

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO PERIPARTO DE
FÊMEAS SUÍNAS: EFEITOS SOBRE O
COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DAS
LEITEGADAS**

Isadora Leticia Giancis de Souza

Zootecnista

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO PERIPARTO DE
FÊMEAS SUÍNAS: EFEITOS SOBRE O
COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DAS
LEITEGADAS**

Discente: Isadora Leticia Gianeis de Souza

Orientadora: Profa. Dra. Aline Cristina Sant'anna

Coorientador: Prof. Dr. Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa

Coorientadora: Dra. Juliana Cristina Rego Ribas

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ciência Animal.**

2026

S729e

Souza, Isadora Letícia Gianeis de

Enriquecimento ambiental no periparto de fêmeas suínas: efeitos sobre o comportamento e desempenho das leitegadas / Isadora Letícia Gianeis de Souza. -- Jaboticabal, 2026

56 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Aline Cristina Sant'Anna

Coorientadora: Júlia Cristina Rego Ribas

1. Animais comportamento. 2. Criação de suínos. 3. Etologia. I.
Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL DURANTE O PERIPARTO DE FÊMEAS SUÍNAS SOBRE COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DAS LEITEGADAS

AUTORA: ISADORA LETICIA GIANEIS DE SOUZA

ORIENTADORA: ALINE CRISTINA SANT'ANNA

COORIENTADORA: JULIANA CRISTINA REGO RIBAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência Animal, área: Fisiologia e Bem Estar Animal pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br ALINE CRISTINA SANT'ANNA
Data: 02/06/2026 16:17:13-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. ALINE CRISTINA SANT'ANNA (Participação Presencial)
Departamento de Zootecnia / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV

Documento assinado digitalmente
gov.br CLEANDRO PAZINATO DIAS
Data: 03/06/2026 09:54:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Pesquisador Dr. CLEANDRO PAZINATO DIAS (Participação Virtual)
Cleandro Pazinato Dias Consultoria Ltda / Curitiba/PR

Documento assinado digitalmente
gov.br FABIANA RIBEIRO CALDARA
Data: 02/06/2026 17:04:28-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. FABIANA RIBEIRO CALDARA (Participação Virtual)
Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) / Dourados/MS

Jaboticabal, 29 de maio de 2026.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Isadora Letícia Gianeis de Souza, brasileira, natural do município de São Carlos, Estado de São Paulo, nasceu em 17 de agosto de 1998. Em 2018, ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV). Durante a graduação, participou do Grupo de Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal (ETCO), sob orientação do Prof. Dr. Mateus J. P. da Costa; do Laboratório de Estudos em Suinocultura, sob orientação do Prof. Dr. Luciano Hauschild; e do Grupo PET Zootecnia (PETZOO-FCAV), vinculado ao curso de graduação. Em 29 de fevereiro de 2024, obteve o título de Zootecnista. Em março do mesmo ano, ingressou no curso de Mestrado Acadêmico pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Mateus J. P. da Costa e da Profa. Dra. Aline C. Sant'Anna, com coorientação da Dra. Juliana C. R. Ribas. Desde então, tem se dedicado ao estudo do bem-estar e do comportamento de animais domésticos, com ênfase em suinocultura.

EPÍGRAFE

Mas tu não deves esquecer.

Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas.

O Pequeno Príncipe - Antoine de Saint-Exupéry.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor, apoio incondicional e incentivo constante ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, em especial à minha mãe, Cleonice, ao meu pai, Waldir, e aos meus irmãos, Vinicius e Vitor. Vocês foram a base que me sustentou nos momentos de dificuldade e a motivação para seguir em frente, mesmo diante dos desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, saúde e sabedoria concedidas ao longo desta jornada.

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo constantes, e por serem minha base ao longo de toda a trajetória. Aos meus irmãos, pelo companheirismo, apoio e coragem durante esse período. À minha família — tias, tios e primos — pelo amor e incentivo constantes. Aos meus queridos avós, Francisca e João Gianeis (in memoriam), a quem também dedico este trabalho.

À memória do Prof. Dr. Mateus J. P. da Costa (in memoriam), que iniciou comigo este projeto e deixou contribuições científicas e éticas que permanecem presentes neste trabalho.

À minha orientadora, Profa. Dra. Aline C. Sant’Anna, pela paciência, pelos ensinamentos e pela confiança ao longo de todo o processo. À minha coorientadora, Juliana Ribas, pela confiança, incentivo, apoio e ensinamentos constantes.

Às minhas amigas — Bárbara Thomazini, Ana Laura, Maria Eduarda, Jaqueline Alves e Nathália Espanhol — pelo companheirismo, apoio emocional e pelas palavras de incentivo, que tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

À Dona Mêrce, por ser minha segunda mãe em Jaboticabal.

Ao grupo ETCO e a seus membros, pelas contribuições técnicas e pelas valiosas discussões que enriqueceram o desenvolvimento desta dissertação.

À equipe da granja Campo Alegre e à AGROCERES PIC, bem como à Juliana Ribas e Vivian Sobral, pela disponibilização do espaço e suporte para a condução deste projeto. Aos animais que fizeram parte deste estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos professores e funcionários da instituição, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.Introdução.....	1
2. Objetivo.....	3
3. Hipótese.....	4
4. Revisão bibliográfica.....	4
a. Definição de bem-estar animal.....	4
b. O comportamento dos suínos e o sistema de produção.....	5
c. Enriquecimento ambiental: conceito e fundamentos.....	8
d. Aplicações do enriquecimento em suínos.....	9
e. Enriquecimento ambiental no periparto de fêmeas suínas.....	11
f. Fisiologia do parto em fêmeas suínas.....	12
g. Importância do colostro para o leitão.....	13
5. Referências.....	15
 CAPÍTULO II – O comportamento de fêmeas suínas, a dinâmica do parto e o desempenho produtivo das leitegadas é influenciado pelo tipo de material fornecido para construção de ninho?.....	 22
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Local do estudo, animais e instalações.....	23
Delineamento experimental.....	25
Variáveis avaliadas.....	26
Interação com o material de enriquecimento.....	26
Avaliação comportamental.....	27
Avaliação de saúde.....	28
Indicadores reprodutivos e zootécnicos.....	29
Análise estatística.....	30
Resultados e Discussão.....	31
Interação com o material de enriquecimento.....	31
Avaliação comportamental.....	33
Avaliação de saúde.....	34
Indicadores reprodutivos e zootécnicos.....	38
Conclusão.....	41
Referências.....	42

ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO PERIPARTO DE FÊMEAS SUÍNAS: EFEITOS SOBRE O COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DAS LEITEGADAS.

RESUMO - O período de periparto é considerado uma fase crítica para fêmeas suínas, na qual ocorre aumento da motivação para a realização do comportamento de construção de ninho. Nesse contexto, o enriquecimento ambiental pode ser utilizado como uma estratégia de manejo para disponibilizar materiais durante o período periparto das fêmeas. Entre as alternativas disponíveis, o papel pardo destaca-se por ser um material resistente, versátil e de possível aplicação em sistemas comerciais de produção. Assim, este estudo avaliou, em condições comerciais, os efeitos do fornecimento de feno (FENO) e tiras de papel pardo (PAPEL) durante o periparto sobre o comportamento, a saúde e o desempenho produtivo das leitegadas. Foram avaliadas 24 fêmeas suínas distribuídas em três tratamentos: FENO, PAPEL e controle (CON), sem enriquecimento ambiental. Os materiais foram fornecidos aproximadamente dois dias antes do parto. As fêmeas do tratamento FENO apresentaram maior interação com o enriquecimento, menor tempo em decúbito e maior frequência de outros comportamentos. Observou-se menor número de natimortos nesse tratamento, enquanto o grupo controle apresentou maior ocorrência de partos distócicos e maior necessidade de indução. Além disso, as fêmeas dos tratamentos FENO e PAPEL demandaram menor assistência ao parto (indução, massagem e toque) em comparação ao controle. As fêmeas do tratamento FENO desmamaram leitegadas com maior peso médio aos 24 dias. Os resultados indicam que o fornecimento de enriquecimento ambiental durante o periparto está associado a alterações comportamentais das fêmeas e a melhorias em parâmetros reprodutivos e produtivos, destacando sua aplicação em sistemas comerciais de produção suína.

Palavras-chave: fêmea suína; bem-estar animal; construção de ninho.

ENVIRONMENTAL ENRICHMENT DURING THE PERIPARTUM PERIOD IN SOWS: EFFECTS ON BEHAVIOR AND LITTER PERFORMANCE

ABSTRACT - The peripartum period is considered a critical phase for sows, during which there is increased motivation for nest-building behavior. In this context, environmental enrichment can be used as a management strategy to provide materials during the peripartum period for sows. Among the available alternatives, brown paper stands out as a resistant, versatile material with potential application in commercial production systems. Thus, this study evaluated, under commercial conditions, the effects of providing hay (HAY) and brown paper strips (PAPER) during the peripartum period on the behavior, health, and productive performance of litters. Twenty-four sows were evaluated, distributed into three treatments: HAY, PAPER, and control (CON), without environmental enrichment. The materials were provided approximately two days before farrowing. Sows in the HAY treatment showed greater interaction with the enrichment, less time spent lying down, and a higher frequency of other behaviors. A lower number of stillbirths was observed in this treatment, while the control group presented a higher occurrence of dystocia and a greater need for induction. Furthermore, sows in the HAY and PAPER treatments required less assistance during farrowing (induction, massage, and palpation) compared to the control group. Sows in the HAY treatment weaned litters with a higher average weight at 24 days. The results indicate that providing environmental enrichment during the peripartum period is associated with behavioral changes in sows and improvements in reproductive and productive parameters, highlighting its application in commercial swine production systems..

Keywords: female pig; animal welfare; nest building.

CAPÍTULO I – Considerações gerais

1. Introdução

Nas últimas décadas, o aumento das exigências do mercado consumidor e de instituições reguladoras tem impulsionado a adoção de práticas voltadas ao bem-estar animal na produção de suínos. Esse movimento reflete preocupações éticas associadas à sustentabilidade dos sistemas produtivos e à qualidade dos produtos de origem animal (Fraser, 2008; Broom & Fraser, 2015). Nesse contexto, foi publicada, em 2020, a Instrução Normativa nº 113 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece diretrizes de boas práticas de manejo em granjas comerciais de suínos no Brasil, incluindo recomendações para o uso de enriquecimento ambiental. Entre essas diretrizes, destaca-se a obrigatoriedade do fornecimento de materiais que permitam a expressão do comportamento de construção de ninho por fêmeas suínas no período pré-parto.

A incorporação dessa exigência normativa está diretamente relacionada à relevância biológica do comportamento de construção de ninho. Trata-se de um comportamento altamente motivado, que persiste mesmo em sistemas intensivos de produção, evidenciando sua importância para o bem-estar da espécie (Baxter *et al.*, 2011; Yun *et al.*, 2014; Oliviero *et al.*, 2019). Em condições naturais, fêmeas suínas iniciam a construção do ninho cerca de 24 horas antes do parto, afastando-se do grupo e selecionando um local adequado, com intensificação dessa atividade entre 12 e 6 horas que antecedem o nascimento dos leitões (Jensen, 1986). Esse comportamento desempenha papel central na preparação do ambiente para a ninhada, contribuindo para sua proteção e manutenção da temperatura corporal, fatores determinantes para a sobrevivência neonatal (Damm *et al.*, 2000; Baxter *et al.*, 2011).

Em sistemas intensivos de produção, entretanto, as condições de alojamento frequentemente limitam a expressão desse comportamento. A ausência de materiais adequados pode levar ao redirecionamento das atividades de nidificação para estruturas da cela de parição, situação associada ao aumento do estresse e da frustração nas fêmeas (Wischner *et al.*, 2009). Além disso, a restrição de movimentação imposta por sistemas

de contenção compromete a execução do comportamento pré-parto e favorece o aparecimento de alterações comportamentais, incluindo estereotípias (Hansen *et al.*, 2017). Nesse cenário, as fêmeas suínas em sistemas intensivos frequentemente enfrentam duas limitações simultâneas no período de periparto: a ausência de substrato para a construção do ninho e a restrição de locomoção.

