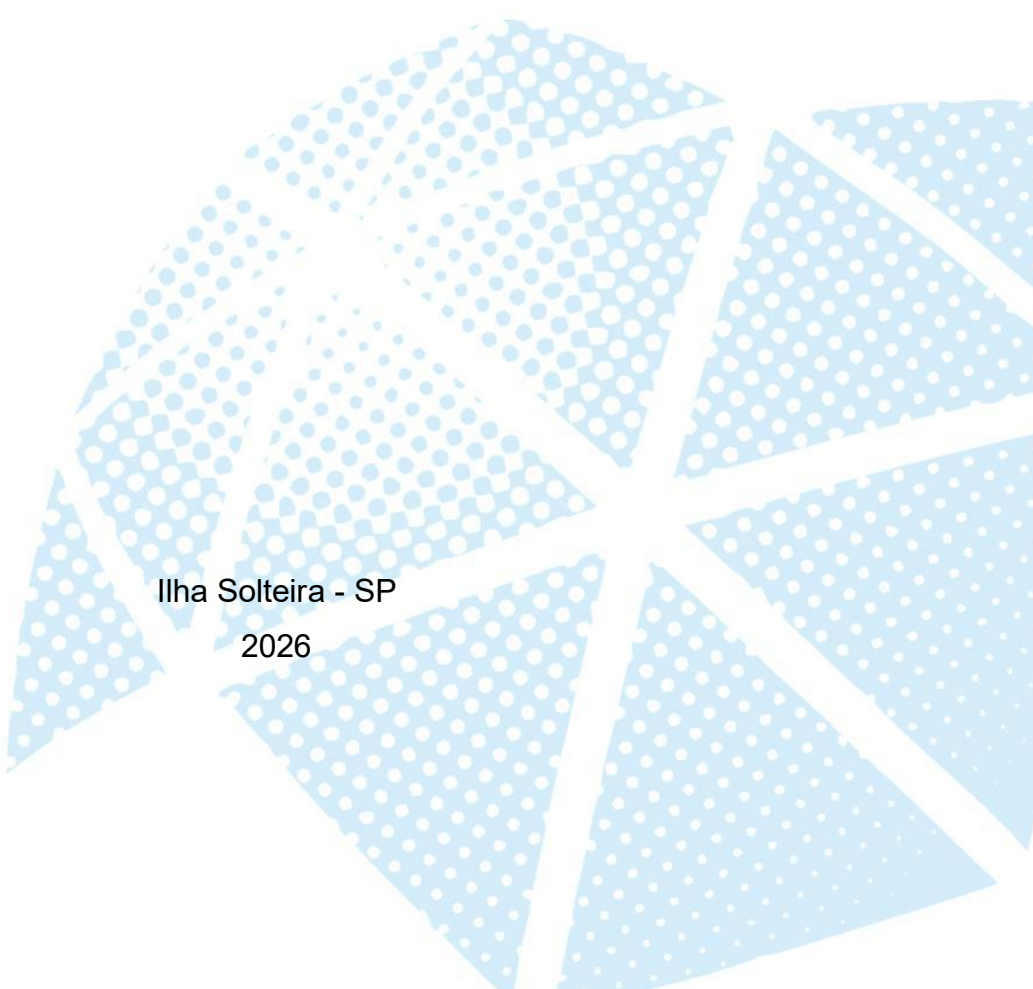


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

FERNANDA DONATO MAIA

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE LEITÕES
DESMAMADOS EM RESPOSTA AO ENRIQUECIMENTO
AMBIENTAL**

Ilha Solteira - SP
2026



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL

FERNANDA DONATO MAIA

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE LEITÕES
DESMAMADOS EM RESPOSTA AO ENRIQUECIMENTO
AMBIENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentado à
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Prof. Dr. Antonio Carlos de
Laurentiz

Coorientadora: Profa Dra. Rosemeire da
Silva Filardi

Ilha Solteira - SP

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Maia, Fernanda Donato.

Análise comportamental e parâmetros fisiológicos de leitões desmamados em resposta ao enriquecimento ambiental / Fernanda Donato Maia. -- Ilha

Solteira: [s.n.], 2026

58 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2026

Orientador: Antonio Carlos de Laurentiz

Coorientador: Rosemeire da Silva Filardi

Inclui bibliografia

1. Bem-estar. 2. Comportamento agonístico. 3. Comportamento animal. 4. Observação focal. 5. Observação scan. 6. Parâmetros metabólicos.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa contribui cientificamente para o avanço do conhecimento sobre o uso de enriquecimento ambiental na fase de creche de leitões, ao integrar avaliação comportamental, indicadores fisiológicos e desempenho produtivo. A abordagem adotada fortalece a base técnica para decisões de manejo mais fundamentadas e alinhadas aos princípios de bem-estar animal.

Do ponto de vista técnico e inovador, o estudo demonstra que estratégias de enriquecimento, incluindo modelos fixos e alternados, podem reduzir comportamentos agonísticos e favorecer a adaptação social e estrutural pós-desmame sem prejuízo ao desempenho zootécnico. Esses achados indicam viabilidade prática e potencial aplicação em sistemas intensivos de produção.

Socialmente, a pesquisa atende à crescente demanda por sistemas produtivos mais éticos e sustentáveis, contribuindo para a melhoria da imagem da suinocultura em nível local, regional e nacional. No âmbito econômico, práticas que reduzem estresse e conflitos sociais podem minimizar perdas produtivas e melhorar a eficiência do sistema.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research contributes scientifically to advancing knowledge on the use of environmental enrichment during the post-weaning period of piglets by integrating behavioral assessment, physiological indicators, and growth performance. The adopted approach strengthens the technical foundation for management decisions that are evidence-based and aligned with animal welfare principles.

From a technical and innovative perspective, the study demonstrates that enrichment strategies, including fixed and alternating models, can reduce agonistic behaviors and promote social and structural adaptation post-weaning without compromising zootechnical performance. These findings indicate practical feasibility and potential application in intensive production systems.

Socially, the research addresses the growing demand for more ethical and sustainable livestock production systems, contributing to the improvement of the swine industry's image at local, regional, and national levels. Economically, practices that reduce stress and social conflicts may minimize production losses and enhance system efficiency.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Análise comportamental e parâmetros fisiológicos de leitões desmamados em resposta ao enriquecimento ambiental

AUTORA: FERNANDA DONATO MAIA

ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ **COORIENTADORA:** ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências ,
pela Comissão Examinadora:


Prof. Ass. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ (Participação Presencial)
Departamento de Biologia e Zootecnia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS


Profa. Dra. CRISTIÉLE DA SILVA RIBEIRO (Participação Presencial)
Departamento de Biologia e Zootecnia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS

Documento assinado digitalmente
 **SHEILA TAVARES NASCIMENTO**
Data: 04/03/2026 09:53:39-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Profa. Dra. SHEILA TAVARES NASCIMENTO (Participação Virtual)
Centro de Ciências Agrárias / Universidade Estadual de Maringá - UEM

Ilha Solteira, 26 de fevereiro de 2026.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por ser minha força nos momentos de cansaço, minha luz nas incertezas e minha fonte constante de fé e perseverança.

Aos meus filhos Théo e Arthur, razão maior de tudo, por serem meu amor mais puro e minha motivação diária para seguir em frente, mesmo nos dias mais difíceis.

À minha mãe Rita, meu pai Elmo, e minha irmã Renata por todo o amor, ensinamentos, renúncias e apoio incondicional, que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu companheiro Evander, pela paciência, incentivo, compreensão e por caminhar ao meu lado em cada desafio desta jornada

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal pelas oportunidades de aprendizado e amadurecimento científico.

Agradeço aos meus orientadores, Dr Antonio Carlos de Laurentiz e Dra. Rosemeire da Silva Filardi e a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste estudo.

Agradeço todo o auxílio da equipe da Granja de Suínos, local onde foi conduzido o estudo.

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

EPÍGRAFE

“Ninguém pode voltar atrás e fazer um novo começo, mas qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

RESUMO

O desmame representa uma das fases mais críticas na produção de suínos, sendo caracterizado por alterações nutricionais, ambientais e sociais que podem comprometer o bem-estar e o desempenho dos leitões. Nesse contexto, o enriquecimento ambiental tem sido proposto como estratégia para mitigar o estresse e promover adaptação comportamental na fase de creche. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes estratégias de enriquecimento ambiental sobre o comportamento, indicadores fisiológicos e desempenho produtivo de leitões recém-desmamados. Foram avaliados três tratamentos: controle (sem enriquecimento), enriquecimento fixo (corda, corrente e chocalho) e enriquecimento alternado (inclusão de enriquecimento rolante no piso). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento e 22 leitões por unidade experimental, totalizando 264 animais. O comportamento foi avaliado por amostragem por varredura (scan sampling) e por registro contínuo de animais focais nos dias 0, 3 e 7 pós-desmame. Também foram realizadas pesagens no desmame e aos sete dias, além de coletas sanguíneas para análise de glicose e lactato. Os resultados indicaram que o enriquecimento ambiental reduziu comportamentos agonísticos nos primeiros dias pós-desmame e aumentou a exploração do ambiente, sem comprometer o desempenho produtivo. Observou-se redução de comportamentos agonísticos nos tratamentos enriquecidos ($P < 0,05$), especialmente nas fases iniciais de adaptação social. As respostas fisiológicas apresentaram variações pontuais, não refletindo integralmente as alterações comportamentais observadas. Embora o tipo de enriquecimento (fixo ou alternado) ou a ausência de enriquecimento não tenha interferido no ganho de peso ($P > 0,05$), o enriquecimento ambiental reduziu os comportamentos agonísticos ($P < 0,05$) trazendo melhorias ao bem estar desses animais. A integração de diferentes metodologias comportamentais mostrou-se eficaz para a compreensão dos efeitos do manejo sobre a dinâmica social e o estresse em sistemas intensivos de produção.

