

CRIOPRESERVAÇÃO DE SÊMEN EQUINOS NA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL¹

CRYOPRESERVATION IN EQUINE SEMEN USED IN ARTIFICIAL INSEMINATION

BENATI, Henrique Mateus Albino De Melo²

CARDOSO, Kássio Alves³

NICARETTA, João Eduardo⁴

RESUMO

A criopreservação do sêmen equino associada à inseminação artificial (IA) representa uma das principais biotecnologias reprodutivas aplicadas à equinocultura moderna, possibilitando a disseminação de material genético de alto valor zootécnico, a conservação de linhagens e o avanço do melhoramento genético. Entretanto, o processo de congelamento e descongelamento pode comprometer a viabilidade espermática, especialmente em função de alterações estruturais e funcionais induzidas por estresses térmicos, osmóticos e mecânicos. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão narrativa de literatura, o uso da criopreservação do sêmen de equinos utilizados na inseminação artificial, considerando os principais fatores que influenciam a viabilidade espermática durante o congelamento e o descongelamento. A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed, SciELO e Google Acadêmico, priorizando estudos publicados entre 2020 e 2025, complementados por trabalhos de referência científica. Os resultados evidenciam que a adequada manipulação do plasma seminal, a escolha criteriosa de diluentes e crioprotetores, além do controle das curvas de resfriamento e descongelamento, são fatores determinantes para a manutenção da motilidade, integridade de membrana e capacidade fecundante dos espermatozoides. Conclui-se que a integração entre protocolos eficientes de criopreservação e técnicas precisas de inseminação artificial é essencial para maximizar os índices reprodutivos, consolidando essas biotecnologias como ferramentas estratégicas para o desenvolvimento sustentável da equinocultura.

Palavras-chave: biotecnologia reprodutiva; congelamento; descongelamento; fertilidade; motilidade espermática.

ABSTRACT

Cryopreservation of equine semen associated with artificial insemination (AI) represents one of the main reproductive biotechnologies applied in modern equine production, enabling the dissemination of high genetic value, preservation of valuable lineages, and advancement of genetic improvement programs. However, the freezing and thawing process may compromise sperm viability due to structural and functional damage caused by thermal, osmotic, and mechanical stress. Therefore, this study aimed to analyze, through a narrative literature review, the use of equine semen

cryopreservation in artificial insemination, considering the main factors that affect sperm viability during freezing and thawing. The bibliographic search was conducted in PubMed, SciELO, and Google Scholar databases, prioritizing studies published between 2020 and 2025, complemented by relevant classical literature. The findings indicate that proper management of seminal plasma, careful selection of extenders and cryoprotectants, and precise control of cooling and thawing curves are critical factors for maintaining sperm motility, membrane integrity, and fertilizing capacity. It is concluded that the integration of efficient cryopreservation protocols with precise artificial insemination techniques is essential to maximize reproductive outcomes, consolidating these biotechnologies as strategic tools for the sustainable development of equine reproduction.

Keywords: reproductive biotechnology; freezing; thawing; fertility; sperm motility.

1 INTRODUÇÃO

A equinocultura no Brasil apresenta um rebanho de aproximadamente 5.834.544 cabeças, destacando-se a região Sudeste, onde o estado de Minas Gerais corresponde a 13,59% do contingente nacional e concentra a maior população equina do país (IBGE, 2025).

A inseminação artificial (IA) com sêmen congelado consolidou-se como uma técnica prática e de fácil execução (Oliveira *et al.*, 2014). Contudo, historicamente, seu uso na espécie equina enfrentou limitações impostas por associações de criadores, que por décadas restringiram a adoção da técnica. No Brasil, apesar de haver um número elevado de matrizes inseminadas anualmente, ainda não existem dados oficiais consolidados sobre a aplicação da IA em equinos. Mesmo assim, diversos métodos biotecnológicos, como diluição, refrigeração e transporte de sêmen, foram adaptados às particularidades das raças e dos sistemas produtivos nacionais (Canisso *et al.*, 2006).

O desenvolvimento da IA remonta ao início do século XIV, quando surgiram os primeiros registros da técnica, motivada principalmente pela necessidade de viabilidade econômica, facilidade de manejo e otimização do transporte e armazenamento do sêmen por meio do congelamento em nitrogênio líquido. Com o passar dos anos, a criopreservação tornou-se uma ferramenta essencial para programas de melhoramento genético, bancos de germoplasma e preservação de linhagens valiosas. (Lima *et al.*, 2000).

