



Terapias Avançadas em Medicina Veterinária Regenerativa: Aplicações de Células-Tronco, Plasma Rico em Plaquetas e Biomateriais

Advanced Therapies in Regenerative Veterinary Medicine: Applications of Stem Cells, Platelet-Rich Plasma, and Biomaterials

Luiz Carlos Fabio Júnior

Graduado em Medicina Veterinária. Instituição: Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas

Júlia Gabriela Quaresma Corrêa

Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)

João Paulo Yoshio Prado Cerqueira Kubota

Doutorado em Ciência Animal. Instituição: Universidade Federal de Goiás

Andreia Oliveira Santos

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Universidade Veiga de Almeida

Maria Clara Silva Jubé

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Universidade Estadual de Goiás

Jéssika Nayra de Lima Lobão

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Centro Universitário Inta - Fortaleza

Marina Pontes Carvalho

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Centro Universitário Inta - Fortaleza

Priscylla Bezerra Dantas Torres

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Centro Universitário Inta - Fortaleza

Jadeliane Pereira dos Santos

Graduanda em Medicina veterinária. Instituição: Centro Universitário Facisa (UNIFACISA)

Mateus de Melo Lima Waterloo

Doutorando em Medicina Veterinária (Clínica e Reprodução Animal). Instituição: Universidade Federal Fluminense (UFF)

Resumo: A medicina veterinária regenerativa tem se destacado no tratamento de doenças degenerativas e lesões em animais, utilizando terapias avançadas com células-tronco, plasma rico em plaquetas (PRP) e biomateriais. As células-tronco mesenquimatosas (CTM) são uma ferramenta terapêutica promissora, devido à sua capacidade de regenerar tecidos e modular o sistema imunológico, sendo especialmente eficazes em doenças musculoesqueléticas, como osteoartrite, e condições neurodegenerativas. O PRP, que contém fatores de crescimento essenciais, tem sido utilizado em conjunto com CTMs, intensificando a regeneração celular, especialmente em lesões articulares e ósseas. A combinação de terapias com biomateriais, como scaffolds 3D, tem sido fundamental para otimizar a regeneração de tecidos osteocondrais, melhorando a adesão celular e a diferenciação das células-tronco. Apesar dos avanços, desafios como a padronização dos protocolos de tratamento e a necessidade de mais estudos para entender os efeitos a longo prazo ainda precisam ser enfrentados. A colaboração entre diferentes áreas da medicina veterinária e biotecnologia será essencial para o sucesso dessas terapias.

Avanços e Desafios na Medicina Veterinária Contemporânea: Diagnóstico, Terapêutica e Bem-Estar Animal

DOI: 10.47573/aya.5379.3.6.24

Palavras-chave: medicina veterinária; células-tronco mesenquimatosas; PRP; biomateriais; regeneração tecidual.

Abstract: Regenerative veterinary medicine has been prominent in the treatment of degenerative diseases and injuries in animals, using advanced therapies with stem cells, platelet-rich plasma (PRP), and biomaterials. Mesenchymal stem cells (MSCs) are a promising therapeutic tool due to their ability to regenerate tissues and modulate the immune system, being especially effective in musculoskeletal diseases, such as osteoarthritis, and neurodegenerative conditions. PRP, which contains essential growth factors, has been used in conjunction with MSCs, intensifying cell regeneration, especially in joint and bone injuries. The combination of therapies with biomaterials, such as 3D scaffolds, has been fundamental in optimizing the regeneration of osteochondral tissues, improving cell adhesion and stem cell differentiation. Despite advances, challenges such as standardizing treatment protocols and the need for further studies to understand long-term effects still need to be addressed. Collaboration between different areas of veterinary medicine and biotechnology will be essential for the success of these therapies.

Keywords: veterinary medicine; mesenchymal stem cells; PRP; biomaterials; tissue regeneration.

INTRODUÇÃO

A medicina veterinária regenerativa tem se destacado como uma área de grande importância, particularmente no tratamento de doenças musculoesqueléticas e degenerativas, empregando terapias avançadas que utilizam células-tronco, plasma rico em plaquetas (PRP) e biomateriais. Na medicina veterinária, as células-tronco mesenquimais (CTM) apresentam um grande potencial terapêutico, graças à sua habilidade de se transformar em diferentes tipos de células, como as do tecido ósseo, cartilaginoso e adiposo, além de sua capacidade de regular o sistema imunológico. Essas células desempenham um papel fundamental na regeneração de tecidos, sendo frequentemente utilizadas no tratamento de osteoartrite, lesões em tendões e ligamentos, além de condições neurodegenerativas (Mocchi *et al.*, 2020; Do Carmo *et al.*, 2023).

