade geométrica e a produção de biomodelos a partir de exames de imagem, como tomografia computadorizada (Leonardi *et al.*, 2021; Thatcher e Soukup, 2022).

A tecnologia de modelagem por deposição fundida (Fused Deposition Modeling – FDM) é amplamente utilizada na medicina veterinária por seu baixo custo operacional, acessibilidade e capacidade de produzir modelos anatômicos personalizados. Essa técnica permite a fabricação de biomodelos e dispositivos sob medida por meio da deposição de material termoplástico em camadas sucessivas, sendo frequentemente empregada com polímeros como ácido polilático (PLA), acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e, em aplicações que exigem maior flexibilidade, poliuretano termoplástico (TPU). Esses materiais possibilitam desde a produção de modelos rígidos para planejamento cirúrgico até estruturas flexíveis para simulação de tecidos moles e dispositivos ortopédicos personalizados, contribuindo para a evolução da manufatura aditiva na prática veterinária (Leonardi *et al.*, 2021; Thatcher; Soukup, 2022).

Associada à impressão 3D, a engenharia reversa otimiza o fluxo de trabalho em etapas de digitalização, processamento e aplicação clínica. O escaneamento óptico e a tomografia computadorizada permitem reconstruções tridimensionais precisas para obtenção de biomodelos e planejamento cirúrgico veterinário (Berti *et al.*, 2020). Softwares CAD possibilitam modelagem do soquete com alívio em proeminências ósseas e zonas específicas de descarga (Hansen, 2016).

A análise por elementos finitos permite prever tensões, deformações e fadiga, possibilitando otimização prévia do projeto antes da fabricação definitiva (Hansen, 2016). Destacam-se, portanto, três eixos tecnológicos principais: manufatura aditiva personalizada, modelagem computacional integrada à biomecânica estrutural e

osseointegração, ainda experimental em equinos, porém promissora para eliminar problemas da interface pele-soquete (Hansen, 2016).

2.7 Complicações, limitações e desafios na utilização

O uso de órteses e próteses em equinos, embora represente alternativa terapêutica relevante, está associado a complicações imediatas e tardias (Kelmer *et al.*, 2004). As complicações mais frequentes incluem dermatites por pressão, úlceras por fricção, falhas mecânicas por fadiga do material, infecção do sítio cirúrgico, instabilidade rotacional do soquete, sobrecarga do membro contralateral e laminite de apoio secundária (Kelmer *et al.*, 2004).

Os desafios são intrínsecos à espécie, incluindo grande massa corporal, ciclos de carga de alta frequência, formato cônico do coto e dificuldade de suspensão do dispositivo sem efeito torniquete vascular (Serighelli Junior *et al.*, 2025). Soma-se a isso o alto custo de fabricação personalizada e a necessidade de manutenção periódica (Serighelli Junior *et al.*, 2025).

A ausência de protocolos clínicos padronizados de reabilitação e de critérios objetivos de adaptação ainda limita a difusão ampla desses dispositivos na rotina veterinária (Kelmer *et al.*, 2004). A recuperação é um processo complexo e multidisciplinar, influenciado por idade, temperamento, porte e manejo ambiental. No pós-operatório imediato são essenciais antibioticoterapia, analgesia multimodal e manejo rigoroso da ferida cirúrgica. O manejo diário do coto requer higienização, controle de tecido de granulação exuberante, curativos compressivos e inspeção de áreas de pressão (Vlahos *et al.*, 1999; Theoret; Wilmlink, 2005).

A fisioterapia assume papel central, com objetivos de reeducação proprioceptiva, fortalecimento da musculatura proximal, treinamento progressivo de carga parcial e prevenção de contraturas (Kelmer *et al.*, 2004).

Mesmo com manejo adequado, podem ocorrer infecção profunda, deiscência, atrofia muscular por desuso, osteoartrite compensatória e delaminação de materiais compósitos (Kelmer *et al.*, 2004). O prognóstico correlaciona-se diretamente com peso corporal, idade, qualidade do encaixe, adaptação comportamental e adesão ao tratamento, havendo relatos de sobrevida funcional prolongada em casos bem selecionados (Crawley *et al.*, 1989).