Apesar de suas vantagens, a criopreservação apresenta desafios significativos. O processo de congelamento e descongelamento pode induzir lesões estruturais e funcionais aos espermatozoides, incluindo perda de motilidade progressiva, danos à membrana plasmática e redução da capacidade fecundante. Estresses térmicos e mecânicos, formação de cristais de gelo, alterações osmóticas e danos mitocondriais são frequentemente descritos como causas de diminuição da viabilidade pós-descongelamento. Além disso, o armazenamento requer infraestrutura específica, como botijões de nitrogênio líquido e controle rigoroso da temperatura, demandando manejo técnico especializado (Gouvea, 2024).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão narrativa de literatura, o uso da criopreservação do sêmen de equinos utilizados na inseminação artificial, abordando os principais fatores que influenciam a viabilidade espermática durante os processos de congelamento e

descongelamento. A análise será direcionada aos parâmetros reprodutivos do rebanho equino, aos métodos empregados na criopreservação e à técnica de inseminação artificial em cavalos a fim de compreender como esses elementos influenciam o êxito da biotecnologia reprodutiva em éguas aptas à reprodução.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa de literatura voltada à análise do uso da criopreservação do sêmen equino na inseminação artificial, com enfoque nos principais fatores que influenciam a viabilidade espermática, incluindo a composição do plasma seminal, o uso de crioprotetores e os protocolos de congelamento e descongelamento. O propósito central foi identificar, selecionar e sintetizar evidências científicas atualizadas que esclareçam como esses fatores influenciam a integridade estrutural e funcional dos espermatozoides após o congelamento, oferecendo subsídios aplicáveis à prática clínica veterinária e às pesquisas futuras em reprodução equina.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os descritores em inglês *equine*, *semen*, *cryopreservation*, *freezing* e *artificial insemination*. O recorte temporal priorizou publicações compreendidas entre 2020 e 2025, com o intuito de garantir atualidade e consistência às informações incluídas. Entretanto, estudos clássicos e anteriores a esse período foram incorporados de forma complementar quando apresentaram contribuições fundamentais para a compreensão do tema, especialmente aqueles que estabeleceram bases importantes para os protocolos modernos de criopreservação.

Foram considerados elegíveis para a revisão apenas os estudos disponíveis em texto completo, que apresentaram metodologia clara e compatível com protocolos de reprodução equina e que abordaram diretamente a criopreservação do sêmen, o papel do plasma seminal ou sua relação com a inseminação artificial. Foram excluídos trabalhos duplicados, artigos com descrição metodológica insuficiente, resumos sem resultados completos e estudos que tratavam exclusivamente de espécies não equinas.

Após a seleção e leitura crítica, o conteúdo dos artigos foi organizado segundo eixos temáticos relacionados aos mecanismos de ação do plasma seminal, às alterações celulares induzidas pelo congelamento, às estratégias empregadas para minimizar danos criogênicos e à aplicação prática desse material na inseminação artificial. Essa organização permitiu sintetizar comparativamente os achados científicos, evidenciando benefícios, limitações, desempenho pós-descongelamento e taxas de sucesso associadas a diferentes protocolos e composições de diluentes.

A elaboração final do texto seguiu as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), incluindo as diretrizes da NBR 6022:2018 para estrutura de artigos científicos, da NBR 10520:2002 para apresentação de citações e da NBR 6023:2018 para normalização das referências, além das orientações institucionais do Centro Universitário Mais (UniMais – Inhumas/GO).

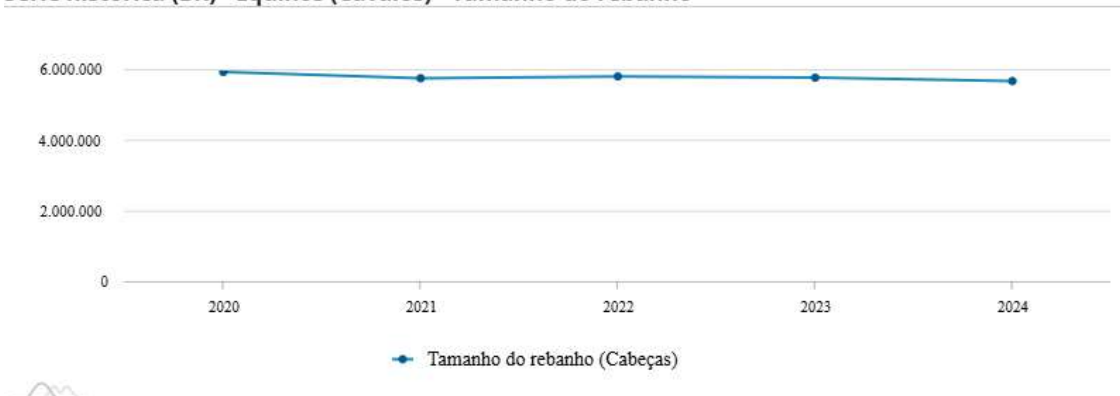
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Rebanho Equino

