

PPGVET · PPG EDUCAÇÃO · PÓS-GRADUAÇÃO

Reprodução, Sanidade & Produção em *Suíños*

Material didático para pós-graduação: fundamentos, técnicas e tendências em reprodução, sanidade e produção aplicadas à suinocultura tecnificada brasileira.

 [Começar a leitura](#)

+94%

IA das fêmeas

114 dias

Gestação da porca

45 dias

Espermatogênese

Por que a reprodução denuncia, antes de tudo, a saúde da granja?

A reprodução é a expressão final de todos os pilares produtivos — e a primeira função a sinalizar, quase sempre com semanas de atraso, qualquer falha do sistema.

Este material foi construído para os profissionais que sustentam a cadeia produtiva de suínos — **médicos veterinários** de granja, de central de coleta e de indústria, **zootecnistas**, técnicos agrícolas, profissionais de extensão rural e consultoria, além de estudantes de pós-graduação e residentes em produção animal. Consolida o conteúdo das aulas da pós-graduação em Produção e Reprodução de Suínos do **PPG Vet Educação**, aprofundado com literatura científica recente, do período de 2020 a 2025, normas regulatórias vigentes e protocolos de campo validados. Não é um manual de receitas, e sim uma referência técnica de bancada: um mapa de raciocínio para quem precisa decidir, corrigir e investigar na rotina.

Há uma premissa que atravessa toda a trilha e convém deixar explícita desde o início. A reprodução é o **vértice de uma pirâmide produtiva** sustentada por cinco pilares interdependentes — genética, nutrição, sanidade, ambiente e manejo. Ela não é um setor isolado da granja; é a *expressão final* de todos os outros. Quando algo falha em qualquer um desses pilares, a reprodução é a primeira função a refletir o problema, e quase sempre o faz com atraso de semanas. Esse descompasso entre causa e efeito é o que torna o diagnóstico reprodutivo tão difícil em tempo real, e é também o que organiza o método de investigação proposto ao longo deste material.

A dimensão do tema acompanha a do setor. O Brasil é o **terceiro maior produtor e exportador mundial de carne suína**, com aproximadamente 2 milhões de matrizes alojadas em cerca de 1.700 granjas comerciais, concentradas nos estados do Sul e em expansão acelerada para o Centro-Oeste. A produção global de carne suína atingiu **124,6 milhões de toneladas em 2022** (FAO, 2022). Mais de 94% das fêmeas suínas do país são hoje inseminadas artificialmente — número que transforma cada decisão técnica, em central de coleta, em sala de inseminação ou em maternidade, num fator de escala. Um erro de protocolo não afeta um animal: afeta lotes inteiros.

A trilha percorre esse arco completo, do gameta ao plantel. Parte da base biológica — a espermatogênese do cachaço, o ciclo estral da fêmea, a endocrinologia da gestação —, atravessa as técnicas que convertem essa biologia em produção — detecção de cio, inseminação artificial, manejo da dose de sêmen e biotecnologias — e desemboca na camada de gestão, onde indicadores, auditoria de descartes e investigação sistemática de problemas fecham o ciclo. A proposta é equipar o leitor para enxergar conexões que a formação tradicional cos-

tuma apresentar em compartimentos separados, e que a prática de campo exige integrar a cada lote.

Quando um indicador reprodutivo cai, o sêmen costuma ser o primeiro **culpado** — mas a falha quase sempre nasceu semanas antes, em um pilar que ninguém estava observando.

MÓDULO 01

CAMADA 01 · PANORAMA E FUNDAMENTOS

A reprodução como vértice produtivo

Compreender onde a suinocultura brasileira está, e para onde caminha, é o pré-requisito para situar cada decisão reprodutiva no seu devido peso econômico.

O Brasil é o **terceiro maior produtor e exportador mundial de carne suína**, com aproximadamente 2 milhões de matrizes alojadas em cerca de 1.700 granjas comerciais. A concentração produtiva está nos estados do Sul — Santa Catarina, com cerca de 400 mil matrizes, Paraná, com cerca de 351 mil, e Rio Grande do Sul, com cerca de 280 mil —, mas há expansão significativa para o Centro-Oeste, sobretudo Mato Grosso, atraída pela proximidade da produção de grãos. A produção global atingiu **124,6 milhões de toneladas em 2022**, com crescimento anual de 1,8% (FAO, 2022). O Brasil mantém uma das mais baixas estruturas de custo do mundo, fator que sustenta a atração de investimentos externos e a competitividade na exportação.

Mais de 70% dos custos de produção da suinocultura concentram-se na **alimentação**, e esse dado tem implicação direta sobre o valor estratégico do ganho genético reprodutivo: cada ponto de melhoria na conversão alimentar dos descendentes retorna multiplicado por toda a leitegada produzida ao longo da vida útil da matriz. A reprodução é o vértice de uma pirâmide sustentada por cinco pilares interdependentes — genética, nutrição, sanidade, ambiente e manejo. O princípio fundamental decorre disso: a reprodução é a *expressão final* de todos os outros pilares, e se algo falha em um deles, ela é a primeira a refletir o problema, geralmente com atraso de semanas — o que dificulta o diagnóstico em tempo real.

A estrutura do rebanho está em transformação acelerada. Cerca de 50% das propriedades têm entre 300 e 1.000 matrizes, 25% têm mais de 1.000 e o restante são unidades de

pequeno porte, em processo de seleção pelo mercado. As pressões para a **concentração produtiva** incluem as exigências regulatórias e comerciais ligadas ao bem-estar animal, a necessidade de adaptação para o alojamento em baias coletivas durante a gestação, os custos crescentes de biossegurança, a demanda por escala para diluir custos fixos e a pressão da agroindústria por padronização e fornecimento contínuo. Compreender esse movimento é essencial: ele redefine o perfil técnico exigido de quem atua na cadeia.

A transição para a **gestação coletiva** é o vetor regulatório mais relevante do setor. A União Europeia banuiu o uso contínuo de gaiolas de gestação desde 2013, por força da Diretiva 2008/120/EC. No Brasil não existe legislação federal proibindo a prática, mas há um forte movimento setorial liderado pelas grandes integradoras — a BRF assumiu compromisso público de eliminar o uso contínuo até 2026, a JBS/Seara anunciou transição em toda a cadeia até 2025, e outras integradoras seguem o mesmo caminho. Os sistemas de *preimplantation group housing*, que confinam a fêmea por no máximo sete dias após a inseminação e a transferem em seguida para a baia coletiva, são o modelo recomendado pela ciência do bem-estar.



Liderança exportadora

O Brasil é o terceiro maior produtor e exportador mundial de carne suína, sustentado por uma das menores estruturas de custo do planeta.



Cinco pilares

Genética, nutrição, sanidade, ambiente e manejo sustentam a reprodução; a falha de qualquer um deles aparece primeiro nos índices reprodutivos.



Avanço para o Centro-Oeste

A proximidade da produção de grãos desloca a suinocultura para Mato Grosso, redesenhando o mapa produtivo e seus desafios climáticos.



Fim das gaiolas de gestação

Integradoras brasileiras assumiram compromissos de transição para a gestação coletiva, exigindo nova infraestrutura e equipes capacitadas.

ESTUDO DE CASO

A transição brasileira para a gestação coletiva

A União Europeia restringiu o uso contínuo de gaiolas individuais de gestação em 2013, e o Brasil, sem legislação federal equivalente, caminha pela via do compromisso setorial: BRF até 2026, JBS/Seara até 2025, e outras integradoras em implementação. O modelo recomendado pela ciência confina a fêmea por no máximo sete dias após a inseminação e a transfere para baia coletiva. A literatura recente demonstra que matrizes mantidas continuamente em gaiolas de gestação desenvolvem comportamentos estereotipados, redução de massa muscular e óssea e alterações em sistemas cerebrais ligados a sensações positivas. O manejo em grupo, porém, introduz desafios próprios — hierarquia, brigas, alimentação eletrônica e lesões locomotoras —, que exigem reformulação de instalações e capacitação intensiva da equipe.

MÓDULO 02

CAMADA 02 • O REPRODUTOR

O cachaço como investimento genético

Em um país onde mais de 94% das fêmeas são inseminadas artificialmente, o impacto de um único reprodutor deixa de ser individual e passa a ser populacional.

