

REVISÃO COMPARATIVA DO COMPORTAMENTO DE MATRIZES SUÍNAS EM SISTEMAS DE ALOJAMENTOS INDIVIDUAIS E COLETIVOS

COMPARATIVE REVIEW OF THE BEHAVIOR OF SOWS IN INDIVIDUAL AND
GROUP HOUSING SYSTEMS

REVISIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO DE CERDAS EN
SISTEMAS DE ALOJAMIENTO INDIVIDUAL Y GRUPAL

Rodrigo Henrique Risso Aires Alves¹, Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino², Janaína
Paolucci Sales de Lima³

DOI: 10.54899/dcs.v23i88.4786

Recibido: 01/03/2026 | Aceptado: 03/03/2026 | Publicación en línea: 11/03/2026.

RESUMO

A produção moderna de suínos enfrenta o imperativo de equilibrar a eficiência produtiva com a crescente demanda global por um bem-estar animal aprimorado. Este estudo apresenta uma revisão abrangente da literatura de 2015 a 2025, analisando sistematicamente 11 artigos revisados por pares retirados da base de dados *ScienceDirect* que investigam as respostas comportamentais de matrizes suínas em sistemas de alojamento individual versus coletivo. Os resultados indicam que, embora o alojamento individual facilite o manejo nutricional preciso e reduza a agressão física, ele restringe significativamente os comportamentos naturais e prejudica a termorregulação, muitas vezes levando ao estresse crônico. Em contraste, o alojamento coletivo promove a interação social e o movimento irrestrito, mas introduz desafios relacionados a conflitos hierárquicos, que podem ser mitigados por meio de inovações tecnológicas, como nutrição de precisão e inteligência artificial. Além disso, no âmbito do framework *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD), a revisão destaca que o estresse materno impacta negativamente o desenvolvimento fetal e a saúde da prole. As evidências sugerem que a transição para o alojamento coletivo é uma tendência inevitável; no entanto, a integração de tecnologias avançadas é fundamental para garantir que a sustentabilidade econômica não ocorra à custa de considerações éticas e do bem-estar animal.

Palavras-chave: Dinâmica Comportamental. Eficiência de Produção. Bem-estar. Alojamento.

¹ Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, Amazonas, Brasil.
E-mail: rodrigo.aires@ufam.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4257-6326>

² Pós-Doutora em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, Amazonas, Brasil.
E-mail: julianekayse@ufam.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2312-4810>

³ Pós-Doutora em Zootecnia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: paolucci@ufam.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3771-3891>

ABSTRACT

Modern swine production faces the imperative to balance productive efficiency with the escalating global demand for enhanced animal welfare. This study presents a comprehensive review of the literature from 2015 to 2025, systematically analyzing 11 peer-reviewed articles retrieved from the ScienceDirect database that examine the behavioral responses of sows in individual versus collective housing systems. Findings indicate that while individual housing facilitates precise nutritional management and reduces physical aggression, it significantly restricts natural behaviors and hampers thermoregulation, often leading to chronic stress. In contrast, group housing fosters social interaction and unrestricted movement but introduces challenges related to hierarchical conflicts, which can be mitigated through technological innovations such as precision nutrition and artificial intelligence. Additionally, within the framework of the Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD), the review underscores that maternal stress adversely impacts fetal development and offspring health. The evidence suggests that transitioning towards collective housing is an inevitable trend; however, integrating advanced technologies is critical to ensuring that economic sustainability does not come at the expense of ethical considerations and animal welfare.

Keywords: Behavioral Dynamics. Production Efficiency. Animal Welfare. Housing Systems.