O rebanho equino brasileiro apresenta expressiva relevância econômica, social e zootécnica. Estimativas recentes indicam um efetivo entre 5 e 6 milhões de animais (Figura 1), posicionando o país entre os maiores plantéis do mundo e refletindo a importância da espécie para o agronegócio, o esporte, o lazer e o trabalho no campo. A evolução histórica desse efetivo, sua distribuição regional e as oscilações ao longo das últimas décadas são continuamente monitoradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que consolida dados oficiais sobre a pecuária municipal e fornece subsídios para políticas públicas voltadas ao setor (IBGE, 2025).

Figura 1 - Mapa da distribuição do rebanho equino no Brasil

Série histórica (BR) - Equinos (Cavalos) - Tamanho do rebanho



Fonte: IBGE, “Produção Agropecuária — Equinos”, disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/equinos/br>. Acesso em: 11/12/2025.

Ao longo do século XX, a inseminação artificial (IA) em equinos foi pouco difundida, principalmente devido a restrições impostas por associações de criadores, que não reconheciam animais oriundos dessa biotecnologia. Essa limitação reduziu por décadas o potencial de avanço genético e a disseminação de garanhões superiores. Entretanto, nas últimas décadas, diversas entidades internacionais e órgãos reguladores passaram a flexibilizar suas normas, permitindo o registro de potros gerados a partir das técnicas de IA. Essa mudança impulsionou uma transformação significativa na equinocultura global, ampliando a utilização da técnica nos Estados Unidos, em países europeus e também no Brasil, onde o número de procedimentos vem crescendo de forma consistente (Canisso, 2008).

O avanço da IA, aliado ao desenvolvimento de tecnologias como o resfriamento e a criopreservação de sêmen, desempenha papel central na modernização do rebanho equino nacional. A possibilidade de transportar material genético para longas distâncias, armazenar doses por longos períodos e utilizar sêmen de garanhões mesmo após sua morte tem contribuído diretamente para a melhoria da qualidade genética dos plantéis. Essas técnicas ampliam o acesso a linhagens de alto mérito zootécnico e permitem maior eficiência na seleção de características desejáveis, promovendo ganhos produtivos e competitivos no mercado internacional (Canisso, 2008; Alvarenga, 2015).

Para estruturar esse crescimento de forma responsável e sustentável, o Brasil tem investido em ações coordenadas envolvendo sanidade, regulamentação e

capacitação técnica. O Ministério da Agricultura e Pecuária, por meio do Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos (PNSE), busca padronizar procedimentos de vigilância, controlar o trânsito de equinos, cadastrar estabelecimentos e promover educação sanitária, reduzindo riscos epidemiológicos e fortalecendo a confiabilidade comercial dos animais (Brasil, 2022).

Ao mesmo tempo, instituições de pesquisa como a Embrapa e câmaras setoriais da equideocultura desempenham papel essencial no desenvolvimento científico e tecnológico do setor. Estudos sobre conservação de recursos genéticos, melhoramento animal, nutrição, sanidade e manejo vêm subsidiando criadores e técnicos com informações fundamentais para aumentar a eficiência produtiva e assegurar a sustentabilidade dos sistemas de criação. A divulgação de boas práticas e os programas de incentivo à qualificação técnica têm reforçado a profissionalização da cadeia produtiva, agregando valor ao rebanho nacional (Embrapa, 2021).

Nesse contexto, o aprimoramento das características genéticas dos equinos, como desempenho atlético, conformação, pelagem, temperamento e rusticidade permanece como um dos principais objetivos da equideocultura moderna. A utilização crescente de biotecnologias reprodutivas, especialmente a IA associada ao uso de sêmen congelado, tem permitido maior precisão na seleção de reprodutores e maior disseminação de linhagens superiores, contribuindo para o aumento da produtividade, da rentabilidade e da competitividade dos plantéis brasileiros (Canisso, 2008).