O peso econômico do macho é uma consequência direta da escala da inseminação artificial. Um cachaço realiza cerca de 50 coletas por ano, produz em torno de 30 doses por coleta e chega a aproximadamente **1.500 doses viáveis por ano**, com potencial de gerar mais de 6.000 leitões. Uma economia de R\$ 2,00 em ração por leitão, obtida por melhor conversão alimentar, representa cerca de R\$ 12.000 por ano por reprodutor. O macho é, portanto, um

investimento, e não um custo — e seu manejo deve refletir essa importância. A anatomia reforça o ponto: os testículos do cachaço ocupam posição *retroperineal*, e não inguinal como em bovinos, o que torna o trauma testicular um risco real em alojamentos inadequados e justifica baias amplas, de 6 a 7 m².

Várias peculiaridades anatômicas têm consequência prática direta. O **epidídimo é invertido** — a cauda fica na região superior e a cabeça na inferior —, e os espermatozoides ficam armazenados na cauda. O suíno *não possui ampolas* do ducto deferente: não há reservatório espermático extragonadal significativo, de modo que ejaculações muito frequentes esgotam a reserva mais rápido do que em outras espécies. A glânde peniana tem formato em saca-rolha, encaixa-se no cérvix da fêmea em movimento anti-horário e dispara o reflexo ejaculatório por pressão — princípio que fundamenta a técnica da **mão enluvada** na coleta. As glândulas acessórias completam o quadro: vesículas seminais muito desenvolvidas e glândulas bulbouretrais que produzem a fração gelatinosa, removida na produção de doses convencionais.

O ciclo completo da **espermato gênese** no suíno dura aproximadamente 45 dias — de 25 a 34 dias de espermatocitogênese e meiose no testículo, mais 10 a 14 dias de maturação epididimária —, com reserva utilizável de cerca de 60 dias. Disso decorre o princípio clínico mais decisivo do manejo do macho: as alterações observadas hoje na qualidade do ejaculado refletem eventos ocorridos entre *quatro e seis semanas antes*. Não se descarta um reprodutor com base em uma única coleta ruim; espera-se de três a quatro semanas para reavaliar, exceto em casos óbvios de impotência. Esse intervalo de latência orienta toda a investigação de problemas em centrais de coleta e impõe paciência diagnóstica onde a intuição pediria decisão imediata.

A zona termoneutra do cachaço adulto é estreita, de 20 a 25 °C, e o suíno é especialmente vulnerável ao calor por ausência de glândulas sudoríparas funcionais, escroto não-pendular, tecido adiposo isolante e alta atividade metabólica. Revisões recentes (*Frontiers in Veterinary Science*, 2025; *Animals*, 2026) sintetizam os efeitos do **estresse térmico**: queda de motilidade total e progressiva, aumento de patologias morfológicas, redução de testosterona, menor volume de ejaculado e aumento da fragmentação de DNA espermático — efeito crítico, pois acima de 6% de fragmentação a fertilidade fica comprometida. Como a janela de impacto é de quatro a seis semanas, um verão tropical pode comprometer a fertilidade por oito a dez semanas consecutivas, o que explica a queda sazonal observada no Centro-Oeste e no Sudeste entre dezembro e março.



45 dias de espermatogênese

O ciclo completo dura cerca de 45 dias; o ejaculado de hoje reflete eventos ocorridos entre quatro e seis semanas atrás.



Zona termoneutra estreita

O cachaço opera bem entre 20 e 25 °C; acima disso, motilidade, testosterona e integridade do DNA caem progressivamente.



Fragmentação de DNA

Sêmen com motilidade aparentemente normal pode ter DNA danificado; acima de 6% de fragmentação, a fertilidade está comprometida.



Impacto multiplicado

Cada cachaço pode gerar mais de 6.000 leitões por ano; manejá-lo como investimento, e não como custo, é decisão econômica.

ESTUDO DE CASO

O macho que não se descarta na primeira coleta ruim

Uma central recebe, em pleno verão, um laudo com queda acentuada de motilidade e aumento de patologias em um reprodutor antes regular. A reação intuitiva — descartar o animal — ignora a cinética da espermatogênese. Como o ciclo dura cerca de 45 dias e a maturação epididimária prolonga o trânsito celular, o ejaculado avaliado reflete o que ocorreu de quatro a seis semanas antes, provavelmente um pico de calor. O protocolo correto é manter o macho sob observação, corrigir a climatização e reavaliar de três a quatro semanas depois, descartando apenas em casos óbvios de impotência. A latência transforma a paciência diagnóstica em ferramenta técnica: decidir cedo demais elimina reprodutores recuperáveis e mascara a verdadeira causa, que é ambiental.

MÓDULO 03

CAMADA 03 • A FÊMEA

A leitoa decide a vida produtiva

O modo como a fêmea de reposição é desenvolvida nos primeiros meses determina quantos partos ela entregará — e a decisão é quase irreversível.

O trato reprodutor da porca tem particularidades que orientam todo o manejo. Os ovários, situados na região sub-lombar, abrigam folículos em diferentes estágios e sustentam uma alta taxa de ovulação, de 18 a 30 folículos. O útero é **bicorne**, com cornos longos de 1 a 1,5 metro cada, especializado para a gestação múltipla; o cérvix, de 15 a 20 cm, tem lúmen com pregas interdigitais em saca-rolha, complementares à glândula peniana — desenho que facilita o travamento na monta natural e dificulta a passagem do cateter na inseminação pós-cervical. A **janela ótima de inseminação** situa-se cerca de 12 horas antes da ovulação; como a ovulação ocorre nos dois terços finais do estro, isso significa inseminar de 24 a 28 horas após o início do cio em porcas e de 0 a 12 horas em leitoas, que têm estros mais curtos.

A endocrinologia do ciclo organiza-se em torno de hormônios bem definidos: o **GnRH** pulsátil estimula FSH e LH; o FSH recruta folículos; o **estradiol** folicular dispara o comportamento de cio e o pico ovulatório de LH; o LH desencadeia a ovulação de 36 a 40 horas depois; a **progesterona** do corpo lúteo mantém a gestação; e a prostaglandina F2 α , liberada pelo endométrio por volta dos dias 12 a 14 se a fêmea estiver vazia, promove a lise do corpo

lúteo e o retorno ao cio. O reconhecimento materno da gestação no suíno é singular: é o *embrião* que sinaliza sua presença, produzindo estradiol entre os dias 11 e 13, o que bloqueia a luteólise. Por isso, a exposição inadvertida a zearalenona ou fitoestrógenos pode mimetizar esse sinal e gerar pseudoprenhez.

A gestação segue um cronograma preciso. Os blastocistos migram pelo útero entre os dias 6 e 12, a implantação ocorre entre os dias 12 e 18 — período de máxima sensibilidade ao estresse — e a placenta, do tipo *epiteliocorial difusa*, não permite a passagem de imunoglobulinas maternas ao feto, o que torna o colostro insubstituível. A gestação dura 114 dias, a regra dos três meses, três semanas e três dias, e o crescimento fetal é exponencial: o terço final concentra mais de 60% do peso total. Daí os pontos críticos de manejo: não movimentar nem agrupar fêmeas nos primeiros cinco a sete dias após a inseminação, manter ambiente estável entre os dias 12 e 18, completar as vacinações estratégicas antes da cobertura e confirmar a gestação por ultrassom entre 19 e 21 dias.

A **leitoa de reposição** representa de 18 a 20% do plantel, e seu desenvolvimento determina a longevidade reprodutiva de todo o rebanho. O fundamento científico, consolidado por estudos clássicos e revisões recentes, é direto: leitoas cobertas no primeiro cio têm produtividade vitalícia menor, enquanto a cobertura no segundo ou terceiro cio garante reservas corporais adequadas para mantê-las produtivas por quatro ou mais partos. Fêmeas servidas com peso abaixo de 130 kg ou acima de 173 kg apresentam maior taxa de descarte precoce e menor número de leitões nascidos na vida produtiva. O estímulo da puberdade exige exposição diária ao cachaço maduro a partir de 160 a 170 dias de idade, com a meta, no momento da inseminação, de escore de condição corporal 3 e P2 entre 16 e 19 mm.



Janela de 12 horas

A inseminação ideal ocorre cerca de 12 horas antes da ovulação; em leitoas, de estro curto, a margem de erro é ainda menor.