RESUMEN

La producción moderna de porcinos enfrenta la imperativa de equilibrar la eficiencia productiva con la creciente demanda global de mejorar el bienestar animal. Este estudio presenta una revisión exhaustiva de la literatura desde 2015 hasta 2025, analizando sistemáticamente 11 artículos revisados por pares extraídos de la base de datos *ScienceDirect* que examinan las respuestas conductuales de las cerdas en sistemas de alojamiento individual versus colectivo. Los hallazgos indican que, si bien el alojamiento individual facilita una gestión nutricional precisa y reduce la agresión física, limita significativamente los comportamientos naturales y dificulta la termorregulación, lo que a menudo conduce a un estrés crónico. En contraste, el alojamiento grupal fomenta la interacción social y el movimiento sin restricciones, pero introduce desafíos relacionados con conflictos jerárquicos, los cuales pueden mitigarse mediante innovaciones tecnológicas como la nutrición de precisión y la inteligencia artificial. Además, dentro del marco *Developmental Origins of Health and Disease* (DOHaD), la revisión enfatiza que el estrés materno impacta negativamente en el desarrollo fetal y la salud de la descendencia. La evidencia sugiere que la transición hacia el alojamiento colectivo es una tendencia inevitable; sin embargo, la integración de tecnologías avanzadas es fundamental para garantizar que la sostenibilidad económica no se logre a costa de consideraciones éticas y del bienestar animal.

Palabras clave: Dinámica Comportamental. Eficiencia de Producción. Bienestar Animal. Alojamiento.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A suinocultura global representa um pilar econômico e nutricional estratégico para a segurança alimentar, exercendo implicações diretas na pecuária mundial. O Brasil consolidou sua posição como o quarto maior produtor e exportador do mundo ao gerenciar um plantel de aproximadamente 2,4 milhões de matrizes. Segundo dados da ABPA (2025) e projeções de Knox (2024), a forte demanda da China, que detém quase metade da produção global, é o principal motor para a expansão tecnológica das granjas brasileiras.

A modernização do setor no Brasil envolve a adoção de instalações tecnologicamente avançadas, regimes nutricionais de alta precisão e melhorias genéticas constantes. Santos (2025) e Gaillard et al. (2020) ressaltam que o foco atual da indústria é maximizar a produtividade mantendo o equilíbrio ético com o bem-estar animal. Essa evolução busca sustentar um mercado interno robusto, onde o consumo de carne suína já ultrapassa a marca de 20 kg *per capita*.

O domínio dos sistemas de baias ou gaiolas individuais na suinocultura intensiva é principalmente justificado pela conveniência operacional e pela proteção física dos animais. No entanto, essa abordagem apresenta limitações significativas, especialmente a restrição de comportamentos naturais e os impactos negativos associados à saúde e ao bem-estar psicológico (Pellenz et al., 2021). Em contrapartida, modelos de manejo alternativos, como o alojamento coletivo e o Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL), surgiram para preencher essas lacunas. Estes sistemas facilitam interações sociais e permitem a expressão de comportamentos inatos, incluindo a construção de ninhos e a exploração (Cunha et al., 2023). Apesar dessas vantagens, permanecem desafios na adoção de modelos de alojamento aberto, especialmente no que diz respeito à adaptação da infraestrutura, viabilidade econômica e manutenção dos padrões sanitários, consolidados pelo confinamento restritivo (Silva, 2025).

O estudo analisa os paradigmas de alojamento individual e coletivo na suinocultura. O sistema individual prioriza o controle nutricional e a segurança física, mas impõe isolamento e restrição motora. Pellenz et al. (2021) e Santos (2025) argumentam que essas limitações físicas impactam negativamente o bem-estar psicológico e a expressão de comportamentos naturais das matrizes.

Em contrapartida, o modelo coletivo resgata a complexidade social e a liberdade comportamental. Silva (2025) e Santos (2025) destacam que a análise deve transcender métricas produtivas tradicionais, focando em como a arquitetura do sistema molda a qualidade de vida

animal. A transição para modelos abertos busca conciliar a expressão inata da espécie com a sustentabilidade econômica da atividade.

O estudo analisa os paradigmas de alojamento individual e coletivo na suinocultura. O sistema individual prioriza o controle nutricional e a segurança física, mas impõe isolamento e restrição motora. Pellenz et al. (2021) e Santos (2025) argumentam que essas limitações físicas impactam negativamente o bem-estar psicológico e a expressão de comportamentos naturais das matrizes.

Em contrapartida, o modelo coletivo resgata a complexidade social e a liberdade comportamental. Silva (2025) e Santos (2025) destacam que a análise deve transcender métricas produtivas tradicionais, focando em como a arquitetura do sistema molda a qualidade de vida animal. A transição para modelos abertos busca conciliar a expressão inata da espécie com a sustentabilidade econômica da atividade.