Palavras-chave: bem-estar; comportamento agonístico; comportamento animal; observação focal; observação scan; parâmetros metabólicos.

ABSTRACT

Weaning represents one of the most critical phases in swine production, characterized by nutritional, environmental, and social changes that may compromise piglet welfare and performance. In this context, environmental enrichment has been proposed as a strategy to mitigate stress and promote behavioral adaptation during the post-weaning period. The present study aimed to evaluate the effects of different environmental enrichment strategies on the behavior, physiological indicators, and productive performance of newly weaned piglets. Three treatments were evaluated: control (no enrichment), fixed enrichment (rope, chain, and rattle), and alternating enrichment (including a rolling enrichment object on the floor). The experiment was conducted using a completely randomized design, with four replicates per treatment and 22 piglets per experimental unit, totaling 264 animals. Behavior was assessed through scan sampling and continuous focal animal recording on days 0, 3, and 7 post-weaning. Piglets were weighed at weaning and on day 7, and blood samples were collected for glucose and lactate analysis. The results indicated that environmental enrichment reduced agonistic behaviors during the first days post-weaning and increased environmental exploration without impairing growth performance. A significant reduction in agonistic behaviors was observed in enriched treatments ($P < 0.05$), particularly during the initial phases of social adaptation. Physiological responses showed some variation but did not fully reflect the behavioral changes observed. Although the type of enrichment (fixed or alternating) or its absence did not affect weight gain ($P > 0.05$), environmental enrichment effectively reduced agonistic behaviors ($P < 0.05$), contributing to improved animal welfare. The integration of different behavioral assessment methodologies proved to be an effective approach for understanding the effects of management practices on social dynamics and stress in intensive production systems.

Keywords: Animal welfare; agonistic behavior; animal behavior; metabolic parameters; focal observation; scan sampling.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Galpão de creche contendo baias experimentais	28
Figura 2 – Baia sem enriquecimento ambiental – Tratamento controle	29
Figura 3 – Baia com enriquecimento fixo.....	30
Figura 4 – Baia com enriquecimento alternado	30

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Definições operacionais dos comportamentos de estado de leitões pós-desmame utilizadas para avaliação comportamental por amostragem por varredura e registro contínuo de animais focais	32
Tabela 2 – Definições operacionais dos comportamentos de evento de leitões pós-desmame utilizadas para avaliação comportamental por amostragem por varredura e registro contínuo de animais focais	33
Tabela 3 – Desempenho zootécnico (peso médio e ganho de peso diário) de leitões aos 0 (D0) e 7 (D7) dias pós-desmame.....	37
Tabela 4 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D0.....	37
Tabela 5 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D0.....	38
Tabela 6 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D3.....	40
Tabela 7 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D3.	40
Tabela 8 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D7.	42
Tabela 9 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D7.	42
Tabela 10 – Registro contínuo de comportamento de estado e eventos no dia do desmame (D0).....	43
Tabela 11 - Registro contínuo de comportamento de estado e eventos 3 dias após o desmame (D3)	44
Tabela 12 - Registro contínuo de comportamento de estado e eventos 7 dias após o desmame (D7)	45
Tabela 13 - Concentração de glicose (mg/dL) e lactato no D0 e D7 em leitões em fase pós-desmame.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Suinocultura na atualidade.....	16
3.2 Conceitos e avaliação do bem-estar animal.....	17
3.3 Comportamento animal e estudos etológicos.....	18
3.4 Comportamentos naturais, estereotípias e confinamento na suinocultura.....	20
3.5 Desmame de leitões.....	21
3.6 Estresse e suas implicações no desempenho de leitões.....	23
3.7 Fisiologia do estresse.....	23
3.8 Enriquecimento ambiental na suinocultura.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 Local de realização do experimento.....	27
4.2 Animais e manejo pré-experimental.....	27
4.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	28
4.4 Avaliação do desempenho zootécnico	31
4.5 Avaliação comportamental.....	31
4.5.1 Etograma.....	31
4.5.2 Amostragem por varredura (scan sampling)	33
4.5.3 Registro contínuo de animais focais.....	33
4.6 Coleta de sangue e análises bioquímicas.....	34
4.6.1 Plano amostral e momentos de coleta.....	34
4.6.2 Procedimento de coleta e processamento das amostras.....	34
4.6.3 Determinação de glicose e lactato	35
4.7 Análise estatística	35
5. RESULTADOS	37
5.1 Desempenho zootécnico de leitões no período pós desmame.....	37
5.2 Efeitos do enriquecimento ambiental sobre o comportamento pós-desmame.....	37

5.3	Níveis plasmáticos de glicose e lactato.....	45
6.	DISCUSSÃO	47
6.1	Desempenho zootécnico de leitões no período pós-desmame.....	47
6.2	Efeito do enriquecimento ambiental sobre o comportamento após o desmame.	47
6.3	Indicadores fisiológicos de estresse: glicose e lactato.....	49
7.	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS....	52

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as cadeias de abastecimento de proteína de origem animal têm modificado progressivamente os seus sistemas de criação para atender à crescente demanda por alimentos. Para aumentar a produção e reduzir os preços desses alimentos, os sistemas de produção foram impulsionados pela inovação tecnológica, com foco para a seleção genética para produtividade, a adoção de regimes alimentares que se distanciam do comportamento alimentar natural (composição química e forma física dos alimentos oferecidos), sistemas de alojamento em gaiolas, alta densidade de animais, automação dos procedimentos de manejo e uso de aditivos melhoradores de desempenho. Porém, algumas dessas práticas têm sido questionadas pelo público consumidor ou não, especialmente em países europeus, onde as questões relativas à sustentabilidade ambiental e bem-estar animal são regidas por legislação específica (European Commission – EC, 2024).

No Brasil a importância da adoção de práticas sustentáveis e que promovam o bem-estar animal também se caracteriza em uma grande demanda, não apenas pelo fato do país ser um grande exportador de carnes, mas também pelo maior interesse dos consumidores das proteínas de origem animal.

Neste contexto, a cadeia da suinocultura brasileira, com o objetivo de promover melhorias na qualidade de vida dos animais, passa por uma série de adequações e exclusões de algumas práticas. As diretrizes para mudanças foram implantadas no final do ano de 2020, com a publicação da Instrução Normativa (IN) no 113, de 16 de dezembro de 2020, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa normativa estabelece diretrizes para a promoção do bem-estar na suinocultura comercial, abrangendo todas as fases de produção, desde a reprodução até o pré-abate (BRASIL, 2020).

Entre as recomendações da IN nº 113, destaca-se a restrição progressiva de práticas de mutilação em leitões, como corte de dentes, corte de parte da cauda e marcações do tipo Australiano e castração, além de direcionar alguns manejos como o desmame e a utilização de elementos de enriquecimento ambiental nas baias como estratégia para promover o bem-estar desde as fases iniciais de criação, minimizando os comportamentos agonísticos após o desmame e a mistura de leitegadas.

Diante dos desafios inerentes ao período pós-desmame e dos potenciais benefícios do enriquecimento ambiental, torna-se fundamental avaliar, de forma

científica, a eficácia de diferentes estratégias de enriquecimento na mitigação dos efeitos adversos do desmame, bem como sua influência sobre o comportamento, o desempenho e indicadores fisiológicos de estresse em leitões recém-desmamados.

Portanto a hipótese do presente estudo é verificar possíveis comportamentos diferenciais relacionados ao estresse entre ambientes enriquecidos e não enriquecidos atestando que o enriquecimento ambiental possa contribuir para diminuir os comportamentos agonísticos na fase de estresse agudo, o qual ocorre na primeira semana após o desmame, favorecendo, portanto, comportamentos positivos, diminuição do estresse e melhoria no desempenho dos animais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos do enriquecimento ambiental, sobre o comportamento, o desempenho zootécnico e parâmetros fisiológicos indicativos de estresse em leitões na fase pós-desmame.