Essas limitações repercutem diretamente sobre o comportamento materno e o desempenho das leitegadas. Evidências indicam que a possibilidade de expressão do comportamento de nidificação está associada à redução do estresse, à melhoria da interação entre a fêmea e os leitões e ao aumento das taxas de sobrevivência neonatal (Yun *et al.*, 2014; Oliviero *et al.*, 2019). Diante dessas implicações, o enriquecimento ambiental tem sido proposto como uma estratégia para favorecer a expressão de comportamentos naturais no período de periparto, contribuindo para melhores condições de bem-estar e desempenho produtivo.

Diversos materiais podem ser utilizados como enriquecimento ambiental para fêmeas suínas durante o período pré-parto, sendo a palha e o feno os mais frequentemente utilizados por apresentarem características compatíveis com o comportamento de construção de ninho. Estudos demonstram que esses materiais favorecem a expressão de comportamentos exploratórios e de nidificação, podendo resultar em benefícios comportamentais e reprodutivos para as fêmeas e suas leitegadas (Yun *et al.*, 2014; Oliviero *et al.*, 2019). Entretanto, a utilização de grandes quantidades de materiais fibrosos em sistemas intensivos de produção pode apresentar limitações práticas, especialmente em granjas que utilizam pisos ripados e sistemas de remoção de dejetos líquidos, uma vez que esses materiais podem comprometer o manejo dos resíduos e favorecer a obstrução dos sistemas de escoamento. Dessa forma, a busca por materiais alternativos tem crescido de forma a conciliar a expressão dos comportamentos naturais das fêmeas pré-parto e a viabilidade operacional dos sistemas de produção.

Entre as possíveis alternativas, destacam-se materiais de origem celulósica, que apresentam potencial para serem manipulados, rasgados e reorganizados pelas fêmeas durante o período pré-parto. Nesse contexto, o papel pardo apresenta características que

justificam sua avaliação como enriquecimento ambiental, por ser amplamente disponível, de baixo custo, biodegradável e de fácil armazenamento e fornecimento. Além disso, suas propriedades físicas permitem interação e manipulação pelos animais, características consideradas importantes para materiais destinados ao enriquecimento ambiental. Apesar desse potencial, ainda são limitadas as informações sobre sua utilização para fêmeas suínas durante o parto e seus possíveis efeitos sobre o comportamento materno, os parâmetros reprodutivos e o desempenho das leitegadas.

A relevância dessa temática é reforçada pela expressiva representatividade da suinocultura no cenário nacional e internacional. O Brasil figura entre os principais produtores e exportadores mundiais de carne suína, com elevados níveis de produção e participação no mercado global (ABPA, 2025). Nesse contexto, a adoção de práticas que promovam o bem-estar animal, sem comprometer a eficiência produtiva, tem se consolidado como uma exigência crescente tanto do mercado consumidor quanto da cadeia produtiva.

Diante desse cenário, torna-se fundamental o desenvolvimento de estudos que avaliem o uso de estratégias de enriquecimento ambiental para fêmeas suínas durante o período de parto, considerando seus efeitos sobre o comportamento materno, a saúde das matrizes e o desempenho das leitegadas, bem como sua viabilidade em sistemas de produção intensivos.

2. Objetivo

Avaliar a utilização do papel pardo como alternativa ao feno para enriquecimento ambiental de fêmeas suínas durante o parto, investigando seus efeitos sobre o comportamento materno, a saúde das matrizes e o desempenho produtivo das leitegadas.

3. Hipótese

O fornecimento de enriquecimento ambiental durante o período de parto favorece a expressão do comportamento de nidificação e está associado à melhoria de indicadores reprodutivos e produtivos em fêmeas suínas. O papel pardo pode apresentar

potencial para atuar como alternativa ao feno, promovendo respostas comportamentais e produtivas.

4. Revisão bibliográfica

a. Definição de bem-estar animal

O bem-estar animal pode ser compreendido como o estado do indivíduo em relação às suas tentativas de adaptação ao ambiente em que está inserido (Broom, 1986). Esse conceito envolve a integração de aspectos físicos e mentais, refletindo as condições nas quais o animal vive e sua capacidade de lidar com essas condições. De acordo com a *World Organisation for Animal Health*, o bem-estar animal refere-se ao estado físico e mental do animal, sendo considerado adequado quando o indivíduo se encontra saudável, confortável, bem nutrido e seguro, além de ser capaz de expressar comportamentos naturais e não apresentar estados negativos, como dor, medo ou sofrimento (WOAH, 2019). Dessa forma, o bem-estar animal constitui um conceito multidimensional, que abrange dimensões biológicas, éticas, econômicas e sociais.

A consolidação desse conceito ao longo do tempo está diretamente relacionada ao desenvolvimento histórico das discussões sobre o uso de animais na produção. Um marco importante ocorreu com a publicação do livro *Animal Machines*, de Ruth Harrison, em 1964, que denunciou as condições de criação intensiva de animais de produção no Reino Unido. Como resposta, foi elaborado o Relatório *Brambell*, em 1965, que deu origem às chamadas Cinco Liberdades, posteriormente formalizadas pelo *Farm Animal Welfare Council* (FAWC, 1979). Essas diretrizes estabelecem que os animais devem estar livres de fome e sede, dor, ferimentos e doenças, desconforto, medo e distresse, além de terem a possibilidade de expressar comportamentos naturais, constituindo, por décadas, a principal base conceitual para a avaliação do bem-estar animal.

Com o avanço das discussões científicas, tornou-se evidente a necessidade de ampliar essa abordagem, incorporando as experiências subjetivas dos animais. Nesse contexto, foi proposto o modelo dos cinco domínios, que considera tanto aspectos físicos quanto estados afetivos, permitindo uma avaliação mais abrangente do bem-estar (Mellor, 2004; Mellor & Reid, 1994; Mellor, 2016). Esse modelo contempla os

domínios de nutrição, ambiente, saúde e comportamento, os quais influenciam diretamente o quinto domínio, relacionado aos estados mentais. Essa abordagem contribuiu para a evolução do conceito, passando a incluir não apenas a ausência de sofrimento, mas também a promoção de experiências positivas.

No contexto da produção animal, essas mudanças conceituais têm sido acompanhadas por avanços normativos e regulatórios. No Brasil, destaca-se a publicação da Instrução Normativa nº 113/2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece diretrizes para a promoção do bem-estar animal na suinocultura, incluindo aspectos relacionados às instalações, manejo e interação humano-animal. Essa normativa representa um avanço relevante na regulamentação do setor e reflete a crescente demanda por sistemas de produção que considerem o bem-estar animal como componente essencial da sustentabilidade produtiva.

b. O comportamento dos suínos e o sistema de produção

O ambiente no qual os animais são mantidos exerce influência direta sobre a expressão de seus comportamentos (Snowdon, 1999). Em condições naturais, os suínos apresentam um repertório comportamental diversificado, dedicando grande parte do tempo à exploração do ambiente por meio de atividades como fuçar, cheirar, lambe e manipular objetos com o focinho e a boca (Studnitz *et al.*, 2007; Pinheiro, 2009). Em sistemas seminaturais, esses comportamentos exploratórios podem representar mais da metade do tempo de atividade dos animais, refletindo a elevada motivação da espécie para interagir com o ambiente (Grandin, 2009).

A ausência de oportunidades para a expressão desse repertório comportamental pode resultar em frustração e no redirecionamento dessas atividades para outros animais ou estruturas do ambiente (Sarubbi, 2011). Além do comportamento exploratório, os suínos apresentam organização social complexa, com estabelecimento de hierarquias de dominância e utilização de diferentes formas de comunicação vocal (Blackshaw *et al.*, 1997). Esses animais também demonstram elevada capacidade cognitiva, sendo capazes de reconhecer indivíduos humanos e diferenciar interações positivas e negativas com tratadores (Koba *et al.*, 2001; Hötzel, 2007).

Entretanto, em sistemas intensivos de produção, as condições de alojamento frequentemente limitam a expressão desses comportamentos naturais. Estudos comparativos demonstram que fêmeas suínas mantidas em sistemas ao ar livre apresentam maior frequência de comportamentos exploratórios e locomotores quando comparadas àquelas mantidas em confinamento (Hötzel, 2005), evidenciando o impacto do sistema de criação sobre o repertório comportamental dos animais.

Nesse contexto, o uso de celas de parição individuais foi amplamente adotado com o objetivo de reduzir a mortalidade de leitões por esmagamento e facilitar o manejo durante o parto (Cronin *et al.*, 1993). Apesar de suas vantagens produtivas, esse sistema restringe a movimentação das fêmeas e reduz as oportunidades para a expressão de comportamentos naturais (Singh *et al.*, 2016). Como consequência, podem ser observados aumentos nos níveis de cortisol plasmático, considerado um importante indicador fisiológico de estresse (Jarvis *et al.*, 2006), além do surgimento de comportamentos anormais e estereotípias, caracterizados por padrões repetitivos e aparentemente sem função, como morder barras, mastigar no vazio e lambe superfícies (Hughes & Duncan, 1998; Broom & Fraser, 2015; Wechsler, 2007).

Entre os comportamentos naturais mais importantes para as fêmeas suínas, destaca-se a construção de ninho, realizada durante o período pré-parto. Trata-se de um comportamento altamente motivado e conservado ao longo da evolução da espécie, sendo observado mesmo em sistemas intensivos de produção, o que evidencia sua relevância biológica (Baxter *et al.*, 2011). Em condições naturais, aproximadamente 24 horas antes do parto, as fêmeas afastam-se do grupo e iniciam a busca por um local adequado para a construção do ninho, intensificando essa atividade nas horas que antecedem o nascimento dos leitões (Jensen, 1986; Ash, 1986).

A construção do ninho integra uma sequência mais ampla de comportamentos maternos que compreende a busca por um local adequado para o parto, a preparação do ninho, o nascimento dos leitões, a permanência da fêmea junto à leitegada, a integração dos leitões ao grupo social e, posteriormente, o desmame (Jensen, 1986). Durante esse período ocorrem importantes alterações fisiológicas e comportamentais associadas à proximidade do parto, que contribuem para a preparação da fêmea para o cuidado

materno (Bernardi, 2007). Além de proporcionar um ambiente mais adequado para a ninhada, o comportamento de construção de ninho favorece a proteção dos leitões e a manutenção de condições térmicas adequadas para sua sobrevivência (Damm *et al.*, 2000; Baxter *et al.*, 2011).

Quando a expressão desse comportamento é limitada pelas condições de alojamento, podem ocorrer impactos negativos sobre o bem-estar das fêmeas e sobre os resultados reprodutivos. A restrição do comportamento de construção de ninho tem sido associada ao aumento do estresse, à maior duração do parto, ao aumento da ocorrência de natimortos e ao maior risco de esmagamento dos leitões (Baxter *et al.*, 2011). Por outro lado, a expressão desse comportamento está associada ao aumento da liberação de prolactina e ocitocina, hormônios fundamentais para a condução do parto e para o estabelecimento da lactação (Yun & Valros, 2015).

Diante desse cenário, a disponibilização de materiais adequados para a construção do ninho tem sido apontada como uma importante estratégia para favorecer a expressão do comportamento materno e melhorar as condições de bem-estar das fêmeas. Estudos demonstram que o fornecimento desses materiais pode reduzir indicadores de estresse e contribuir para o aumento da sobrevivência dos leitões (Damm *et al.*, 2000). Em contrapartida, na ausência de substratos adequados, os comportamentos de nidificação tendem a ser redirecionados para estruturas da instalação, resultando em maior ocorrência de comportamentos estereotipados e prejuízos ao desempenho reprodutivo (Wischner *et al.*, 2009).

c. Enriquecimento ambiental: conceito e fundamentos

O conceito de enriquecimento ambiental teve origem na década de 1960, inicialmente associado à avaliação do comportamento e da capacidade de aprendizado de animais mantidos em cativeiro, sendo posteriormente ampliado para animais de laboratório e, mais recentemente, para animais de produção (Van de Weerd *et al.*, 2009).

O enriquecimento ambiental é amplamente reconhecido como uma estratégia relevante para a promoção do bem-estar animal, uma vez que busca modificar o ambiente de criação de forma a torná-lo mais compatível com as necessidades

comportamentais da espécie (Hötzel *et al.*, 2005). De acordo com Newberry (1995), esse conceito pode ser definido como alterações no ambiente capazes de promover melhorias no funcionamento biológico dos animais.