3.2 Criopreservação

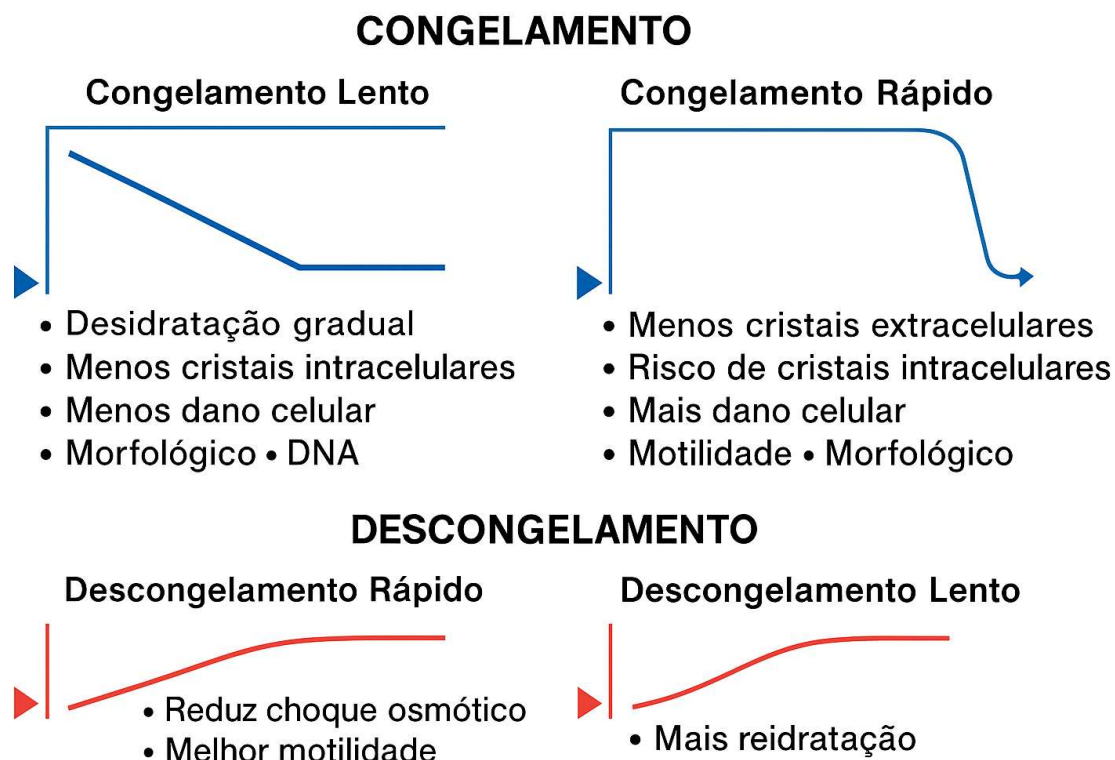
A criopreservação de sêmen equino constitui uma ferramenta essencial para programas modernos de reprodução assistida, permitindo a conservação de material genético de garanhões de alto valor zootécnico e possibilitando seu transporte para diferentes regiões e países. O processo envolve a coleta, avaliação inicial, diluição, resfriamento controlado e congelamento em nitrogênio líquido, etapas que exigem rigor técnico para preservar a integridade estrutural e funcional dos espermatozoides. A espécie equina, entretanto, apresenta maior sensibilidade aos danos induzidos pelo congelamento quando comparada a bovinos e pequenos ruminantes, o que torna necessária a adaptação de protocolos específicos e o uso de diluentes e crioprotetores adequados (McKinnon; Squires; Carnevale, 2011).

Um dos elementos que mais influenciam o sucesso do processo é a concentração do plasma seminal, que exerce papel crucial na manutenção da viabilidade espermática. Concentrações elevadas aumentam a viscosidade do ejaculado e dificultam a penetração de crioprotetores como glicerol ou dimetilformamida, enquanto concentrações excessivamente reduzidas podem remover proteínas essenciais para a estabilização de membrana e proteção antioxidante. Entre essas proteínas, destacam-se as ligantes de fosfolípidios (PLBP's), que auxiliam na proteção contra danos térmicos, e proteínas de alto peso molecular, que podem induzir agregação espermática e reduzir a motilidade pós-descongelamento (Watson, 2000; Alvarenga, 2009; Silva *et al.*, 2017).

As principais lesões associadas ao congelamento decorrem da formação de cristais de gelo, de alterações osmóticas, de danos mitocondriais e da ruptura das membranas plasmáticas, prejudicando a motilidade progressiva e a viabilidade após o descongelamento (Figura 2). A utilização de crioprotetores permeáveis, como glicerol, e não permeáveis, como açúcares e proteínas, busca minimizar tais injúrias, estabilizando estruturas celulares e reduzindo o estresse osmótico. Fatores como tipo

de diluente, tempo de equilíbrio, velocidade de resfriamento e curva de congelamento são determinantes para a qualidade final da dose seminal e permanecem como pontos críticos para a otimização dos índices de fertilidade (Papa *et al.*, 2005).

