

## Logística de transporte do sêmen refrigerado suíno: será que podemos aplicar para outras espécies?

*Logistics for transporting refrigerated swine semen: can we apply it to other species?*

Alisson Leandro Ansolin<sup>1\*</sup>, Amanda Pimenta Siqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Serviços Técnicos, Agroceres PIC, Rio Claro–BR

### Resumo

Atualmente, mais de 90% das inseminações artificiais (IA) no mundo utilizam sêmen refrigerado, e a prática é amplamente adotada nas granjas suínolas brasileiras devido aos benefícios do melhoramento genético. A centralização da produção de sêmen, no entanto, resultou em maiores distâncias de transporte, o que expõe os espermatozoides a estressores como manuseio, movimento e resfriamento inadequado. Normalmente, as doses de sêmen são resfriadas entre 15 e 18°C, com algumas alternativas a 5°C, embora o congelamento não seja rotina como na bovinocultura, sendo reservado para situações específicas. A diluição do ejaculado é uma etapa crítica, influenciada por temperatura e técnica, e pode ser realizada em uma ou duas etapas. A diluição em uma etapa é a mais comum no Brasil, enquanto na Europa a diluição em duas etapas é preferida. A diluição isotérmica geralmente resulta em melhor qualidade do sêmen. Durante o envase, o uso de bolsas em vez de tubos plásticos está crescendo, devido à menor taxa de rompimento e melhor estabilização da temperatura. O transporte adequado do sêmen é vital, exigindo manuseio cuidadoso e manutenção de temperatura estável. Vibrações durante o transporte podem prejudicar a qualidade do sêmen, aumentando o estresse oxidativo e afetando negativamente a motilidade e integridade das células espermáticas. Avanços tecnológicos estão sendo desenvolvidos para minimizar esses impactos e garantir a eficácia da inseminação artificial.

**Palavras-chave:** sêmen suíno, diluição ejaculado, vibrações transporte

### Abstract

*Currently, over 90% of artificial inseminations (AI) worldwide utilize chilled semen, and the practice is widely adopted in Brazilian swine farms due to the benefits of genetic improvement. However, the centralization of semen production has led to longer transport distances, exposing spermatozoa to stressors such as handling, movement, and inadequate cooling. Typically, semen doses are chilled between 15 and 18°C, with some alternatives at 5°C, although freezing is not routine as in cattle farming, being reserved for specific situations. Dilution of the ejaculate is a critical step, influenced by temperature and technique, and can be performed in one or two stages. Single-stage dilution is the most common in Brazil, while in Europe, two-stage dilution is preferred. Isothermal dilution generally results in better semen quality. During filling, the use of bags instead of plastic tubes is increasing due to lower breakage rates and better temperature stabilization. Proper semen transport is vital, requiring careful handling and maintenance of stable temperature. Vibrations during transport can impair semen quality, increasing oxidative stress and negatively affecting sperm motility and integrity. Technological advancements are being developed to minimize these impacts and ensure the efficacy of artificial insemination.*

### Introdução

Desde a introdução dos primeiros suínos no Brasil pelos portugueses em 1532, a suinocultura passou por grandes avanços. Na década de 70, iniciaram os primeiros “Teste de Progênie” concomitantemente com a implantação das primeiras Centrais de Inseminação Artificial (CIAs) bem como pelo uso comercial da inseminação artificial (IA), proporcionando uma maior difusão de genes relacionados com as principais características econômicas (Fávero; de Figueiredo, 2009), como melhoria de ganho de peso e conversão alimentar, além de menor deposição de gordura (Pandolfo Bortolozzo; Wentz; Dallanora, 2005) levando a melhoria de produtividade dos suínos.