Sinal embrionário

No suíno é o embrião que sinaliza a gestação, produzindo estradiol entre os dias 11 e 13 — mecanismo vulnerável a micotoxinas estrogênicas.



Peso ao serviço

Leitoas cobertas abaixo de 130 kg ou acima de 173 kg apresentam mais descarte precoce e menor produção vitalícia.



Cobrir no segundo cio

A cobertura no segundo ou terceiro cio garante reservas corporais para manter a fêmea produtiva por quatro ou mais partos.

ESTUDO DE CASO

A leitoa coberta cedo demais

A pressa em colocar a leitoa em produção é uma armadilha econômica frequente. Cobrir a fêmea já no primeiro cio adianta o início do retorno, mas o faz às custas da longevidade: sem reservas corporais consolidadas, ela tende a perder peso excessivo na primeira lactação, atrasa o cio seguinte e é descartada precocemente. A literatura é consistente ao indicar a cobertura no segundo ou terceiro cio, com peso entre 130 e 173 kg, escore de condição corporal 3 e P2 entre 16 e 19 mm. O caso é exemplar porque mostra uma decisão tomada uma única vez, no início da vida reprodutiva, repercutindo por quatro partos ou mais — e ilustra por que o manejo da reposição é investimento, não despesa adiável.

MÓDULO 04

CAMADA 04 · DETECÇÃO DE CIO

O gargalo nº 1 da fertilidade

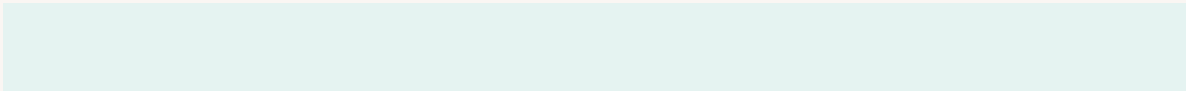
Quando os índices caem, o sêmen é o primeiro acusado — mas a evidência aponta, de forma consistente, para falhas na detecção de cio.

Há um reflexo quase automático na rotina de granja: quando surgem retornos ao cio ou a taxa de parto cai, o sêmen é o primeiro culpado. A literatura, no entanto, mostra de forma consistente que as **falhas na detecção de cio** são a causa principal dos retornos e das fertilizações inadequadas. As razões do desafio são estruturais: a janela ótima é curta, cerca de 12 horas antes da ovulação; a variação individual no intervalo desmame-estro é grande, de três a sete dias; a duração do cio oscila entre 24 e 72 horas; o momento da ovulação dentro do cio varia entre fêmeas; cios silenciosos ou curtos passam despercebidos; e a identificação é subjetiva, dependente de um operador treinado. Reconhecer a detecção como gargalo é o primeiro passo para corrigi-lo.

O **método de referência** combina o contato com um macho rufião e a pressão lombar. O macho deve ser maduro, com mais de 10 meses, porque o estímulo é integral — visão, olfato pela androstenona presente na saliva e na gordura submandibular, audição e tato. O tempo mínimo de exposição é de 30 segundos por fêmea, com pressão lombar simultânea aplicada pelo operador; a frequência ideal é de 12 em 12 horas, e a mínima aceitável, uma vez ao dia. Os sinais do estro a observar são o **reflexo de imobilidade** — o *standing heat*, sinal cardinal —, a vulva edemaciada e avermelhada, o corrimento mucoso transparente, as orelhas eretas e tensas e a redução do apetite. Nenhum sensor isolado substitui esse conjunto de estímulos.

O **escore de cio** validado pela Topigs Norsvin, em uma escala de 0 a 10, ofereceu uma das descobertas mais práticas do campo. Fêmeas em escore 10 inseminadas uma única vez tiveram taxa de parto e tamanho de leitegada estatisticamente iguais aos de fêmeas em escore 6 a 8 inseminadas duas ou três vezes. A conclusão é direta: a *precisão da detecção* pode substituir o "seguro" das doses múltiplas, com economia significativa de sêmen. A cinética reforça o raciocínio: a ovulação ocorre em torno de dois terços do estro, e como o ovócito é viável por cerca de oito horas e os espermatozoides precisam de quatro a seis horas para capacitação, a janela ideal é inseminar entre 24 e 30 horas após o início do cio. Em leitoas, o limite é de duas inseminações por cio.

Um conjunto de **tecnologias auxiliares** vem ampliando o repertório de detecção. Revisões recentes (*Animals*, 2024; *Sensors*, 2025) descrevem pesquisas avançadas em impedância vaginal, com sensores que captam mudanças bioelétricas pré-ovulatórias; em acelerômetros e monitoramento de atividade; em análise comportamental por visão computacional e inteligência artificial, capaz de detectar automaticamente o reflexo de imobilidade; em termografia infravermelha da vulva; e em biomarcadores na saliva e na urina. A inseminação em tempo fixo, com agonistas de GnRH como a triptorelina, promete reduzir a dependência da detecção. Para o momento, porém, o padrão-ouro continua sendo o método clássico — macho mais pressão lombar —, com auxílio crescente, e não substituição, dessas ferramentas.



A janela curta

A inseminação ideal cobre apenas algumas horas;aios silenciosos ou curtos passam despercebidos sem rotina rigorosa de detecção.



O macho rufião

O contato com cachaço maduro mobiliza visão, olfato, audição e tato; nenhum sensor isolado substitui o estímulo integral do macho.



Escore de cio

Fêmeas em escore máximo inseminadas uma única vez igualam as de escore médio inseminadas duas ou três vezes.



Tecnologias auxiliares

Impedância vaginal, visão computacional e inseminação em tempo fixo avançam, mas hoje complementam, e não substituem, o método clássico.

ESTUDO DE CASO

A economia de sêmen pela precisão da detecção

Durante anos, a inseminação dupla ou tripla por cio funcionou como apólice de seguro contra a incerteza da detecção. O escore de cio da Topigs Norsvin mostrou que esse seguro tem alternativa. Quando a fêmea atinge o escore máximo, com reflexo de imobilidade pleno, uma única inseminação no momento certo entrega taxa de parto e tamanho de leitegada equivalentes aos de duas ou três doses aplicadas em fêmeas de escore intermediário. O ganho é duplo: menos doses consumidas, o que reduz custo e amplia a pressão de seleção sobre os machos, e uma equipe forçada a aperfeiçoar a leitura do cio. O caso mostra que investir em treinamento de detecção tem retorno direto e mensurável no estoque de sêmen.

AULA AO VIVO · VAGAS LIMITADAS

Quer dominar a reprodução de suínos com quem é referência na área? Garanta sua vaga gratuita.

[Garantir minha vaga →](#)

MÓDULO 05

CAMADA 05 · INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL

Cervical e pós-cervical, a decisão técnica

A escolha entre depositar o sêmen no cérvix ou no útero não é estética – redefine dose, rendimento da central e resultado em clima quente.

Mais de 94% das fêmeas suínas no Brasil são inseminadas artificialmente, e o sêmen é produzido em cerca de 52 Centrais de Coleta e Processamento de Sêmen Suíno distribuídas pelo território, em modelos comerciais que vão da venda independente à integração vertical

com a agroindústria. Duas técnicas dividem a rotina. A **inseminação cervical** deposita o sêmen no canal cervical, e a fêmea o conduz ao útero por contrações estimuladas pela presença do macho. A **inseminação pós-cervical** emprega um cateter intrauterino que ultrapassa o cérvix e deposita o sêmen no corpo uterino, o que permite reduzir a dose. A diferença entre os dois pontos de deposição não é detalhe operacional: ela redefine o consumo de sêmen, o rendimento da central e o desempenho em condições adversas.

As **evidências científicas** sintetizadas por meta-análises de 2024 e 2025 desenham um quadro claro. A taxa de parto da pós-cervical é igual ou levemente superior à da cervical quando bem executada, com estudos relatando faixas de 88 a 94% contra 82 a 88%; o tamanho da leitegada é equivalente ou superior mesmo com dose reduzida; o refluxo seminal é significativamente menor, conforme demonstrado já em 2012; e a eficiência da central aumenta, pois a pós-cervical permite dobrar o número de doses por ejaculado, o que amplia a pressão de seleção sobre os machos. Em regiões subtropicais e em estações quentes, a pós-cervical mantém a fertilidade mesmo sob estresse térmico, enquanto a cervical cai de forma significativa — vantagem decisiva para o clima brasileiro.