2.8 Papel das órteses e próteses na reintegração de equinos em programas terapêuticos

Órteses e próteses podem desempenhar papel relevante na reintegração de equinos em programas terapêuticos, especialmente na equoterapia, ao favorecer reabilitação locomotora e manutenção da biomecânica necessária à atividade (Lightsey *et al.*, 2021). Esses dispositivos compensam déficits de suporte, estabilizam articulações instáveis e atenuam dor, fatores essenciais considerando que ritmo, regularidade e amplitude do passo determinam os estímulos neuromotores e sensoriais transmitidos ao praticante (Lightsey *et al.*, 2021).

A manutenção de marcha simétrica, confortável e previsível constitui requisito fundamental para segurança das sessões terapêuticas (Lee *et al.*, 2021). Estudos sugerem que o uso desses dispositivos pode auxiliar no retorno a atividades controladas de baixa intensidade e carga intermitente (Lee *et al.*, 2021). Entretanto, a reintegração funcional ainda é limitada por obstáculos clínicos e técnicos, como

lesões cutâneas, falhas mecânicas, desconforto no soquete e intolerância comportamental (Kelmer *et al.*, 2004).

Relatos contemporâneos descrevem necessidade frequente de ajustes iterativos e substituição periódica dos dispositivos para manutenção do conforto e desempenho (Rosen *et al.*, 2022). A ausência de protocolos padronizados de adaptação e acompanhamento também representa barreira importante (Lee *et al.*, 2021). Para reintegração segura, recomenda-se abordagem multidisciplinar envolvendo cirurgião veterinário, fisioterapeuta, ferrador ortopédico, engenheiro biomédico e tratadores capacitados (Lee *et al.*, 2021).

Avanços em modelagem tridimensional, análise de carga e impressão personalizada têm demonstrado resultados promissores na melhoria do encaixe e conforto funcional (Denadai *et al.*, 2025). A decisão clínica deve sempre ser precedida de discussão realista sobre prognóstico, expectativa funcional e qualidade de vida, evitando prolongamento desnecessário do sofrimento animal (Kelmer *et al.*, 2004).

3 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura narrativa embasada em levantamento bibliográfico em periódicos científicos de tal forma que a revisão permitiu responder à problemática proposta relacionada à falta de literatura sistematizada e atualizada sobre o uso de órteses e próteses em equinos.

Foi realizada uma ampla pesquisa, em inglês, nas principais bases de dados PubMed, Scielo (Scientific Electronic Library Online), Google Acadêmico de artigos publicados nos últimos cinco anos (2020-2026) utilizando as seguintes palavras chaves: “equinos, fisioterapia, saúde animal, órteses, próteses”. Foram admitidos, em caráter excepcional, alguns estudos fora do tempo estipulado de cinco anos (2020-2026), devido à importância das informações consideradas relevantes para área que não foram atualizadas por estudos posteriores.

Foram excluídos da revisão: outras revisões bibliográficas, livros, trabalhos de conclusão de curso (TCC), artigos e outras pesquisas na área de prótese e órtese em equinos que possam não contribuir com a proposta da revisão, por exemplo, estudos estritamente experimentais que não tenham viabilidade clínica ou que fujam do tema.

A partir destas pesquisas iniciais foi adotada uma abordagem sistemática da seleção de artigos que serão pertinentes à revisão da literatura. No primeiro momento, os artigos foram submetidos a uma triagem preliminar, onde foram avaliados títulos, resumos e palavras-chaves, a fim de identificar sua compatibilidade com o tema em questão.

Em seguida, os artigos pré-selecionados foram submetidos a uma análise mais detalhada, onde foram avaliados como um todo para determinar a relevância do conteúdo para revisão. Durante esse processo, aplicaram-se critérios de inclusão e exclusão com base na pertinência do tema abordado. As informações foram catalogadas e organizadas com base em categorias identificadas no material pesquisado, permitindo uma análise sistemática destas.