As centrais no início tinham um papel muito além da produção das doses inseminantes, em grande parte seus funcionários eram responsáveis pela IA nas granjas, o que proporcionava riscos sanitários aos planteis. O foco nas últimas décadas foi principalmente na conservação das doses e uso de equipamentos

\*Correspondência: alisson.ansolin@agroceres.com

Recebido: 29 de abril de 2023

Aceito: 25 de maio de 2023

que proporcionassem rapidez, segurança e acurácia na avaliação e produção das doses inseminantes. Além disso, o fluxo de trabalho teve um grande aprimoramento nas unidades produtoras de sêmen, sendo organizado em etapas automatizadas, com sistemas de coletas semiautomáticos, sistemas de diluição e envase cada vez mais precisos, além de controles da garantia da qualidade e programas de educação continuada (Waberski et al., 2019).

Atualmente mais de 90% de todas as IA no mundo são realizadas com sêmen refrigerado e o crescente aumento do uso de doses de sêmen provenientes de grandes centros de inseminação tem sido uma rotina nas granjas suínolas brasileiras, por questões práticas e principalmente devido ao melhoramento genético proporcionado (Nitsche-Melkus et al., 2020). Porém a centralização das unidades de produção de sêmen, resulta em distâncias de transporte mais longas. E os espermatozoides suínos reagem de forma especialmente sensível a todos os diferentes tipos de estressores celulares associados ao sêmen, como manuseio, movimento e resfriamento abaixo de 12 °C, por exemplo (Waberski et al., 2019).

Nesse aspecto as doses de sêmen são normalmente resfriadas entre 15 e 18 °C, com algumas alternativas de armazenamento à 5 °C (Sebastián-Abad; Llamas-López; García-Vázquez, 2021). O armazenamento de doses de sêmen de suínos na forma congelada ainda não é uma rotina, como é em bovinos por exemplo, sendo utilizado somente em situações muito específicas como na importação de material genético, uso em núcleos de produção de reprodutores ou formação de bancos de germoplasma (Bianchi et al., 2008).

### **Diluição, acondicionamento e distribuição das doses**

A etapa de diluição do ejaculado é um ponto crítico e todos os procedimentos devem ser revisados e permanentemente monitorados, e o uso de aparelhos ou acessórios de controle da qualidade da água e dos diluentes dissolvidos nela tornam-se cada vez mais indispensáveis (Schulze et al., 2015).

O efeito da diluição sobre os parâmetros espermáticos depende de fatores como temperatura (López Rodríguez et al., 2012) e técnica de diluição (Schulze et al., 2017). De acordo com (Schulze et al., 2019) a diluição do ejaculado pode ser realizada em uma ou duas etapas. A diluição em uma etapa é a mais utilizada nos centros brasileiros (Walter et al., 2020), diferentemente dos centros europeus onde cerca de 70% usavam o procedimento de diluição em duas etapas para atingirem mais rapidamente a temperatura final de armazenamento de 17°C (Schulze et al., 2013). A diluição em uma etapa consiste em misturar o ejaculado e o extensor (diluyente) isotermicamente nos primeiros 30 minutos após a coleta (Schulze et al., 2013), enquanto que o procedimento em duas etapas requer uma diluição prévia em uma proporção de 1:1 ou 1:2 (ejaculado:diluyente), e uma diluição final subsequente (López Rodríguez et al., 2012; Schulze et al., 2019).

De acordo com (Schulze et al., 2013) demonstraram que a diluição hipotérmica em duas etapas resulta em média em uma qualidade de sêmen mais baixa em comparação com a diluição isotérmica. O diluyente pode ser adicionado sobre o ejaculado total, método controle, sendo o mais utilizado, ou o método reverso, em que o ejaculado é adicionado ao diluyente. O método de controle causa a formação de mais espuma, acarretando em maior risco de vazamento de doses durante o processo de envase, além de maiores riscos de contaminação de superfícies (Schulze et al., 2017).

O processo de envase e distribuição são as etapas finais da produção de doses nas centrais. Cerca de 90% dos centros brasileiros utilizam máquinas automáticas ou semiautomáticas de preenchimento e selamento das doses (Walter et al., 2020), havendo uma tendência de mudança para o uso de bolsas de enchimento ao invés de tubos plásticos. O motivo parece estar ligado à menor porcentagem de rompimento e estabilização mais rápida da temperatura das doses devido a espessura das bolsas em comparação aos tubos (Rodríguez et al., 2017).