Figura 2: Esquema representativo do efeito do congelamento e descongelamento do sêmen equino.

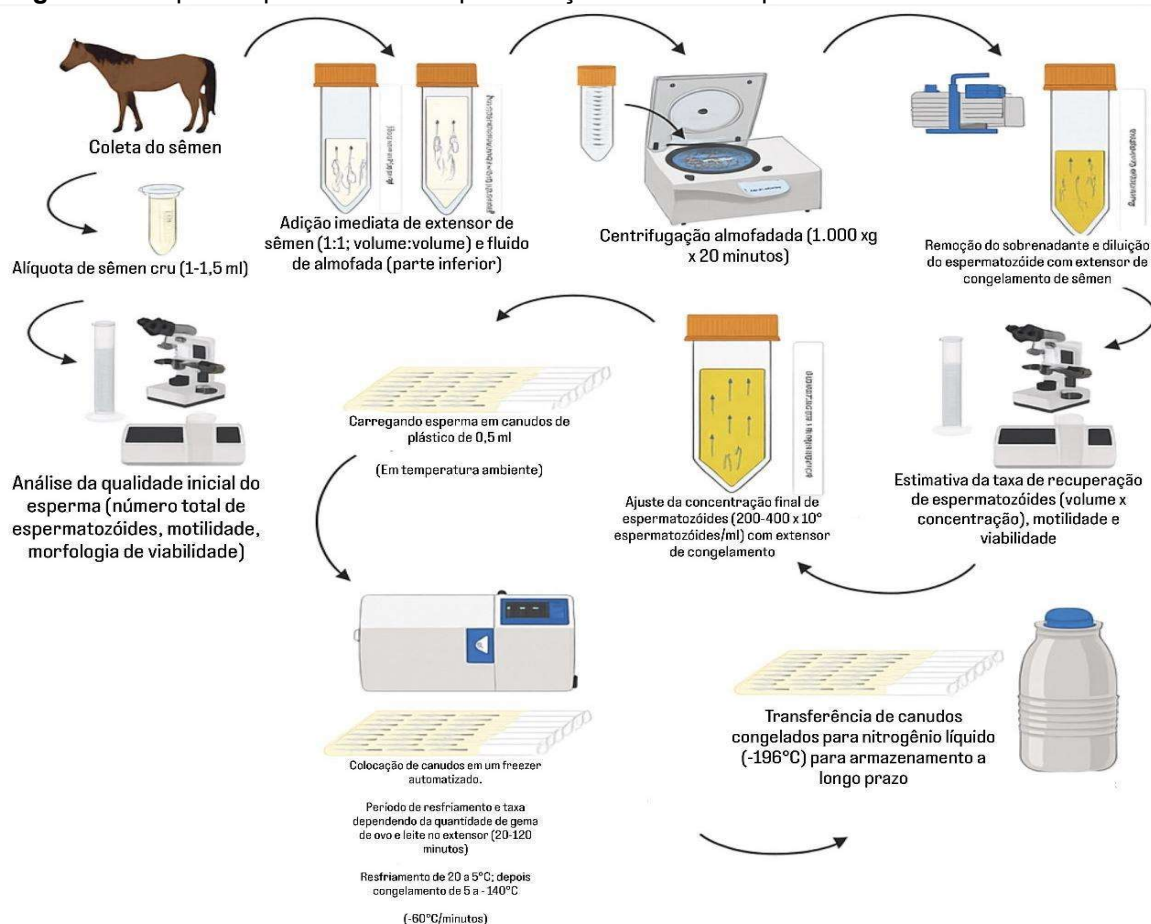


Fonte: Própria autoria.

Resultados de pesquisas com garanhões Mangalarga Marchador demonstram que diluentes contendo misturas entre glicerol e amidas (metilformamida ou dimetilformamida) apresentam melhor desempenho pós-descongelamento quando comparados àqueles contendo apenas glicerol, promovendo maior motilidade, vigor e integridade estrutural (Silvia, 2008; Alvarenga *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2015). Esses avanços somam-se a outras tecnologias, como o uso de antioxidantes, análises computadorizadas da motilidade (CASA) e seleção espermática por gradiente de densidade, que têm contribuído para maior estabilidade das células durante o processo e melhor desempenho reprodutivo (Samper, 2009).

