VARIABILIDADE METODOLÓGICA DO PLASMA RICO EM PLAQUETAS NO TRATAMENTO DE TECIDOS MOLES EM EQUINOS

Autores: Ana Beatriz de Azevedo Xavier, Isabella Xayene Borges Amorim, Maria Eduarda Quírico Valente, Lara Vitória Mendes Costa, Ana Alicia da Silva Campos, Marshal Costa Leme, Felipe Berbari Neto

Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Medicina Veterinária/CCAE/UFES, - Caixa postal 16, Alto Universitário - 29500-00, Alegre - ES, Brasil, anabeatrizaxavier@gmail.com, isabella.x.amorim@edu.ufes.br, mariaeduardavalente02@gmail.com, laracosta.vet@gmail.com, anaaliciasilvacampos@gmail.com, marshalcl@gmail.com, Felipe.berbari@ufes.br

Resumo
A alta prevalência de tendinites e desmites em equinos atletas, aliada à formação de tecido cicatricial nos tratamentos convencionais, justifica a busca por terapias regenerativas como o Plasma Rico em Plaquetas (PRP). Contudo, sua aplicação clínica é comprometida pela significativa variabilidade metodológica nos protocolos de obtenção. Esta revisão bibliográfica objetivou comparar os distintos métodos de processamento do PRP, investigando como parâmetros como anticoagulantes, força centrífuga (G) e ativação exógena influenciam a composição celular e os desfechos clínicos em equinos. A metodologia consistiu na análise criteriosa de estudos indexados nas bases PubMed e SciELO. Os resultados evidenciam que a heterogeneidade dos protocolos gera produtos biologicamente distintos, impactando a previsibilidade terapêutica. Conclui-se que a uniformização dos protocolos, com base em sistemas de classificação como o de Ehrenfest, é imprescindível para estabelecer diretrizes baseadas em evidências e garantir a eficácia e reprodutibilidade do tratamento.

Palavras-chave: PRP. Tendinite. Desmite. Plaquetas.
Área do Conhecimento: Ciências da saúde. Medicina Veterinária.

Introdução

Na medicina veterinária esportiva equina, os tecidos moles musculoesqueléticos compreendem estruturas essenciais como tendões e ligamentos, responsáveis pela transmissão de forças e estabilização articular (Backes; Gomiero, 2023). O acometimento generalizado dessas estruturas por doenças como tendinites e desmites é prevalente e, frequentemente, progridem para quadros degenerativos crônicos, as tendinopatias e desmopatias (Rocha, 2014; Carmona; López, 2025), comprometendo principalmente o Tendão Flexor Digital Superficial (TFDS), o Tendão Flexor Digital Profundo (TFDP) e o Ligamento Suspensório (LS) (Santos et al., 2020; Carmona; López, 2025).

Essas lesões são ocasionadas devido a múltiplos fatores, com destaque para traumatismos repetitivos como causa principal, além de sobrecargas mecânicas que excedem a elasticidade fibrilar, fadiga muscular e treinamento inadequado (Rocha, 2014; Backes; Gomiero, 2023; Dutra, 2025), resultando em dor, claudicação e longos períodos de recuperação (Santos et al., 2020; Dutra, 2025).

O tratamento clínico convencional para essas lesões historicamente se apoia no repouso prolongado, em AINEs, na crioterapia e em terapias físicas como ondas de choque (Rocha, 2014; Backes; Gomiero, 2023; Bungardean et al., 2025). Contudo, essas modalidades terapêuticas apresentam desvantagens significativas, pois geralmente evoluem para a formação de um tecido cicatricial fibrocondrogênico de qualidade biomecânica inferior à do tecido original, favorecendo a recidiva (Clegg; Strassburg; Smith, 2007).

Nesse contexto, o uso do Plasma Rico em Plaquetas (PRP) se destaca como uma opção terapêutica autóloga e segura, capaz de oferecer uma cicatrização superior e mais ágil quando comparada às condutas tradicionais (Vendruscolo et al., 2014). O PRP é constituído por uma fração sanguínea autóloga rica em plaquetas e fatores de crescimento que assumem função essencial na reparação dos tecidos, e quando aplicado diretamente nos locais lesionados, tem por finalidade estimular a regeneração, controlar o processo inflamatório e proporcionar recuperação mais precoce e eficiente (Silva et al., 2021).