Partindo dessa premissa, a hipótese deste estudo é de que o alojamento coletivo, apesar dos desafios inerentes à hierarquia social e ao manejo, oferece um nível superior de bem-estar para as matrizes, ao possibilitar comportamentos naturais e reduzir as estereotípias associadas ao confinamento. Assim, o objetivo principal desta revisão é analisar, por meio de um levantamento bibliográfico abrangente dos últimos 10 anos, os impactos comportamentais dos sistemas de alojamento em matrizes no contexto da produção de suínos no Brasil. Essa análise visa fornecer subsídios para práticas que otimizem o bem-estar das porcas sem comprometer a sustentabilidade econômica.

METODOLOGIA

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados *Science Direct*, sendo aplicado o filtro de período de publicação entre 2015 e 2025.

Na etapa subsequente, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão nos resumos das publicações, para posterior análise. Na inclusão foram consideradas pesquisas científicas que avaliaram o comportamento e o bem-estar de matrizes suínas, comparando os sistemas de alojamento individual (bairas ou gaiolas) e coletivo (bairas ou SISCAL) durante a fase de gestação, abordando indicadores etológicos, agressividade e desempenho reprodutivo, considerados apenas estudos originais controlados e publicados em inglês. Em contrapartida, foram excluídos estudos que não focaram na fase de gestação, não realizavam comparativo entre os sistemas de

alojamento, não abordavam indicadores comportamentais ou não descreviam claramente o manejo utilizado.

A extração de dados relevantes foi realizada por meio de formulário padronizado, registrando informações como título, ano, autores e delineamento experimental. A análise comparativa dos resultados e a identificação dos fatores que influenciam o bem-estar das fêmeas foram realizadas considerando as particularidades de cada sistema de alojamento. A síntese dos dados foi apresentada de forma narrativa, com discussão das implicações para a suinocultura industrial e a adequação às normas de bem-estar, a partir da leitura crítica das publicações elegíveis.

Figura 1: Estratégia da busca bibliográfica para a revisão sistemática



Fonte: Autores, 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da metodologia e das palavras-chave nas bases de dados escolhida resultou inicialmente em 1.183 trabalhos. Após as etapas de refinamento e triagem, chegou-se a um conjunto preliminar de 29 artigos. Deste total, após análise de escopo, foram selecionados 11 artigos científicos com relevância direta e exclusiva para a suinocultura, compreendidos no período de 2015 a 2025, os quais compõem a base desta discussão.

A fim de alcançar o objetivo desta revisão comparativa e compreender os fatores que influenciam o bem-estar de matrizes em diferentes sistemas de alojamento, os dados resultantes foram sistematizados e agrupados em eixos temáticos que exploram o presente trabalho. A discussão a seguir integra os achados sobre o comportamento animal e nutrição de precisão, a influência da ambiência e qualidade do ar, os impactos no desempenho reprodutivo e na saúde da prole, e, por fim, as perspectivas tecnológicas e futuras para o setor.

Quadro 1: Títulos das obras selecionadas para análise

TÍTULO (ORIGINAL EM INGLÊS)	AUTORES	ANO
Worldwide perspective for swine production and reproduction for the next 20 years	KNOX	2024
Artificial intelligence and porcine breeding	GARCÍA-VÁZQUEZ	2024
Characteristics of aerosols from swine farms: a review of the past two-decade progress	LIU ET AL.	2023
Effects of the environment and animal behavior on nutrient requirements for gestating sows: future improvements in precision feeding	GAILLARD ET AL.	2021
A critical review of advancement in scientific research on food animal welfare-related air pollution	NI ET AL.	2021
Improvement of feed and nutritional efficiency in pig production through precision feeding	GAILLARD ET AL.	2020
In utero heat stress alters postnatal phenotypes in swine	JOHNSON ET AL.	2020
Sows' responses to increased heat load – a review	BJERG ET AL.	2020
Developmental origins of health and disease in swine: implications for animal production and biomedical research	GONZALEZ-BULNES ET AL.	2016
Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets	MUNS ET AL.	2016
Review on greenhouse gas emissions from pig houses: production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure	PHILIPPE ET AL.	2015

Fonte: Autores, 2025.