As **limitações** exigem atenção. Em leitoas, a passagem do cateter intrauterino é mais difícil, porque o cérvix é menor e mais resistente, com taxas de inserção bem-sucedida de 70 a 85%, contra cerca de 98% em porcas; manobras forçadas geram risco de lesão cervical e sangramento, e casos com sangramento ou supuração pós-inseminação associam-se a aumento de retornos e abortos. Os procedimentos têm pontos críticos próprios. Na cervical, o macho deve permanecer à frente da fêmea durante todo o ato, a pipeta é introduzida em ângulo de 45° até o engate cervical e o sêmen flui por sucção lenta, sem pressão. Na pós-cervical, a higienização vulvar é ainda mais crítica, o macho é retirado e se aguarda cerca de 10 minutos para o relaxamento cervical, e o cateter nunca deve ser forçado.

A **higiene e a biossegurança** no momento da inseminação reduzem a contaminação ascendente: lavagem dos lábios vulvares com material descartável, sêmen que não escorre pela mão do operador, uma luva por fêmea, pipetas e cateteres descartáveis ou rigorosamente esterilizados, sala de conservação separada da baia e monitoramento bacteriológico periódico. Há ainda uma controvérsia técnica viva. A prática brasileira in-semina com doses de machos diferentes em inseminações sequenciais, enquanto vários países usam a *dose heterospermica*, mistura de sêmen de dois ou três machos. A literatura sugere que a heteroespermia pode aumentar marginalmente o tamanho da leitegada em algumas condições, mas a perda de rastreabilidade genética e a dificuldade de avaliar a fertilidade individual mantêm o tema em debate.



Cervical (CAI)

Técnica universal: a pipeta engata no cérvix e a fêmea suga o sêmen por contrações estimuladas pelo macho, mantido à frente.



Pós-cervical (PCAI)

O cateter ultrapassa o cérvix e deposita o sêmen no corpo uterino, reduzindo dose e refluxo e dobrando o rendimento da central.



Vantagem no calor

Em clima quente, a pós-cervical bem executada mantém a fertilidade enquanto a técnica cervical cai de forma significativa.



Sinais de alerta

Sangramento ou supuração na inserção do cateter indicam lesão ou inflamação e associam-se a mais retornos e abortos.

ESTUDO DE CASO

A leitoa e o cateter que não passa

A pós-cervical é hoje o padrão em boa parte das granjas tecnificadas, mas a leitoa impõe um limite anatômico que nenhuma pressa resolve. Seu cérvix é menor e mais resistente, e a taxa de inserção bem-sucedida do cateter fica entre 70 e 85%, contra cerca de 98% nas porcas. O erro recorrente é forçar a manobra: a resistência intensa pode indicar fêmea ainda não plenamente em cio, e o sangramento ou a supuração resultantes associam-se a aumento de retornos e abortos. O protocolo correto é não insistir — se o cateter não passa em poucos segundos, segue-se para a próxima fêmea e retorna-se depois, ou recorre-se à técnica cervical. Reconhecer o limite, e não vencê-lo à força, é o que protege a fertilidade futura da leitoa.

MÓDULO 06

CAMADA 06 • DOSE DE SÊMEN

A cadeia de temperatura como ponto crítico

Entre a central e a fêmea, a dose de sêmen percorre uma cadeia frágil em que a estabilidade térmica importa mais do que a temperatura exata.

Os **diluentes seminais** cumprem uma função tríplex: nutrir os espermatozoides com energia, protegê-los do choque térmico por meio de tampões e crioprotetores e controlar a microbiota com antimicrobianos. As formulações contêm antibióticos como gentamicina, cefotiofur e amicacina em concentrações específicas, e os diluentes mais recentes incorporam partículas biocidas que aumentam a permeabilidade da membrana bacteriana sem afetar os espermatozoides. A escolha do diluente, longe de ser detalhe de catálogo, deve responder ao perfil de contaminação local e ao tempo de estocagem previsto. É o diluente que define quantos dias a dose permanece viável e com que segurança sanitária ela chega à fêmea — uma decisão técnica que precede toda a logística posterior.

A **cadeia de temperatura** é o ponto mais crítico do manejo da dose. A faixa ideal de armazenamento é de 15 a 18 °C, e os desvios causam danos progressivos. O pior cenário não é um único desvio, e sim os ciclos de aquece-resfria-aquece: a literatura mostra que oscilações repetidas de cerca de 5 °C são mais lesivas do que um desvio prolongado isolado. Por isso vale o princípio de que a *estabilidade térmica* importa mais do que a temperatura absoluta exata. Na prática, isso exige conservadora dedicada com termostato calibrado e termômetro

externo independente, aferição da temperatura na chegada das doses, disciplina para não abrir a conservadora sem necessidade, ausência de agitação contínua e homogeneização suave, por inversão delicada, antes do uso.

O **transporte** reúne riscos próprios — variação térmica por caixas inadequadas ou exposição ao sol, vibração que danifica especialmente quando há ar no tubo, por efeito de cavitação, e tempo de trânsito, que deve ser limitado a 24 horas sempre que possível. A **avaliação da qualidade** espermática começa pelos parâmetros macroscópicos — volume de 150 a 450 mL por ejaculado, aparência leitosa, odor característico — e segue pelos microscópicos: motilidade total com meta igual ou superior a 70%, motilidade progressiva acima de 60%, concentração de 200 a 400 milhões por mililitro e morfologia com pelo menos 80% de células normais. Métodos avançados refinam o diagnóstico — o CASA analisa centenas de parâmetros de cinética, a citometria de fluxo avalia membrana, mitocôndria e fragmentação de DNA, e o HOS-Test testa a integridade funcional da membrana.

A **contaminação bacteriana** é o principal desafio sanitário das doses. Estudos brasileiros recentes identificam fatores de risco bem definidos: a soltura da glândula peniana durante a coleta, que é a causa mais comum, a higiene inadequada do prepúcio, a presença de tampão prepucial volumoso, a mão contaminada do coletor e o sêmen que escorre pela mão antes de entrar no copo coletor. O impacto é mensurável — doses com mais de 1.000 unidades formadoras de colônia por mililitro perdem motilidade ao longo da estocagem, aumentam a aglutinação e reduzem a taxa de parto. As boas práticas de controle são igualmente concretas: lavagem do prepúcio, drenagem do líquido prepucial, troca de luva entre a higienização e a coleta, sêmen escorrendo fora da mão e monitoramento bacteriológico periódico.



15 a 18 °C

A faixa ideal de conservação é estreita; o que mais lesa o espermatozoide é a oscilação repetida, não o valor absoluto.



Transporte de risco

Variação térmica e vibração danificam a dose; o trânsito deve ser limitado a 24 horas e monitorado por data-logger.



Avaliação em camadas

Volume, motilidade, concentração e morfologia formam a triagem; CASA e citometria de fluxo refinam o diagnóstico.



Contaminação bacteriana

Acima de mil UFC por mililitro, a dose perde motilidade e reduz a taxa de parto; a higiene da coleta é a primeira barreira.

ESTUDO DE CASO

O agitador que reduzia a validade da dose

Por muito tempo, as conservadoras com agitação contínua foram consideradas boa prática, sob a justificativa de manter a dose homogênea. Estudos recentes inverteram essa leitura. A agitação permanente aumenta o metabolismo espermático, consome reservas energéticas mais rápido e reduz a validade da dose — um custo silencioso, invisível em qualquer inspeção visual. A recomendação atual é abandonar os agitadores e adotar a homogeneização pontual, por inversão suave três a quatro vezes imediatamente antes do uso. O caso ilustra um padrão recorrente no manejo do sêmen: práticas consolidadas pela tradição cedem lugar a protocolos validados por evidência, e a estabilidade — térmica e mecânica — revela-se mais importante do que a intervenção constante que parecia cuidado.

MÓDULO 07

CAMADA 07 • BIOTECNOLOGIAS

Da sincronização à edição gênica

As biotecnologias reprodutivas formam uma pirâmide — da inseminação cervical, universal, à edição gênica, fronteira que já chegou ao mercado.