Não importa quão bem-preparada seja uma dose de sêmen, se não for cuidadosamente transportada internamente ou comercialmente, o desempenho reprodutivo será reduzido. Os objetivos básicos para o envio de sêmen são: manuseio cuidadoso das doses, temperatura estável e custo minimizado. Como o manuseio e a temperatura do sêmen podem afetar adversamente o sêmen, eles devem ser controlados para manter um desempenho reprodutivo consistente. O custo pode ser minimizado, mas não às custas do manuseio do sêmen e da temperatura estável. A flutuação de 2°C na temperatura das doses de sêmen, reduz em 1 dia o período de validade das mesmas (Paulenz; Kommisrud; Hofmo, 2000).

A forma mais comum de armazenamento e transporte das doses de sêmen utilizada é entre 15 e 18 °C, como já mencionado anteriormente, devido a estabilização do metabolismo da célula espermática apresentar-se reduzido nessa faixa e aumentando o tempo de vida dos espermatozoides, que são células extremamente sensíveis ao frio (Althouse, 1998), havendo danos maiores na célula quando temperaturas

inferiores a 12 °C são utilizadas. Contudo o uso de faixas de temperatura mais altas para o armazenamento de doses promove o acréscimo de antimicrobianos potencialmente causadores de resistência bacteriana (Jakop et al., 2021).

Nesse sentido com uso de diluidores cada vez mais modernos abra-se as perspectivas para se trabalhar com temperaturas inferiores as recomendadas até o momento, haja visto que trabalhos vem demonstrando efeitos positivos com o uso de temperaturas de resfriamento à 5 °C, com o objetivo de inibir o crescimento bacteriano sem afetar a funcionalidade das células espermáticas (Paschoal et al., 2020). O uso de faixas mais baixas em relação as utilizadas habitualmente volta-se também a prática da diminuição constante de antibióticos em toda a cadeia animal, sendo uma alternativa para centrais que possam ter um grau de contaminação maior. Porém é importante mencionar que o sucesso ao uso dessa técnica está atrelado em encontrar as melhores curvas de resfriamento e composição de diluidores que possam garantir a qualidade das doses inseminantes ao longo do prazo de utilização das mesmas.

Novos desafios e tecnologias também devem fazer parte do transporte de doses inseminantes, pelo crescente aumento de centrais maiores que conseguem atender uma ampla região com distâncias cada vez maiores, pela necessidade de otimização na entrega dessas doses e pelo fato de que a que a vibração causada pelo deslocamento dos automóveis pode ser prejudicial sobre os parâmetros espermáticos de qualidade como motilidade total e atividade mitocondrial (Schulze et al., 2018a) e isso faz com que novos artifícios sejam desenvolvidos para diminuir o impacto desses fatores de risco sobre as células espermáticas.

Em contraste com a temperatura, o efeito que influencia as emissões de vibração nos espermatozoides é um tópico relativamente novo. Ao usar diluentes de curta duração, acredita-se que as vibrações causem uma diminuição na capacidade tampão devido à perda de CO<sub>2</sub> e, portanto, um aumento no pH, que por sua vez leva a uma perda de qualidade do esperma (Hafemeister et al., 2022). As emissões de vibração podem aumentar o estresse oxidativo e levar a uma perda de motilidade ou alteração das propriedades da membrana devido à geração de altas forças de cisalhamento. O estresse oxidativo é um fator crítico que danifica significativamente os espermatozoides devido a um desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (Eros) e a defesa antioxidante.

A capacidade dos espermatozoides de resistir a esses estresses é determinada por vários fatores; um aspecto principal poderia ser a razão colesterol/fosfolípido da membrana. Além disso, pode-se supor que diferentes varrascos e raças produzam espermatozoides com diferentes composições lipídicas, resultando em diferentes propriedades físicas da membrana. Além disso, pode haver uma resposta individual do macho a diferentes emissões de vibração, sendo um efeito específico do indivíduo (Schulze et al., 2018).