O conceito de medicina regenerativa baseia-se na utilização de células vivas para promover a regeneração de tecidos e órgãos lesados, visando restaurar a função normal do organismo. No âmbito veterinário, as células-tronco mesenquimatosas têm se revelado uma opção promissora para o tratamento de diversas condições patológicas, sobretudo nas áreas de doenças musculoesqueléticas e neurodegenerativas. Sua habilidade de liberar citocinas anti-inflamatórias e fatores de crescimento tróficos auxilia na proteção e recuperação dos tecidos lesionados (Giaccone *et al.*, 2014).

O uso do PRP, uma substância abundante em fatores de crescimento, tem aprimorado as terapias com células-tronco, intensificando a regeneração de tecidos. Pesquisas indicaram que o PRP é eficiente no tratamento de várias condições, especialmente quando utilizado em conjunto com células-tronco mesenquimatosas. A associação de PRP com biomateriais, como scaffolds 3D, proporciona uma

estratégia eficaz para o tratamento de lesões osteocondrais, uma vez que favorece a regeneração simultânea do osso subcondral e da cartilagem articular, essenciais para a reparação de defeitos articulares (Ghobadi *et al.*, 2025).

A produção de scaffolds multifásicos, por meio de métodos avançados como a impressão 3D, tem se mostrado uma abordagem eficiente para a regeneração de tecidos osteocondrais. Esses scaffolds, que incluem materiais bioativos como o óxido de grafeno (GO), mostraram aprimorar as características mecânicas e biológicas dos scaffolds, promovendo a conversão de células-tronco mesenquimatosas em condrócitos, fundamentais para a formação de cartilagem articular (Ghobadi *et al.*, 2025).

A combinação de terapias avançadas, como células-tronco, PRP e biomateriais, está transformando o tratamento de doenças degenerativas em animais, oferecendo opções eficazes para condições que antes não tinham alternativas terapêuticas satisfatórias. A utilização clínica dessas tecnologias é encorajadora, porém ainda requer mais estudos para aprimorar os protocolos de tratamento e assegurar sua eficácia e segurança em modelos clínicos veterinários (Do Carmo *et al.*, 2023).

Assim, este capítulo tem como objetivo revisar e discutir os avanços atuais nas terapias regenerativas em medicina veterinária, com ênfase nas aplicações de células-tronco mesenquimais, plasma rico em plaquetas e biomateriais, além de apresentar as perspectivas futuras e os desafios que ainda precisam ser superados para a implementação clínica bem-sucedida dessas abordagens no tratamento de doenças degenerativas e regenerativas em animais.

REVISÃO DE LITERATURA

A medicina veterinária regenerativa vem se estabelecendo como uma abordagem inovadora e eficiente no tratamento de diversas doenças degenerativas e lesões em animais. As terapias que utilizam CTM, PRP e biomateriais têm demonstrado resultados promissores, graças ao seu potencial regenerativo e habilidade para modular a resposta inflamatória. A aplicação conjunta dessas estratégias constitui um progresso considerável no tratamento de doenças como osteoartrite, lesões musculoesqueléticas e condições neurodegenerativas (Ghobadi *et al.*, 2025).

Células-Tronco Mesenquimais (CTMs) na Medicina Veterinária Regenerativa

As células-tronco mesenquimais (CTM) são um tipo de célula multipotente, capazes de se diferenciar em vários tipos de tecidos, como os ossos, cartilagens, músculos e adipócitos. Essas células podem ser isoladas de diversos tecidos, como medula óssea, tecido adiposo, cordão umbilical e polpa dentária, sendo especialmente eficazes no tratamento de patologias degenerativas (Do Carmo *et al.*, 2023). Na medicina veterinária, as CTMs têm se revelado uma alternativa

promissora para tratar doenças musculoesqueléticas, como osteoartrite e lesões nos tendões, além de condições neurodegenerativas, como lesões na medula espinhal e encefalomielite autoimune (Mocchi *et al.*, 2020).

Pesquisas recentes demonstram o potencial das CTMs para estimular a regeneração de tecidos lesionados e melhorar a homeostasia do corpo. Sua habilidade de liberar citocinas anti-inflamatórias e moléculas tróficas, bem como seus efeitos anti-apoptóticos, contribui para a proteção e regeneração de tecidos danificados (Giaccone *et al.*, 2014). Ademais, as CTMs possuem um efeito imunomodulador, controlando a resposta imune e favorecendo a recuperação de tecidos danificados, o que amplia seu potencial terapêutico em diversas condições clínicas (Soares *et al.*, 2020).