Por fim, as informações provenientes dos artigos selecionados foram organizadas e compiladas na revisão de literatura, distribuídas nos seus respectivos tópicos de referência. Estas informações foram redigidas em conformidade com as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além

das diretrizes já determinadas pelos coordenadores do Centro Universitário Mais - UNIMAIS de Inhumas/GO.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia uma mudança significativa no paradigma do manejo de lesões ortopédicas graves em equinos, deixando de priorizar exclusivamente a sobrevida para incorporar a qualidade de vida e a funcionalidade locomotora como objetivos centrais.

Os resultados compilados demonstram que o uso de órteses e próteses tem possibilitado a reabilitação funcional de equinos anteriormente considerados inviáveis, especialmente em casos de fraturas cominutivas, osteomielite, deformidades congênitas e lesões irreversíveis. Esses achados corroboram estudos recentes que apontam a protetização como alternativa concreta à eutanásia, desde que haja critérios clínicos adequados e manejo pós-operatório rigoroso (Kelmer *et al.*, 2004; Serighelli Júnior *et al.*, 2025).

Do ponto de vista biomecânico, observa-se que a principal limitação para o sucesso da protetização está relacionada à elevada carga exercida sobre os membros, especialmente os torácicos, que suportam até 60% do peso corporal. Essa condição exige que os dispositivos apresentem alta resistência estrutural e capacidade de dissipação de energia, o que foi viabilizado com o uso de materiais modernos, como fibra de carbono e polímeros avançados.

Além disso, os estudos analisados evidenciam que a adaptação dos equinos às próteses não ocorre de forma imediata, sendo um processo progressivo que envolve reorganização locomotora, compensações posturais e ajustes comportamentais. Em muitos casos, há sobrecarga dos membros remanescentes, podendo resultar em complicações secundárias, como laminite contralateral, considerada uma das principais causas de insucesso terapêutico (Hobbs; Clayton, 2013; Araújo *et al.*, 2024).

No que se refere às órteses, os resultados indicam que esses dispositivos apresentam maior aplicabilidade clínica quando comparados às próteses, principalmente por não exigirem amputação. Estudos como o de Pagliara *et al.* (2025) demonstraram que órteses metacarpofalangeanas são eficazes na limitação da amplitude de movimento e estabilização articular, contribuindo para a recuperação funcional sem comprometer a integridade do membro.

Outro ponto relevante observado é o papel da ferragem terapêutica como forma de ortopedia funcional, especialmente em condições como laminite. Dispositivos simples, como palmilhas, ferraduras especiais e tamancos, mostraram-se eficientes na redistribuição de cargas e no alívio da dor, reforçando que nem sempre soluções complexas são necessárias para promover melhora clínica significativa.

A associação entre órteses e terapias complementares, como o uso de plasma rico em fatores de crescimento, também apresentou resultados promissores na regeneração tecidual, indicando uma tendência crescente de abordagens integradas na reabilitação equina.

Entretanto, apesar dos avanços, a literatura evidencia limitações importantes. A escassez de estudos controlados, o reduzido número de casos clínicos e a alta variabilidade individual dos equinos dificultam a padronização dos protocolos. Além disso, fatores como temperamento, peso corporal e condições clínicas gerais

influenciam diretamente o sucesso da adaptação aos dispositivos (Rosen *et al.*, 2022).

Outro aspecto discutido refere-se à necessidade de manejo intensivo e acompanhamento contínuo, uma vez que dispositivos mal ajustados podem causar lesões cutâneas, desconforto e falhas mecânicas, comprometendo todo o processo de reabilitação.