Embora amplamente utilizado na rotina clínica, o PRP ainda é alvo de debates devido à ausência de padronização nos protocolos de obtenção (Fantini, 2014; Dutra, 2025). Diferenças no volume de sangue coletado, no tipo de anticoagulante e, principalmente, nos parâmetros de centrifugação (força e tempo) resultam em produtos biologicamente heterogêneos (Pereira et al., 2013; Seidel, 2017).

Portanto, o presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica que objetiva comparar as diferenças nos protocolos de obtenção e processamento dos concentrados autólogos sanguíneos em equinos. A revisão investigará se essas variações metodológicas produzem produtos biologicamente distintos (em termos de concentração celular e de fatores de crescimento) e como essas diferenças são capazes de influenciar os desfechos clínicos e a qualidade da reparação das lesões tendíneas e ligamentares. Além disso, a pesquisa nesse campo viabiliza a atualização contínua dos profissionais da área, fortalecendo a capacitação profissional e acadêmica e proporcionando embasamento consistente para estudos posteriores e para a otimização dos protocolos assistenciais.

Metodologia

Para embasar teoricamente este estudo, foi realizada uma pesquisa de natureza bibliográfica, descritiva e de abordagem qualitativa. Foram consultadas bases de dados digitais reconhecidas pela comunidade científica (como PubMed, SciELO e Google Acadêmico), utilizando termos combinados "plasma rico em plaquetas", "equinos", "centrifugação", "tendinite" e "desmite". Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos que descrevessem detalhadamente as variáveis de processamento ou que relacionassem o uso do PRP aos resultados terapêuticos em tendões e ligamentos. Foram aceitos estudos redigidos em português ou inglês, abrangendo revisões bibliográficas, teses de doutorado e dissertações de mestrado. Por fim, as evidências encontradas foram organizadas de forma a identificar as diferenças dos parâmetros (força G, tempo, anticoagulante) e observar como a variação nos métodos influencia a concentração celular e a viabilidade biológica do PRP. A redação da presente revisão contou com o auxílio de inteligência artificial para revisão linguística e correção de estilo, mantendo-se íntegra a autoria intelectual do conteúdo.

Resultados

As terapias regenerativas de tecidos moles baseiam-se na utilização de hemocomponentes autólogos, capazes de concentrar elementos celulares e proteínas com ação reparadora nesses tecidos (Backes; Gomiero, 2023). O sangue total (composto por plasma, plaquetas, eritrócitos e leucócitos) é submetido ao processamento e é fracionado em diferentes subprodutos (Vendruscolo et al., 2014). Dentre essas frações, destaca-se o PRP, uma concentração plaquetária superior ao valor basal (Carmona; López, 2025), obtido obrigatoriamente com o uso de anticoagulantes.

De acordo com Vendramin; Franco; Franco (2009), o PRP consiste em um concentrado autólogo de plaquetas em um volume reduzido de plasma. Para que seja considerado terapeuticamente eficaz em processos inflamatórios de equinos, a literatura estabelece que o produto deve apresentar uma contagem mínima de 300.000 plaquetas/µL (Anitua et al., 2004). Além das plaquetas, sua composição inclui leucócitos, hemácias residuais, proteínas adesivas (fibrina, fibronectina) e, fundamentalmente, os fatores de crescimento (FCs) (Rajão, 2012).

Quanto à ativação, o PRP pode ser utilizado em sua forma inativada e líquida – que será ativada in situ pelo colágeno presente no tecido lesado – ou ser previamente ativado com cloreto de cálcio ou trombina (Blockmans *et al*, 1995). A ativação exógena provoca uma liberação imediata e maciça dos Fatores de Crescimento (FCs), além de induzir a formação de um coágulo de fibrina. Entretanto, a forma não ativada do PRP permite uma liberação mais lenta e gradual (Mishra et al., 2009).

O mecanismo de ação do PRP inicia-se com a degranulação dos grânulos-α plaquetários, que liberam FCs essenciais como o Fator de Crescimento Derivado de Plaquetas (PDGF), o Fator de Crescimento Transformador Beta (TGF-β), o Fator de Crescimento Vascular Endotelial (VEGF) e o Fator de Crescimento Semelhante à Insulina (IGF-1) (Carmona; López, 2025; Dutra, 2025). Esses mediadores biológicos estimulam a quimiotaxia, a proliferação de tenócitos e fibroblastos, e a angiogênese, promovendo a síntese de colágeno tipo I e a restauração da matriz extracelular (Vendruscolo et al., 2012). Esta cascata regenerativa é diretamente dependente da concentração plaquetária inicial. Portanto, se houver variações nos métodos de obtenção do PRP, consequentemente

o número de plaquetas varia, refletindo diretamente na quantidade final de FCs disponibilizada no tecido lesionado, e comprometendo a previsibilidade terapêutica (Seidel, 2017).