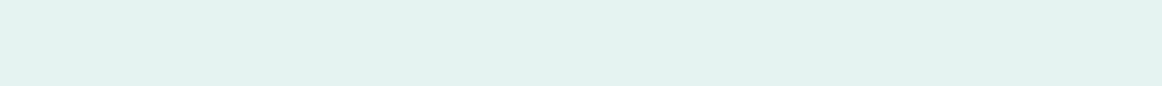
As biotecnologias reprodutivas em suínos organizam-se em uma **pirâmide** de complexidade e investimento crescentes: na base, a inseminação cervical, universal; acima, a pós-cervical, já consolidada; depois, a sincronização hormonal de cio, a inseminação intrauterina profunda, o diagnóstico ultrassonográfico, o sêmen sexado em desenvolvimento, o sêmen congelado de uso pontual, a transferência de embriões, a fertilização in vitro e, no topo, a clonagem e a edição gênica. A **sincronização** tem no altrenogest, um progestágeno oral administrado via alimento por 14 a 18 dias, sua ferramenta mais difundida: ele bloqueia o ciclo durante a administração e, após a retirada, 85 a 95% das fêmeas entram em cio em quatro a sete dias. eCG e hCG, isolados ou combinados, completam o arsenal para o anestro pós-desmame e para leitoas que não ciclam.

A **ultrassonografia transabdominal portátil** é a tecnologia mais transformadora dos últimos anos no diagnóstico reprodutivo. Equipamentos modernos, leves e à prova d'água, com autonomia de várias horas, levaram o exame para o campo, nas mãos de médicos veterinários e técnicos treinados. Além do diagnóstico de prenhez, o ultrassom detecta cistos ovarianos, identifica piometra e endometrite, distingue o retorno cíclico do irregular e caracteriza a causa real de descartes reprodutivos. Há ainda a **ultrassonografia testicular**: estudos brasileiros recentes mostram que, em cachacos jovens, a ecogenicidade do parênquima testicular permite prever a produção espermática futura, e sistemas comerciais já usam inteligência artificial para automatizar essa análise — uma triagem precoce de candidatos a reprodutor.

Outras biotecnologias ocupam nichos específicos. A **inseminação intrauterina profunda** usa um cateter de cerca de 1,8 metro que deposita o sêmen no terço médio de um corno uterino, permitindo reduzir a dose a valores mínimos, mas exige mais habilidade e tempo. O **sêmen sexado**, consolidado em bovinos, ainda enfrenta em suínos o obstáculo do grande volume de espermatozoides necessário por dose, embora resultados em pós-cervical e em inseminação profunda sejam promissores. O **sêmen congelado** tem uso pontual no Brasil — importação de genética, conservação de linhagens, biossegurança em surtos —, limitado pela menor sobrevivência pós-descongelamento, de 40 a 50%, contra cerca de 70% em bovinos, e por leitegadas reduzidas em um a três leitões.

A fronteira é a **edição gênica**. A tecnologia CRISPR/Cas9 permite alterações precisas no genoma suíno, e o marco histórico veio em abril de 2025, quando o FDA, nos Estados Unidos, aprovou comercialmente o primeiro suíno geneticamente editado para alimentação humana — desenvolvido pela PIC/Genus, com deleção do exon 7 do gene CD163, que confere resistência ao vírus da síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos. O alcance econômico é enorme: o PRRS causa perdas anuais estimadas em US\$ 1,2 bilhão apenas nos Estados Unidos, e a resistência genética elimina a necessidade de programas vacinais contra a doença. O lançamento comercial efetivo está previsto para 2026, e o Brasil ainda discute o marco regulatório que definirá quando e como a tecnologia chegará à sua cadeia produtiva.





Pirâmide de biotecnologias

Da inseminação cervical universal à edição gênica de fronteira, cada degrau exige mais investimento e habilidade técnica.



Ultrassom portátil

Equipamentos leves e robustos levaram o diagnóstico de prenhez, cistos e piometra para a rotina de campo.



Sincronização hormonal

Altrenogest, eCG e hCG organizam lotes e tratam anestro, viabilizando o manejo em bandas e a logística da granja.



Edição gênica no mercado

Em 2025, o suíno editado resistente ao PRRSV foi aprovado nos Estados Unidos, anunciando uma nova era para a sanidade reprodutiva.

ESTUDO DE CASO

O ultrassom que antecipa o futuro reprodutor

Selecionar machos para a central sempre dependeu de avaliar a qualidade do ejaculado, o que só é possível depois que o cachaço atinge a maturidade. A ultrassonografia testicular alterou essa lógica. Estudos brasileiros, conduzidos por instituições como a Universidade de Passo Fundo e a Embrapa, demonstram que, já em cachacos jovens, a ecogenicidade do parênquima testicular se correlaciona com a produção espermática futura. Sistemas comerciais incorporam inteligência artificial para padronizar a leitura das imagens, viabilizando uma triagem precoce: descartam-se candidatos com sinais de degeneração testicular subclínica antes do investimento em alimentação, alojamento e treinamento. O caso mostra a biotecnologia deslocando a decisão de seleção para mais cedo na vida do animal, com ganho econômico direto para a central.

MÓDULO 08

CAMADA 08 • DIAGNÓSTICO E AUDITORIA

O descarte que esconde o problema real

Quando quatro em cada cinco descartes "reprodutivos" não se confirmam, a granja está corrigindo o sintoma errado — e o problema real permanece.

A taxa anual de descarte de matrizes em granjas comerciais situa-se entre 35 e 50%, e de 20 a 35% desses descartes são registrados como de **causa reprodutiva**. A pergunta crítica é quanto esses diagnósticos são precisos. Estudos brasileiros recentes mostraram que apenas cerca de 19% dos descartes por causa reprodutiva tinham diagnóstico confirmado quando os tratos foram avaliados pós-morte. O número é desconcertante: significa que até 80% dos descartes ditos reprodutivos podem estar baseados em diagnósticos equivocados, *mascando* problemas reais de manejo. Auditar descartes deixa de ser exercício acadêmico e passa a ser ferramenta de diagnóstico de granja — porque cada descarte mal classificado é uma falha de processo que continua operando, invisível, sobre o lote seguinte.

Os **métodos de auditoria** são acessíveis. A inspeção pós-mortem, feita no abatedouro quando fêmeas são descartadas, lê o trato reprodutor como um relato: a presença de corpo lúteo confirma que houve ovulação; a presença de embriões ou fetos confirma fertilização; cistos,

endometrite e piometra revelam patologias específicas. Um achado clássico ilustra o método — uma fêmea descartada como "não cíclica", mas com dois corpos lúteos no ovário e útero sem embriões, na verdade ovulou e foi inseminada; algo falhou na fertilização, e o diagnóstico real é provável erro de *timing* da inseminação, não problema da fêmea. A ultrassonografia in vivo oferece a alternativa não-destrutiva, permitindo avaliar fêmeas suspeitas antes mesmo da decisão de descarte.

Os **diagnósticos diferenciais** organizam-se por sintomatologia. O retorno ao cio regular, em torno de 21 dias, aponta falha na fertilização — timing inadequado, qualidade espermática — ou mortalidade embrionária precoce, anterior ao reconhecimento materno. O retorno irregular, não-cíclico, indica perda embrionária ou fetal tardia, com causas que incluem estresse térmico e social, doenças infecciosas e micotoxinas. O anestro pós-desmame remete a escore de condição corporal inadequado, calor, problemas de detecção ou cistos ovarianos. E o aborto deve ser classificado por idade gestacional — precoce, médio ou tardio —, porque a janela em que ocorre é estreita e o leque de agentes e causas a investigar.

Os **cistos ovarianos** merecem destaque: são a patologia reprodutiva mais subdiagnosticada da porca. Tratam-se de folículos que não ovularam e seguem crescendo, em apresentações foliculares, luteinizadas ou múltiplas, manifestando-se como anestro, ciclos irregulares, pseudo-cios e sangramento vulvar intermitente. Quando um indicador reprodutivo cai abaixo da meta, a investigação deve ser **sistemática**: coletar dados completos da granja e do histórico recente, auditar o processo de inseminação acompanhando a equipe, avaliar a qualidade do sêmen com laudos e cultura, examinar as fêmeas com escore corporal e ultrassom, e investigar os fatores sanitários, ambientais e nutricionais. É essa sequência ordenada que separa o diagnóstico real da troca de culpado.



Auditar o descarte

Apenas cerca de 19% dos descartes ditos reprodutivos se confirmam pós-morte; sem auditoria, corrige-se o problema errado.