Por fim, destaca-se que a reabilitação de equinos com órteses e próteses vai além da recuperação individual, podendo gerar impactos positivos em outras áreas, como a equoterapia. Animais reabilitados podem ser reinseridos em atividades terapêuticas, contribuindo para o desenvolvimento físico e emocional de pacientes humanos, ampliando o valor social dessa abordagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível compreender que o desenvolvimento e a aplicação de próteses e órteses em equinos representam uma alternativa viável e promissora no manejo de lesões locomotoras severas, contribuindo significativamente para a reabilitação funcional, melhoria da qualidade de vida e bem-estar desses animais. Os resultados encontrados confirmam que tais recursos favorecem a recuperação locomotora e ampliam o potencial de reintegração dos equinos em atividades terapêuticas, como a equoterapia. Além disso, evidenciou-se que o avanço tecnológico, especialmente com o uso da manufatura aditiva, tem proporcionado dispositivos mais adaptáveis, leves e eficientes, ampliando as possibilidades de aplicação clínica e funcional. Entretanto, o estudo também destaca a presença de limitações e desafios, como a escassez de literatura científica atualizada, a necessidade de ajustes individualizados dos dispositivos, os riscos de complicações clínicas e os custos envolvidos na produção e manutenção dessas tecnologias.

Dessa forma, conclui-se que a utilização de próteses e órteses em equinos constitui uma abordagem inovadora e eficaz dentro da medicina veterinária, promovendo não apenas a recuperação funcional, mas também a valorização da vida e do papel social desses animais. Por fim, ressalta-se a necessidade de ampliação de estudos experimentais e clínicos, bem como da padronização de protocolos, a fim de consolidar essa prática e potencializar seus benefícios na reabilitação equina.

REFERÊNCIAS

ALLAM, M. W.; NUNAMAKER, D. M. Reminiscences of Jacques Jenny, DrMedVet 1917–1971. **Veterinary Surgery**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 39-42, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1984.tb00757.x>. Acesso em: 10 dez. 2025.

ARAÚJO, M. A. *et al.* Amputação do membro pélvico e reabilitação de equino: Relato de caso. **Pubvet**, [S. l.], v. 18, n. 10, p. e1665, 2024. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3770>. Acesso em: 09 jan. 2025.

AUER, J. A. Advances in osteosynthesis in the horse. **Pferdeheilkunde**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 148-159, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21836/PEM20160208>. Acesso em: 06 nov. 2025.

BARBER, S.; STASHAK, T. S. Management of wounds in the head. In: STASHAK, T. S.; THEORET, C. L. (ed.). **Equine wound management**. 2. ed. Ames: Blackwell Publishing, 2008. p. 273-332. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118999219.ch11>. Acesso em: 03 fev. 2026.

BEALE, B. Orthopedic problems in geriatric dogs and cats. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 655-674, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.01.001>. Acesso em: 12 dez. 2025.

BERTTI, João Vinicius Pacheco; SILVEIRA, Erick Eduardo da; ASSIS NETO, Antonio Chaves de. Reconstrução e impressão 3D do neurocrânio de cão com o uso de tomografia computadorizada como ferramenta para auxiliar no ensino da anatomia veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 5, p. 1653-1658, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11209>. Acesso em: 12 fev. 2026.

BUTLER, K. D.; BUTLER, J. **Os princípios da ferradura (P3): o manual completo de ciência e artesanato de ferradores para o século XXI**. [S. l.]: Doug Butler Enterprises, 2004.

CERFOGLI, J. **Biomechanical considerations in equine laminitis**. 2009. 75 f. Thesis (Master of Science) – Iowa State University, Ames, 2009. DOI: <https://doi.org/10.31274/etd-180810-1378>. Acesso em: 27 jan. 2026.

CLAYTON, H. M.; HOBBS, S. J. The Role of Biomechanics in Maximizing Distance and Minimizing Injury in Equine Athletes. **Animals**, [S. l.], v. 13, n. 24, p. 1-18, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13243854>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CORREA, M. G. **Plasma autólogo centrifugado associado à órtese na reconstrução de cartilagem auricular em dois equinos**. 2020. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/75391b64-2c55-444a-8252-e6a14ebf84f4>. Acesso em: 17 nov. 2025.

CRAWLEY, G. R. *et al.* Long-term follow-up of partial limb amputation in 13 horses. **Veterinary Surgery**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 52-55, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.1989.tb01043.x>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CRUZ, M. F. R. *et al.* Reabilitação animal através da utilização de órteses, próteses e terapias complementares. **Revista Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. e4318, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n5-125>. Acesso em: 05 nov. 2025.