2.2. Objetivos específicos

Avaliar o impacto do enriquecimento ambiental sobre o ganho de peso de leitões nos primeiros sete dias pós-desmame;

Caracterizar e quantificar o comportamento de leitões submetidos a diferentes tipos de enriquecimento ambiental, com ênfase em comportamentos exploratórios, agonísticos e de repouso;

Comparar a frequência e a duração de comportamentos indicativos de bem-estar e estresse entre os tratamentos;

Determinar as concentrações plasmáticas de glicose e lactato como indicadores fisiológicos de estresse em leitões pós-desmame;

Verificar se o enriquecimento ambiental variável promove maior interesse e engajamento comportamental em comparação ao enriquecimento fixo e à ausência de enriquecimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Suinocultura na atualidade

A produção de carne suína ocupa posição de destaque entre as cadeias globais de proteína animal, figurando entre as mais expressivas em termos de volume produzido e consumido, ficando atrás apenas do segmento de pescados. No contexto brasileiro, apesar da importância econômica da suinocultura, os níveis de produção e consumo dessa proteína ainda permanecem abaixo daqueles observados para as cadeias de carne de frango e bovina. Em 2024, a produção mundial de carne suína foi estimada em aproximadamente 116,018 milhões de toneladas, sendo China, União Europeia, Estados Unidos e Brasil os principais países produtores. Nesse cenário, o Brasil respondeu por cerca de 5,305 milhões de toneladas, com predominância do abastecimento do mercado interno, sem deixar de exercer papel relevante no comércio internacional (1,353 milhões de toneladas exportadas) (Associação Brasileira de proteína Animal - ABPA, 2025).

No país, a atividade suinícola é majoritariamente conduzida sob sistemas intensivos de produção, caracterizados pelo confinamento total dos animais e por elevado grau de especialização das diferentes fases produtivas. A substituição gradual do modelo tradicional de ciclo completo por sistemas segmentados, com unidades específicas para a produção de leitões e para as fases de crescimento e terminação, contribuiu de forma expressiva para o avanço dos indicadores reprodutivos das matrizes e para a melhoria do desempenho zootécnico dos leitões (Guimarães et al., 2017).

Por um lado a intensificação dos sistemas produtivos promoveu aumento da densidade de alojamento, porém também limitou a expressão de comportamentos naturais, o que pode comprometer o bem-estar animal, resultar em diminuição ou retardo do ganho de peso, atraso do início da reprodução, além do aumento no número de doenças (Broom; Molento, 2004; Broom; Fraser, 2015).

Fatores como as condições de alojamento das matrizes nas fases de gestação e lactação, a ausência de estratégias de enriquecimento ambiental, a realização de procedimentos potencialmente dolorosos em leitões e a prática do desmame precoce são amplamente reconhecidos como agentes estressores, os quais podem determinar quebra no bem-estar animal e comprometimento nos índices de produtividade, além

de questionamentos éticos sobre a produção por parte dos consumidores (Dawkins, 2017).

3.2 Conceitos e avaliação do bem-estar animal

O bem-estar animal é uma área de estudo interdisciplinar que busca compreender e atender às necessidades físicas, fisiológicas e comportamentais dos animais sob cuidados humanos, com o objetivo de proporcionar condições adequadas de vida e promover estados positivos de saúde e comportamento (Keeling; Rushen; Duncan, 2011). Apesar da ausência de uma definição única, o bem-estar é frequentemente conceituado como a capacidade do animal de lidar com os desafios impostos pelo ambiente em que está inserido (Broom e Johnson, 2000).

O bem-estar animal tornou-se um tema central nas discussões da cadeia de produção de proteína animal, especialmente na suinocultura, envolvendo todos os elos do sistema produtivo. A ciência do bem-estar animal teve origem na Europa, na década de 1960, a partir de uma abordagem interdisciplinar que incorpora conhecimentos das neurociências (Shriver, 2014).

Um marco histórico foi a publicação da obra *Machines, the New Factory Farming Industry*, em 1964, por Ruth Harrison, que impulsionou questionamentos sobre práticas tradicionais na produção animal. Como consequência, o governo britânico instituiu comissões de avaliação, destacando-se o Comitê Brambell e, posteriormente, o Farm Animal Welfare Council (FAWC). Desses trabalhos emergiu o conceito/modelo dos cinco domínios, que se consolidou como referência prática para a avaliação do bem-estar animal em diferentes etapas da produção, incluindo criação, transporte e abate (FAWC, 1992; Grandin, Deesing, 2014).

O modelo dos cinco domínios propõe uma abordagem integrada para a avaliação do bem-estar animal, contemplando os domínios de nutrição, ambiente, saúde, comportamento e estado mental. Esse modelo reconhece que os estados físicos e funcionais do animal influenciam diretamente suas experiências afetivas, positivas ou negativas (Mellor , 2017)

Embora amplamente utilizado, o modelo deve ser aplicado de forma adaptativa, considerando as particularidades biológicas e comportamentais de cada espécie. Em suínos, a expressão de comportamentos naturais e a qualidade das interações sociais são elementos centrais para a avaliação do bem-estar (Braga et al., 2018).

A observação comportamental assume papel de destaque nesse modelo, pois permite inferir se os demais domínios estão sendo adequadamente atendidos. A presença de comportamentos exploratórios e a redução de comportamentos anormais são indicativos de melhores condições de bem-estar (Welfare Quality, 2009).

No Brasil, a regulamentação do bem-estar na suinocultura é conduzida pelo MAPA e avançou com a publicação da Instrução Normativa nº 113, em 2020, vigente desde 2021, que estabelece diretrizes de boas práticas nas granjas comerciais de suínos. Essa normativa visa garantir conforto físico, mental e fisiológico aos animais, permitindo a expressão de comportamentos naturais e refletindo positivamente no desempenho produtivo e na qualidade da carne (BRASIL, 2020).

Em sistemas intensivos de produção animal, o ambiente exerce influência determinante sobre o bem-estar, uma vez que o confinamento prolongado e a limitação de espaço reduzem as oportunidades de expressão de comportamentos naturais. Ambientes inadequados podem gerar frustração, estresse crônico e prejuízos à saúde, refletindo negativamente no desempenho produtivo (Braga et al., 2018).

Atualmente, o conceito de proporcionar aos animais “uma vida que valha a pena ser vivida” reforça a importância de reduzir experiências negativas e promover experiências positivas, sendo indispensável a capacitação contínua das equipes envolvidas na criação, transporte e abate, em consonância com as exigências legais e de mercado (Grandin, 2022).

A avaliação do bem-estar animal deve ser multifatorial, integrando indicadores fisiológicos, produtivos, sanitários e comportamentais. Dentre esses, o comportamento destaca-se como um indicador sensível e imediato, pois reflete diretamente a interação do animal com o ambiente, permitindo inferir seu estado de adaptação e suas experiências afetivas (Fraser, 2008).

3.3 Comportamento animal e estudos etológicos

O comportamento animal pode ser definido como o conjunto de respostas expressas pelos animais frente a estímulos internos e externos, incluindo atividades motoras, padrões posturais, vocalizações e interações sociais. Essas respostas são mediadas por mecanismos neurofisiológicos, hormonais e genéticos, sendo moldadas ao longo do processo evolutivo com vistas à adaptação ao ambiente. A análise do

comportamento constitui uma ferramenta fundamental para a compreensão da interação animal–ambiente, permitindo interpretações biológicas, ecológicas e aplicadas aos sistemas de produção animal (Lehner, 2016).

A etologia, enquanto ciência do comportamento animal sob uma perspectiva biológica, consolidou-se ao longo do século XX a partir dos trabalhos pioneiros de Konrad Lorenz, Nikolaas Tinbergen e Karl von Frisch. Segundo Filardi et al. (2023) esses autores estabeleceram conceitos fundamentais, como comportamento inato, padrões fixos de ação e estímulos-chave, além de enfatizarem o valor adaptativo do comportamento. A proposição das quatro questões de Tinbergen, causa, ontogenia, função e evolução, permanece como um dos principais referenciais teóricos para a análise do comportamento animal (Tinbergen, 1963; Lorenz, 1981).

O estudo do comportamento, ou etologia, baseia-se no método científico hipotético-dedutivo e busca compreender as causas, funções e mecanismos subjacentes às ações observadas. Com os avanços científicos das últimas décadas, os estudos etológicos passaram a integrar abordagens multidisciplinares, incorporando conhecimentos da fisiologia, endocrinologia, neurociência e genética, o que possibilitou maior compreensão dos mecanismos proximais e das respostas comportamentais associadas ao estresse, à aprendizagem e à cognição animal (Broom; Fraser, 2015; Dawkins, 2021). Essa integração é relevante em sistemas intensivos de produção, nos quais os animais são frequentemente expostos a desafios ambientais e sociais.

Na suinocultura, o comportamento animal tem sido amplamente utilizado como indicador sensível de bem-estar, uma vez que os suínos apresentam elevada complexidade social, capacidade cognitiva desenvolvida e forte motivação exploratória. Alterações comportamentais, como aumento da agressividade, intensificação de comportamentos agonísticos, redução da exploração do ambiente e ocorrência de estereotípias, estão frequentemente associadas a condições de manejo inadequadas, elevada densidade populacional, restrição ambiental e eventos estressantes, como o desmame precoce (Dawkins, 2004; Van De Weerd; Day, 2009, Godyń et al., 2019).