O processo técnico de criopreservação envolve etapas (Figura 3), após a coleta, o ejaculado é submetido à análise seminal, avaliando concentração, motilidade, viabilidade e morfologia. Em seguida, é realizada a diluição e a centrifugação com “cushion fluid” para remoção do plasma seminal e resíduos celulares. O produto obtido foi ressuspendido em meio crioprotetor e ajustado para uma concentração final entre 200 e 400 × 10⁶ espermatozoides/mL. O sêmen é então envasado em palhetas de 0,5 mL e submetido ao resfriamento controlado, reduzindo-se a temperatura de 20 °C para 5 °C e, posteriormente, até cerca de -140 °C, antes do armazenamento final em nitrogênio líquido a -196 °C. Esse resfriamento progressivo é determinante para reduzir o estresse térmico e osmótico, favorecendo maior integridade de membrana e melhor desempenho pós-descongelamento (Moore *et al.*, 2006; De Vita *et al.*, 2023).

Figura 3 - Etapas do processo de criopreservação de sêmen equino.



Fonte: <https://clinicaltheriogenology.net/index.php/CT/article/view/10832/18501>

Nos últimos anos, avanços tecnológicos e biotecnológicos impulsionados por ferramentas baseadas em inteligência artificial têm sido incorporados aos protocolos de criopreservação, possibilitando análises mais precisas e preditivas. Tecnologias recentes vêm sendo utilizadas para identificar padrões morfofuncionais impossíveis de serem detectados visualmente, prever a tolerância ao congelamento e otimizar curvas de resfriamento personalizadas para cada garanhão. A integração dessas tecnologias computacionais avançadas às biotecnologias reprodutivas têm permitido, ainda, a classificação automatizada de espermatozoides e o aprimoramento de decisões técnicas no processo de congelamento, tornando mais eficientes tanto o diagnóstico seminal quanto o desenvolvimento de diluentes e crioprotetores de nova geração (Samper, 2009).

Os avanços nas biotecnologias reprodutivas e a expansão de centros especializados contribuíram para consolidar o Brasil como um dos países mais dinâmicos na área. Melhorias em diluentes, crioprotetores, técnicas de resfriamento controlado e curvas específicas de congelamento têm ampliado o uso de sêmen congelado no mercado nacional, impulsionando o intercâmbio genético e fortalecendo a equinocultura brasileira (Alvarenga, 2015).

3.3 Inseminação artificial em equinos

A inseminação artificial (IA) constitui uma das principais biotecnologias mais empregadas na reprodução equina, permitindo o uso racional do sêmen de garanhões geneticamente superiores e otimizando o manejo reprodutivo das éguas (Canisso, 2008). No cenário internacional, o Brasil ocupa posição de destaque, sendo o segundo país no mundo em número de inseminações realizadas, atrás apenas dos Estados Unidos (Granemann, 2006).

A IA pode ser realizada com sêmen fresco, resfriado ou congelado, sendo este último cada vez mais adotado devido à sua facilidade de armazenamento por longos períodos, à possibilidade de transporte para diferentes regiões e ao uso do material genético mesmo após a morte do garanhão, expandindo o impacto do melhoramento genético e superando limitações geográficas antes presentes (Oliveira, 2014).

Para o sucesso do procedimento, torna-se indispensável que a égua esteja em estro e que o momento da ovulação seja monitorado por ultrassonografia transretal, permitindo a determinação precisa do instante ideal para a inseminação. Essa etapa assume importância ainda maior quando se utiliza sêmen congelado, cuja viabilidade média no trato reprodutivo da fêmea varia entre 6 e 12 horas (Oliveira, 2013).

A eficiência da IA depende igualmente da qualidade seminal utilizada e do manejo adotado desde a coleta até a deposição intrauterina. Avaliações como motilidade, vigor, integridade das membranas e concentração espermática são fundamentais para assegurar doses com potencial fecundante adequado, especialmente no caso do sêmen destinado ao congelamento, pois apenas ejaculados de alta qualidade toleram adequadamente o processo criogênico (Silva; Alvarenga, 2012). Além disso, para inseminações com sêmen congelado, recomenda-se a técnica de deposição profunda no corno uterino correspondente ao folículo dominante, o que aumenta a concentração espermática próxima ao oócito e eleva as taxas de fertilização (Brinsko; Varner, 2011).

A relação entre IA e criopreservação de sêmen equino constitui um dos alicerces do avanço reprodutivo da espécie, permitindo a ampliação do alcance genético e viabilizando o uso de garanhões de alto valor zootécnico em diferentes regiões e até mesmo em diferentes gerações. A criopreservação possibilita o armazenamento por tempo indeterminado, proporcionando maior flexibilidade operacional para a realização da IA, especialmente em situações nas quais a logística de transporte ou a disponibilidade de reprodutores inviabilizam o uso de sêmen fresco ou resfriado. Assim, essa associação apresenta benefícios significativos para programas de melhoramento genético, para o intercâmbio internacional de linhagens e para a manutenção de bancos de germoplasma, preservando a variabilidade genética e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da equinocultura (Samper; Esteban, 2012).