DENADAI, B. B. *et al.* Design and manufacture of equine hand prosthesis by additive manufacturing. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 14-22, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/RPJ-04-2024-0176>. Acesso em: 20 jan. 2026.

DESHAIES, L. D. Upper extremity orthoses. In: TROMBLY, C. A.; RADOMSKI, M. V. (ed.). **Occupational Therapy for Physical Dysfunction**. 5. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 13-49.

DUGDALE, A. H. A.; TAYLOR, P. M. Equine anaesthesia-associated mortality: where are we now? **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [S. l.], v. 43, n. 3, p. 242-255, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/vaa.12372>. Acesso em: 25 fev. 2026.

FITZPATRICK, N. *et al.* Intraosseous transcutaneous amputation prosthesis (ITAP) for limb salvage in 4 dogs. **Veterinary Surgery**, [S. l.], v. 40, n. 8, p. 909-925, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00891.x>. Acesso em: 25 nov. 2025.

FOSSUM, T. W. **Small animal surgery**. 2. ed. St. Louis: Mosby, 2002.

GERALDES, D. M. **Modelagem ortotrópica do sistema esquelético**. 2013. 258 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Imperial College of Science, Technology and Medicine, Londres, 2013. DOI: <https://doi.org/10.25560/13813>. Acesso em: 11 nov. 2025.

HANSEN, N. **Evaluation and biomechanical analysis of equine prosthetics**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – School of Veterinary Medicine, Louisiana State University, Baton Rouge, 2016. DOI: https://doi.org/10.31390/gradschool_dissertations.4326. Acesso em: 14 fev. 2026.

HOBBS, S. J.; CLAYTON, H. M. Sagittal plane ground reaction forces, centre of pressure and centre of mass in trotting horses. **The Veterinary Journal**, [S. l.], v. 198, p. e14-e19, 2013. Supplement 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.027>. Acesso em: 22 nov. 2025.

HOGY, S. M. *et al.* Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a pelvic limb. **American Journal of Veterinary Research**, [S. l.], v. 74, n. 9, p. 1164-1171, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2460/ajvr.74.9.1164>. Acesso em: 10 dez. 2025.

KELMER, G. *et al.* Amputation and prosthesis in a horse: short- and long-term complications. **Equine Veterinary Education**, v. 16, n. 5, p. 235–240, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2004.tb00304.x>. Acesso em: 17 nov. 2025.

LEE, R. J. **Intervention types and frequency in animal prosthetics and orthotics**. 2023. 67 f. Thesis (Master of Science in Exercise Science) – Concordia University, St. Paul, 2023. Disponível em: https://digitalcommons.csp.edu/kinesiology_masters_science/42. Acesso em: 27 nov. 2025.

LEE, S. H. *et al.* Orthotic device use in canine patients: owner perception and clinical indications. **Frontiers in Veterinary Science**, [S. l.], v. 8, art. 662962, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.709364>. Acesso em: 04 dez. 2025.

LEONARDI, L.; MARSILI, R.; BELLEZZA, E.; ANGELI, G.; EMILIANI, C.; RICCI, A.; ROSSI, G. A pilot study on the use of 3D printers in veterinary medicine. **Brazilian Journal of Veterinary Pathology**, v. 14, n. 3, p. 159-164, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24070/bjvp.1983-0246.v14i3p159-164>. Acesso em: 12 jan. 2026.

LIGHTSEY, P. *et al.* Physical therapy treatments incorporating equine movement: a systematic review. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, [S. l.], v. 18, art. 131, p. 1-18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00929-w>. Acesso em: 25 nov. 2025.

LUERSEN, M. A. *et al.* **Projeto e fabricação de prótese de mão equina por manufatura aditiva**. Curitiba: UTFPR, 2025. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1112497>. Acesso em: 15 out. 2025.