Alguns estudos reforçam que o período pós-desmame representa uma das fases mais críticas na vida dos suínos, caracterizada por mudanças abruptas no ambiente social, alimentar e físico. Leitões recém-desmamados apresentam aumento de vocalizações, maior frequência de comportamentos agressivos, redução do

consumo alimentar e alterações no padrão de repouso, respostas essas associadas ao estresse social e nutricional imposto pelo desmame (Campbell et al., 2013; Poletto et al., 2014, Vargas, 2020; Oliveira et al. 2023).

Além disso, algumas pesquisas indicam que estratégias de manejo, como enriquecimento ambiental, manutenção parcial de grupos sociais, ajustes na dieta e melhoria das condições de alojamento, podem modular positivamente o comportamento dos leitões, reduzindo respostas de estresse e promovendo maior estabilidade social no período pós-desmame (Jensen; Pedersen, 2007; Telkänranta et al., 2014). Portanto, a avaliação comportamental tem sido uma ferramenta essencial para mensurar os efeitos dessas intervenções.

Avanços metodológicos também contribuem para o fortalecimento dos estudos etológicos em suínos. O uso de etogramas padronizados, técnicas sistemáticas de amostragem comportamental e, mais recentemente, tecnologias de monitoramento automatizado e análise computacional do comportamento, têm ampliado a precisão e a aplicabilidade das avaliações comportamentais em sistemas intensivos de produção (Manteuffel; Puppe; Schön, 2004; Nasir et al., 2018; Okinda et al., 2020). O etograma permite a mensuração de parâmetros como frequência, duração, latência e intensidade dos comportamentos, fornecendo dados quantitativos e comparáveis entre tratamentos (Volpato, 2007; Freitas e Nishida, 2007).

Nos estudos de comportamento a escolha adequada das técnicas de amostragem, como registros por varredura e observações contínuas de animais focais, é essencial para captar tanto padrões gerais de grupo quanto respostas individuais detalhadas, fortalecendo a interpretação dos resultados. Dessa forma, a etologia aplicada consolida-se como ferramenta para a promoção do bem-estar animal, sustentabilidade produtiva e embasamento científico das práticas de manejo na suinocultura moderna (Martin et al., 2007).

3.4 Comportamentos naturais, estereotípias e confinamento na suinocultura

Suínos apresentam elevada capacidade cognitiva e sentidos bem desenvolvidos, dedicando grande parte do tempo, em condições adequadas, à exploração do ambiente e à busca por alimento (Kilgour e Dalton, 1984).

Comportamentos como fuçar, cheirar, mastigar e manipular objetos fazem parte do repertório comportamental natural da espécie (Rollin, 1995; Studnitz et al., 2007).

Em ambientes confinados e pobres em estímulos, a restrição da expressão desses comportamentos pode levar ao surgimento de estereotipias ou à apatia, indicando dificuldade de adaptação ao ambiente (Broom, 1991). As estereotipias mais comuns em suínos incluem o enrolar da língua, a mastigação sem alimento e a mastigação de estruturas das instalações (Zanella, 1995; Poletto et al., 2014). Essas alterações comportamentais refletem comprometimento do bem-estar e reforçam a importância de ambientes de criação que ofereçam estímulos adequados às necessidades comportamentais da espécie.

3.5 Desmame de leitões

O desmame constitui uma das etapas mais críticas do sistema de produção de suínos, por envolver uma transição abrupta que impõe múltiplos desafios aos leitões, incluindo alterações fisiológicas, nutricionais, ambientais e sociais. Esse processo compreende a separação da matriz, a substituição da dieta líquida por alimento sólido, a transferência para novas instalações e a reorganização social decorrente da mistura de indivíduos de diferentes leitegadas, configurando um cenário de elevada demanda adaptativa (Campbell et al., 2013; Godyń et al., 2019).

Em condições naturais, o desmame ocorre de forma gradual, permitindo a adaptação progressiva do trato gastrointestinal e do sistema imune. Contudo, nos sistemas intensivos de produção, essa prática é realizada de maneira antecipada e abrupta, geralmente entre 21 e 28 dias de idade, visando ganhos produtivos e sanitários (MAPA, 2018; Rohr et al., 2016). Apesar dessas vantagens, o desmame precoce expõe os leitões a um período de instabilidade fisiológica e comportamental, podendo afetar negativamente a saúde intestinal e a resposta imune (Pluske et al., 2020).

Do ponto de vista fisiológico, o sistema digestório dos leitões ainda se encontra em desenvolvimento no momento do desmame precoce. A reduzida atividade enzimática, associada à baixa secreção gástrica e à imaturidade das vilosidades intestinais, compromete a digestão e a absorção de nutrientes, favorecendo a ocorrência de distúrbios entéricos, como diarreias, além de reduzir o consumo

voluntário de ração e o ganho de peso (Corassa, 2004; Corassa et al., 2012). As alterações na microbiota intestinal e na integridade da mucosa intestinal desempenham papel central nesses distúrbios (Gresse et al., 2017, Duarte; Kim, 2021).

Paralelamente, a reorganização social decorrente da mistura de leitões de diferentes origens exige o estabelecimento de novas hierarquias, intensificando comportamentos agonísticos, como brigas e mordeduras, que podem resultar em lesões cutâneas, infecções secundárias e aumento da variabilidade de peso dentro dos lotes (Hunter et al., 2001). Além disso, fatores de manejo, como elevada densidade de alojamento, ausência de estímulos ambientais e manejo inadequado, contribuem para o aumento do estresse e para a deterioração do bem-estar dos animais (Campos et al., 2025).

Historicamente, práticas como a caudectomia e o desgaste de dentes foram adotadas como estratégias para reduzir danos decorrentes dessas interações. No entanto, tais intervenções têm sido amplamente questionadas, uma vez que não eliminam completamente comportamentos como a caudofagia e podem comprometer a expressão de comportamentos naturais dos suínos (Temple et al., 2011; Zhou et al., 2013; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY -EFSA, 2022).

Diante dessas limitações, estratégias alternativas de manejo têm sido propostas com o objetivo de minimizar os efeitos negativos do desmame. Entre elas, destacam-se a introdução precoce de dietas sólidas altamente digestíveis, o manejo adequado da formação de lotes e a melhoria das condições ambientais nas instalações de creche, bem como o enriquecimento ambiental (MAPA, 2018).

O enriquecimento ambiental tem se destacado como uma abordagem promissora para a promoção do bem-estar no período pós-desmame. A inserção de estímulos que favoreçam a expressão de comportamentos naturais, como exploração, manipulação e mastigação, contribui para a redução de comportamentos estereotipados e agonísticos. Além disso, ambientes enriquecidos estão associados a melhorias em diferentes domínios do bem-estar animal, incluindo aspectos nutricionais, sanitários e comportamentais (EFSA, 2022; Heckler; Poletto, 2025;). Para que esses efeitos sejam alcançados, os materiais utilizados devem apresentar características que despertem o interesse dos animais, como serem atrativos, manipuláveis, mastigáveis, deformáveis e passíveis de destruição (Machado et al., 2026; Van de Weerd ; Ison, 2019).

No âmbito normativo, a Instrução Normativa nº 113 estabelece diretrizes para o bem-estar na suinocultura, recomendando idade mínima média de desmame de 24 dias, com prazo para adequação das granjas até 2045 (MAPA, 2020). Apesar dessas recomendações, o desmame precoce ainda é amplamente utilizado nos sistemas intensivos de produção, principalmente em função de fatores produtivos e sanitários.

Diante de tantos desafios, período pós-desmame deve ser compreendido como uma fase estratégica dentro do sistema produtivo, na qual a adoção de práticas integradas de manejo, nutrição e ambiência é essencial para reduzir o estresse, promover o bem-estar e otimizar o desempenho dos leitões (Campbell et al., 2013; Godyń et al., 2019).

3.6 Estresse e suas implicações no desempenho de leitões

O estresse é definido como qualquer estímulo capaz de ameaçar a homeostase do organismo, desencadeando respostas fisiológicas e comportamentais destinadas à adaptação (Mawdsley; Rampton, 2005). Durante o período pós-desmame, os leitões são expostos a estressores nutricionais, psicológicos e ambientais que, de forma cumulativa, intensificam a resposta ao estresse (Campbell et al., 2013).

Do ponto de vista prático, a classificação do estresse baseia-se em sua duração e causas. O estresse pode ser agudo (curto prazo, com duração de minutos ou vários dias) ou crônico (longo prazo, com duração de semanas, meses ou até anos) (Martinez-Miro et al., 2016).

Segundo Martinez-Miro et al (2016), o estresse com base em sua causa pode ser classificado como: social, ambiental, metabólico, imunológico e decorrente do manejo de animais. Em animais pós-desmame o estresse pode ser desencadeado por todas essas causas.