O primeiro fator que contribui para essa variação é a escolha do anticoagulante. O Citrato de Sódio (3,2% ou 3,8%) é o mais utilizado por preservar a integridade da membrana plaquetária, permitindo a reversão do efeito com cálcio (Marx, 2000 e Trindade-Suedam et al., 2007 apud Vendruscolo et al., 2012). O ACD (Ácido Citrato Dextrose) mantém a viabilidade do metabolismo celular, permitindo a estocagem do PRP por até 6 horas (Argüelles et al., 2006).

O segundo fator gerador da variabilidade metodológica é o protocolo de centrifugação. As técnicas utilizadas variam entre centrifugação simples (mais rápida e com menor contagem de leucócitos) e dupla centrifugação (que permite maior concentração plaquetária) (Mota et al., 2022). Nesse processo, a Força Centrífuga Relativa (G) e o tempo são fundamentais: forças excessivas podem ativar ou lesar as plaquetas precocemente, levando à formação de pellets (sedimentos plaquetários) que não se desfazem facilmente, reduzindo a viabilidade do produto final. Protocolos que utilizam menor força G tendem a preservar melhor a integridade celular em equinos (Vendruscolo et al., 2012)

Nesse sentido, a classificação do PRP é definida pela composição celular final. De acordo com o sistema de Ehrenfest et al. (2009), o concentrado é classificado como P-PRP (Puro) quando apresenta alta concentração de plaquetas e baixa de leucócitos ou L-PRP (Rico em Leucócitos) quando em altas concentrações de leucócitos apenas (Carmona; López, 2025). A presença dessas células, no entanto, é controversa: embora possuam ação antimicrobiana (Moojen et al., 2008), altas concentrações estão associadas à liberação de citocinas pró-inflamatórias, como TNF-α e IL-1, que podem ser catabólicas para tecidos como tendões e cartilagens (Mccarrel; Fortier, 2009).

Com essas informações, podemos observar que a ausência de padronização nos métodos de preparo gera produtos finais com composição celular e potenciais terapêuticos distintos. Para organizar essas evidências e permitir uma análise comparativa entre as diferentes técnicas e seus respectivos efeitos terapêuticos, a Tabela 1 sintetiza os dados dos estudos que descreveram detalhadamente seus protocolos e resultados clínicos.

Tabela 1 - Heterogeneidade metodológica na obtenção do PRP e suas implicações nos resultados terapêuticos

Autor e Ano	**Protocolo (Volu / Centrifugação / Velocidade / Tempo)**	**Ativação & Anticoagulante**	**Composição Biológica (PLT / LEU / FCs)**	**Desfechos Terapêuticos Relatados**
Fantini (2014)	8,5 mL por tubo; Única; 133g / 8 min	ACD; Sem ativação exógena	PLT: 301.500/µL; LEU reduzidos 5,85x; TGF-β1: 5,04 ng/mL	Resolução 5,85x mais rápida; redução significativa da área da lesão (US).
Bahiano Santos (2022)	Volume não detalhado; Dupla; 1ª: 110 rpm / 5 min; 2ª: 220 rpm / 10 min	Citrato de sódio; Sem ativação	PRP autólogo; Concentração plaquetária superior	Melhora na ecogenicidade e arquitetura das fibras 60 dias após a 1ª aplicação.
Carmona; López (2011)	Protocolo manual de dupla centrifugação	Citrato de sódio; Ativado com gluconato de cálcio	PLT: 450.000/µL; LEU: 9.300/µL	Quadro clínico melhorou em 48 horas; recuperação total em 10 semanas (esperado: 18-24).
Bosch et al. (2010)	Kit GPS II (Biomet); Centrifugação única	Anticoagulante Citrato (SC); Sem ativação	6,00x (PRP rico em leucócitos – L-PRP)	Embora a bioquímica melhorasse, não houve diferença clínica ou histológica significativa entre tratados e controles.
Castelijns et al. (2011)	55 mL; Kit comercial E-PET (Filtro por	ACD; Sem ativação exógena	Incremento plaquetário de 6,9x basal	Apenas 5 de 11 cavalos voltaram ao esporte; 3 aposentados e 1 óbito.

	gravidade)

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

A literatura aponta que a falta de um protocolo padrão para a obtenção e ativação do PRP é o principal entrave para a definição de diretrizes terapêuticas baseadas em evidências (Vendruscolo et al., 2012; Dutra, 2025). Essa variabilidade reflete-se em desfechos clínicos heterogêneos, como demonstrado na Tabela 1. Contudo, os dados disponíveis não permitem estabelecer a superioridade de um protocolo específico, pois cada estudo combina múltiplas variáveis (como volume de sangue, anticoagulante, força G, tempo, número de centrifugações, ativação e composição celular final).