Nesse contexto, o enriquecimento ambiental não se restringe à introdução de objetos ou materiais nas instalações, mas engloba diferentes estratégias destinadas a estimular aspectos comportamentais, cognitivos e fisiológicos dos animais. Segundo Bloomsmith *et al.* (1991), os enriquecimentos podem ser classificados em cinco categorias principais: enriquecimento social, caracterizado pelo contato direto ou indireto com indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes; enriquecimento ocupacional ou cognitivo, relacionado à disponibilização de desafios que estimulem a atividade mental dos animais; enriquecimento físico, que envolve modificações estruturais do ambiente ou a oferta de objetos e substratos; enriquecimento sensorial, baseado na estimulação dos sentidos, como visão, audição, olfato, tato e paladar; e enriquecimento nutricional, que consiste na diversificação dos alimentos ou das formas de fornecimento da dieta. Embora essas categorias sejam apresentadas separadamente, uma mesma estratégia pode atuar simultaneamente em mais de uma delas.

A eficácia do enriquecimento está diretamente relacionada à sua capacidade de estimular a expressão de comportamentos inatos, como exploração, forrageamento, mastigação e manipulação de objetos (Bracke, 2017; Van de Weerd *et al.*, 2009). Dessa forma, ambientes enriquecidos contribuem para a redução de comportamentos anormais, como estereotípias e agressividade, frequentemente observadas em sistemas intensivos de produção (Sarubbi, 2011).

Em suínos, o enriquecimento físico tem recebido especial atenção devido à elevada motivação da espécie para explorar e manipular elementos do ambiente. A disponibilização de materiais manipuláveis permite que os animais expressem comportamentos exploratórios e investigativos característicos da espécie, reduzindo a ocorrência de comportamentos redirecionados para instalações ou outros animais. Durante o período de periparto, esses materiais podem ainda atuar como substratos para a construção do ninho, favorecendo a expressão de um comportamento altamente motivado pelas fêmeas nessa fase.

A importância do enriquecimento ambiental para suínos é reconhecida internacionalmente. A *World Organisation for Animal Health* recomenda que os animais sejam mantidos em ambientes que ofereçam complexidade e estímulos adequados, favorecendo a expressão de comportamentos típicos da espécie e promovendo melhor estado físico e mental (WOAH, 2019). De forma complementar, a legislação europeia 2008/120/EC estabelece que suínos devem ter acesso contínuo a materiais manipuláveis, classificados de acordo com sua capacidade de estimular o comportamento exploratório.

Entretanto, a efetiva aplicação de enriquecimento em sistemas intensivos de produção ainda enfrenta desafios práticos, especialmente relacionados às características das instalações, como pisos ripados, que podem limitar o uso de determinados materiais (Van de Weerd & Baumans, 1995).

d. Aplicações do enriquecimento em suínos

Diversas formas de enriquecimento ambiental têm sido estudadas em suínos ao longo das diferentes fases produtivas. Entre os problemas comportamentais mais relevantes na suinocultura, destaca-se a mordedura de cauda, considerada um importante indicador de comprometimento do bem-estar, estando associada a fatores ambientais, de manejo e de alojamento. Estudos recentes discutem suas consequências produtivas e reforçam a necessidade de estratégias preventivas, incluindo o uso de enriquecimento ambiental (Ribas *et al.*, 2024).

Além dos efeitos sobre o comportamento, o enriquecimento ambiental pode influenciar parâmetros fisiológicos e produtivos. Estratégias como o enriquecimento auditivo têm sido associadas à redução das respostas ao estresse e à melhoria do desempenho produtivo, incluindo aumento do peso dos leitões ao desmame (Mendes *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2017). Entretanto, a magnitude desses efeitos pode variar de acordo com o tipo de estímulo oferecido, sua duração, frequência de fornecimento e características individuais dos animais (Zhitnitskiy *et al.*, 2021).

Durante a gestação e o período pré-parto, o enriquecimento ambiental pode exercer efeitos relevantes tanto sobre as fêmeas quanto sobre o desenvolvimento da

leitegada. O uso de materiais manipuláveis, como madeira, também está relacionado à redução de estereotípias e de indicadores fisiológicos de estresse em fêmeas gestantes (Li *et al.*, 2022). Tatemoto *et al.* (2023) observaram que o enriquecimento ambiental fornecido a fêmeas gestantes promoveu alterações nos padrões de metilação do DNA no hipocampo e no córtex frontal de leitões neonatos, regiões cerebrais associadas à cognição, aprendizado e regulação emocional. Adicionalmente, comportamentos estereotipados apresentados pelas matrizes foram associados a modificações epigenéticas na amígdala dos descendentes, sugerindo que as condições ambientais experimentadas pelas fêmeas durante a gestação podem influenciar o desenvolvimento neurobiológico da prole. Esses resultados reforçam que os efeitos do enriquecimento ambiental podem ultrapassar a geração diretamente exposta, contribuindo potencialmente para melhorias no bem-estar e na capacidade adaptativa dos descendentes (Tatemoto *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a disponibilização de materiais para construção de ninho tem sido amplamente investigada como estratégia para favorecer a expressão de comportamentos naturais no período pré-parto. Martins *et al.* (2021) observaram que o fornecimento de material nesse período aumenta a expressão de comportamentos de nidificação e reduz a ocorrência de estereotípias. Além disso, estudos recentes indicam que materiais alternativos, como substratos à base de biopolímeros, também podem estimular esse comportamento, além de reduzir mudanças posturais e a duração do parto (Monteiro *et al.*, 2025), refletindo positivamente no desempenho produtivo, com leitões apresentando maior peso ao desmame (Espejo-Beristain *et al.*, 2022).

e. Enriquecimento ambiental no periparto de fêmeas suínas

No período de periparto, o enriquecimento ambiental assume papel ainda mais relevante, especialmente por possibilitar a expressão do comportamento de construção de ninho, altamente motivado em fêmeas suínas no período pré-parto. Esse comportamento é regulado por alterações neuroendócrinas associadas à proximidade do parto, incluindo aumento das concentrações de prolactina e ocitocina, hormônios fundamentais para a ejeção do leite, a contração uterina e o estabelecimento do comportamento materno (Yun & Valros, 2015; Valros, 2015; Jensen, 1993).

A expressão adequada do comportamento de nidificação está associada à organização do parto e à melhoria do desempenho reprodutivo. Evidências indicam que fêmeas com acesso a materiais de ninho apresentam menor duração do parto, menor número de natimortos e melhor interação com os leitões após o nascimento (Damm *et al.*, 2000; Baxter *et al.*, 2011). Por outro lado, a restrição desse comportamento, comum em sistemas intensivos, está relacionada ao aumento do estresse, maior ocorrência de estereotípias e prejuízos no comportamento materno (Jarvis *et al.*, 2001; Wischner *et al.*, 2009).

Além dos efeitos comportamentais, o enriquecimento ambiental no período pré-parto pode influenciar diretamente o estado fisiológico das fêmeas. A possibilidade de expressar comportamentos naturais tem sido associada à redução da ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, contribuindo para menor liberação de cortisol e melhor adaptação ao parto (Jarvis *et al.*, 2001; Yun *et al.*, 2014). Esses efeitos podem refletir na vitalidade dos leitões ao nascimento, favorecendo maior capacidade de locomoção e sucção, fatores essenciais para a ingestão adequada de colostro nas primeiras horas de vida (Devillers *et al.*, 2007; Quesnel, 2011).

Nesse contexto, a disponibilização de materiais para construção de ninho tem sido amplamente investigada. O fornecimento de substratos como palha está consistentemente associado ao aumento da expressão desse comportamento e à redução de comportamentos anormais (Damm *et al.*, 2000; Baxter *et al.*, 2011). Entretanto, limitações estruturais de sistemas intensivos, como o uso de pisos ripados, têm estimulado a busca por materiais alternativos que sejam viáveis nessas condições.

Estudos mais recentes têm avaliado diferentes tipos de materiais manipuláveis como alternativas ao uso de palha, incluindo substratos fibrosos e materiais processados, que também podem estimular a atividade de nidificação e promover melhorias comportamentais nas fêmeas (Van de Weerd *et al.*, 2009; Bracke, 2017). Embora os efeitos possam variar conforme o tipo de material, sua qualidade e a forma de disponibilização, esses recursos têm se mostrado promissores para favorecer a expressão de comportamentos naturais em sistemas intensivos.

Dessa forma, o enriquecimento ambiental no período de periparto configura-se como uma estratégia relevante para promover a expressão de comportamentos naturais, reduzir o estresse e melhorar o bem-estar das fêmeas suínas, com reflexos positivos sobre o desempenho produtivo e reprodutivo das leitegadas.

f. Fisiologia do parto em fêmeas suínas

Apesar da seleção genética ao longo das gerações, os comportamentos exibidos por fêmeas suínas no período de periparto permanecem semelhantes aos observados em seus ancestrais, os javalis (Špinka *et al.*, 2000). As mudanças comportamentais iniciam-se aproximadamente 48 horas antes do parto, sendo caracterizadas por inquietação, aumento da atividade locomotora e intensificação da busca por um local adequado para a construção do ninho.

A construção do ninho envolve uma sequência organizada de comportamentos, incluindo escavação do solo com o focinho e movimentos de varredura com os membros anteriores, seguidos pela coleta e deposição de material vegetal. Essa atividade pode se estender por mais de um dia, com redução gradual de sua intensidade entre 3 e 7 horas antes do nascimento do primeiro leitão (Jensen *et al.*, 1993). Após esse período, a construção tende a cessar, embora ajustes estruturais possam ocorrer após o parto. A duração e a interrupção desse comportamento estão relacionadas à qualidade do ninho formado e à disponibilidade de materiais, sendo que, em condições limitantes, a fêmea pode continuar tentando realizá-lo mesmo no período pós-parto (Damm *et al.*, 2000).

A motivação para a construção do ninho é modulada por fatores internos e externos. Entre os fatores fisiológicos, destacam-se as alterações endócrinas associadas à proximidade do parto, que desempenham papel central na indução e regulação desse comportamento (Jensen *et al.*, 1993). A prostaglandina F2 α (PGF2 α) está envolvida nesse processo, contribuindo para a ativação do comportamento de nidificação (Bourne, 1977).

Na fase final da gestação, observa-se aumento dos níveis plasmáticos de estrogênio, decorrente da atividade da unidade feto-placentária, seguido por uma queda

acentuada nos níveis de progesterona aproximadamente dois dias antes do parto. Essa redução está associada à liberação de $\text{PGF2}\alpha$, que estimula a secreção de prolactina, ocitocina e relaxina, hormônios essenciais para a preparação do organismo materno para o parto e para o estabelecimento da lactação (Hafez, 2004; Recio *et al.*, 2004).

O início do parto resulta de uma complexa interação entre fatores endócrinos e sinais fetais. Esse processo é desencadeado pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal do feto, levando à liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e, conseqüentemente, ao aumento da produção de corticosteroides. Esses hormônios promovem a queda da progesterona, estimulam as contrações uterinas e culminam na expulsão dos fetos (Bernardi, 2007).

Dessa forma, a fisiologia do parto em fêmeas suínas está intimamente relacionada à expressão de comportamentos pré-parto, especialmente a construção do ninho, sendo ambos regulados por mecanismos neuroendócrinos integrados. A compreensão dessa relação é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de manejo que favoreçam o bem-estar das fêmeas e o desempenho da leitegada em sistemas intensivos de produção.

g. Importância do colostro para o leitão

O colostro da fêmea suína constitui a principal fonte de imunidade passiva para os leitões recém-nascidos, sendo rico em imunoglobulinas, como IgA, IgM e IgG (Salmon *et al.*, 2009). A IgA desempenha papel essencial na imunidade de mucosas, atuando na proteção contra a adesão e invasão de patógenos (Bourne, 1977; Salmon *et al.*, 2009). A IgM participa da resposta imune inicial, promovendo a lise de microrganismos e a formação de complexos antígeno-anticorpo, enquanto a IgG representa a principal fração da imunidade humoral, predominante na resposta imune sistêmica (Butler, 1998).