### Considerações Finais

De forma geral, os cuidados no transporte atual estão relacionados a capacidade adequada para acondicionamento de todas as doses nas conservadoras dos veículos, sistemas de baterias extras para eventuais anomalias, equipamentos de aferição de temperatura interna do equipamento com alarme sonoros e visuais, capacidade de aquecimento e resfriamento que mantenham a temperatura dentro da faixa ideal requerida e que as conservadoras sejam de fácil higienização.

### Referências

- Althouse GC.** Characterization of lower temperature storage limitations of fresh-extended porcine semen. *Theriogenology*, v.50, n.98, p.535–543, 1998.
- Bianchi I, Calderam K, Maschio EF, Madeira EM, Ulguim RR, Rambo G, Corrêa EK, Lucia TJr, Deschamps JC, Corrêa MN.** Inseminação artificial intra-uterina em leitoas com sêmen criopreservado com dimetilacetamida e glicerol. *Ciência Rural*, v.38, p.1978-1983, 2008.
- Fávero JÁ, De Figueiredo EAP.** Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. *Revista Ceres*, v.56, n.4, p.420–427, 2009.
- Hafemeister T. et al.** Boar Semen Shipping for Artificial Insemination: Current Status and Analysis of Transport Conditions with a Major Focus on Vibration Emissions. *Animals*, v.12, n.10, 1 maio 2022.
- Jakop U. et al.** Development of a new antimicrobial concept for boar semen preservation based on bacteriocins. *Theriogenology*, v.173, p.163–172, 2021.
- López Rodríguez A. et al.** Effect of dilution temperature on boar semen quality. *Reproduction in Domestic Animals*, v.47, n.5, p.30–33, 2012.

- 
- Nitsche-Melkus E. et al.** Impact of hygiene on bacterial contamination in extended boar semen: An eight-year retrospective study of 28 European AI centers. *Theriogenology*, v.146, p.133–139, 2020.
- Pandolfo Bortolozzo F, Wentz I, Dallanora D.** Situação atual da inseminação artificial em suínos Present situation of artificial insemination in swine. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, n.1, p.17–32, 2005.
- Paschoal AFL. et al.** Determination of a cooling-rate frame for antibiotic-free preservation of boar semen at 5°C. *PLoS ONE*, v.15, n.6, p.1–14, 2020.
- Paulenz H, Kommisrud E, Hofmo P.** Effect of Long! Term Storage at Different Temperatures on the Quality of Liquid Boar Semen. *Reproduction in Domestic Animals*, v.35, p.83–87, 2000.
- Rodriguez AL. et al.** Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. *Porcine Health Management*, v.3, p.1–12, 2017.
- Schulze M. et al.** Temperature management during semen processing: Impact on boar sperm quality under laboratory and field conditions. *Theriogenology*, v.80, n.9, p.990–998, 2013.
- Schulze M. et al.** Use of refractometry as a new management tool in AI boar centers for quality assurance of extender preparations. *Animal Reproduction Science*, v.152, p.77–82, 2015.
- Schulze M. et al.** Impact of different dilution techniques on boar sperm quality and sperm distribution of the extended ejaculate. *Animal Reproduction Science*, v.182, n. May, p.138–145, 2017.
- Schulze M. et al.** Effect of vibration emissions during shipping of artificial insemination doses on boar semen quality. *Animal Reproduction Science*, v.192, n. January, p.328–334, 2018.
- Schulze, M. et al. New trends in production management in European pig AI centers. *Theriogenology*, v.137, p.88–92, 2019a.
- Schulze M. et al.** Influences on thermo-resistance of boar spermatozoa. *Theriogenology*, v.127, p.15–20, 2019b.
- Sebastián-Abad B, Llamas-López PJ, García-Vázquez FA.** Relevance of the Ejaculate Fraction and Dilution Method on Boar Sperm Quality during Processing and Conservation of Seminal Doses. *Veterinary Sciences*, v.8, n.12, p.292, 2021.
- Waberski D. et al.** Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. *Theriogenology*, v.137, p.2–7, 2019.
- Walter MP. et al.** Characterization of boar studs in Brazil. *Ciência Rural*, v.50, n.11, p.1–9, 2020.
-