Pós-morte revelador

O corpo lúteo confirma ovulação e os embriões confirmam fertilização; o trato reprodutor conta a história que o registro não conta.

Diagnóstico diferencial

Retorno regular aponta falha de fertilização; retorno irregular aponta perda tardia; cada padrão direciona a investigação.



Cistos ovarianos

É a patologia reprodutiva mais subdiagnosticada da porca; o ultrassom a distingue do corpo lúteo e muda a conduta.

ESTUDO DE CASO

A fêmea descartada por engano

Uma matriz é registrada como "não cíclica" e enviada ao descarte, com o diagnóstico de problema reprodutivo da fêmea. A inspeção do trato no abatedouro conta outra história: dois corpos lúteos no ovário e útero sem qualquer embrião. A leitura é inequívoca — a fêmea ovulou normalmente e foi inseminada, mas a fertilização não vingou. O problema não estava nela, e sim no *timing* da inseminação ou na qualidade da dose. Se a granja tivesse aceitado o registro original, continuaria descartando fêmeas saudáveis enquanto a verdadeira falha — de detecção de cio ou de manejo de sêmen — seguiria intacta, repetindo-se no lote seguinte. O caso resume o módulo: sem auditoria pós-morte, a granja troca de culpado em vez de resolver a causa.

Pronto para transformar conhecimento técnico em resultado de plantel? Conheça a pós-graduação em Reprodução de Suínos do PPGVET.

Garantir minha vaga →

MÓDULO 09

CAMADA 09 • FATORES DE RISCO

Calor, micotoxinas e o que rouba leitegadas

A maioria das quedas de fertilidade não vem de uma doença exótica, mas de quatro fatores ambientais e nutricionais conhecidos e mensuráveis.

O **estresse térmico** compromete a fêmea e o macho por vias distintas. Acima do limite de conforto, a porca reduz a ingestão alimentar — perda que pode chegar a 40% na lactação —, aumenta a mortalidade embrionária precoce e os natimortos, diminui a produção de colostro e leite, prolonga o intervalo desmame-cio e apresenta cios mais curtos e menos evidentes. No macho, como visto no Módulo 02, o calor derruba motilidade e concentração, eleva a fragmentação de DNA e reduz testosterona e libido, com a particularidade de uma latência de quatro a seis semanas até os efeitos aparecerem. A mitigação combina climatização das maternidades e centrais, ventilação adequada, sistemas de resfriamento por aspersão, suplementação de antioxidantes, ajuste dos horários de manejo e seleção de genética adaptada ao calor.

As **micotoxinas** têm na zearalenona o principal vilão reprodutivo. Produzida por fungos do gênero *Fusarium*, ela exerce ação estrogênica, mimetizando o estradiol. Em leitoas imaturas, provoca edema e hiperemia vulvar, atividade estral aparente e, em casos severos, prolapso vaginal ou retal; em fêmeas em reprodução, causa cios anormais, anestro, pseudopreñez, atrofia ovariana, redução do tamanho da leitegada e aumento de natimortos; em machos, reduz a libido e leva à atrofia testicular. Outras micotoxinas somam-se ao quadro — o deoxinivalenol reduz a ingestão alimentar, as aflatoxinas são hepatotóxicas e imunossupressoras, a ocratoxina A é nefrotóxica. O controle exige análise rotineira de matérias-primas,

respeito aos limites máximos, uso de adsorventes e atenção redobrada ao fim da safra de milho.

As **doenças infecciosas** com impacto reprodutivo formam um grupo que o profissional deve reconhecer de imediato. O PRRS, vírus de RNA com alta capacidade de mutação, causa abortos no terço final, natimortos e leitões fracos; o Brasil é oficialmente livre, mas o impacto de uma introdução seria catastrófico. A parvovirose suína provoca abortos no terço médio e mumificados de tamanhos diversos — sinal patognomônico —, e exige vacinação obrigatória de todas as fêmeas antes da cobertura. A leptospirose causa abortos e leitões fracos, e a erisipela, abortos esporádicos; a doença de Aujeszky, com estados livres no Sul, é devastadora onde circula. A barreira é a vacinação estratégica pré-cobertura aliada ao controle de roedores e à biossegurança.

A **nutrição** tem na lactação seu ponto mais crítico: a perda excessiva de peso e de condição corporal compromete o ciclo seguinte, com metas de perda de peso abaixo de 10% e perda de P2 abaixo de 3 mm, apoiadas pelo *flushing* pré-cobertura, o aumento do aporte energético entre o desmame e a inseminação. O estresse social ganhou relevância com a transição para baias coletivas, que introduz brigas hierárquicas imunossupressoras e lesões de casco. E as **fêmeas hiperprolíficas**, selecionadas para mais de 16 leitões nascidos por parto, trazem consequências próprias — leitões de baixo peso ao nascimento, partos mais longos, mais natimortos e mortalidade pré-desmame elevada —, exigindo estratégias como o *cross-fostering* e o *split-suckling* para garantir colostro aos menores.



Estresse térmico

Acima do índice de conforto, a fêmea reduz consumo e o macho perde qualidade seminal; o efeito no macho demora semanas a aparecer.



Zearalenona

A micotoxina estrogênica do *Fusarium* mimetiza o estradiol e provoca cios anormais, anestro, pseudoprenhez e atrofia ovariana.



Barreira vacinal

Parvovirose, leptospirose e erisipela exigem vacinação pré-cobertura; mumificados de tamanhos diversos são sinal clássico de parvovírus.



Fêmea hiperprolífica

Leitegadas acima de 16 leitões trazem baixo peso ao nascer e partos longos, exigindo cross-fostering e split-suckling.

ESTUDO DE CASO

O milho da safra nova e o surto de pseudoprenhez

Uma granja registra, semanas após a troca do lote de milho, um conjunto incomum de fêmeas que não retornam ao cio mas tampouco estão gestantes, ao lado de leitoas com vulvas inchadas e cios anormais. O quadro aponta para a zearalenona. Produzida por fungos *Fusarium*, a micotoxina é especialmente abundante em grãos colhidos no fim da safra e em silagens armazenadas por longos períodos, e sua ação estrogênica mimetiza o estradiol, induzindo pseudoprenhez, anestro e sinais estrais falsos. A confirmação vem da análise multimicotoxina das matérias-primas. O caso reforça uma rotina inegociável: a análise dos lotes de milho e soja não é burocracia, é vigilância reprodutiva — e o fim da safra é o período de maior risco.

MÓDULO 10

CAMADA 10 • GESTÃO E INDICADORES

Medir, investigar, corrigir

Sem indicadores confiáveis e um método de investigação, a granja reage a percepções — e percepção, no manejo reprodutivo, costuma apontar o culpado errado.

A gestão reprodutiva começa por **indicadores** bem definidos. Os KPIs essenciais incluem a taxa de parto, o número de leitões nascidos por leitegada, os leitões desmamados por porca por ano, a taxa de retorno ao cio, o intervalo desmame-estro e a taxa de descarte com suas causas. Um dashboard mínimo de granja distingue dois ritmos: indicadores semanais — fêmeas inseminadas, taxa de retorno e de parto por lote, escore de condição corporal ao desmame, mortalidade pré-desmame, doses usadas por fêmea parida — e indicadores mensais — leitões desmamados por porca acumulados em 12 meses, custo por leitão desmamado, taxa de descarte com causas auditadas e desempenho por linhagem. Sem essa instrumentação, a granja não enxerga a tendência; reage apenas ao episódio.

Quando um indicador cai abaixo da meta, vale uma **lógica de investigação** que resista à pressa. O primeiro passo é confirmar o desvio com dados, e não com percepção; em seguida, delimitar no tempo quando o problema começou; depois, buscar correlações, perguntando o que mudou naquele período — nutrição, sêmen, equipe, sanidade, clima. A pesquisa dos fatores deve seguir a ordem de probabilidade, e as mudanças precisam ser implementadas *uma de cada vez*, para que o efeito de cada uma possa ser isolado. Por fim, a reavaliação exige paciência: é preciso respeitar o tempo de resposta de cada variável, lembrando sempre das quatro a seis semanas de latência da espermatogênese. Decidir antes desse prazo é confundir ruído com sinal.