Na espécie suína, a transferência de imunidade passiva não ocorre durante a gestação, uma vez que a placenta é do tipo epiteliocorial difusa, composta por múltiplas camadas teciduais que impedem a passagem de imunoglobulinas da circulação materna para o feto (Salmon *et al.*, 2009). Dessa forma, os leitões nascem praticamente

agamaglobulinêmicos e dependem integralmente da ingestão de colostro para a aquisição de imunidade nas primeiras horas de vida (Brambell, 1958).

Para que essa transferência seja efetiva, recomenda-se que cada leitão ingira entre 200 e 300 g de colostro nas primeiras 24 horas após o nascimento (Devillers *et al.*, 2007; Devillers *et al.*, 2011; Quesnel, 2011). A ingestão adequada depende de diversos fatores, incluindo a produção e qualidade do colostro materno, o tamanho da leitegada, o peso ao nascimento e a vitalidade dos leitões (Quesnel, 2011).

Além desses fatores, o estado fisiológico e comportamental da fêmea no período de periparto exerce influência direta sobre a eficiência desse processo. Condições que favorecem o bem-estar materno tendem a resultar em partos mais organizados, melhor comportamento materno e maior viabilidade dos leitões ao nascimento. Nesse contexto, o fornecimento de enriquecimento ambiental que permita a expressão de comportamentos naturais, como a construção de ninho, tem sido associado à redução do estresse materno e à melhoria do desempenho reprodutivo (Jarvis *et al.*, 2001).

Essas condições podem resultar no nascimento de leitões mais vigorosos, com maior capacidade de locomoção e sucção, aumentando a probabilidade de ingestão adequada de colostro nas primeiras horas de vida. Assim, a promoção do bem-estar das fêmeas no período de periparto exerce papel determinante na sobrevivência e no desenvolvimento inicial da leitegada (Devillers *et al.*, 2007; Quesnel, 2011).

Diante do exposto, observa-se que o período de periparto em fêmeas suínas representa uma fase crítica, na qual fatores comportamentais, fisiológicos e ambientais interagem diretamente, influenciando o bem-estar das matrizes e o desempenho das leitegadas. Nesse contexto, a utilização de estratégias de enriquecimento ambiental que permitam a expressão de comportamentos naturais, especialmente a construção de ninho, apresenta potencial para promover melhorias no comportamento materno, na saúde das fêmeas e nos indicadores produtivos. Assim, torna-se relevante a investigação de materiais de enriquecimento que sejam viáveis em sistemas intensivos de produção e eficazes na promoção do bem-estar animal.

5. Referências

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório anual 2025*. São Paulo: ABPA, 2025.

ASH, M. Management of the farrowing and lactating sow. In: MORROW, D. A. (ed.). *Current therapy in theriogenology*. 2. ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. p. 931–934.

BAXTER, Emma M. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *Animal*, v. 6, p. 96–117, 2012.

BAXTER, Emma M.; LAWRENCE, Alison B.; EDWARDS, Sandra A. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal*, v. 5, n. 4, p. 580–600, 2011.

BERGERON, R.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; ROBERT, S. The welfare of pregnant and lactating sows. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. (ed.). *Welfare of pigs from birth to slaughter*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2008. p. 65–95.

BERNARDI, Maria Luiza. Fisiologia da reprodução de suínos. In: SOBESTIANSKY, J. et al. (org.). *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. Brasília: Embrapa, 2007.

BLACKSHAW, J. K.; THOMAS, F. J.; LEE, J. A. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 53, n. 3, p. 203–212, 1997.

BLOOMSMITH, M. A.; BRENT, L. Y.; SCHAPIRO, S. J. Guidelines for environmental enrichment. *Laboratory Animal Science*, v. 41, n. 4, p. 372–377, 1991.

BOURNE, F. J. The immunoglobulin system of the suckling pig. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 36, p. 205–215, 1977.

BRACKE, M. B. M. Chains as proper enrichment for intensively farmed pigs? In: ŠPINKA, M. (ed.). *Advances in Pig Welfare*. Duxford: Woodhead Publishing, 2017. p. 167–197.

BRAMBELL, F. W. R. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. London: HMSO, 1965.

BRAMBELL, F. W. R. The passive immunity of the young mammal. *Biological Reviews*, v. 33, n. 4, p. 488–531, 1958.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2020.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, v. 142, p. 524–526, 1986.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. *Domestic animal behaviour and welfare*. 5. ed. Wallingford: CABI, 2015.

BURRI, M. et al. Influence of straw length on piglet mortality. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 117, p. 181–189, 2009.

BUTLER, J. E. Immunoglobulin diversity in large farm animals. *Revue Scientifique et Technique*, v. 17, n. 1, p. 43–70, 1998.

CARVALHO, F. L. A. et al. Enriquecimento ambiental e bem-estar na suinocultura. *Nutri Time*, v. 14, n. 4, p. 6083–6090, 2017.

CHAPINAL, N. et al. Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows. *Journal of Veterinary Behavior*, v. 5, p. 82–93, 2010.

CHIDGEY, K. L. et al. Sow and piglet productivity in farrowing pens. *Livestock Science*, v. 173, p. 87–94, 2015.

CHOU, J.-Y. et al. Effects of environmental enrichment on pigs. *Animals*, v. 9, n. 9, p. 1–20, 2019.

CRONIN, G. M. et al. The effects of farrowing crate use on sow welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 36, p. 173–190, 1993.

DAMM, B. I. et al. The effect of substrate on nest building. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 66, p. 137–149, 2000.

DEVILLERS, N. et al. Variability of colostrum yield in pigs. *Animal*, v. 1, p. 1033–1041, 2007.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival. *Animal*, v. 5, p. 1605–1612, 2011.

ESPEJO-BERISTAIN, G.; SÁNCHEZ, R.; MANTECA, X.; RUIZ-DE-LA-TORRE, J. L. *Effects of environmental enrichment during gestation on sow welfare and piglet performance*. *Livestock Science*, v. 265, p. 105103, 2022.

FRASER, David. *Understanding animal welfare*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008.

GRANDIN, Temple. *Improving animal welfare: a practical approach*. Wallingford: CAB International, 2009.

HAFEZ, E. S. E. *Reproduction in farm animals*. 7. ed. Philadelphia: Lippincott, 2004.

HANSEN, C. F. et al. Effects of confinement on sow behaviour. *Livestock Science*, v. 202, p. 95–103, 2017.

- HÖTZEL, M. J. et al. Behavioural indicators of sow welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 92, p. 99–110, 2005.
- HUGHES, B. O.; DUNCAN, I. J. H. The notion of ethological need. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 57, p. 149–160, 1998.
- JARVIS, Susan et al. The effect of environment on maternal behaviour, physiology and piglet survival. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 71, p. 203–216, 2001.
- JARVIS, S. et al. Role of environment on sow behaviour. *Physiology & Behavior*, v. 92, p. 640–648, 2006.
- JENSEN, P. Observations on maternal behaviour in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 16, p. 131–142, 1986.
- JENSEN, P. Nest building in domestic sows. *Animal Behaviour*, v. 45, p. 351–358, 1993.
- KOBA, Y. et al. Recognition of humans by pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 73, p. 185–193, 2001.
- LI, Y. et al. Effects of enrichment materials on sows. *Animals*, v. 12, p. 1–12, 2022.
- MELLOR, D. J. Updating animal welfare thinking. *Veterinary Journal*, v. 200, p. 21–28, 2016.
- MELLOR, D. J. Comprehensive assessment of animal welfare: the Five Domains Model. *Animal Welfare*, 2004.
- MELLOR, D. J.; REID, C. S. W. Improving animal well-being. Glen Osmond: ANZCCART, 1994.
- MENDES, R. et al. Auditory enrichment and pig performance. *Animals*, v. 13, p. 1–12, 2023.
- NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 44, p. 229–243, 1995.
- OLIVIERO, C. et al. Environmental factors affecting farrowing. *Animal Reproduction Science*, v. 204, p. 131–139, 2019.
- PINHEIRO, M. C. Comportamento de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 187–194, 2009.
- QUESNEL, Hélène. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin content. *Animal*, Cambridge, v. 5, n. 10, p. 1546–1554, 2011.
- RECIO, M. V. F. et al. Variaciones fisiológicas en la cerda durante el parto. *Porci*, n. 80, p. 11–32, 2004.

- RIBAS, J. et al. Tail biting in pigs. *Animals*, v. 14, p. 1–15, 2024.
- SALMON, Hélène et al. Immunity in the neonatal piglet: from passive to active immunity. *Animal*, v. 3, n. 3, p. 345–354, 2009.
- SARUBBI, J. et al. Environmental enrichment in pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 255–263, 2011.
- SILVA, B. A. N.; NÄÄS, I. A.; TOLON, Y. B.; CAMPOS, L. S. L. *Influence of environmental enrichment on the behavior and performance of pigs*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 195, p. 113–119, 2017.
- SINGH, C. et al. Sow confinement effects. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 180, p. 10–20, 2016.
- SNOWDON, C. T. *Animal behavior*. 2. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1999.
- ŠPINKA, Marek; ILLMANN, Gerhard; ALGER, Steven E.; STETKIEWICZ, Jacek. The role of nursing in suckling behaviour and maternal responsiveness in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 70, p. 99–114, 2000.
- STUDNITZ, M. et al. Exploratory behaviour of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 107, p. 183–197, 2007.
- TATEMOTO, P.; PÉRTILLE, F.; BERNARDINO, T.; ZANELLA, R.; GUERRERO-BOSAGNA, C.; ZANELLA, A. J. An enriched maternal environment and stereotypies of sows differentially affect the neuro-epigenome of brain regions related to emotionality in their piglets. *Epigenetics*, v. 18, n. 1, 2023.
- VAN DE WEERD, H. A.; BAUMANS, V. Environmental enrichment. *Laboratory Animals*, v. 29, p. 413–419, 1995.
- VAN DE WEERD, H. A. et al. Environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 118, p. 1–20, 2009.
- VALROS, Anna. Nest-building in sows: from behaviour to physiology. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 166, p. 1–9, 2015.
- WECHSLER, B. Normal behaviour as a welfare indicator. *Animal Welfare*, v. 16, p. 107–110, 2007.
- WISCHNER, D. et al. Nest-building behaviour in sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 119, p. 51–58, 2009.
- WOAH – WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. *Terrestrial animal health code*. Paris, 2019.
- YUN, J. et al. Prepartum nest-building behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 160, p. 31–37, 2014.

ZHITNITSKIY, P. E.; ROEHE, R.; TURNER, S. P. *Environmental enrichment in pigs: a review of effectiveness and practical implications*. Frontiers in Animal Science, v. 2, p. 1–15, 2021.

CHAPTER II—Scientific article in preparation for submission to *ACTA SCIENTIARUM. ANIMAL SCIENCES*

Are sow behavior, farrowing dynamics, and litter performance influenced by the type of nesting material provided?

Isadora Leticia Gianeis de Souza^{1*}, Joseph Grajales-Cedeño^{1,3}, Juliana Cristina Rego Ribas², Vivian Sobral², Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa^{1,4}, Aline Cristina Sant'Anna^{1,4}

¹Graduate Program in Animal Science, School of Agricultural and Veterinary Sciences, UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil.

²Agroceres PIC, Rio Claro, SP, Brazil.

³University of Panama, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Animal Science, Chiriquí, Panama

⁴Department of Animal Science, School of Agricultural and Veterinary Sciences, UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil

*Corresponding authors: isadora.gianeis@unesp.br; jucrribas@gmail.com; aline.santanna@unesp.br

Abstract: Nest building is a highly motivated behavior in sows during the pre-partum period, and its expression is associated with maternal well-being and reproductive success. Although hay is widely used as an enrichment material to promote this behavior, its use in commercial systems may present operational limitations, stimulating the search for alternative materials. In this context, this study evaluated, under commercial production conditions, the effects of hay (100 g) and brown paper strips during the peripartum period on the behavior, health, and productive performance of sows and their litters. Twenty-four sows and 412 piglets were evaluated, distributed into three treatments: hay (FENO), brown paper (PAPEL), and control (without environmental enrichment). Behavioral and health indicators (Welfare Quality®), reproductive parameters, the need for obstetric interventions, and zootechnical performance of the litters were measured. Females in the HAY treatment group showed greater interaction with the provided material, less time spent lying down, and a higher frequency of other behaviors ($P < 0.001$). Furthermore, this treatment was associated with fewer stillbirths ($P < 0.01$) and higher litter weights at weaning ($P < 0.05$). Compared to the control group, females in the HAY and PAPER treatments required less assistance during farrowing. On the other hand, the control group showed a higher occurrence of dystocia and induced labor ($P < 0.001$). The results demonstrate that providing nest-building materials during the peripartum period favors the expression of nesting-related behaviors and contributes to improvements in reproductive and productive indicators, with the most consistent effects observed in the hay treatment.