AMBIÊNCIA, COMPORTAMENTO, MONITORAMENTO E NUTRIÇÃO

A suinocultura moderna enfrenta o desafio de equilibrar a eficiência produtiva com a crescente demanda global por padrões elevados de bem-estar animal. Segundo Knox (2024), essa transição é impulsionada por pressões regulatórias que forçam a indústria a abandonar sistemas restritivos em favor de modelos que permitam uma vida mais próxima do repertório natural da espécie. A busca por sustentabilidade ética não deve ser vista apenas como um custo, mas como uma estratégia para garantir a viabilidade econômica e a aceitação do mercado consumidor em longo prazo.

A fundamentação teórica que norteia essas mudanças baseia-se no conceito das "Cinco Liberdades", estabelecido originalmente pelo Relatório Brambell (1965) e formalizado pelo Farm Animal Welfare Council (1979). Hoje, essa visão evoluiu para o "Modelo dos Cinco Domínios", proposto por Mellor (2016), que expande a análise para além da simples ausência de sofrimento, focando em estados mentais positivos e na capacidade de o animal interagir de forma adaptativa com o meio. Essa "liberdade" é definida como a autonomia do indivíduo para expressar comportamentos inatos e satisfazer necessidades fisiológicas e psicológicas sem impedimentos físicos ou medo crônico.

Na fase de gestação, o alojamento individual em gaiolas é historicamente justificado pela proteção física das matrizes e facilidade de manejo nutricional. No entanto, Pellenz et al. (2021) argumentam que esse isolamento suprime severamente o comportamento natural, impedindo a locomoção e a exploração do ambiente. A restrição de espaço em gaiolas, onde as porcas permanecem inativas por mais de 80% do tempo, é um fator determinante para o desenvolvimento de estresse psicológico e frustração comportamental.

O comportamento das matrizes em gaiolas individuais é frequentemente marcado por estereotipias, como o ato de morder as grades ou realizar mastigação em vazio, reflexos de um ambiente sensorialmente pobre. Dalla Costa et al. (2023) observaram que a falta de estímulos e de espaço para fuçar ou interagir leva a um estado de apatia ou reatividade exagerada. Em contrapartida, o alojamento coletivo permite que a matriz expresse o comportamento de exploração e interação social, elementos fundamentais para a manutenção da saúde mental durante a gestação.

No entanto, o alojamento coletivo introduz a complexidade da hierarquia social, onde o estabelecimento de dominância pode resultar em comportamentos agressivos agudos. Camargo et al. (2021) destacam que, sem um design de baia adequado que inclua zonas de fuga, as fêmeas subordinadas sofrem com o medo constante e o estresse social. Esse cenário exige que o manejo minimize a agressividade no momento do agrupamento para não comprometer a vitalidade da prole em desenvolvimento.

A ambiência térmica é um dos eixos críticos onde a liberdade de escolha se manifesta de forma decisiva. Bjerg et al. (2020) revisaram que, em temperaturas superiores a 25°C, as matrizes ativam mecanismos de termorregulação comportamental, buscando áreas mais ventiladas ou pisos úmidos para dissipar calor. Em gaiolas, a incapacidade de buscar esses microclimas

exacerba o estresse térmico, enquanto no sistema coletivo a livre movimentação permite que o animal encontre condições ambientais mais favoráveis à sua homeostase.

A qualidade do ar no ambiente de produção é outro fator que impacta diretamente a saúde respiratória e o bem-estar. Philippe e Nicks (2015) demonstram que a produção de gases como o dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) varia conforme o sistema de alojamento e o manejo dos dejetos, podendo atingir níveis prejudiciais se a ventilação for ineficiente. O monitoramento constante desses poluentes é essencial para garantir que a concentração de amônia e gases de efeito estufa não comprometa a imunidade das matrizes.