Nenhuma tecnologia compensa uma **equipe** mal preparada. O resultado reprodutivo depende criticamente do fator humano: treinamento contínuo, com reciclagem ao menos anual, mais frequente onde há rotatividade; padronização por procedimentos operacionais escritos para detecção de cio, inseminação, manejo do macho e manuseio da dose; monitoramento de indicadores individuais de cada inseminador; uma cultura de qualidade com incentivos atrelados a resultados; e, sobretudo, comunicação — a equipe precisa entender o *porquê* de cada protocolo. Detecção de cio, técnica de inseminação e manuseio de dose são procedimentos sensíveis à mão de quem os executa, e é a consistência dessa execução, lote após lote, que sustenta os números do painel.

Fecha-se aqui o arco da trilha. A reprodução foi apresentada como o **vértice de uma pirâmide**, e cada módulo detalhou um de seus suportes — a biologia do macho e da fêmea, a detecção de cio, a inseminação, o manejo da dose, as biotecnologias, o diagnóstico, os fatores de risco. O que une todas as camadas é um único método: medir com indicadores confiáveis, investigar com sequência lógica e corrigir uma variável de cada vez. A reprodução continuará sendo o termômetro mais sensível da granja — a primeira função a sinalizar que algum pilar falhou. O profissional preparado não é o que evita todos os problemas, e sim o que sabe ler esse sinal a tempo, rastreá-lo até a causa real e devolver o sistema ao equilíbrio.

KPIs que importam

Taxa de parto, leitões por leitegada, leitões por porca/ano, retorno e intervalo desmame-estro formam o painel mínimo.



Investigar com método

Confirmar o desvio com dados, delimitar no tempo, mudar uma variável de cada vez e reavaliar com paciência.



O fator humano

Nenhuma tecnologia compensa equipe sem treinamento; SOPs, reciclagem anual e indicadores individuais sustentam o resultado.



Auditar a causa

A taxa de descarte só informa quando suas causas são auditadas; sem isso, o número esconde mais do que revela.

ESTUDO DE CASO

A queda de parto que era uma onda de calor

Uma granja registra queda na taxa de parto e, por reflexo, suspeita do sêmen recebido. A investigação sistemática reorganiza o raciocínio. Primeiro, o desvio é confirmado com dados de vários lotes, e não com impressão pontual. Depois, delimita-se o início da queda, que coincide com um período de calor intenso semanas antes. A correlação fica evidente quando se lembra que o estresse térmico atua sobre o macho com latência de quatro a seis semanas: o ejaculado comprometido era consequência, não causa primária. A correção combina climatização da central, ajuste de horários de coleta e reavaliação após o intervalo adequado. O caso encerra a trilha mostrando o método em ação — sem ele, a granja teria trocado de fornecedor de sêmen e mantido o problema.

CAMADA 11 • LINHA DO TEMPO

A reprodução suína em perspectiva

Marcos verificáveis que transformaram a reprodução de suínos de prática empírica em disciplina técnica, regulada e crescentemente biotecnológica.

ANO	EVENTO	IMPLICAÇÃO TÉCNICA / SANITÁRIA
2003	Gadea publica revisão sobre diluentes seminais para IA suína	Consolida a base técnica dos extensores que definem a viabilidade e a segurança sanitária da dose.
2005	Bortolozzo e Wentz publicam obra de referência sobre IA na suinocultura tecnificada	Sistematiza, em português, o protocolo de inseminação artificial para a realidade brasileira.
2008	União Europeia edita a Diretiva 2008/120/EC de proteção de suínos	Estabelece o arcabouço regulatório que levaria à restrição das gaiolas de gestação.

ANO	EVENTO	IMPLICAÇÃO TÉCNICA / SANITÁRIA
2012	Hernández-Caravaca e colaboradores comparam refluxo na IA cervical e pós-cervical	Demonstra a menor perda seminal da pós-cervical, sustentando sua adoção em larga escala.
2013	UE restringe o uso contínuo de gaiolas individuais de gestação	Acelera a transição mundial para sistemas de gestação coletiva.
2016	Knox publica panorama atual da inseminação artificial em suínos; Whitworth e colaboradores obtêm suínos editados resistentes ao PRRSV	Atualiza o estado da arte da IA e inaugura a edição gênica aplicada à sanidade reprodutiva.
2022	Produção mundial de carne suína atinge 124,6 milhões de toneladas	Confirma a escala global do setor e o peso econômico de cada ganho reprodutivo.
2023	Falceto e colaboradores atualizam protocolos de inseminação em tempo fixo com agonistas de GnRH	Aponta o caminho para reduzir a dependência da detecção de cio.
2025	FDA aprova o primeiro suíno geneticamente editado para consumo humano; JBS/Seara conclui transição para gestação coletiva	Marca a chegada da edição gênica ao mercado e o avanço do bem-estar na cadeia.

ANO	EVENTO	IMPLICAÇÃO TÉCNICA / SANITÁRIA
2026	Prazo do compromisso da BRF para eliminar o uso contínuo de gaiolas de gestação; lançamento comercial previsto do suíno resistente ao PRRS	Consolida a gestação coletiva no Brasil e abre a era comercial dos suínos editados.

Linha do tempo com marcos verificáveis da ciência, da regulação e da biotecnologia aplicadas à reprodução suína.

CAMADA 12 • CASOS E PONTOS DE VIRADA

Casos emblemáticos do campo

Três episódios que mostram como biologia, clima e biotecnologia se entrelaçam para redefinir o que é possível na reprodução de suínos.

O suíno editado resistente ao PRRS

A síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos, o PRRS, é uma das doenças mais onerosas da suinocultura mundial, causadora de abortos no terço final, natimortos e leitões fracos, com perdas anuais estimadas em **US\$ 1,2 bilhão** apenas nos Estados Unidos. Em 2016, Whitworth e colaboradores demonstraram que suínos geneticamente editados podiam ser resistentes ao vírus. A linha de pesquisa amadureceu até abril de 2025, quando o FDA aprovou comercialmente o primeiro suíno editado para alimentação humana — desenvolvido pela PIC/Genus, com deleção do exon 7 do gene CD163, a porta de entrada do vírus na célula. O lançamento comercial efetivo está previsto para 2026, pendente de aprovação em mercados-chave de exportação. A resistência genética elimina a necessidade de programas vacinais contra a doença e redefine a relação entre genética e sanidade.

LIÇÃO APRENDIDA – *A edição gênica deixou o laboratório e chegou ao mercado; a sanidade reprodutiva passa a ser, em parte, uma decisão de seleção genética.*

A auditoria que reescreveu o diagnóstico

Entre 20 e 35% das matrizes descartadas em granjas comerciais recebem o rótulo de descarte por causa reprodutiva. Estudos brasileiros recentes submeteram esses diagnósticos a uma prova objetiva: a avaliação do trato reprodutor pós-morte. O resultado foi contundente — apenas cerca de **19% dos descartes** ditos reprodutivos tinham diagnóstico confirmado. Os outros 80%, aproximadamente, haviam sido classificados de forma equivocada, e cada classificação errada escondia um problema real de manejo que continuava operando sobre os lotes seguintes. O caso é instrutivo porque expõe um ponto cego estrutural: a granja acreditava estar corrigindo um problema reprodutivo quando, na maioria das vezes, lidava com falhas de detecção de cio, de timing de inseminação ou de qualidade de dose. A auditoria converteu uma estatística de rotina em ferramenta de diagnóstico.

LIÇÃO APRENDIDA – *Sem verificação pós-morte, a taxa de descarte reprodutivo informa menos sobre as fêmeas do que sobre as falhas de processo da granja.*

O verão tropical e a infertilidade sazonal

Granjas do Centro-Oeste e do Sudeste registram, com regularidade, uma queda de fertilidade entre dezembro e março. A explicação está na biologia do estresse térmico. O cachão tem zona termoneutra estreita, de 20 a 25 °C, e o calor reduz a motilidade, eleva a fragmentação de DNA espermático e diminui a testosterona. O detalhe decisivo é a **latência**: como a espermatogênese dura cerca de 45 dias, os efeitos de um pico de calor só aparecem no ejaculado de quatro a seis semanas depois, e um verão prolongado pode comprometer a fertilidade por oito a dez semanas consecutivas. Na fêmea, o calor reduz o consumo, encurta osaios e aumenta a mortalidade embrionária. O caso ensina a ler o calendário: a queda de março foi escrita em janeiro, e a prevenção — climatização, ventilação, aspersão — precisa anteceder a estação.