No âmbito da medicina veterinária regenerativa, o uso de CTMs tem sido investigado principalmente para tratar lesões no sistema musculoesquelético, que abrange articulações, tendões e ligamentos. A terapia com CTMs tem se mostrado eficaz no tratamento de osteoartrite e lesões ligamentares, com resultados positivos em modelos experimentais e em tratamentos clínicos (Bavaresco *et al.*, 2020).

Plasma Rico em Plaquetas (PRP)

O PRP é uma solução obtida a partir do sangue do próprio paciente, com uma alta concentração de plaquetas que possuem elevados níveis de fatores de crescimento e proteínas essenciais para a reparação e regeneração dos tecidos. O PRP é frequentemente empregado na medicina veterinária, especialmente no tratamento de condições musculoesqueléticas, como osteoartrite e lesões nas articulações (Ghobadi *et al.*, 2025).

Pesquisas sugerem que o PRP promove a regeneração de tecidos por meio da liberação de fatores de crescimento, como PDGF (fator de crescimento derivado de plaquetas), VEGF (fator de crescimento endotelial vascular), TGF- β (fator de crescimento transformador beta), EGF (fator de crescimento epidérmico) e bFGF (fator de crescimento fibroblástico básico). Esses fatores são fundamentais para a angiogênese, migração celular, proliferação e diferenciação (Colomer-Selva *et al.*, 2025).

O uso de PRP em conjunto com células-tronco mesenquimatosas tem mostrado resultados encorajadores, uma vez que o PRP potencializa a regeneração celular ao fornecer os fatores de crescimento essenciais para aprimorar a diferenciação das CTMs, especialmente em tratamentos de regeneração de cartilagem e osso subcondral. Ademais, o PRP possui propriedades anti-inflamatórias, contribuindo para aliviar a dor e melhorar a função das articulações em casos de condições degenerativas (Ghobadi *et al.*, 2025).

Biomateriais na Engenharia Tecidual

O uso de biomateriais na engenharia de tecidos, particularmente em modelos osteocondrais, representa uma das abordagens mais inovadoras na medicina regenerativa para animais. A impressão 3D para o desenvolvimento de scaffolds

(andaimes) multifásicos tem se mostrado uma estratégia eficiente, uma vez que esses materiais possibilitam a regeneração simultânea da cartilagem articular e do osso subcondral (Ghobadi *et al.*, 2025).

A impressão 3D possibilita a fabricação de scaffolds personalizados com características mecânicas e biológicas específicas, apropriadas para cada tipo de tecido a ser regenerado. A mistura de biomateriais naturais, como alginato e gelatina, com nanomateriais como óxido de grafeno (GO) tem demonstrado aumentar a resistência mecânica dos scaffolds, além de favorecer uma maior adesão celular e proliferação das células-tronco mesenquimatosas (Ghobadi *et al.*, 2025).

A utilização de PRP como componente dos scaffolds tem se revelado uma abordagem eficiente, uma vez que os fatores de crescimento contidos no PRP não apenas estimulam a regeneração celular, mas também aprimoram a interação entre as células e os biomateriais, acelerando o processo de regeneração do tecido (Ghobadi *et al.*, 2025). Em modelos de lesões osteocondrais, a combinação de PRP com scaffolds de Alg-Gel e GO tem promovido a transformação das células-tronco mesenquimatosas em condrócitos, o que aumenta a produção de matriz extracelular cartilaginosa e melhora a regeneração do tecido danificado (Ghobadi *et al.*, 2025).

Desafios e Perspectivas Futuras

Apesar de as terapias com células-tronco mesenquimais, PRP e biomateriais apresentarem grande potencial, ainda há obstáculos consideráveis a serem vencidos. Um dos principais desafios para a aplicação clínica dessas terapias é a padronização dos procedimentos de coleta e preparação do PRP, além da determinação das dosagens ideais dos fatores de crescimento (Colomer-Selva *et al.*, 2025). Ademais, a diversidade nas características fisiológicas dos pacientes animais, como idade, gênero e estado corporal, pode afetar os resultados dos tratamentos, o que demanda mais pesquisas para compreender melhor esses impactos (Colomer-Selva *et al.*, 2025; do Carmo *et al.*, 2023).

A necessidade de mais pesquisas sobre a longevidade e os efeitos colaterais dessas terapias, particularmente no que diz respeito à formação de tumores e rejeição imunológica em tratamentos com células-tronco, representa outro desafio significativo. O uso de células-tronco autólogas, como as mesenquimatosas, tem se mostrado mais seguro em relação à rejeição imunológica. No entanto, ainda é preciso um maior entendimento sobre os mecanismos de interação entre as células e os biomateriais empregados nos scaffolds (Mocchi *et al.*, 2020).