Complementarmente, Liu et al. (2023) enfatizam a importância do controle de aerossóis e poeira orgânica, que atuam como vetores de patógenos e irritantes pulmonares. Ni et al. (2021) reforçam que a poluição do ar interna está intrinsecamente ligada ao bem-estar e à produtividade, exigindo sistemas de monitoramento que possam intervir no microclima em tempo real. A falha no controle da ambiência aérea pode resultar em doenças respiratórias crônicas que afetam o desempenho reprodutivo de longo prazo.

No campo da nutrição, as demandas metabólicas de matrizes gestantes em grupos são altamente dinâmicas e influenciadas pelo nível de atividade física. Gaillard et al. (2021) detalham que fêmeas mais ativas ou subordinadas (que se movimentam mais para evitar agressões) possuem necessidades energéticas de manutenção superiores às fêmeas alojadas em gaiolas estáticas. Ignorar essa variabilidade individual na alimentação de grupo leva a lotes desuniformes e subnutrição de indivíduos menos dominantes.

A nutrição de precisão surge como a solução tecnológica para atender a essas demandas específicas de forma individualizada. Remus et al. (2020) explicam que o fornecimento diário de dietas ajustadas ao peso e ao comportamento de cada animal reduz a excreção de nutrientes e melhora a eficiência alimentar. Essa tecnologia permite que, mesmo dentro do sistema coletivo, cada matriz receba o aporte exato de lisina e energia necessário para suportar o desenvolvimento fetal sem excessos ou carências.

A integração do monitoramento tecnológico e da Inteligência Artificial (IA) redefine o cuidado individual no coletivo. García-Vázquez (2024) aponta que o uso de sensores de visão computacional e *Big Data* permite identificar precocemente claudicações, cios ou alterações no consumo de ração com uma precisão impossível para a observação humana convencional. Essa abordagem, conhecida como Suinocultura 5.0, garante que o bem-estar seja monitorado individualmente, prevenindo que problemas de saúde passem despercebidos em grupos grandes.

O uso de sensores IoT permite a automação completa da ambiência, ajustando cortinas e ventiladores com base em dados de umidade e temperatura em tempo real. Santos (2025) destaca que essa conectividade transforma a granja em um ecossistema inteligente, onde o ambiente se adapta às necessidades biológicas do animal e não o contrário. Tais inovações são fundamentais para mitigar os riscos de estresse térmico agudo que poderiam comprometer a manutenção da gestação e a vitalidade da prole.

A importância de um ambiente adequado estende-se aos efeitos transgeracionais, onde o estresse materno molda a saúde futura do leitão (conceito DOHaD). Gonzalez-bulnes et al. (2016) e Johnson et al. (2020) evidenciam que matrizes expostas a desconforto térmico ou social severo durante a gestação geram leitões com menor potencial de desenvolvimento e carcaças de menor qualidade. Assim, o investimento em ambiência e monitoramento é, na verdade, um investimento na qualidade do produto final da cadeia suínica.

Em conclusão, a evolução para sistemas coletivos apoiados por tecnologias de precisão representa o equilíbrio necessário entre a biologia do suíno e a engenharia de produção. A análise comparativa demonstra que, embora o sistema individual ofereça controle simplificado, o custo biológico para a fêmea é insustentável frente aos padrões éticos atuais. O futuro da atividade reside na adoção de modelos que priorizem as liberdades fundamentais, garantindo a sustentabilidade econômica por meio de um bem-estar animal superior.

DESEMPENHO REPRODUTIVO E EFEITOS MATERNOS NA PROLE

A eficiência reprodutiva em sistemas de alojamento coletivo é um tema que desperta debates intensos devido ao potencial impacto da agressividade social sobre os índices produtivos. Muns, Nuntapaitoon e Tummaruk (2016) defendem que a mortalidade de leitões e as perdas gestacionais possuem uma natureza estritamente multifatorial, não podendo ser atribuídas unicamente ao tipo de alojamento.

Essa perspectiva é corroborada por Knox (2024), que destaca a necessidade de equilibrar o controle sanitário e a eficiência reprodutiva em rebanhos cada vez maiores, onde o manejo técnico se torna tão decisivo quanto à arquitetura das instalações. Santos (2025) complementa essa visão ao sugerir que a integração de sistemas de monitoramento avançados pode mitigar os riscos inerentes à convivência em grupo, garantindo que a saúde das matrizes seja preservada.