A ativação prolongada do eixo hipotálamo–hipófise–adrenal pelas diferentes causas de estresse compromete o metabolismo energético e a função imunológica, reduzindo a competência imune e aumentando a susceptibilidade a doenças (Khafipour et al., 2014; Oliveira et al., 2016). Além disso, o estresse reduz o consumo de ração e a eficiência alimentar, impactando negativamente o crescimento e o desempenho zootécnico.

Uma das principais formas de avaliar o estresse nos animais é a dosagem do nível plasmático de cortisol, entretanto este processo além de ser invasivo apresenta

maior custo operacional em função da sua determinação. Desta forma outros biomarcadores podem fornecer informações valiosas sobre as respostas fisiológicas ao estresse em animais e são úteis para avaliar o bem-estar animal e os níveis de estresse (Rubio et al, 2019; Alves et al, 2023).

O estresse social, decorrente da alta densidade de alojamento e da competição por recursos, intensifica comportamentos agressivos e agonísticos, agravando os prejuízos ao bem-estar e elevando os custos sanitários e produtivos. Dessa forma, estratégias que minimizem a intensidade ou a duração do estresse pós-desmame são essenciais para a sustentabilidade da suinocultura (Grandin; Deesing, 2014).

3.7 Fisiologia do estresse

A fisiologia do estresse em suínos é mediada principalmente pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), ativado por estímulos sensoriais como calor, lotação ou manejo, liberando cortisol para mobilizar energia e suprimir funções não essenciais. Essa resposta segue fases de alarme, resistência e exaustão, impactando crescimento, imunidade e reprodução. O hipotálamo secreta CRH (hormônio liberador de corticotrofina), estimulando a hipófise anterior a produzir ACTH (Cunha et al., 2012), que ativa o córtex adrenal para liberar cortisol e catecolaminas (adrenalina/noradrenalina via medula adrenal/SAM).

Para avaliar o estado de estresse em animais, podem ser utilizados um conjunto de indicadores endócrinos e metabólicos, como imunoglobulinas, glicocorticoides, interleucinas, níveis de cortisol, glicose e lactato no sangue. (Poroshynska et al., 2024).

A resposta ao estresse tem como finalidade manter e restaurar a homeostase do organismo lesado, preservar o aporte de oxigênio para tecidos nobres, mobilizar substrato calórico (glicose), reduzir os efeitos dolorosos e manter o equilíbrio da temperatura corpórea (Rosa et al, 2021).

Os efeitos do estresse podem interferir na secreção dos glicocorticóides, como exemplo o cortisol (importante parâmetro fisiológico para análise de estresse) já que ele influencia no ciclo arcadiano e são mediados pelo sistema nervoso central, a resposta dos glicocorticóides ao estresse é imediata e as concentrações de cortisol são rapidamente elevadas, atingindo em minutos, valores além da normalidade (Cunningham et al., 2008). O cortisol é um componente responsivo primário de

estresse e como componentes secundários temos o lactato e a glicose. O cortisol, liberado via eixo HPA no estresse suíno, eleva glicose plasmática por glicogenólise hepática e gliconeogênese (de lactato e proteínas). Ele potencializa catecolaminas, que aceleram glicólise anaeróbica muscular, produzindo lactato acumulado em plasma. Cortisol também induz hiperglicemia sustentada, mobilizando glicogênio para "luta/fuga"; em estresse agudo, e em caso de estresse crônico, pode levar a hipoglicemia por esgotamento de reservas.

3.8 Enriquecimento ambiental na suinocultura

O enriquecimento ambiental consiste na modificação do ambiente de criação com o objetivo de torná-lo mais adequado ao funcionamento biológico dos animais, promovendo a expressão de comportamentos naturais e reduzindo comportamentos anormais (Smith e Pierdon, 2024). Segundo a OIE (2019), o enriquecimento ambiental deve proporcionar estimulação cognitiva e comportamental, contribuindo para estados positivos de bem-estar.

Na suinocultura, o enriquecimento ambiental tem sido amplamente estudado como estratégia para reduzir comportamentos agonísticos, como a caudofagia, e diminuir a necessidade de práticas de mutilação. Quando bem planejado, o enriquecimento ambiental pode melhorar o desenvolvimento físico e psicológico dos leitões, além de favorecer sua adaptação ao ambiente de criação (Godyń et al., 2019).

A Comissão Europeia (CE) estabelece que os enriquecimentos para suínos devem ser seguros, manipuláveis, investigáveis, mastigáveis e capazes de manter o interesse dos animais ao longo do tempo (CE, 2016). No entanto, estudos indicam que, em muitos sistemas produtivos, a oferta de enriquecimento ocorre de forma empírica, sem considerar esses critérios, o que pode comprometer sua eficácia (Pierozan et al., 2017).

Entre as estratégias avaliadas, o enriquecimento auditivo, como a música, tem demonstrado efeitos positivos na redução de comportamentos agonísticos e estereotípias, além de modular parâmetros fisiológicos associados ao estresse (Silva et al., 2017; Li et al., 2020; Mendes et al., 2024). O enriquecimento aromatizado também tem se mostrado eficaz em aumentar a interação dos animais com os objetos disponibilizados, prolongando o interesse e potencializando os benefícios do enriquecimento (Greenwood et al., 2014; Nowicki et al., 2015;).

Apesar dos benefícios descritos na literatura, a implementação do enriquecimento ambiental na suinocultura enfrenta desafios relacionados a custos de implantação, manutenção, demanda por mão de obra e limitações de conhecimento técnico (Pierozan et al., 2020). Esses fatores ainda limitam a adoção ampla da estratégia em sistemas comerciais. No Brasil, estudos indicam que produtores demonstram receptividade ao enriquecimento ambiental e reconhecem seus benefícios em termos de bem-estar e desempenho animal. Além disso, ambientes enriquecidos têm sido associados à melhoria da capacidade materna, redução do estresse e menor agressividade em porcas, refletindo positivamente no desempenho da progênie (Ringgenberg et al., 2012; Nieuwamerongen et al., 2015).

Frente às crescentes exigências legais e de mercado relacionadas ao bem-estar animal, o enriquecimento ambiental tende a se consolidar como uma ferramenta essencial para sistemas produtivos mais sustentáveis, éticos e eficientes, especialmente em fases críticas como o pós-desmame. Porém, a eficácia dessas estratégias depende diretamente do manejo, da variação dos estímulos e da adequação às características da espécie e do sistema de produção (Bracke, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais adotados foram previamente apresentados à Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA- 21/2025).

4.1 Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido em uma granja de reprodutores suínos certificada, localizada no município de Nova Independência, no extremo oeste do estado de São Paulo (21° 06' 14" S e 51° 29' 24" O). As instalações utilizadas foram baias de creche suína suspensas (2,20 x 3,25 m), com piso parcialmente ripado, comedouro coletivo e bebedouro tipo chupeta, sob condições ambientais controladas de acordo com a rotina da granja (Figura 1). A ventilação foi do tipo natural, com controle de temperatura realizado por meio de cortinas, ventiladores e aquecimento, visando manter condições térmicas adequadas para leitões recém-desmamados. Sendo a temperatura média do galpão de $28 \pm 4,7^\circ$ e a umidade relativa $62 \pm 4,5\%$.

Durante todo o período experimental, os animais receberam ração e água ad libitum, sendo manejados conforme as boas práticas de bem-estar animal adotadas na granja. As atividades de manejo (limpeza, inspeção sanitária e alimentação) foram realizadas em horários padronizados, buscando minimizar interferências sobre as avaliações comportamentais e fisiológicas.

O experimento de campo foi conduzido durante o mês de dezembro de 2025.

4.2 Animais e manejo pré-experimental

Foram utilizados 264 leitões desmamados, fêmeas, clinicamente saudáveis, provenientes de matrizes da mesma linhagem genética, Landrace, inseminadas com sêmen de machos Large White. O desmame foi realizado quando os animais apresentavam 22 dias de idade, sendo considerado o Dia 0 (D0) o dia de entrada dos animais na creche.

No D0, todos os leitões foram pesados individualmente e distribuídos nas baias. Sempre que possível, buscou-se manter leitões de mesma origem em uma mesma baia, a fim de reduzir o estresse associado à mistura de animais.

Figura 1 – Galpão de creche contendo baias experimentais



Fonte: Próprio autor

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições por tratamento, totalizando 12 baias experimentais. Cada repetição correspondeu a uma baia contendo 22 leitões, sendo a baia considerada a unidade experimental.

Os tratamentos avaliados foram:

T1 – Controle (sem enriquecimento ambiental): Baias sem a oferta de objetos de enriquecimento, contendo apenas os equipamentos convencionais (comedouro e bebedouro) (Figura 2).