Keywords: swine, nesting behavior, animal welfare, peripartum period.

CAPÍTULO II – Artigo científico em preparação para submissão à ACTA SCIENTIARUM. ANIMAL SCIENCES:

O comportamento de fêmeas suínas, a dinâmica do parto e o desempenho produtivo das leitegadas são influenciados pelo tipo de material fornecido para construção de ninho? Isadora Leticia Gianeis de Souza^{1*}, Joseph Grajales-Cedeño^{1,3}, Juliana Cristina Rego Ribas², Vivian Sobral², Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa^{1,4}, Aline Cristina Sant'Anna^{1,4}

¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, campus de Jaboticabal, SP, Brasil.

²Agrocere PIC, Rio Claro, SP, Brasil.

³Universidade do Panamá, Faculdade de Ciências Agropecuárias, Departamento de Zootecnia, Chiriquí, Panamá.

⁴Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, campus de Jaboticabal, SP, Brasil.

***Autores correspondentes:** isadora.gianeis@unesp.br, jucrribas@gmail.com e aline.santanna@unesp.br.

Resumo: A construção de ninho é um comportamento altamente motivado em fêmeas suínas durante o período pré-parto e sua expressão está associada ao bem-estar materno e ao sucesso reprodutivo. Embora o feno seja amplamente utilizado como material de enriquecimento para favorecer esse comportamento, sua utilização em sistemas comerciais pode apresentar limitações operacionais, estimulando a busca por materiais alternativos. Nesse contexto, este estudo avaliou, em condições comerciais de produção, os efeitos do fornecimento de feno (100 g) e tiras de papel pardo durante o periparto sobre o comportamento, a saúde e o desempenho produtivo de fêmeas suínas e suas leitegadas. Foram avaliadas 24 fêmeas e 412 leitões, distribuídos em três tratamentos: feno (FENO), papel pardo (PAPEL) e controle (sem enriquecimento ambiental). Foram mensurados indicadores comportamentais e de saúde (Welfare Quality®), parâmetros reprodutivos, necessidade de intervenções obstétricas e desempenho zootécnico das leitegadas. As fêmeas do tratamento FENO apresentaram maior interação com o material disponibilizado, menor tempo em decúbito e maior frequência de outros comportamentos ($P < 0,001$). Além disso, esse tratamento esteve associado a menor número de natimortos ($P < 0,01$) e maior peso das leitegadas ao desmame ($P < 0,05$). Em comparação ao grupo controle, as fêmeas dos tratamentos FENO e PAPEL apresentaram menor necessidade de assistência ao parto. Por outro lado, o grupo controle apresentou maior ocorrência de partos distócicos e induzidos ($P < 0,001$). Os resultados demonstram que o fornecimento de materiais para construção de ninho durante o periparto favorece a expressão de comportamentos relacionados à nidificação e está associado a melhorias nos indicadores reprodutivos e produtivos, com os efeitos mais consistentes observados no tratamento com feno.

Palavras-chave: suínos, comportamento de nidificação, bem-estar animal, periparto.

Introdução

A construção de ninho é um componente essencial do comportamento materno em fêmeas suínas, manifestando-se na fase final da gestação e imediatamente antes do parto (Wischner *et al.*, 2009). As fêmeas são altamente motivadas na realização, e isso está associado à preparação de um ambiente adequado para a ninhada, contribuindo para a proteção e a termorregulação dos leitões (Myrcha *et al.*, 1972; Baxter *et al.*, 2011).

Nos sistemas intensivos de produção, o uso de celas de parição individuais foi amplamente adotado com o objetivo de reduzir perdas por esmagamento de leitões e facilitar o manejo durante o parto (Cronin *et al.*, 1993). No entanto, essas instalações restringem a expressão de comportamentos naturais, incluindo a construção de ninho e a movimentação das fêmeas, o que tem sido associado ao aumento do estresse e a prejuízos ao bem-estar (Wischner *et al.*, 2009; Baxter *et al.*, 2011). Em contrapartida, a disponibilização de materiais adequados para a construção do ninho está associada à melhoria do comportamento materno e ao aumento da sobrevivência dos leitões (Damm *et al.*, 2000; Hötzel *et al.*, 2005).

Do ponto de vista fisiológico, o comportamento de nidificação está intimamente relacionado a alterações endócrinas que ocorrem no período pré-parto, incluindo a redução dos níveis de progesterona e o aumento das concentrações de prolactina, prostaglandinas e ocitocina — hormônios essenciais para a condução do parto, ejeção do leite e estabelecimento do comportamento materno (Algers e Uvnäs-Moberg, 2007; Castrén *et al.*, 1993; Gilbert *et al.*, 2000). Fêmeas com acesso a maior espaço e substratos adequados apresentam maior frequência de comportamentos de construção de ninho, maiores níveis de ocitocina e melhor desempenho materno no período pós-parto (Yun *et al.*, 2014).

Nesse contexto, o enriquecimento ambiental tem sido proposto como uma estratégia para favorecer a expressão de comportamentos naturais em sistemas intensivos. Evidências indicam que diferentes formas de enriquecimento, como materiais manipuláveis e estímulos sensoriais, podem modular respostas comportamentais e fisiológicas, resultando em impactos positivos sobre o bem-estar e o desempenho produtivo (Li *et al.*, 2022; Merlot *et al.*, 2022).

Apesar desses avanços, ainda existem lacunas quanto à eficácia de diferentes materiais de enriquecimento durante o período de periparto, especialmente em condições comerciais de produção. Além disso, há necessidade de identificar alternativas viáveis aos substratos tradicionais, como a palha, que possam ser aplicadas em sistemas intensivos sem comprometer a operacionalidade.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do enriquecimento ambiental, por meio do fornecimento de tiras de papel pardo e feno, durante o período de periparto de fêmeas suínas, sobre o comportamento, a saúde das matrizes e o desempenho produtivo das leitegadas. A hipótese testada foi que o fornecimento desses materiais favorece a expressão do comportamento de nidificação, resultando em efeitos positivos sobre o bem-estar das fêmeas e o desempenho das leitegadas.

Material e Métodos

Local do estudo, animais e instalações

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil (Protocolo nº 3289/2024). O experimento foi conduzido em uma unidade comercial com aproximadamente 2.000 matrizes da linhagem Camborough®, em sistema de rebanho fechado, localizada no município de Brotas, São Paulo, Brasil (22°19'46,45" S; 49°14'47,25" O; 647 m de altitude). O clima da região é classificado como Cfa, segundo Köppen, caracterizado como subtropical úmido, com temperatura média anual de 21,2 °C.

O estudo foi realizado no setor de maternidade da granja. O galpão era equipado com sistema de ventilação em pressão negativa, composto por dois exaustores e dois conjuntos de placas evaporativas (6,5 m cada). O ambiente foi controlado por painel automático (modelo PINR-1CX, com controlador SMAAI 3), responsável pelo acionamento da ventilação, cortinas e alarmes. O sistema de climatização (Big Dutchman®, Alemanha) manteve a temperatura entre 24,5 e 25,0 °C e a umidade relativa entre 70 e 75%. A iluminação foi realizada por lâmpadas LED de 15 W, e o

galpão possuía forro e cortinas laterais, contribuindo para o isolamento do ambiente externo.

O programa de iluminação consistiu em uma exposição de 10 horas à iluminação artificial e 14 horas de período de escuro, quando encerrados todos os partos. No período em que as fêmeas que não iniciaram ou que se encontram em trabalho de parto, as luzes foram mantidas acesas continuamente. A intensidade luminosa média das salas corresponde a 65 lux e ruídos do ambiente com intensidade média de 68 dB.

As baias de maternidade mediam $1,80 \times 2,50$ m e continham gaiolas de parição individuais ($2,00 \times 0,81$ m), com divisórias metálicas laterais e piso ripado. Cada baia dispunha de comedouro de alvenaria e bebedouro tipo chupeta para as fêmeas, e um para os leitões. Um comedouro de plástico para, suplemento e ração para os leitões, além de escamoteador de madeira aquecido por lâmpadas incandescentes (250 W; 220 V).

Foram utilizadas 24 fêmeas suínas, alojadas no setor de maternidade aproximadamente dois dias antes da data prevista de parto e mantidas com suas respectivas leitegadas até o desmame, aos 24 dias de idade ($n = 413$ leitões). As fêmeas recebiam quatro tratos diários de ração por meio de um sistema automático de alimentação. As gestantes recebiam 3 kg de ração por dia, enquanto as lactantes recebiam 2 kg por dia. A água era disponibilizada ad libitum para ambas as categorias.

A indução do parto era realizada aos 116º dias de gestação nas fêmeas que não haviam iniciado o trabalho de parto até o 115º dia gestacional, visando concentrar os partos aos 117º dias de gestação. Durante o parto, os leitões receberam assistência da equipe do setor, sendo realizada a limpeza e secagem corporal com pó secante, ligadura, secção e antissepsia do umbigo com iodo a 5%, além do auxílio para ingestão de colostro logo após o nascimento. As intervenções obstétricas (toque e cesárea) nas fêmeas eram realizadas apenas quando a vida da leitegada e/ou da matriz estivesse comprometida.

Os leitões permaneceram em amamentação exclusiva até os quatro dias de idade. Após esse período, receberam ração sólida e leite em pó, equivalentes à dieta de inicialização utilizada na primeira semana de creche, visando facilitar a adaptação à fase subsequente. A homogeneização dos leitões pequenos e fracos foi realizada até o sétimo dia pós-parto, sendo evitada após a primeira intervenção e reservada apenas para animais severamente subdesenvolvidos.

Delineamento experimental

As 24 fêmeas suínas foram distribuídas em três tratamentos ($n = 8$ por tratamento), considerando a ordem de parto (1ª a 8ª parição), de acordo com a disponibilidade de fêmeas na granja e a proximidade das datas previstas de parto entre os tratamentos experimentais, buscando-se o balanceamento das ordens de parto entre os tratamentos, de modo a reduzir esse fator sobre as variáveis estudadas, sendo os tratamentos: FENO: 100 g de feno, amarrados com barbante cru ; PAPEL: tiras de papel pardo organizadas em formato semelhante a uma vassoura, compostas por quatro tiras (60 cm de comprimento $\times$ 10 cm de largura), unidas por barbante cru (Figura 1B) e CONTROLE: ausência de enriquecimento ambiental.

Os materiais foram posicionados na porção anterior das gaiolas de maternidade, próximos à cabeça das fêmeas e em posição contralateral ao bebedouro. O enriquecimento foi disponibilizado aproximadamente dois dias antes da data prevista de parto, no momento do alojamento das fêmeas na maternidade, e mantido até 24 horas após o parto, sem reposição.

O protocolo dos materiais foi disponibilizado dessa forma, considerando as condições operacionais da granja, incluindo a rotina de manejo dos colaboradores e a necessidade de evitar interferências no funcionamento das instalações, como acúmulo excessivo de material no sistema de remoção de dejetos. Dessa forma, buscou-se adotar um protocolo compatível com a rotina da granja, minimizando alterações no manejo diário e tornando sua aplicação o mais próxima possível das condições reais de produção comercial.