O estresse materno, manifestado de forma crônica no confinamento individual ou de

forma aguda em misturas de lotes sociais, compromete diretamente a vitalidade da prole. Muns et al. (2016) explicam que o estado hormonal da fêmea influencia o risco de esmagamento de leitões no período pós-parto. Camargo et al. (2021) discutem que o desafio central reside em encontrar um equilíbrio entre a redução da agressividade física e a manutenção da viabilidade econômica dos sistemas abertos. Silva (2025) reforça que, além do estresse social, a manutenção de padrões sanitários rigorosos é essencial para que o desempenho reprodutivo em alojamentos coletivos não seja inferior ao observado em sistemas de confinamento restritivo.

A compreensão dos mecanismos de "programação" biológica da prole é fundamentada pelo conceito DOHaD (*Developmental Origins of Health and Disease*). Gonzalez-Bulnes et al. (2016) descrevem que o ambiente intrauterino, moldado pela nutrição e pelos níveis de estresse da matriz, atua como um determinante da saúde futura dos leitões. Knox (2024) projeta que, nas próximas décadas, a indústria suinícola deverá focar na otimização desse ambiente fetal para atender às exigências de produtividade e bem-estar global. Johnson et al. (2020) consubstanciam essa tese ao demonstrar que as condições sofridas pela fêmea *in utero* geram fenótipos alterados no nascimento, afetando permanentemente o desenvolvimento dos tecidos da prole.

Os princípios do conceito DOHaD baseiam-se na plasticidade do desenvolvimento, onde estímulos externos durante a gestação provocam adaptações fisiológicas duradouras. Gonzalez-Bulnes et al. (2016) evidenciam que tanto a subnutrição quanto o estresse severo em alojamentos inadequados reduzem o potencial de crescimento dos leitões. Gaillard et al. (2021) relacionam esse fenômeno às necessidades energéticas variáveis das matrizes, sugerindo que falhas no aporte nutricional durante janelas críticas da gestação prejudicam a formação orgânica fetal. Bjerg et al. (2020) acrescentam que a carga fisiológica imposta pelo ambiente, como o aumento da frequência respiratória em resposta ao desconforto, altera a partição de nutrientes que seriam destinados ao desenvolvimento placentário.

A discussão sobre o bem-estar pré-natal deve ser expandida para além do estresse térmico, incluindo a influência da qualidade do ar e de contaminantes ambientais. Enquanto Johnson et al. (2020) focam nas alterações de gordura e massa magra decorrentes do calor *in utero*, Philippe e Nicks (2015) alertam que a exposição crônica a gases como metano e óxido nitroso nas instalações impacta a saúde respiratória materna e, consequentemente, a oxigenação fetal. Ni et al. (2021) afirmam que a poluição do ar interna é um fator de risco subestimado para o bem-estar, exigindo um monitoramento preciso para evitar perdas reprodutivas silenciosas. Liu et al. (2023) reforçam que o controle de aerossóis é vital para manter a imunidade da matriz em níveis que não

comprometam a gestação.

A mitigação desses impactos negativos depende da integração de tecnologias de precisão que permitam um cuidado individualizado dentro do coletivo. García-Vázquez (2024) argumenta que a inteligência artificial é a ferramenta necessária para identificar padrões comportamentais anormais que indicam falhas no bem-estar reprodutivo. Santos (2025) propõe que a "Suinocultura 5.0" deve utilizar dados em tempo real para ajustar a nutrição e o microclima, protegendo a matriz de estressores externos. Gaillard et al. (2020) concluem que o ajuste fino da dieta, baseado em exigências individuais, é o que permite alcançar o máximo potencial produtivo da prole sem comprometer a integridade física e ética da produção.

PERSPECTIVAS FUTURAS: TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

A análise da literatura científica contemporânea aponta para um direcionamento global que prioriza a transição para sistemas de alojamento que favoreçam o bem-estar animal, embora as estratégias para tal mudança sejam passíveis de constante refutação e aprimoramento técnico.