LIÇÃO APRENDIDA – *No estresse térmico, causa e efeito são separados por semanas; quem investiga a fertilidade precisa olhar o calendário, não apenas o presente.*

CAMADA 13 · NÚMEROS-ÂNCORA

A dimensão do campo em seis dados

Indicadores que situam a escala, a biologia e o risco econômico da reprodução suína — cada um remetendo a uma fonte verificável.

VALOR	INDICADOR	FONTE
> 94%	Fêmeas suínas inseminadas artificialmente no Brasil A inseminação artificial é a via dominante de cobertura na suinocultura tecnificada nacional.	Dados do setor, suinocultura brasileira

VALOR	INDICADOR	FONTE
124,6 mi t	Produção mundial de carne suína em 2022 Crescimento anual de 1,8%, indicador da escala global do setor.	FAO, 2022
114 dias	Duração da gestação da porca A regra dos três meses, três semanas e três dias, com crescimento fetal exponencial no terço final.	Fisiologia reprodutiva suína
≈ 45 dias	Ciclo completo da espermatogênese no cachaço Define a latência de quatro a seis semanas entre a causa e o efeito na qualidade do ejaculado.	Fisiologia reprodutiva do macho suíno
US\$ 1,2 bi	Perdas anuais atribuídas ao PRRS nos Estados Unidos Estimativa do período de 2016 a 2020, motor econômico da edição gênica de resistência.	Dados de impacto do PRRS, EUA
≈ 19%	Descartes "reprodutivos" confirmados em avaliação pós-morte Indica que a maioria dos diagnósticos de causa reprodutiva pode estar equivocada.	Estudos brasileiros de auditoria de descartes

Cada indicador-âncora remete a uma fonte verificável; valores conceituais aparecem sem número exato quando não há dado confirmado.

Termos técnicos essenciais

Definições objetivas dos conceitos que estruturam a trilha, formuladas para consulta rápida durante a leitura.

Espermatogênese

Processo de formação dos espermatozoides, que no suíno dura cerca de 45 dias somando a fase testicular e a maturação epididimária. Sua duração explica a latência de quatro a seis semanas entre um evento adverso e seu reflexo no ejaculado.

Janela ótima de inseminação

Intervalo curto, situado cerca de 12 horas antes da ovulação, em que a inseminação tem maior probabilidade de fertilização. Corresponde a 24 a 28 horas após o início do cio em porcas e a 0 a 12 horas em leitoas.

Reflexo de imobilidade

Resposta da fêmea em cio que permanece imóvel sob pressão lombar na presença do macho, o *standing heat*. É o sinal cardinal do estro e a base do método clássico de detecção.

Intervalo desmame-estro (IDE)

Tempo decorrido entre o desmame e o retorno ao cio, em geral de três a sete dias. Um IDE prolongado sinaliza problemas de condição corporal, calor, sanidade ou exposição a micotoxinas.

Inseminação artificial pós-cervical (PCAI)

Técnica em que um cateter ultrapassa o cérvix e deposita o sêmen no corpo uterino, permitindo reduzir a dose, diminuir o refluxo e dobrar o número de doses por ejaculado.

Reconhecimento materno da gestação

Mecanismo pelo qual a presença do embrião é sinalizada à mãe. No suíno, o próprio embrião produz estradiol entre os dias 11 e 13, bloqueando a luteólise e mantendo o corpo lúteo.

Escore de condição corporal (ECC) e P2

Avaliações da reserva corporal da fêmea: o ECC usa uma escala visual de 1 a 5 e o P2 mede a espessura de toucinho no dorso. A meta na inseminação é ECC 3 e P2 entre 16 e 19 mm.

Diluyente seminal

Solução adicionada ao ejaculado para nutrir os espermatozoides, protegê-los do choque térmico e controlar a microbiota por meio de antimicrobianos, definindo a viabilidade e a validade da dose.

Fragmentação de DNA espermático

Quebra do material genético do espermatozoide, frequentemente induzida por estresse térmico. Acima de cerca de 6%, compromete a fertilidade mesmo quando a motilidade aparenta normalidade.

Zearalenona

Micotoxina produzida por fungos do gênero *Fusarium*, de ação estrogênica. Mimetiza o estradiol e provoca cios anormais, anestro, pseudoprenhez, atrofia ovariana e redução da leitegada.

Cistos ovarianos

Folículos que não ovularam e seguem crescendo, persistindo por períodos prolongados. São a patologia reprodutiva mais subdiagnosticada da porca e se manifestam como anestro e ciclos irregulares.

Inseminação em tempo fixo (IATF)

Protocolo que usa agonistas de GnRH, como a triptorelina, para programar a ovulação e permitir inseminar em horário predefinido, reduzindo ou eliminando a dependência da detecção de cio.

REFERÊNCIAS

Bibliografia

Vinte referências em norma ABNT NBR 6023, priorizando literatura revisada por pares, obras de referência e revisões recentes do período de 2012 a 2026.

- 01 AUSEJO, R.; MENDOZA, N. et al. Effect of incidents associated to post-cervical artificial insemination on reproductive performance of sows. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 2, 2018.
-

- 02 BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. **Suinocultura em ação**: inseminação artificial na suinocultura tecnicada. [S. l.]: Pallotti, 2005.
-
- 03 BOAR-TO-BOAR variations in quality characteristics of sperm from different ejaculates following freezing–thawing. **Animals**, 2025.
-
- 04 CRISPR technology acts as a dual-purpose tool in pig breeding. [S. l.: s. n.], 2024.
-
- 05 EFFECT of sow body weight at first service on body status and performance during first parity and lifetime. **Animals**, v. 12, n. 23, 2022.
-
- 06 EFFECTS of heat stress on semen quality and reproductive performance of crossbred boars with different maternal origins. **Animals**, v. 16, n. 7, 2026.
-
- 07 EDITORIAL: Mycotoxins in pig feed: health risks, reproductive impacts, and diagnostic innovations. **Frontiers in Veterinary Science**, 2025.
-
- 08 FALCETO, M. V. et al. GnRH agonists: updating fixed-time artificial insemination protocols in sows. **Reproduction in Domestic Animals**, 2023.
-
- 09 GADEA, J. Review: semen extenders used in the artificial insemination of swine. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 2, p. 17-27, 2003.
-
- 10 HERNÁNDEZ-CARAVACA, I. et al. Reproductive performance and backflow study in cervical and post-cervical artificial insemination in sows. **Animal Reproduction Science**, v. 136, n. 1-2, p. 14-22, 2012.
-
- 11 IMPACT of *Fusarium*-derived mycoestrogens on female reproduction: a systematic review. **Toxins**, v. 13, 2021.
-
- 12 KNOX, R. V. Artificial insemination in pigs today. **Theriogenology**, v. 85, n. 1, p. 83-93, 2016.
-
- 13 MASIDE, C. et al. An update on the methods for semen quality evaluation in swine — from farm to the lab. **Animal**, v. 17, n. 3, 2023.
-
- 14 MERCK VETERINARY MANUAL. **Boar management**. [S. l.]: Merck, 2021.
-
- 15 PATTERSON, J. L. et al. The effect of gilt age at first estrus and breeding on third estrus on sow body weight changes and long-term reproductive performance. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 7, p. 2500-2513, 2010.
-
- 16 ROONGSITTHICHAI, A.; TUMMARUK, P. Age and weight at first service of the gilt to improve her lifetime performance. **Veterinary Integrative Sciences**, 2025.
-

- 17 SCHULZE, M.; BORTOLOZZO, F. P. et al. Boar semen assessment for the production of artificial insemination doses. **Methods in Molecular Biology**, v. 2897, 2025.
-
- 18 TECHNOLOGICAL tools and artificial intelligence in estrus detection of sows: a comprehensive review. **Animals**, v. 14, n. 3, 2024.
-
- 19 TUMMARUK, P. et al. Post-cervical artificial insemination with a low sperm dose in gilts and sows improved reproductive performance in subtropical climates. **Scientific Reports**, 2025.
-
- 20 WHITWORTH, K. M. et al. Gene-edited pigs are resistant to porcine reproductive and respiratory syndrome virus. **Nature Biotechnology**, v. 34, p. 20-22, 2016.
-