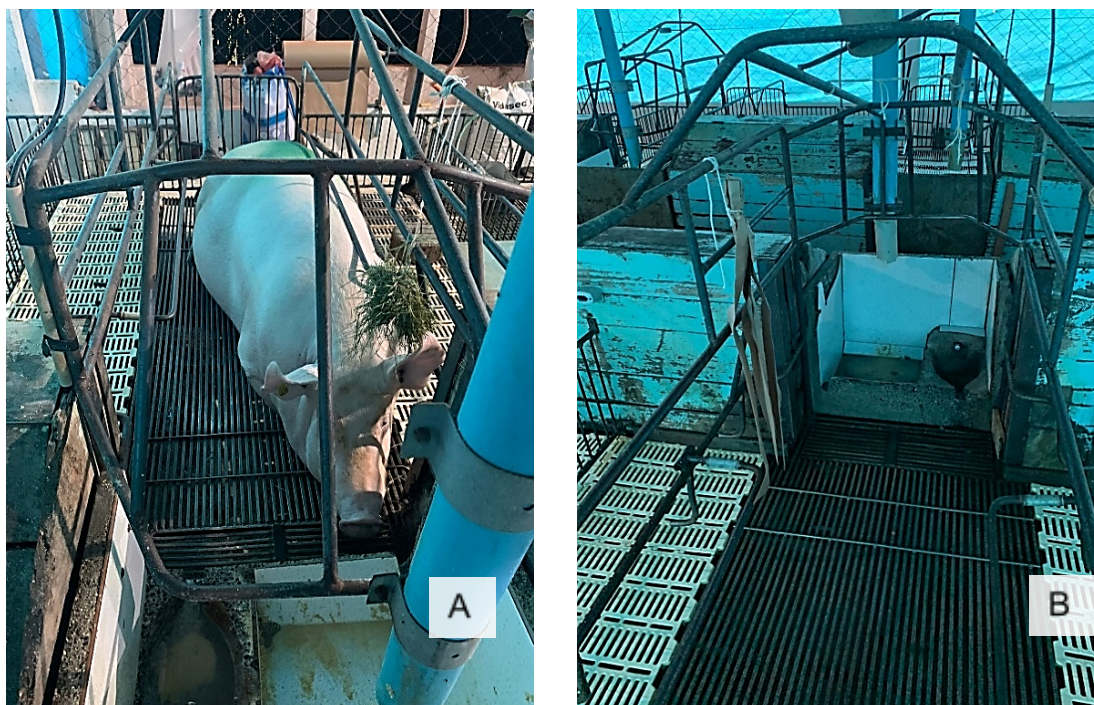


Figura 1. Materiais de enriquecimento utilizados durante o período de periparto: (A) feno (100 g) amarrado com barbante cru; (B) tiras de papel pardo (60 × 10 cm) agrupadas e fixadas com barbante, formando estrutura semelhante a uma vassoura.

Variáveis avaliadas

Interação com o material de enriquecimento

A interação das fêmeas com os materiais de enriquecimento (FENO e PAPEL) foi avaliada por observação direta das fêmeas, duas vezes ao dia, ao longo do período experimental. Foram definidos escores com base no grau de manipulação da fêmea com o material, conforme descrito (Tabela 1). As avaliações foram realizadas sempre nos mesmos horários (7h e às 15h), de forma padronizada ao longo do período experimental.

Tabela 1. Escores utilizados para avaliação da interação das fêmeas com os materiais de enriquecimento (FENO e PAPEL).

Escore	Descrição
0	Ausência de interação. Material intacto, sem evidências de manipulação.
1	Interação parcial. Material parcialmente manipulado (mordido ou rasgado), com porção ainda presente no ponto de disponibilização.
2	Interação total. Material completamente manipulado, sem resíduos no ponto de disponibilização, estando no piso da gaiola ou perdido pelos vãos do piso ripado.

Avaliação comportamental

O comportamento das fêmeas foi avaliado por um único observador treinado, utilizando um etograma adaptado de Edwards *et al.* (2019) para a espécie suína. As observações foram realizadas por amostragem instantânea (scan sampling), durante o período compreendido entre dois dias pré-parto e um dia pós-parto, totalizando três dias consecutivos de avaliação, período no qual os materiais de enriquecimento estavam disponíveis.

As coletas ocorreram cinco vezes ao dia (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00), com intervalo de 1 minuto por fêmea. A definição dos horários de observação considerou a dinâmica de funcionamento da granja e a viabilidade operacional da coleta de dados em condições comerciais, sendo os registros distribuídos ao longo do dia para representar diferentes momentos de atividade das fêmeas. Foram registradas as seguintes categorias comportamentais: deitada, sentada, inativa, estereotipia, construção do ninho, construção do ninho na ausência de material, amamentação e outros comportamentos, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Etograma utilizado para avaliação do comportamento de fêmeas suínas.

Comportamento	Descrição
Deitada	Decúbito lateral ou esternal, com o corpo em contato com o piso.
Sentada	Fêmea apoiada sobre o quadril, com membros anteriores estendidos.
Inativa	Animal imóvel, sem expressão de comportamentos específicos, apenas observando o ambiente.
Estereotipia	Comportamentos repetitivos, como morder, esfregar ou empurrar com o focinho comedouros, bebedouros ou grades; mastigação no vazio.
Construção do ninho	Manipulação ativa do material com boca, focinho e/ou patas, com organização e agregação no piso.
Construção do ninho na ausência de material	Comportamentos de nidificação sem contato com o material, como escavar ou explorar piso e estruturas.
Amamentação	Fêmea em decúbito lateral, permitindo acesso dos leitões aos tetos, com sucção ativa.
Indicador de dor	Movimento de cauda, elevação das patas traseiras (uma ou ambas suspensas em direção à barriga), agitação, movimentos de remada com as patas dianteiras.
Outros comportamentos	Alimentação, micção, defecação, movimentação, espreguiçamento e interação com tratadores.

Adaptado de Edwards *et al.* (2019).

Avaliação de saúde

A avaliação de saúde das fêmeas foi realizada com base no protocolo Welfare Quality® (2009). As avaliações ocorreram duas vezes por semana, durante três semanas consecutivas, no período da manhã, sendo conduzidas individualmente em todas as fêmeas. Foram avaliados os seguintes indicadores: lesões de vulva, prolapso retal, diarreia, constipação, metrite, mastite e prolapso uterino.

Tabela 3. Indicadores de saúde utilizados para avaliação de matrizes suínas, com base no protocolo Welfare Quality® (2009).

Indicador	Escore	Descrição
Lesões de vulva	0	Ausência de lesões ou presença de lesões pequenas (< 2 cm) ou cicatrizadas.
	1	Lesão > 2 cm em processo de cicatrização (com crosta) ou vulva deformada.
	2	Lesão > 2 cm ativa, com sangramento.
Prolapso retal, diarreia, constipação, metrite, mastite, prolapso uterino	0	Ausência.
	1	Presença

Indicadores reprodutivos e zootécnicos

A condição corporal das fêmeas foi avaliada no momento do ingresso na maternidade e, posteriormente, em intervalos semanais até o desmame, utilizando um caliper. O equipamento foi posicionado na região dorsal, na altura da última costela, para mensuração do ângulo formado entre os processos espinhosos e a lateral do músculo longissimus dorsi. As fêmeas foram classificadas em três categorias: magra, condição corporal ideal e sobrepeso.

Foram registrados os seguintes indicadores reprodutivos: número total de leitões nascidos, número de nascidos vivos, natimortos e mumificados, tipo de parto, necessidade de intervenções obstétricas e duração do parto, definida como o intervalo entre o nascimento do primeiro e do último leitão.

Os partos foram classificados de acordo com o manejo da granja, sendo eles considerados normais quando ocorreram espontaneamente e não apresentaram características de distocia. Os partos distócicos foram definidos como aqueles que

apresentaram duração prolongada e/ou intervalo superior a 30 minutos entre o nascimento de leitões consecutivos. Os partos induzidos corresponderam às fêmeas que necessitaram de indução por não terem iniciado o trabalho de parto dentro do período previsto pela granja, mas que não apresentaram distocia. Os partos induzidos e distócicos corresponderam às fêmeas que necessitaram de indução do parto e que também apresentaram características de distocia durante a parição.

As intervenções obstétricas registradas compreenderam a massagem mamária e o toque obstétrico. A massagem mamária consistiu na estimulação manual do úbere para favorecer a progressão do parto, enquanto o toque obstétrico foi caracterizado pela intervenção manual no canal do parto para avaliação e auxílio à expulsão dos fetos quando necessário.

O peso das leitegadas ao nascimento foi determinado 24 horas após o parto, conforme o manejo rotineiro da granja. Para minimizar possíveis vieses decorrentes da homogeneização de leitões entre leitegadas, priorizou-se a transferência de animais entre fêmeas pertencentes ao mesmo tratamento após a realização da pesagem. No segundo dia de vida, os leitões foram identificados por meio de tatuagem contendo a letra correspondente ao tratamento da fêmea (F = feno; P = papel pardo; C = controle) (Figura 2). As leitegadas foram novamente pesadas aos sete dias de idade e no dia anterior ao desmame.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no software R, com auxílio do ambiente RStudio (versão 4.3.0). Diferenças foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$ e tendências quando $0,05 < P \leq 0,10$. As frequências dos indicadores comportamentais, de saúde e reprodutivos categóricos (tipo de parto e necessidade de intervenção — massagem, toque e/ou indução) foram comparadas entre os tratamentos (FENO, PAPEL e CONTROLE) por meio do teste do qui-quadrado (χ^2). Quando observadas frequências esperadas inferiores a cinco, foi aplicada correção por simulação de Monte Carlo.

Os indicadores de saúde foram analisados de forma descritiva, sendo apresentados como frequência relativa de ocorrência ao longo das três semanas de

avaliação para cada tratamento. A duração do parto foi analisada por meio de modelos lineares generalizados, considerando os tratamentos como efeito fixo e a ordem de parto como covariável. Como a covariável não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$), foi removida do modelo final.

Os indicadores reprodutivos (número total de leitões nascidos, nascidos vivos, natimortos e mumificados) foram analisados por modelos lineares generalizados ajustados à distribuição de Poisson, incluindo os tratamentos como efeito fixo. A adequação do modelo foi verificada por meio da inspeção dos resíduos e avaliação de possível sobredispersão.

O peso médio do leitão foi analisado por modelos lineares mistos, considerando os tratamentos, o momento de avaliação (nascimento, sete dias de idade e pré-desmame) e a interação entre esses fatores como efeitos fixos. A ordem de parto e o escore de condição corporal foram inicialmente incluídos como covariáveis, sendo posteriormente removidos por ausência de efeito significativo ($P > 0,05$). Os efeitos dos modelos foram avaliados por testes do qui-quadrado de Wald tipo III. A normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste de Anderson-Darling e por inspeção gráfica (gráfico quantil-quantil e histograma).

A seleção dos modelos foi realizada com base nos critérios de informação de Akaike (AIC) e bayesiano (BIC). As comparações múltiplas entre médias ajustadas foram realizadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Interação com material de enriquecimento ambiental

O tipo de enriquecimento ambiental influenciou significativamente a interação das fêmeas com o material ($\chi^2 = 30,09$; $gl = 2$; $P < 0,001$). As fêmeas do tratamento FENO apresentaram maior nível de interação com o material, com predominância de interações parciais e totais, enquanto no tratamento PAPEL predominou a ausência de interação. Destaca-se que não foi observada interação total no tratamento PAPEL. Consequentemente, a proporção de fêmeas que não interagiram com o material foi maior no tratamento PAPEL em comparação ao FENO (Figura 2).

No contexto do presente estudo, o FENO, por apresentar estrutura fibrosa e flexível, provavelmente forneceu estímulos táteis e exploratórios mais adequados do que o PAPEL, favorecendo sua manipulação pelas fêmeas. Esse resultado está em concordância com evidências de que substratos manipuláveis aumentam a frequência e a duração de comportamentos de exploração e construção de ninho em fêmeas suínas (Edwards *et al.*, 2019; Plush *et al.*, 2021). De forma semelhante, Monteiro *et al.* (2025) relataram que materiais alternativos com características fibrosas e biodegradáveis aumentaram o interesse das fêmeas e reduziram comportamentos redirecionados no período pré-parto.

Embora o PAPEL também seja um material manipulável e que permita sua apreensão e reorganização pelas fêmeas, o FENO apresenta maior semelhança com os materiais utilizados naturalmente pelas fêmeas para a construção do ninho, como gramíneas e outros vegetais fibrosos (Jensen, 1986; Jensen, 1993). Assim, é provável que suas características estruturais tenham favorecido maior interação das fêmeas com esse enriquecimento ambiental observado no presente estudo.