Os avanços no uso integrado da IA com sêmen congelado estimularam o aperfeiçoamento de protocolos reprodutivos, incluindo técnicas de sincronização hormonal da ovulação, intensificação do monitoramento ultrassonográfico e aprimoramento da deposição intrauterina em sítios específicos. A necessidade de alinhar o curto período de viabilidade espermática pós-descongelamento ao momento exato da ovulação impulsionou inovações no manejo reprodutivo das éguas, resultando em taxas de prenhez mais elevadas quando protocolos específicos são seguidos. Dessa forma, IA e criopreservação não apenas se complementam, como também formam um sistema integrado que maximiza o potencial reprodutivo e amplia a disseminação de material genético de alta qualidade, contribuindo de forma

expressiva para o progresso biotecnológico do setor equino no Brasil e no mundo (Mckinnon; Squires; Carnevale, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inseminação artificial e a conservação do sêmen equino criopreservado se tornaram os principais elementos para o progresso da reprodução assistida na espécie, facilitando o avanço do melhoramento genético, a disseminação de linhagens de valor zootécnico elevado e a modernização da equinocultura brasileira. O desenvolvimento das biotecnologias reprodutivas, em conjunto com o aprimoramento dos protocolos de manejo e com as melhorias nos métodos de avaliação seminal, proporcionou aumento significativo das taxas de eficiência reprodutiva, principalmente nos programas que fazem uso estratégico do sêmen congelado.

O Brasil destaca-se como um dos países mais ativos, nesse cenário impulsionado pela crescente demanda por animais de alto desempenho, pela maior profissionalização do setor e pela expansão de centros especializados. O avanço nos processos de conservação seminal, como o uso de crioprotetores mais eficazes, diluentes aprimorados e curvas específicas de resfriamento específicas têm promovido melhor viabilidade espermática e resultados superiores após o descongelamento, além de maior aceitação comercial do sêmen congelado.

A relação entre a IA e a criopreservação contribui para o aumento das taxas de prenhez e proporciona maior racionalidade no uso do material genético. A reprodução equina no Brasil encontra-se, portanto, em pleno desenvolvimento, sustentada pelo avanço científico e pela organização desta cadeia produtiva, que reconhece a importância das biotecnologias reprodutivas para a sustentabilidade e a competitividade deste setor.

Portanto, considera-se que as práticas modernas, relacionadas à inseminação artificial e à criopreservação, constituem instrumentos estratégicos para o fortalecimento da equinocultura, viabilizando o intercâmbio genético, a conservação de linhagens e o aumento do potencial produtivo dos rebanhos. O estímulo à pesquisa científica, à capacitação técnica e ao investimento laboratorial será fundamental para manter o País em posição de destaque e promover avanços contínuos na eficiência reprodutiva dos equídeos.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. Produção de sêmen equino congelado: avanços e desafios. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 2, p. 75-84, 2009. Disponível em: <http://www.cbpa.org.br/portal/publicacoes/rbra/2025/n1/rbra2025n1.html> Acesso em: 12 dez. 2025.

ALVARENGA, M. A. et al. Amides as cryoprotectants for freezing stallion semen: effects on post-thaw sperm motility, membrane integrity and mitochondrial activity. **Theriogenology**, v. 74, n. 3, p. 551-560, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432005001971> Acesso em: 12 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos (PNSE)**. Brasília, DF, 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-de-equideos> Acesso em: 12 dez. 2025.

BRINSKO, S. P.; VARNER, D. D. Reproductive management of mares bred with frozen semen. **Equine Veterinary Education**, v. 23, p. 531-538, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11613104_Management_and_fertility_of_mares_bred_with_frozen_semen Acesso em: 12 dez. 2025.

BUBENICKOVA, F. et al. Plasma seminal protein fractions and their effects on stallion semen cryopreservation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, p. 6415, 2020. DOI : [10.3390/ijms21176415](https://doi.org/10.3390/ijms21176415) Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7504567> Acesso em: 13 dez. 2025

CANISSO, I. F.; CARVALHO, G. R.; SILVA, E. C. Biotécnicas aplicadas à reprodução equina no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 2, p. 154-160, 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/783615590/biotecnicas-aplicadas-a-reproducao-equinam> Acesso em: 12 dez. 2025.

CANISSO, I. F. **Reprodução equina aplicada**. Porto Alegre: Artmed, 2008. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-876-4.pdf> Acesso em: 12 dez. 2025.