Knox (2024) argumenta que, para as próximas duas décadas, as pressões regulatórias e as exigências de mercados importadores, como o chinês e o europeu, atuarão como os principais motores dessa transformação. Complementarmente, os dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2025) reforçam que o Brasil, como protagonista na exportação, necessita adaptar suas instalações para manter a competitividade, embora a viabilidade econômica desses novos modelos ainda dependa de ajustes finos na infraestrutura nacional.

A superação dos desafios operacionais em rebanhos alojados coletivamente reside na implementação da Inteligência Artificial (IA) e do monitoramento em tempo real. García-Vázquez (2024) aponta que o uso de sensores de precisão e *Big Data* permite a individualização do cuidado em grupos extensos, identificando precocemente sinais de claudicação ou estros. Santos (2025) denomina esse estágio de "Suinocultura 5.0", onde a tecnologia resolve o paradoxo histórico do setor ao oferecer liberdade de movimento com o controle minucioso anteriormente restrito às celas de gestação, promovendo um ambiente produtivo mais ético e transparente.

A sustentabilidade dos sistemas futuros também dependerá do rigoroso monitoramento da ambiência aérea e da mitigação de poluentes particulados. Liu et al. (2023) revisaram o progresso de duas décadas no estudo de aerossóis em granjas, enfatizando que a qualidade do ar é um componente indissociável do bem-estar que afeta a saúde respiratória de matrizes e trabalhadores.

Ni et al. (2021) corroboram essa visão ao afirmar que a poluição do ar interna deve ser tratada como um fator de risco biológico, exigindo inovações em sistemas de ventilação automatizados que possam ser ajustados dinamicamente para reduzir a concentração de amônia e outros gases irritantes.

No campo da eficiência metabólica, a nutrição de precisão será o pilar para garantir que a liberdade social não resulte em disparidade nutricional entre as fêmeas. Gaillard et al. (2020) explicam que a automação na entrega de nutrientes permite que cada matriz receba uma dieta personalizada com base em sua atividade física e estágio gestacional. Segundo Gaillard et al. (2021), essa abordagem tecnológica é essencial para equalizar o bem-estar em grupos, visto que as demandas energéticas são distintas entre animais dominantes e subordinados, o que exige um manejo alimentar que vá além das médias populacionais tradicionais.

A programação biológica da prole surge como uma métrica de sucesso para os novos sistemas, ligando o conforto da matriz à qualidade do produto final. Johnson et al. (2020) destacam que o estresse térmico sofrido pela fêmea altera o fenótipo dos leitões, reforçando que sistemas de resfriamento inteligente serão indispensáveis em climas tropicais. Gonzalez-Bulnes et al. (2016) fundamentam que essa visão, baseada no framework DOHaD, obriga a indústria a reconsiderar o manejo gestacional não apenas como uma fase de manutenção, mas como o período crítico de definição da imunidade e do potencial de crescimento da próxima geração produtiva.

Por fim, é imperativo reconhecer que as estratégias tecnológicas atuais, embora promissoras, não são definitivas e devem ser submetidas a uma constante vigilância científica. Knox (2024) adverte que o aumento na escala de produção e o uso intensivo de grupos maiores podem introduzir novos estressores sanitários e sociais ainda não totalmente compreendidos. Santos (2025) e Silva (2025) concluem que o futuro da suinocultura não reside em uma solução única, mas em uma engenharia de produção dinâmica que saiba integrar a biologia do animal às demandas éticas da sociedade, mantendo-se aberta a refutações e novas descobertas acadêmicas.

CONCLUSÃO

A análise comparativa da produção suinícola na última década demonstra que o alojamento coletivo de matrizes gestantes é superior ao sistema individual por permitir a expressão de comportamentos naturais e reduzir o estresse biológico severo associado ao

confinamento restritivo. Embora o manejo em grupo introduza desafios inerentes à hierarquia social, o emprego de tecnologias avançadas, como a nutrição de precisão e a inteligência artificial, atua como um fator equalizador que permite o cuidado individualizado e a mitigação da agressividade, garantindo a eficiência produtiva. O investimento sistemático no bem-estar materno e no controle rigoroso da ambiência reflete-se positivamente na imunidade e na qualidade da carcaça da prole via programação fetal (DOHaD), refutando a premissa de que a migração para sistemas abertos compromete a sustentabilidade econômica da atividade. Dessa forma, o equilíbrio técnico entre a biologia animal e a engenharia de produção estabelece um padrão ético elevado que, além de atender às demandas normativas do mercado global, assegura a viabilidade e a competitividade da suinocultura brasileira a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório Anual 2025**. São Paulo: ABPA, 2025. <https://abpa-br.org/>.