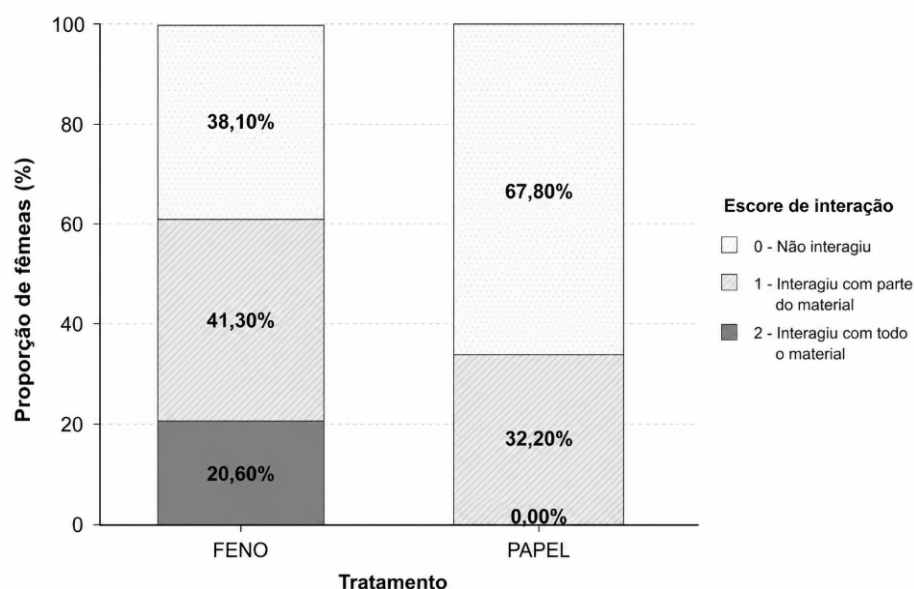


Figura 2. Proporção (%) de fêmeas suínas em cada escore de interação com os materiais de enriquecimento durante o período de periparto, nos tratamentos FENO e PAPEL. Escore 0 = ausência de interação; escore 1 = interação parcial; escore 2 = interação total.

Avaliação comportamental

A maioria dos comportamentos avaliados não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4). Diferenças significativas foram observadas apenas para os comportamentos de deitar-se ($\chi^2 = 10,59$; $P = 0,005$) e outros comportamentos ($\chi^2 = 7,79$; $P = 0,02$). As fêmeas do tratamento FENO apresentaram menor tempo em decúbito e maior frequência de outros comportamentos em comparação aos tratamentos CONTROLE e PAPEL. Além disso, foi observada tendência de menor tempo em inatividade no tratamento PAPEL em relação aos demais grupos ($P = 0,16$).

De modo geral, o enriquecimento ambiental pode ter exercido efeito limitado sobre a maioria dos comportamentos avaliados durante o período de periparto, indicando que, nas condições do presente estudo, a disponibilidade de materiais não foi suficiente para alterar de forma ampla o repertório comportamental das fêmeas. Apesar disso, as fêmeas submetidas ao tratamento FENO apresentaram menor tempo em decúbito e maior frequência de outros comportamentos, sugerindo aumento da atividade geral. Esse padrão pode estar relacionado à maior atratividade e manipulabilidade do material, previamente evidenciada pela maior interação observada nesse grupo, o que reforça a relação entre disponibilidade de substrato adequado e estímulo à atividade exploratória.

Estudos anteriores demonstram que o fornecimento de materiais para construção de ninho está associado ao aumento da atividade comportamental no período pré-parto, incluindo maior frequência de mudanças posturais e comportamentos exploratórios (Yun *et al.*, 2014; Edwards *et al.*, 2019). De forma complementar, Lee *et al.* relataram aumento na dinâmica comportamental de fêmeas com acesso a materiais manipuláveis, indicando redução da monotonia ambiental. Por outro lado, a ausência de diferenças para a maioria dos comportamentos pode refletir a natureza pontual das avaliações realizadas por amostragem instantânea, que tende a registrar estados comportamentais mais prolongados, como permanência em decúbito, em detrimento de comportamentos de curta duração, como exploração e manipulação de substrato. Além disso, comportamentos relacionados à construção de ninho apresentam pico de ocorrência nas

horas imediatamente anteriores ao parto, podendo não ter sido plenamente registrados nos intervalos de observação adotados.

Tabela 4. Porcentagem (%) de ocorrência dos comportamentos durante o período de periparto, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Comportamento	FENO	PAPEL	CONTROLE	χ^2 (df = 2)	P
Deitada	62,50	81,90	77,16	10,59	0,005
Sentada	3,45	0,43	3,45	2,50	0,26
Inativa	4,74	1,72	7,76	4,04	0,16
Estereotípias	3,45	0,86	2,59	1,55	0,37
Amamentando	10,34	4,74	6,03	2,63	0,27
Indicador de dor	4,31	2,16	2,59	0,88	0,52
Outros	14,22	7,33	3,45	6,10	0,04

5.5. Avaliação de saúde

Os indicadores de saúde, nos dados descritivos, apresentaram maior ocorrência na primeira semana de lactação, com redução ao longo das semanas subsequentes (Tabela 5). De modo geral, observa-se que os tratamentos PAPEL e CONTROLE apresentaram maior ocorrência de mastite ao longo das semanas, com tendência de aumento, especialmente no grupo CONTROLE.

Tabela 5. Descritiva (%) dos indicadores de saúde em fêmeas suínas durante três semanas de lactação, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Indicadores	Semana	FENO	PAPEL	CONTROLE
Constipação	1 ^a	31,25	37,50	50,00
	2 ^a	18,75	18,75	18,75
	3 ^a	6,67	6,25	6,67
Mastite	1 ^a	6,25	12,50	18,75
	2 ^a	12,50	25,00	31,25
	3 ^a	13,33	25,00	26,67
Metrite	1 ^a	6,25	6,25	6,25
	2 ^a	6,25	6,25	12,50
	3 ^a	0,00	0,00	0,00

Os indicadores de saúde foram avaliados de forma descritiva ao longo do período experimental, permitindo caracterizar a distribuição dos escores entre os tratamentos e ao longo das semanas. De modo geral, observou-se predominância de ausência de alterações clínicas ou de lesões leves em todos os tratamentos, com ocorrência pontual de casos mais severos. As lesões vulvares leves foram mais frequentes no tratamento PAPEL, enquanto lesões vulvares severas foram registradas exclusivamente no grupo CONTROLE.

Esses achados podem refletir, ao menos parcialmente, condições prévias ao início dos tratamentos, incluindo histórico gestacional, adaptação à maternidade e fatores de manejo. De fato, estudos demonstram que fatores ambientais e de manejo exercem influência significativa sobre a ocorrência de lesões e distúrbios sanitários em

fêmeas suínas (Hultén *et al.*, 2004; Ison *et al.*, 2018), reforçando a natureza multifatorial desses indicadores.

As lesões vulvares, para os dados descritivos, apresentaram predominância do escore 0 em todos os tratamentos (Tabela 7). No entanto, o tratamento PAPEL apresentou redução gradual da frequência de escore 0 ao longo do período, acompanhada de aumento no escore 1. O tratamento FENO manteve elevada frequência de escore 0, sem ocorrência de lesões severas (escore 2). Já o grupo CONTROLE apresentou ocorrência pontual de escore 2 na primeira semana.

Tabela 7. Descritivas (%) de lesões vulvares durante três semanas de lactação, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Semana	Escore	FENO	PAPEL	CONTROLE
Primeira	0	93,75	100,00	87,50
	1	6,25	0,00	6,25
	2	0,00	0,00	6,25
Segunda	0	87,50	87,50	93,75
	1	12,50	12,50	6,25
	2	0,00	0,00	0,00
Terceira	0	100,00	75,00	100,00
	1	0,00	25,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00

Na análise estatística dos indicadores de saúde, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para lesões vulvares ($P = 0,03$) e mastite ($P = 0,01$). O tratamento PAPEL apresentou maior frequência de lesões vulvares.

Em relação à mastite, menor frequência foi observada no tratamento FENO em comparação aos demais tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para constipação e metrite ($P > 0,05$) (Tabela 8). A mastite é um processo inflamatório multifatorial da glândula mamária, associado a fatores como presença de patógenos, intervenções obstétricas, tamanho da leitegada e condições ambientais (Klopfenstein *et al.*, 2006; Oliviero *et al.*, 2010).

Embora não existam evidências consistentes que associem diretamente o enriquecimento ambiental à redução da mastite, alguns estudos indicam que melhorias nas condições de bem-estar e ambiente podem impactar indiretamente a saúde das fêmeas e de suas leitegadas (Merlot *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a menor frequência de mastite observada no tratamento FENO pode estar relacionada a alterações comportamentais associadas ao enriquecimento. As fêmeas desse grupo apresentaram menor tempo em decúbito, o que possivelmente reduziu o contato da glândula mamária com o piso, especialmente sob condições de maior umidade.

Evidências indicam que o contato prolongado com superfícies úmidas e contaminadas favorece a ocorrência de mastite, enquanto ambientes mais secos tendem a reduzir sua incidência (Hultén *et al.*, 2004). Nesse sentido, os efeitos do enriquecimento ambiental sobre a saúde das fêmeas podem ocorrer de forma indireta e depender das condições de manejo e do ambiente do sistema de produção.

Assim, embora não seja possível estabelecer relação causal direta entre o enriquecimento ambiental e os indicadores de saúde no presente estudo, os resultados podem indicar que alterações comportamentais associadas ao ambiente podem influenciar indiretamente a condição sanitária das fêmeas durante o período de parto.

Tabela 8. Frequência (%) dos indicadores de saúde durante o período de periparto, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Indicadores	FENO	PAPEL	CONTROLE	χ^2 (df = 2)	P
Lesões vulvares ¹	7,14	12,50	4,76	8,83	0,03
Constipação	16,67	20,83	23,81	1,79	0,41
Mastite	11,90	20,83	28,57	8,56	0,01
Metrite	4,76	4,17	7,14	0,97	0,52

¹ Lesões vulvares correspondem à soma das ocorrências dos escores 1 e 2.

5.6. Indicadores reprodutivos e zootécnicos

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o peso médio do leitão ao nascimento, aos sete dias de idade e ao desmame ($P > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 09. Média $\pm$ erro padrão do peso médio do leitão ao nascimento, aos sete dias e no desmame, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Momento	FENO	PAPEL	CONTROLE	F-valor	P-valor
Nascimento (kg)	1,33 $\pm$ 0,08	1,44 $\pm$ 0,08	1,33 $\pm$ 0,08	0,54	0,58
Sétimo dia (kg)	2,26 $\pm$ 0,17	2,37 $\pm$ 0,17	2,20 $\pm$ 0,18	0,23	0,79
Desmame (kg)	6,0 $\pm$ 0,41	5,33 $\pm$ 0,38	5,52 $\pm$ 0,41	1,66	0,21

*Número total de leitões avaliados por tratamento em cada momento experimental e ordem consecutiva de nascimento, sétimo dia e desmame, FENO: 127; 103; 81. PAPEL: 113; 70; 72. CONTROLE: 127; 76; 76.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre o tipo de parto ($P < 0,001$). O tratamento FENO apresentou 100% de partos normais, enquanto o tratamento PAPEL apresentou menor proporção de partos normais e o grupo CONTROLE apresentou maior ocorrência de partos distócicos e induzidos. Apesar dessas diferenças, não houve efeito dos tratamentos sobre a duração do parto ($P > 0,05$). A necessidade de intervenção durante o parto também diferiu entre os tratamentos, sendo observada menor frequência de massagem e toque nos tratamentos FENO e PAPEL em comparação ao grupo CONTROLE (Tabela 11).

Tabela 11. Frequência (%) dos tipos de parto e das intervenções obstétricas em fêmeas suínas, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Variável	Categoria	FENO	PAPEL	CONTROLE	χ^2 (df = 2)	P
Tipo de parto	Distócico	0,00	0,00	25,00	116,67	<0,001
	Induzido	0,00	12,50	25,00		
	*Induzido + distócico	0,00	12,50	0,00		
	Normal.	100,00	75,00	50,00		
Intervenções	Massagem	75,00	75,00	100,00	30,00	0,001
	Toque	0,00	12,50	50,00	82,10	0,001

*Induzido + distócico: partos que apresentaram ambas as intervenções.