MCCARTY, C. A. *et al.* Effect of hoof orientation and ballast on acceleration and vibration of the hoof and distal forelimb after simulated forelimb impacts ex vivo. **Equine Veterinary Journal**, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 223-229, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/evj.12252>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MELLO; OÑA, C. M. *et al.* Saúde e alterações comportamentais de animais de equoterapia. **Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 26, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.35172/rvz.2019.v26.216>. Acesso em: 05 fev. 2026.

MICH, P. M. The emerging role of veterinary orthotics and prosthetics (V-OP) in small animal rehabilitation and pain management. **Topics in Companion Animal Medicine**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 10-19, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2014.04.002>. Acesso em: 14 abr. 2026.

NATALINI, C. C.; DRIESSEN, B. Epidural and spinal anesthesia and analgesia in the equine. **Clinical Techniques in Equine Practice**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 145-153, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ctep.2007.05.008>. Acesso em: 14 abr. 2026.

O'GRADY, S. E. **Farriery for chronic laminitis**. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 407-423, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.04.006>. Acesso em: 25 jan. 2026.

PAGLIARA, E. *et al.* In vivo validation of a metacarpophalangeal joint orthotic using wearable inertial sensors in horses. **Animals**, v. 15, n. 13, p. 1965, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani15131965>. Acesso em: 17 abr. 2026.

REIS, D. A. L. *et al.* Biomodelos ósseos produzidos por intermédio da impressão 3D: uma alternativa metodológica no ensino da anatomia veterinária. **Revista de Graduação USP**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 47-53, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v2i3p47-53>. Acesso em: 11 nov. 2025.

RIBITSCH, I. *et al.* Basic science and clinical application of stem cells in veterinary medicine. **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**, v. 123, p. 219-263, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/10_2010_66. Acesso em: 03 fev. 2026.

RICHARDSON, D. W. Complications of orthopaedic surgery in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 591-610, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2008.11.001>. Acesso em: 01 nov. 2025.

ROSEN, S. *et al.* Prospective evaluation of complications associated with orthosis and prosthesis use in canine patients. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, art. 892662, p. 1-12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.892662>. Acesso em: 04 dez. 2025.

RUBIN, G.; COHEN, E. Prostheses and orthoses for the foot and ankle. **Clinics in Podiatric Medicine and Surgery**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 695-719, 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3293758/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

SERIGHELLI JÚNIOR, G. *et al.* Amputação parcial de membro e adaptação protética em égua Puro-Sangue Inglês. **Acta Scientiae Veterinariae**, [S. l.], v. 53, p. 1-6, 2025. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.141332>. Acesso em: 15 dez. 2025.

STEWART, M. L. **The use of the wooden shoe (Steward Clog) in treating laminitis.** *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 207-214, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2009.12.002>. Acesso em: 25 jan. 2026.

THATCHER, G. P.; SOUKUP, J. W. Virtual surgical planning and 3D printing in veterinary dentistry and oromaxillofacial surgery. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 52, n. 1, p. 221-234, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.09.009>. Acesso em: 12 maio 2026.

THEORET, C. L.; WILMINK, J. M. Aberrant wound healing in the horse: Exuberant granulation tissue. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 191-204, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2004.11.005>. Acesso em: 21 nov. 2025.

VLAHOS, T. P. *et al.* Short-term and long-term management of horses with an equine prosthesis. **Equine Veterinary Education**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 174-182, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1999.tb00943.x>. Acesso em: 18 fev. 2026.

WEISHAUPT, M. A. *et al.* Instrumented treadmill for measuring vertical ground reaction forces in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 63, n. 4, p. 520-527, abr. 2002. DOI: <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.520>. Acesso em: 05 fev. 2026.

WILKINS, R.; BISSON, L. J. Tratamento cirúrgico versus não cirúrgico de rupturas agudas do tendão de Aquiles: uma revisão sistemática quantitativa de ensaios clínicos randomizados. **American Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 40, n. 9, p.

2154-2160, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546512453293>. Acesso em: 27 jan. 2026.

WINTZER, H. J. Podermatite séptica difusa. In: WINTZER, H. J. **Doenças dos equinos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1990. p. 218.