T2 – Enriquecimento ambiental suspenso fixo (E-Fixo): Baias equipadas continuamente com 4 elementos de enriquecimento suspensos: 1 corda de sisal, 1 corrente metálica, 1 prato com preso com corrente (elemento próprio para suíno) e 1 garrafa pet com pedras – constante. Os mesmos objetos permaneceram disponíveis durante todo o período experimental (Figura 3).

T3 – Enriquecimento ambiental suspenso + elemento rolante alternado (E-Alt). Baías equipadas com enriquecimento variável, combinando objetos suspensos e rolantes; Suspensos: 1 corda de sisal, 1 corrente metálica, 1 cruz de plástico suspensa (elemento próprio para suíno) e elemento rolante (coco verde) – dias alternados. A alternância dos estímulos ocorreu a cada dois dias, conforme o seguinte esquema:

D0–D1: todos os elementos suspensos;

D2–D3: todos os elementos suspensos + dois objetos rolantes no piso;

D4–D5: todos os elementos suspensos;

D6–D7: todos os elementos suspensos+ dois objetos rolantes no piso, sendo estes cocos verdes (Figura 4).

Figura 2 – Baia sem enriquecimento ambiental – Tratamento Controle



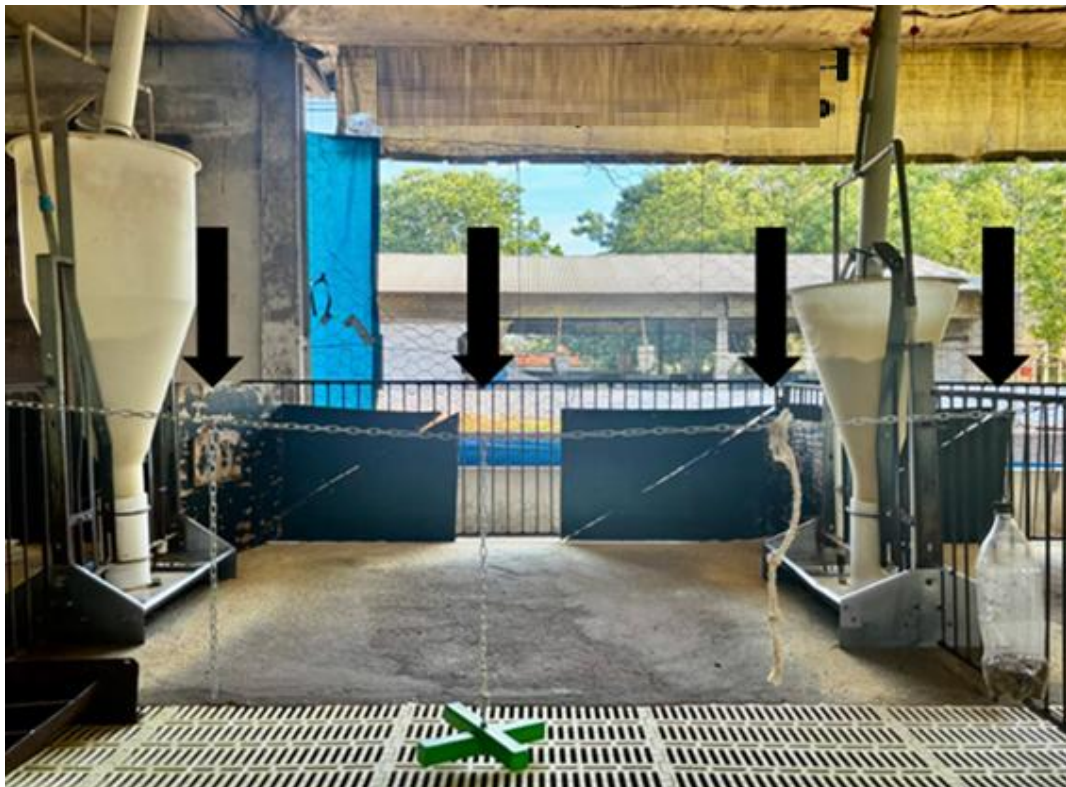
Fonte: Próprio autor

Figura 3 – Baia com enriquecimento fixo



Fonte: Próprio autor

Figura 4 – Baia com enriquecimento alternado



Fonte: Próprio autor

Os objetos de enriquecimento foram instalados em altura compatível com o acesso dos leitões e inspecionados diariamente, sendo substituídos quando necessário para garantir segurança e funcionalidade.

4.4 Avaliação do desempenho zootécnico

O desempenho dos leitões foi avaliado por meio de pesagens individuais realizadas em dois momentos:

Peso inicial (D0): imediatamente antes o alojamento na creche;

Peso final (D7): ao término de sete dias de experimento.

A partir dos dados de peso nos dois momentos, foram obtidos os valores de ganho de peso médio por baia.

4.5 Avaliação comportamental

4.5.1 Etograma

A avaliação comportamental foi realizada com base em um etograma previamente definido, contendo comportamentos classificados em estados (com duração, Tabela 1) e eventos (ocorrências pontuais, Tabela 2).

Os comportamentos foram definidos operacionalmente de forma mutuamente exclusiva, sendo cada animal classificado em apenas uma categoria comportamental por unidade amostral durante a amostragem por varredura. Para as observações foram realizados previamente treinos com avaliadores para padronização nas coletas de informações. Também foram avaliados neste período de treinamento quais os momentos mais propícios para as observações dos comportamentos.

Tabela 1 – Definições operacionais dos comportamentos de estado de leitões pós-desmame utilizadas para avaliação comportamental por amostragem por varredura e registro contínuo de animais focais

Comportamento	Definição operacional	Crítérios de inclusão	Crítérios de exclusão
Comendo (COM)	Leitão com a cabeça posicionada no comedouro, realizando ingestão ativa de ração, com movimentos mastigatórios visíveis.	Focinho em contato com a ração; mastigação; ingestão ativa.	Apenas cheirar o comedouro; permanência sem ingestão.
Bebendo (BEB)	Leitão com o focinho em contato com o bebedouro (tipo nipple ou similar), ingerindo água.	Contato com nipple; ativação do bebedouro; deglutição.	Brincar com o bebedouro; contato sem ingestão.
Explorando o enriquecimento (EXP-E)	Interação direta com objetos de enriquecimento (corda, corrente, chocalho, objeto rolante), utilizando focinho, boca ou patas.	Morder, puxar, empurrar ou manipular o objeto; investigação ativa.	Passar próximo sem interação; contato acidental.
Explorando o ambiente (EXP-A)	Comportamento investigativo direcionado ao ambiente físico da baia (piso, paredes, equipamentos), sem interação com enriquecimento.	Cheirar, fuçar ou lambe superfícies; investigação ativa.	Interação com enriquecimento; deslocamento sem investigação.
Repouso (REP)	Leitão em inatividade, deitado (decúbito lateral ou esternal), sem movimentos corporais significativos.	Animal deitado; postura relaxada; ausência de atividade.	Estado de alerta; mudanças frequentes de postura.
Locomoção (LOC)	Deslocamento ativo do leitão dentro da baia, sem associação direta com outros comportamentos.	Caminhar ou correr; mudança de posição na baia.	Permanecer parado; movimentos associados a outros comportamentos.

Fonte: Próprio autor

Tabela 2 – Definições operacionais dos comportamentos de evento de leitões pós-desmame utilizadas para avaliação comportamental por amostragem por varredura e registro contínuo de animais focais

Comportamento	Definição operacional	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Agressão (AGR)	Interação social negativa envolvendo contato físico ou ameaça entre leitões, geralmente associada à disputa por recursos ou estabelecimento de hierarquia.	Empurrões, cabeçadas, perseguições, mordidas com reação do outro animal, postura de confronto (frente a frente).	Contato social sem agressividade; brincadeiras; exploração social leve.
Mordedura de cauda ou orelha (MORD)	Comportamento anormal direcionado a regiões corporais de outros leitões, caracterizado por mordidas repetitivas em cauda ou orelhas.	Mordidas persistentes nessas regiões; manipulação oral repetida; reação de fuga da vítima.	Contato breve ou exploratório sem repetição; interações sociais neutras.
Vocalização intensa (VOC)	Emissão de vocalizações de alta intensidade (gritos/agudos), geralmente associadas a estresse, dor ou conflito social.	Vocalização audível intensa; associada a disputa, manipulação ou desconforto.	Grunhidos leves; vocalizações de baixa intensidade em repouso ou exploração.

Fonte: Próprio autor

4.5.2 Amostragem por varredura (scan sampling)

O comportamento dos leitões foi avaliado por scan sampling, com 12 varreduras realizadas ao longo de 1 hora (intervalos de 5 minutos), em dois períodos do dia, manhã (08h00 às 09h00) e tarde (14h00 às 15h00), nos dias D0, D3 e D7, sendo nas análises considerado o período total (manhã + tarde) . Em cada varredura, registrou-se o número de animais exibindo cada categoria comportamental (por exemplo: alimentação, ingestão de água, exploração do enriquecimento, exploração do ambiente, repouso, locomoção, agressão, mordedura de cauda e vocalização), bem como o total de animais observados na baía no momento (N).