A comparação entre os protocolos evidencia que a dupla centrifugação não garante, por si só, maior eficácia. Fantini (2014), com centrifugação única (133g/8min), obteve 301.500 plaquetas/µL e bons resultados na desmite supraespinhosa, enquanto Bahiano Santos (2022), com dupla centrifugação, também observou melhora ultrassonográfica, mas em lesão distinta, inviabilizando concluir que um método seja superior ao outro.

A concentração plaquetária, embora seja o parâmetro mais citado, não demonstrou relação linear com a eficácia terapêutica. Bosch et al. (2010), utilizando L-PRP com incremento de 6x, não observaram diferença clínica significativa frente ao controle, enquanto Fantini (2014), com contagem próxima ao limiar mínimo (300.000/µL), obteve redução expressiva da área lesionada. Aliada a isso, a presença de leucócitos é controversa: o P-PRP (pobre em leucócitos) parece oferecer perfil menos inflamatório, enquanto o L-PRP pode liberar citocinas pró-inflamatórias (TNF-α, IL-1) prejudiciais à matriz tendínea (Mccarrel; Fortier, 2009). Da mesma forma, a ativação exógena ou endógena modula a cinética de liberação dos fatores de crescimento, mas os protocolos divergem em tantos aspectos que não é possível isolar seu efeito. Assim, a simples denominação "PRP" é insuficiente para descrever o produto, sendo essencial a classificação conforme Ehrenfest et al. (2009).

Resultados contraditórios reforçam essa complexidade. Castelijns et al. (2011), apesar de incremento plaquetário de 6,9x, relataram retorno ao esporte em apenas 5 de 11 cavalos, sugerindo que fatores como gravidade da lesão e condições individuais influenciam significativamente a resposta. Além disso, escolhas técnicas como o anticoagulante (citrato vs. ACD) e os parâmetros exatos de centrifugação afetam a viabilidade celular, mas os estudos não permitem isolar essas variáveis, uma vez que cada protocolo representa uma combinação única de etapas.

Portanto, a principal evidência desta revisão não é a existência de um protocolo superior, mas a constatação de que a heterogeneidade metodológica dificulta a reprodutibilidade e a interpretação dos resultados. A ausência de padronização e de descrição completa dos parâmetros — incluindo contagem final de plaquetas, leucócitos e hemácias residuais — impede a construção de diretrizes baseadas em evidências. A adoção de sistemas de classificação como o de Ehrenfest é passo fundamental para que o clínico saiba exatamente qual produto está utilizando e para que estudos futuros possam comparar protocolos de forma mais rigorosa. Sem essa uniformização, o PRP continuará a ser uma terapia promissora, porém de previsibilidade limitada.

Conclusão

Embora o PRP seja uma terapia promissora para lesões em equinos, a variabilidade metodológica compromete a padronização dos desfechos clínicos. A falta de consenso nos parâmetros de processamento gera produtos biologicamente distintos, dificultando a definição de diretrizes baseadas em evidências. Portanto, a uniformização dos protocolos é fundamental para garantir resultados terapêuticos previsíveis.

Referências

ANITUA, E. *et al*. **Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration**. Thrombosis and Haemostasis, Stuttgart, v. 91, n. 1, p. 4-15, 2004.

ARGÜELLES, D. *et al*. **Evaluation of single and double centrifugation tube methods for concentrating equine platelets**. Veterinary Science, v. 81, n. 2, p. 237-245, 2006.

BACKES, V. P.; GOMIERO, R. L. S. A. **Uso do plasma rico em plaquetas no tratamento de tendinite em equinos**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação (REASE), v. 9, n. 7, p. 31-41, 2023.

BLOCKMANS, D; DECKMYN, H.; VERMYLEN, J. **Platelet activation**. Blood reviews vol. 9,3 (1995): 143-56. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8563516/. Acesso em: Acesso em: 11 ago. 2026.

BOSCH, G. *et al*. **Effects of platelet-rich plasma on the quality of repair of mechanically induced core lesions in equine superficial digital flexor tendons: a placebo-controlled experimental study**. Journal of Orthopaedic Research, Oxford, v. 28, n. 2, p. 211-217, 2010.