DE VITA, B. et al. Advances in stallion semen cooling and cryopreservation. **Animal Reproduction Science**, v. 248, p. 107218, 2023. DOI: [10.1016/j.cveq.2016.08.003](https://doi.org/10.1016/j.cveq.2016.08.003) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27726989/> Acesso em: 13 dez. 2025.

EMBRAPA. **Sistemas de produção e melhoramento genético equino**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1172945> Acesso em: 12 dez. 2025.

GOUVEA, R. M. Criopreservação de sêmen equino: avanços, limitações e perspectivas. **Journal of Equine Reproduction**, v. 12, n. 1, p. 45-59, 2024. Disponível em: <https://revistas.ung.br/index.php/saude/article/view/4108> Acesso em: 12 dez. 2025.

GRANEMANN, L. Inseminação artificial em equinos: panorama e perspectivas no Brasil. **Revista Equina**, v. 8, n. 1, p. 22-28, 2006. Sem DOI Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/667/742> Acesso em: 13 dez. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária – Equinos**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producaoagropecuaria/equinos/br> Acesso em: 13 dez. 2025.

LIMA, P. F.; OLIVEIRA, V. P. S.; SILVA, A. M. História, evolução e aplicabilidade da inseminação artificial em animais domésticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 3, p. 241-248, 2000. Disponível em: [http://www.cbva.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag17-21%20\(RB542\).pdf](http://www.cbva.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag17-21%20(RB542).pdf) Acesso em: 13 dez. 2025.

MCKINNON, A. O.; SQUIRES, E. L.; CARNEVALE, E. Reproductive physiology and artificial insemination in the mare. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 245-258, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-equine-veterinary-science> Acesso em: 13 dez. 2025.

MOORE, A. I. et al. Effects of cooling and cryopreservation on equine sperm function. **Journal of Equine Veterinary Science** v. 26, p. 215-218, 2006. DOI: [10.1016/j.jevs.2006.03.003](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2006.03.003) Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248868852_Effect_of_cooling_rate_and_cryoprotectant_on_the_cryosurvival_of_equine_spermatozoa Acesso em: 13 dez. 2025.

NASCIMENTO, J. M. et al. Use Of Different Extenders To Cryopreservation Of Mangalarga Marchador Sperm. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891V16I321039> Disponível em: <http://revistas.ufg.br/vet/article/download/21039/18821> Acesso em: 13 dez. 2025.

OLIVEIRA, R. L. Utilização de sêmen congelado em equinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 38, p. 87-94, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.9939> Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/9939/10528> Acesso em: 13 dez. 2025.

OLIVEIRA, L. Z. et al. Eficiência da inseminação artificial com sêmen congelado em equinos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 22, n. 4, p. 87-95, 2014. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/viewFile/5819/3504> Acesso em: 13 dez. 2025.

OLIVEIRA, R. L. **Técnicas modernas de inseminação em equinos**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2014. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-876-4.pdf> Acesso em: 13 dez. 2025.

PAPA, F. O. et al. Advances in equine frozen semen technology. **Animal Reproduction Science**, v. 89, p. 275-286, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285826378_Inovacoes_metodologicas_na_biotecnologia_de_refrigeracao_e_congelacao_de_semen_equino Acesso em: 12 dez. 2025.

SAMPER, J. C. **Equine breeding management and artificial insemination**. 2. ed. St. Louis: Saunders, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9781416052340/equine->

[breeding-management-and-artificial-insemination](#) DOI:10.1016/B978-1-4160-5234-0.X0001-3 Acesso em: 13 dez. 2025.

SAMPER, J. C.; ESTEBAN, E. **Advances in equine artificial insemination**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, v. 28, p. 205-216, 2012. Disponível em:

https://books.google.com.br/books/about/Equine_Breeding_Management_and_Artificial.html?id=14-EHWvwloEC&redir_esc=y Acesso em: 12 dez. 2025.

SILVIA, N. L. **Avaliação da criopreservação de sêmen de garanhões da raça Mangalarga Marchador utilizando amidas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://revista.ubm.br> Acesso em: 13 dez. 2025.

SILVA, E. C.; ALVARENGA, M. A. Qualidade espermática e seleção de ejaculados para congelamento em equinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 36, p. 14-22, 2012. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/download/10453/8813/40024> Acesso em: 12 dez. 2025.

SILVA, K. M. et al. Plasma seminal proteins and their effects on stallion semen cryopreservation. **Theriogenology**, v. 98, p. 106–113, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32899253/> Acesso em: 13 dez. 2025.

WATSON, P. F. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. **Animal Reproduction Science**, v. 60–61, p. 481–492, 2000. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00099-3) Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432000000993> Acesso em: 13 dez. 2025.