4.5.3 Registro contínuo de animais focais

Para obtenção de informações mais detalhadas sobre duração e frequência de comportamentos, foi utilizado o método de registro contínuo em animais focais. Em cada baia, dois leitões foram selecionados ao acaso como animais focais e identificados por marcação visual com tinta atóxica. As observações foram realizadas nos dias D0, D3 e D7 no período da manhã.

Cada leitão focal foi observado individualmente por 10 minutos contínuos, durante os quais foram registrados:

- Os tempos de início e término dos comportamentos de estado, permitindo o cálculo da duração total e da proporção do tempo de observação;
- A ocorrência e o horário exato dos comportamentos de evento, os comportamentos agonístico (brigas, mordeduras de cauda ou orelha e vocalização), permitindo o cálculo da frequência de eventos por unidade de tempo.

Os dados dos dois animais focais foram posteriormente agrupados para representar a média comportamental da baia.

4.6 Coleta de sangue e análises bioquímicas

4.6.1 Plano amostral e momentos de coleta

Foram coletadas amostras de sangue de dois leitões por repetição (baia), totalizando 24 leitões por momento de coleta. As coletas foram realizadas em dois momentos:

- D0: no dia do desmame;
- D7: ao final do período experimental.

4.6.2 Procedimento de coleta e processamento das amostras

As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular, utilizando material estéril e técnica asséptica, buscando minimizar o tempo de contenção

(máximo de 3 minutos) e o estresse dos animais. O sangue foi acondicionado em tubos apropriados (tubos com EDTA).

Após a coleta, as amostras foram mantidas refrigeradas até a centrifugação, (1500 rpm por 15 minutos) realizada para separação do plasma. As alíquotas de plasma foram armazenadas em microtubos devidamente identificados e mantidas sob congelamento a -20o C até o momento das análises laboratoriais.

4.6.3 Determinação de glicose e lactato

As concentrações plasmáticas de glicose e lactato foram determinadas por métodos enzimáticos colorimétricos, utilizando kits comerciais (Labteste Diagnóstica®), por meio de ensaios colorimétricos realizados em espectrofotômetro ELISA (Spectra Max 250, Molecular Devices), seguindo as recomendações do fabricante dos kits comerciais. Todas as análises foram realizadas em duplicata, e os resultados expressos nas unidades recomendadas pelos fabricantes dos kits.

4.7 Análise estatística

A baia de 22 animais foi considerada a unidade experimental para todas as variáveis analisadas, exceto para os parâmetros fisiológicos, onde a amostragem contou com dois animais. Os efeitos dos tratamentos foram analisados por modelos estatísticos apropriados, considerando tratamento como efeito fixo.

A adequação dos modelos foi verificada pela análise dos resíduos (normalidade e homogeneidade de variâncias). Quando observada significância ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Para análise, os dados foram organizados considerando a baia como unidade experimental (quatro baias por tratamento). Para cada baia e dia (D0, D3 e D7), as contagens obtidas nos scans da manhã e da tarde foram somadas, de forma a representar o período total do dia (manhã + tarde). O total de observações por baia foi calculado como a soma de N ao longo de todos os scans do dia. A frequência comportamental foi expressa como proporção (ou porcentagem), calculada como: (soma das contagens do comportamento / soma do total de animais observados nos scans) $\times$ 100.

A avaliação do efeito de tratamento (T1 = controle; T2 = enriquecimento fixo; T3 = enriquecimento alternado) foi realizada separadamente para cada dia (D0, D3 e D7), para cada comportamento, por meio de modelo binomial (distribuição binomial com função de ligação logit), utilizando como resposta a razão sucessos/falhas por baia (sucessos = contagens do comportamento; falhas = total – sucessos). O efeito global de tratamento foi testado por razão de verossimilhanças (likelihood ratio test), adotando-se nível de significância de 5%. Considerando a avaliação simultânea de múltiplos comportamentos, foi aplicado ajuste de p-valores por FDR (Benjamini–Hochberg, 1995) dentro de cada dia. Quando identificado efeito significativo de tratamento, foram realizados contrastes pareados entre tratamentos.

As análises foram realizadas no software R (R Core Team), com uso dos pacotes lme4 (ajuste de modelos generalizados), car (testes e inferência do efeito de tratamento) e emmeans (estimativas marginais e contrastes), além de funções do pacote stats, com ajuste de múltiplas comparações pelo método de Benjamini–Hochberg (1995).

5. RESULTADOS

5.1. Desempenho zootécnico de leitões no período pós-desmame

Para avaliar se os tratamentos interferiram no desempenho dos leitões, considerou-se o peso aos 7 dias pós-desmame (D7) e o ganho de peso médio diário $((D7 - D0)/7 \text{ dias})$, tendo como base o peso ao desmame (D0) (Tabela 3). Constatou-se que o peso ao desmame, no D0, foi semelhante ($P > 0,05$) entre os tratamentos garantindo que este não influenciou o desempenho ao final de 7 dias. Observou-se ainda que nenhuma variável resposta foi afetada pela presença de enriquecimento ambiental ($P > 0,05$), seja ele fixo ou alternado. Dessa forma, o tratamento, seja ele fixo ou alternado, não influenciou no ganho de peso após 7 dias de experimento.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico (peso médio e ganho de peso diário) de leitões aos 0 (D0) e 7 (D7) dias pós-desmame.

Tratamento	Peso D0 (kg)	Peso D7 (kg)	Ganho de peso diário (kg/d)
Controle	5,08 ± 0,33	6,10 ± 0,47	0,146 ± 0,031
Enriquecimento fixo	5,09 ± 0,33	6,17 ± 0,60	0,154 ± 0,046
Enriquecimento alternado	5,09 ± 0,29	6,26 ± 0,46	0,166 ± 0,056
P(tratamento)	0,9996	0,9775	0,9542

Fonte: Próprio autor

Nota: Valores expressos como média ± erro-padrão (EP). Nível de significância: 5%.

5.2 Efeito do enriquecimento ambiental sobre o comportamento pós-desmame

Nas Tabelas 4 e 5 são apresentadas respectivamente as frequências dos comportamentos dos leitões e as análises de contrastes para o efeito de tratamento significativo ($P_{\text{FDR}} < 0,05$) no D0.

Na Tabela 4, após ajuste para múltiplos testes por FDR, verificou-se efeito significativo de tratamento para alimentação ($P_{\text{FDR}}=0,0007$), exploração do enriquecimento ($P_{\text{FDR}} < 0,0001$), locomoção ($P_{\text{FDR}} < 0,0001$), mordedura de cauda ($P_{\text{FDR}}=0,0193$) e vocalização ($P_{\text{FDR}}=0,0005$). Já para os comportamentos de

ingestão de água, exploração do ambiente , repouso e agressão não foram observados efeitos dos tratamentos ($P_{FDR} > 0,05$).

Tabela 4 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D0

Comportamento	Controle	Enriquecimento		P	P-FDR
		Fixo	Alternado		
		(%)			
Alimentação	10,13 ± 1,79	13,05 ± 1,90	14,66 ± 1,98	0,0003	0,0007
Ingestão de água	1,70 ± 0,34	2,12 ± 0,55	2,12 ± 0,37	0,2990	0,3364
Exp. do enriquecimento	0,00 ± 0,00	4,13 ± 0,70	3,45 ± 0,48	<0,0001	<0,0001
Exp. do ambiente	14,49 ± 3,58	15,05 ± 1,49	14,92 ± 2,68	0,5414	0,5414
Repouso	49,81 ± 2,85	49,21 ± 3,87	45,61 ± 5,80	0,1099	0,1413
Locomoção	22,16 ± 3,27	13,53 ± 3,52	17,31 ± 4,74	<0,0001	<0,0001
Agressão	0,95 ± 0,39	1,37 ± 0,49	1,59 ± 0,61	0,0497	0,0746
Mordedura de cauda	0,24 ± 0,24	0,23 ± 0,18	0,00 ± 0,00	0,0107	0,0193
Vocalização	0,66 ± 0,16	1,34 ± 0,47	0,34 ± 0,16	0,0002	0,0005

Fonte: Próprio autor

Nota: Valores expressos como média ± erro-padrão (n=4). P: teste do efeito de tratamento (modelo binomial; LRT). P_{FDR} : valores ajustados por FDR. Nível de significância: 5%.