BJERG, B.; BRANDT, P.; PEDERSEN, P.; ZHANG, G. Sows' responses to increased heat load – A review. **Journal of Thermal Biology**, v. 94, art. 102758, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102758>.

BRAMBELL, F. W. R. **Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1965.

CAMARGO, N. O. T.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, C. L.; XAVIER, E. G. Análise comportamental e características de desempenho zootécnico de matrizes suínas alojadas em baias coletivas e gaiolas individuais. In: **Suinocultura e Avicultura: Do Básico a Zootecnia de Precisão**. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2021. p. 56-67.

CARNEIRO, A. S. **A construção do outro como não-ser como fundamento do ser**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CUNHA, E. C. P. et al. Comportamento e bem-estar de matrizes suínas em sistema intensivo de criação ao ar livre (SISCAL). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 248-261, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n1-020>.

DALLA COSTA, F. A. et al. Protocolo de avaliação de bem-estar animal: suínos. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2023. 104 p. DOI: <https://doi.org/10.35332/978-65-87776-32-3>.

GAILLARD, C.; BROSSARD, L.; DOURMAD, J. Y. Improvement of feed and nutritional efficiency in pig production through precision feeding. **INRAE Productions Animales**, v. 33, n. 1, p. 23-36, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114611>.

GAILLARD, C.; DURAND, M.; LARGOUËT, C.; DOURMAD, J. Y.; TALLET, C. Effects of the environment and animal behavior on nutrient requirements for gestating sows: Future improvements in precision feeding. **Animal Feed Science and Technology**, v. 279, art. 115034, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115034>.

GARCÍA-VÁZQUEZ, F. A. Artificial intelligence and porcine breeding. **Animal Reproduction Science**, v. 269, art. 107538, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107538>.

GONZALEZ-BULNES, A. et al. Developmental Origins of Health and Disease in swine: implications for animal production and biomedical research. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 110-119, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.024>.

JOHNSON, J. S. et al. In utero heat stress alters postnatal phenotypes in swine. **Theriogenology**, v. 154, p. 110-119, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.013>.

KNOX, R. V. Worldwide perspective for swine production and reproduction for the next 20 years. **Theriogenology**, v. 234, art. 11-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.11.020>.

LIU, T. et al. Characteristics of aerosols from swine farms: A review of the past two-decade progress. **Environment International**, v. 178, art. 108074, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108074>.

MELLOR, D. J. Moving beyond the "Five Freedoms" to "Five Domains" of animal welfare. **Animals**, Basel, v. 6, n. 3, p. 21, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani6030021>.

MUNS, R.; NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. **Livestock Science**, v. 184, p. 46-57, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.025>.

NI, J. Q. et al. A critical review of advancement in scientific research on food animal welfare-related air pollution. **Journal of Hazardous Materials**, v. 408, art. 124468, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124468>.

PELLENZ, J. et al. Desempenho e comportamento de matrizes suínas alojadas em gaiolas ou baias coletivas durante a gestação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 10, e20200547, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200547>.

PHILIPPE, F. X.; NICKS, B. Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. **Agriculture**,

Ecosystems & Environment, v. 199, p. 10-25, 2015. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.015>.

REMUS, A. et al. Application of precision feeding in swine production. **Animal Frontiers**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 31-39, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfaa010>.

SANTOS, C. G. **Suinocultura 5.0: inteligência artificial aplicada à saúde e bem-estar animal**. 2025. <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/8889>.

SILVA, R. A. **Ambiente físico e bem-estar de matrizes suínas no pós-parto: uma revisão de literatura**. 2025. <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/6006>.