O enriquecimento ambiental pode ter influenciado parâmetros relacionados ao parto, com maior ocorrência de partos distócicos e induzidos no grupo CONTROLE, enquanto todas as fêmeas do tratamento FENO tiveram partos caracterizados como normais. Nesse contexto, a disponibilização de materiais para construção de ninho favorece a expressão de comportamentos naturais e pode contribuir para melhores condições fisiológicas durante a parturição (Yun & Valros, 2015). Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas na duração do parto, apenas o grupo

CONTROLE apresentou valores acima do limite crítico (>300 min), enquanto os tratamentos com enriquecimento permaneceram dentro da faixa descrita na literatura.

De forma consistente, fêmeas submetidas ao enriquecimento (FENO e PAPEL) apresentaram menor necessidade de indução, massagem e toque, indicando melhores condições para a parturição. A ocitocina exerce papel central nesse processo, atuando na indução das contrações uterinas, na expulsão fetal, na redução do intervalo entre nascimentos e na ejeção do leite (Lawrence *et al.*, 1997; Gilbert *et al.*, 2002; Oliviero *et al.*, 2008; Yun *et al.*, 2013). A restrição do comportamento de construção de ninho pode elevar a liberação de opioides endógenos, os quais inibem a secreção de ocitocina (Bicknell & Leng, 1982; Douglas *et al.*, 1995; Oliviero *et al.*, 2008; Zanella *et al.*, 1996). Esse mecanismo pode comprometer a dinâmica do parto e o desempenho inicial da lactação, evidenciando a importância da expressão comportamental no período pré-parto (Jarvis *et al.*, 2001). Foi observada diferença significativa entre os tratamentos para o número de leitões natimortos ($P = 0,002$), com menor ocorrência no tratamento FENO em comparação ao grupo CONTROLE, sem diferença em relação ao tratamento PAPEL. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a duração do parto, o número total de leitões nascidos, o número de nascidos vivos e o número de leitões mumificados ($P > 0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12. Média $\pm$ erro padrão da duração do parto e dos indicadores reprodutivos ao nascimento de leitões, de acordo com os tratamentos FENO, PAPEL e CONTROLE.

Variável	FENO	PAPEL	CONTROLE	Teste (gl = 2)	P
Duração do parto (min)	268 $\pm$ 40,8	213 $\pm$ 40,8	320 $\pm$ 40,8	F = 1,71	0,20
Total de nascidos (n)	17,2 $\pm$ 1,47	17,6 $\pm$ 1,48	20,0 $\pm$ 1,58	$\chi^2 = 1,92$	0,38
Nascidos vivos (n)	15,9 $\pm$ 4,41	14,1 $\pm$ 1,33	15,9 $\pm$ 4,41	$\chi^2 = 1,08$	0,58
Natimortos (n)	0,75 $\pm$ 0,30 ^b	1,50 $\pm$ 0,43 ^{ab}	3,00 $\pm$ 0,61 ^a	$\chi^2 = 12,05$	0,002
Mumificados (n)	0,87 $\pm$ 0,30	2,00 $\pm$ 0,50	1,25 $\pm$ 0,39	$\chi^2 = 3,75$	0,15

^{ab} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$).

O número de leitões natimortos foi maior no grupo CONTROLE em comparação ao tratamento FENO. Partos prolongados estão associados ao aumento da ocorrência de natimortos, principalmente em função da hipóxia fetal durante o nascimento (Ash, 1986; Borges *et al.*, 2005; Van Dijk *et al.*, 2005; Canario *et al.*, 2006). Dessa forma, a maior duração média do parto no grupo CONTROLE pode ter contribuído para o aumento da mortalidade intraparto. Além disso, partos prolongados estão associados a maior risco de complicações pós-parto, como a síndrome da disgalactia, que compromete o desempenho das leitegadas (Heber *et al.*, 2010).

Por fim, algumas limitações devem ser consideradas. Por se tratar de um estudo conduzido em condições comerciais, fatores relacionados ao manejo, à infraestrutura e à rotina da granja podem ter influenciado os resultados. A quantidade de material fornecida e a ausência de reposição ao longo do período experimental podem ter limitado a expressão completa do comportamento de construção de ninho. Ainda assim, essas condições refletem a realidade produtiva, reforçando a aplicabilidade prática dos resultados.

Conclusão

O enriquecimento ambiental durante o período de periparto influenciou parâmetros comportamentais, reprodutivos e produtivos em fêmeas suínas. Entre os materiais avaliados, o fornecimento de feno esteve associado a maior interação das fêmeas com o material, menor necessidade de intervenções obstétricas, redução do número de leitões natimortos e melhor desempenho dos leitões ao desmame. Embora o papel pardo tenha demonstrado melhores resultados em comparação ao grupo controle, seus efeitos foram menos expressivos, podendo indicar que as propriedades físicas do material desempenham papel importante na promoção do comportamento de construção de ninho.

Dessa forma, os resultados demonstram que a eficácia do enriquecimento ambiental depende não apenas da oferta de um substrato, mas também de sua capacidade de atender às necessidades comportamentais das fêmeas. Por fim, mais estudos devem ser feitos para investigar diferentes quantidades e formas de

disponibilização dos materiais, bem como avaliar a possível reposição do enriquecimento ao longo do período pré-parto e seus efeitos sobre indicadores fisiológicos. Do ponto de vista prático, o fornecimento de FENO, mesmo em pequenas quantidades, configura uma estratégia viável para a promoção do bem-estar de fêmeas suínas em sistemas intensivos de produção, desde que associado a práticas adequadas de manejo e biossegurança.

Referências

- ASH, R. W. Factors affecting the duration of parturition and the occurrence of stillbirth in pigs. *Animal Production*, v. 42, p. 347–352, 1986.
- ALGERS, B.; UVNÄS-MOBERG, K. Maternal behavior in pigs. *Hormones and Behavior*, v. 52, p. 78–85, 2007.
- BAXTER, E. M.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal*, v. 5, n. 4, p. 580–600, 2011.
- BICKNELL, R. J.; LENG, G. Endogenous opioid peptides and hypothalamic neuroendocrine neurons. *Journal of Endocrinology*, v. 94, p. 1–13, 1982.
- BORGES, V. F.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 70, p. 165–176, 2005.
- CANARIO, L.; CANTONI, E.; LE BIHAN, E.; CARITEZ, J. C.; BILLON, Y.; BIDANEL, J. P.; FOULLEY, J. L. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 3185–3196, 2006.
- CASTRÉN, H.; ALGERS, B.; DE PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J.; UVNÄS-MOBERG, K. Preparturient variation in progesterone, prolactin, oxytocin and somatostatin in relation to nest building in sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 38, p. 91–102, 1993.
- CRONIN, G. M.; SMITH, J. A.; HODGSON, G. J. The development of sow and piglet behaviour in farrowing crates. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 36, p. 1–15, 1993.
- DAMM, B. I.; VESTERGAARD, K. S.; SCHRØDER-PETERSEN, D. L.; LADEWIG, J. The effects of branches on prepartum nest building in gilts with access to straw. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 69, p. 113–124, 2000.
- DOUGLAS, A. J.; JOHNSTONE, L. E.; WIGGER, A.; NEUMANN, I. D.; LANDGRAF, R.; RUSSELL, J. A. The role of endogenous opioids in neurohypophysial hormone release. *Journal of Neuroendocrinology*, v. 7, p. 361–367, 1995.
- EDWARDS, L.; PLUSH, K. J.; RALPH, C. R.; MORRISON, R. S.; ACHARYA, R.; DOYLE, R. E. Enrichment with lucerne hay improves sow maternal behaviour and improves piglet survival. *Animals*, v. 9, n. 8, p. 1–16, 2019.
- GILBERT, C. L.; BURNE, T. H. J.; GOODE, J. A.; MURFITT, P. J. E.; WALTON, S. L. Indomethacin blocks pre-partum nest building behaviour in the pig (*Sus scrofa*). *Journal of Endocrinology*, v. 172, p. 507–517, 2000.

- GILBERT, C. L.; MURFITT, P. J. E.; BURN, T. H. J.; GOODE, J. A. The effect of indomethacin on pre-partum behaviour and hormone release in sows. *Journal of Endocrinology*, v. 151, p. 203–211, 2002.
- HEBER, A. J.; STALDER, K. J.; SHEPHERD, T. A.; et al. The impact of prolonged farrowing on sow and piglet performance. *Livestock Science*, v. 134, p. 44–47, 2010.
- HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P.; WOLF, F. M. Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor or indoor systems. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 94, p. 1–13, 2005.
- HULTÉN, F.; PERSSON, A.; ELIASSON-SELLING, L.; HELDMER, E.; LINDBERG, M.; SJÖGREN, U.; KUGELBERG, C.; EHLORSSON, C. J. Evaluation of environmental and management-related risk factors associated with chronic mastitis in sows. *American Journal of Veterinary Research*, v. 65, n. 10, p. 1398–1403, 2004.
- ISON, S. H.; JARVIS, S.; HALL, S. A.; ASHWORTH, C. J.; RUTHERFORD, K. M. D. Periparturient behavior and physiology: further insight into the farrowing process. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 5, p. 122, 2018.
- JARVIS, S.; VAN DER VEGT, B. J.; LAWRENCE, A. B.; MCGREGOR, J. R.; KENTON, R.; LIDDELL, J.; STEPHENSON, S.; WATSON, A. Hormonal and behavioural responses of sows to farrowing environments. *Animal Science*, v. 73, p. 125–133, 2001.
- KLOPFENSTEIN, C.; FARMER, C.; MARTINEAU, G. P. Diseases of the mammary glands and lactation problems. In: STRAW, B. E. et al. (Eds.). *Diseases of swine*. 9. ed. Ames: Blackwell Publishing, 2006. p. 833–860.
- LAWRENCE, A. B.; PETERS, A. R.; APPLEBY, M. C.; HASKELL, M. J. The effect of environment on behaviour and endocrine responses of sows. *Animal Science*, v. 65, p. 171–181, 1997.
- LEE, G. et al. Stimulating prepartum nest-building behaviour through alternative nesting materials. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 275, p. 106284, 2024.
- LI, S. et al. Effect of enrichment items on the physiology and behavior of sows. *Animals*, v. 12, n. 11, p. 1355, 2022.
- MERLOT, E. et al. Improving maternal welfare during gestation. *Physiology & Behavior*, v. 249, p. 113751, 2022.
- MONTEIRO, M. S. et al. Biopolymer-based nesting material for sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 284, p. 106555, 2025.
- MYRCHA, A.; JEZIERSKI, W. Metabolic rate during the postnatal development of wild boars. *Acta Theriologica*, v. 17, n. 33, p. 443–542, 1972.
- OLIVIERO, C. et al. Environmental and physiological factors affecting farrowing. *Animal Reproduction Science*, v. 108, p. 1–12, 2008.

OLIVIERO, C. et al. Troubled process of parturition of the domestic pig. *Animal Reproduction Science*, v. 119, p. 85–91, 2010.

PLUSH, K. J. et al. The effect of hessian and straw as nesting materials. *Animal*, v. 15, n. 7, p. 100273, 2021.

TATEMOTO, P. et al. Environmental enrichment for pregnant sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 220, p. 104854, 2019.

WELFARE QUALITY®. Welfare Quality® assessment protocol for pigs. Lelystad: Welfare Quality Consortium, 2009.

WIDDOWSON, E. M. Changes in body composition during growth. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 35, p. 113–118, 1976.

WISCHNER, D.; KEMPER, N.; KRIETER, J. Nest-building behaviour in sows. *Livestock Science*, v. 124, p. 1–8, 2009.

XU, R. J. Development of the newborn pig gastrointestinal tract. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 13, p. 1–12, 2022.

YUN, J. et al. Behavioural and physiological responses of sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 149, p. 1–8, 2013.

YUN, J. et al. Prepartum nest-building has an impact on postpartum nursing performance. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 160, p. 31–37, 2014.

YUN, J.; VALROS, A. Benefits of prepartum nest-building behaviour. *Animal Welfare*, v. 24, p. 1–8, 2015.

ZANELLA, A. J.; BROOM, D. M.; HUNTER, J. C.; MENDEL, M. T. Brain opioid receptors and stereotypies. *Animal Behaviour*, v. 51, p. 1031–1043, 1996.

ZHANG, H. et al. Immunological properties of colostrum. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2219–2225, 1998.