As projeções futuras para a medicina veterinária regenerativa englobam o avanço dos protocolos de produção de scaffolds multifásicos, a elevação da qualidade dos biomateriais e a customização dos tratamentos para diversas espécies e condições patológicas. Para superar os desafios e ampliar as opções terapêuticas no futuro, será essencial a cooperação entre diversas áreas, como engenharia de tecidos, biotecnologia e medicina veterinária (Ghobadi *et al.*, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na medicina veterinária regenerativa, as terapias avançadas que utilizam células-tronco mesenquimatosas, plasma rico em plaquetas (PRP) e biomateriais têm demonstrado resultados promissores. O uso de CTMs tem ganhado destaque principalmente no tratamento de doenças degenerativas e lesões musculoesqueléticas, como osteoartrite e lesões tendíneas, graças à sua habilidade de regenerar tecidos lesionados e regular a resposta imunológica. A combinação de CTMs com PRP, que aumenta a liberação de fatores de crescimento, e o uso de biomateriais como scaffolds multifásicos têm gerado resultados favoráveis, favorecendo a regeneração conjunta da cartilagem articular e do osso subcondral.

Contudo, mesmo com os progressos, ainda há obstáculos consideráveis, como a necessidade de uniformizar os protocolos de tratamento e estabelecer as dosagens ideais dos fatores de crescimento. Fatores como idade, sexo e condição corporal dos pacientes animais, que apresentam variabilidade fisiológica, podem afetar os resultados terapêuticos, demandando mais pesquisas para aprimorar esses tratamentos. Ademais, é necessário investigar mais sobre a segurança a longo prazo e a duração dos efeitos terapêuticos. Para superar esses obstáculos e ampliar a aplicação de terapias regenerativas no tratamento de doenças degenerativas em animais, é fundamental a colaboração entre as áreas de engenharia de tecidos, biotecnologia e medicina veterinária, o que trará vantagens tanto para a saúde animal quanto para a criação de novas estratégias terapêuticas.

REFERÊNCIAS

- BAVARESCO, C. S.; GROSSMANN, T. K.; REHM, D. S.; GROSSMANN, E. E. **Efeito de células-tronco mesenquimais na regeneração das estruturas associadas à articulação temporomandibular: revisão narrativa.** BrJP, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 275-279, 2020.
- CIRÍACO DO CARMO, M. C.; CALDAS, A. C.; WANDERLEY, R. S.; ALBUQUERQUE, A. O.; COSTA, V. K.; LUZ, V. B. **Terapias regenerativas em medicina veterinária: aplicação de células-tronco mesenquimais.** Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v. 29, p. 15-23, 2023.
- COLOMER-SELVA, R.; TVARIJONAVCIUTE, A.; FRANCO-MARTÍNEZ, L.; HERNÁNDEZ-GUERRA, Á. M.; CARRILLO, J. M.; RUBIO, M.; SOPENA, J. J.; SATUÉ, K. **Physiological factors affecting platelet-rich plasma variability in human and veterinary medicine.** Frontiers in Veterinary Science, v. 12, p. 1571373, 2025.
- GIACCONE, M.; BRUNETTI, M.; CAMANDONA, M.; TROVATO, L.; GRAZIANO, A. **A new medical device, based on rigenera protocol, in the management of complex wounds.** Journal of Stem Cells Research, Reviews & Reports, 2014.

GHOBADI, F.; MOHAMMADI, M.; KALANTARZADEH, R.; LOTFI, E.; BORHAN, S.; CHAUHAN, N. P. S.; SALEHI, G.; SIMORGH, S. **Advanced 3D-printed multiphasic scaffold with optimal PRP dosage for chondrogenesis of BM-MSCs in osteochondral tissue engineering.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2025.

MOCCHI, M.; DOTTI, S.; BUE, M. D.; VILLA, R.; BARI, E.; PERTEGHELLA, S.; TORRE, M. L.; GROLLI, S. **Veterinary Regenerative Medicine for Musculoskeletal Disorders: Can Mesenchymal Stem/Stromal Cells and Their Secretome Be the New Frontier?** *Cells*, v. 9, n. 6, 2020.

SOARES, L. L. S.; ARGOLO NETO, N. M.; CARVALHO, M. A. M. **Análise citogenética de células-tronco mesenquimais em cultivo prolongado: uma revisão.** *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, v. 5, n. 1, 2020.