BUNGARDEAN, D. *et al*. **Platelet-rich plasma associated with hyaluronic acid in the treatment of proximal suspensory ligament desmitis in horses.** HVM Bioflux, v. 17, n. 1, 2025.

CARMONA, J. U.; LÓPEZ, C. **Autologous platelet concentrates as a treatment for shoulder injury in a horse**. Journal of Equine Veterinary Science, New York, v. 31, n. 9, p. 506-510, 2011.

CARMONA, J. U; LÓPEZ, C. **Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Equine Tendon and Ligament Injuries: A Systematic Review.** Veterinary Sciences, v. 12, 2025.

CASTELIJNS, G. *et al*. **Evaluation of a filter-prepared platelet concentrate for the treatment of suspensory branch injuries in horses.** Veter. Comp. Orthop. Traumatol. 2011, 24, 363–369.

CLEGG, P. D., STRASSBURG, S., SMITH, R. K. **Cell phenotypic variation in normal and damaged tendons.** Int J Experimental Pathol, v.88, p.227-235, 2007.

DUTRA, H. T. **Desenvolvimento e validação de um protótipo de baixo custo para produção de PRP equino**. 2025. 70 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veteri

EHRENFEST, D. M. D. *et al*. **Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, Platelet-Rich Fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: current consensus, clinical implications and perspectives**. Muscles, ligaments and tendons journal vol. 4,1 3-9. 8 May. 2014.

FANTINI, P. **Plasma rico em plaquetas: padronização em equídeos, criopreservação e efeito terapêutico na desmite do ligamento supraespinhoso de equinos**. 2014. 82 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2014.

MCCARTEL, T. ; FORTIER, L. **Temporal growth factor release from platelet-rich plasma, trehalose lyophilized platelets, and bone marrow aspirate and their effect on tendon and ligament gene expression.** Journal of Orthopaedic Research, Hoboken, v. 27, n. 8, p. 1033–1042, 2009. DOI: 10.1002/jor.20853.

MISHRA, A. *et al*. Buffered platelet-rich plasma enhances mesenchymal stem cell proliferation and chondrogenic differentiation. Tissue engineering. Part C, Methods, 15(3), 431–435, 2009.

MOOJEN, D. J. F., *et al*. **Antimicrobial activity of platelet-leukocyte gel against Staphylococcus aureus**. Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society vol. 26,3 (2008): 404-10.

MOTA, M. L. *et al*. **Desenvolvimento de um dispositivo para obter plasma rico em plaquetas (PRP).** Revista Brasileira de Ortopedia, São Paulo, v. 57, n. 2, p. 289–294, 2022.

PEREIRA, R. C. F. *et al*. **Avaliação de sete protocolos para obtenção de plasma rico em plaquetas na espécie equina**. Ciência Rural, v. 43, n. 6, p. 1122-1127, 2013.

RAJÃO, M. D. **Influência da ativação do plasma rico em plaquetas no tratamento de tendinite em equinos**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2012..

ROCHA, M. B. **Uso de plasma rico em plaquetas no tratamento de tendinites em equinos**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2014.

SANTOS, L. B.; TEIXEIRA NETO, M. R. **Tratamento de tendinite do tendão flexor digital superficial de equino atleta com plasma rico em plaquetas: relato de caso**. Diálogos & Ciência, v. 2, n. 1, p. 212-221, 2022.

SANTOS, L. P. *et al*. **Administração do plasma rico em plaquetas (PRP) em enfermidade inflamatória na espécie equina: revisão de literatura**. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (RBHSA), v. 14, n. 3, p. 1-12, 2020.

SEIDEL, S. R. T. **Correlação entre concentrações plaquetárias e de fator de crescimento TGF-beta presente em plasma rico em plaquetas de equinos.** 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2017.

SILVA, B. A. P. *et al*. **Plasma rico em plaquetas e células tronco no tratamento de desmopatia dos ligamentos colaterais distais em equino**. Ciência Animal, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 181–191, 2022.

VENDRAMIN, F. S.; FRANCO, D.; FRANCO, T. R. **Método de obtenção do gel de plasma rico em plaquetas autólogo**. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 212-218, maio, 2009..

VENDRUSCOLO, C. P. *et al*. **Avaliação da eficácia de diferentes protocolos de preparo do Plasma Rico em Plaquetas para uso em Medicina Equina**. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 32, n. 2, p. 106-110, 2012.

VENDRUSCOLO, C. P. *et al*. **Uso do soro autólogo condicionado e do plasma rico em plaquetas na terapia ortopédica de equinos**. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 5, p. 2607-2624, 2014.