Tabela 5 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D0

Comportamento	Média ajustada (%)			Contraste	p(Holm)
	Controle	E-Fixo	E-Alter		
Alimentação	10,13	12,87	14,06	T2 vs T1	0,0110
				T3 vs T1	0,0003
				T3 vs T2	0,2581
Exp enriquecimento	0,00	4,50	3,41	T3 vs T2	0,2129
Locomoção	22,16	14,88	17,66	T2 vs T1	<0,0001
				T3 vs T1	0,0005
				T3 vs T2	0,0147
Mordedura de cauda	0,24	0,29	0,00	T2 vs T1	1,0000
				T3 vs T1	1,0000
				T3 vs T2	1,0000
Vocalização	0,66	1,53	0,38	T2 vs T1	0,0172
				T3 vs T1	0,2055
				T3 vs T2	0,0011

Fonte: Próprio autor

Após a análise dos contrastes pareados (Tabela 5) observa-se que em D0 a alimentação foi mais frequente nos tratamentos enriquecidos em relação ao controle (T2=12,87% e T3=14,06% vs T1=10,13%; $p_{\text{Holm}}=0,0110$ e $p_{\text{Holm}}=0,0003$, respectivamente), e para locomoção houve redução nos tratamentos com enriquecimento frente ao controle (14,88% e 17,66% vs 22,16%; $p_{\text{Holm}}<0,0001$ e $p_{\text{Holm}}=0,0005$), além de diferença entre o enriquecimento fixo e o alterado ($p_{\text{Holm}}=0,0147$), com maior locomoção no alterado. Para vocalização, observou-se maior frequência entre animais do enriquecimento fixo (1,53%) em comparação ao controle (0,66%) e ao enriquecimento alterado (0,38%). Dessa forma, conclui-se que no D0 os comportamentos que tiveram significância foram aumento na alimentação do T2 e T3 em relação ao T1, aumento da locomoção de T1 em relação à T2 e T3 e quanto à vocalização esta foi maior em T2 em comparação com T3 e menor ainda em T1.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas respectivamente as frequências dos comportamentos dos leitões e as análises de contrastes para o efeito de tratamento significativo ($P_{\text{FDR}} < 0,05$) no D3.

Em D3 (Tabela 6), evidenciaram-se efeitos de tratamento, após FDR, para exploração do enriquecimento ($P_{\text{FDR}}<0,0001$), exploração do ambiente ($P_{\text{FDR}}<0,0001$), repouso ($P_{\text{FDR}}=0,0079$), locomoção ($P_{\text{FDR}}=0,0079$) e mordedura de cauda ($P_{\text{FDR}}=0,0247$).

Tabela 6 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D3

Comportamento	Enriquecimento			P	P-FDR
	Controle	Fixo (%)	Alternado		
Alimentação	14,02 ± 4,34	13,45 ± 0,94	13,30 ± 1,15	0,7764	0,7764
Ingestão de água	0,95 ± 0,23	0,99 ± 0,09	1,42 ± 0,29	0,2861	0,3219
Exp. do enriquecimento	0,00 ± 0,00	3,84 ± 1,07	2,08 ± 0,48	<0,0001	<0,0001
Exp. do ambiente	13,54 ± 3,00	13,16 ± 1,85	9,04 ± 1,06	<0,0001	<0,0001
Repouso	64,16 ± 6,05	64,30 ± 2,12	68,47 ± 3,08	0,0035	0,0079
Locomoção	6,30 ± 1,40	3,98 ± 1,45	5,11 ± 1,28	0,0028	0,0079
Agressão	0,38 ± 0,20	0,09 ± 0,09	0,43 ± 0,16	0,0650	0,0975
Mordedura de cauda	0,52 ± 0,40	0,09 ± 0,09	0,14 ± 0,09	0,0137	0,0247
Vocalização	0,09 ± 0,09	0,09 ± 0,09	0,00 ± 0,00	0,1974	0,2538

Fonte: Próprio autor

Nota: Valores expressos como média ± erro-padrão (n=4). P: teste do efeito de tratamento (modelo binomial; LRT). P_FDR : valores ajustados por FDR. Nível de significância: 5%.

Tabela 7 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D3.

Comportamento	Média ajustada (%)			Contraste	p(Holm)
	Controle	E-Fix	E-Alt		
Exp do ambiente	13,54	13,16	9,04	T2 vs T1	0,7174
				T3 vs T1	<0,0001
				T3 vs T2	<0,0001
Exp enriquecimento	-	3,84	2,08	T3 vs T2	0,0009
Locomoção	6,30	3,98	5,11	T2 vs T1	0,0021
				T3 vs T1	0,1540
				T3 vs T2	0,1540
Repouso	64,16	64,30	68,47	T2 vs T1	0,9233
				T3 vs T1	0,0092
				T3 vs T2	0,0092
Mordedura de cauda	0,52	0,09	0,14	T2 vs T1	0,0790
				T3 vs T1	0,0913
				T3 vs T2	0,6567

Fonte: Próprio autor

A análise dos contrastes (Tabela 7) verificou-se em D3 aumento da exploração do enriquecimento entre os animais do tratamento com enriquecimento fixo em relação ao alternado ($p_{\text{Holm}}=0,0009$), e redução da exploração do ambiente no tratamento com enriquecimento alternado em relação tanto ao controle quanto ao enriquecimento fixo ($p_{\text{Holm}}<0,0001$). Ainda em D3, a frequência locomoção dos leitões foi menor no enriquecimento fixo em relação ao controle (3,98% vs 6,30%; $p_{\text{Holm}}=0,0021$) enquanto o repouso foi maior no tratamento enriquecido alternado em relação ao controle e ao enriquecimento fixo (68,47% vs 64,16% e 64,30%; $p_{\text{Holm}}=0,0092$). Dessa forma foi verificado que os comportamentos que apresentaram significância foram exploração do enriquecimento onde T2 foi maior em relação à T3, exploração do ambiente foi maior em T1 e T2 em relação à T3, locomoção foi maior em T1 em relação à T2 e o repouso foi maior em T3 em relação à T1 e T2.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentadas respectivamente as frequências dos comportamentos dos leitões e as análises de contrastes para o efeito de tratamento significativo ($P_{\text{FDR}} < 0,05$) no D7. Na Tabela 6, após correção por FDR, observaram-se efeitos de tratamento para exploração do enriquecimento ($P_{\text{FDR}}<0,0001$), exploração do ambiente ($P_{\text{FDR}}=0,0072$), repouso ($P_{\text{FDR}}=0,0054$), locomoção ($P_{\text{FDR}}=0,0072$) e comportamento agonístico ($P_{\text{FDR}}=0,0013$). Para os comportamentos de alimentação, ingestão de água e mordedura de cauda não houve efeito dos tratamentos ($P_{\text{FDR}} > 0,05$).

Tabela 8 – Efeito dos tratamentos sobre a frequência (%) dos comportamentos (scan sampling) no D7

Comportamento	Enriquecimento			P	P-FDR
	Controle	Fixo (%)	Alternado		
Alimentação	11,70 ± 2,22	12,88 ± 1,16	11,84 ± 1,34	0,4401	0,4951
Ingestão de água	1,80 ± 0,52	1,80 ± 0,40	2,46 ± 0,28	0,2197	0,2825
Exp. do enriquecimento	0,00 ± 0,00	4,31 ± 1,16	4,36 ± 2,15	0,8651	0,8651
Exp. do ambiente	13,02 ± 2,46	11,17 ± 0,91	9,75 ± 1,06	0,0036	0,0072
Repouso	63,68 ± 3,55	59,00 ± 2,67	59,14 ± 2,32	0,0018	0,0054
Locomoção	7,95 ± 2,37	9,33 ± 1,13	10,94 ± 1,38	0,0040	0,0072
Agressão	0,38 ± 0,27	0,62 ± 0,32	1,47 ± 0,43	0,0003	0,0013
Mordedura de cauda	0,71 ± 0,49	0,33 ± 0,20	0,24 ± 0,14	0,0509	0,0764
Vocalização	0,14 ± 0,09	0,09 ± 0,09	0,09 ± 0,05	0,8715	0,8715

Fonte: Próprio autor

Nota: Valores expressos como média ± erro-padrão (n=4). P: teste do efeito de tratamento (modelo binomial; LRT). P_FDR : valores ajustados por FDR. Nível de significância: 5%.

Tabela 9 – Contrastes entre tratamentos para comportamentos com efeito de tratamento no D7

Comportamento	Média ajustada (%)			Contraste	p(Holm)
	Controle	E-Fix	E-Alt		
Exp ambiente	13,02	11,17	9,75	T2 vs T1	0,1320
				T3 vs T1	0,0026
				T3 vs T2	0,1320
Locomoção	7,95	9,33	10,94	T2 vs T1	0,1666
				T3 vs T1	0,0029
				T3 vs T2	0,1666
Repouso	63,68	59,00	59,14	T2 vs T1	0,0053
				T3 vs T1	0,0053
				T3 vs T2	0,9252
Agressão	0,38	0,62	1,47	T2 vs T1	0,2787
				T3 vs T1	0,0018
				T3 vs T2	0,0164

Fonte: Próprio autor

Em D7, o comportamento de exploração do ambiente foi maior no tratamento controle em relação ao tratamento com enriquecimento alternado (13,02% vs 9,75% p_Holm=0,0026), neste tratamento também ocorreu a menor locomoção em relação ao tratamento com enriquecimento alternado (7,95% vs 10,94%, p_Holm = 0,0029), e

ainda maior repouso em relação aos tratamentos enriquecidos (63,68% vs Fixo=59,00% e E-Alt=59,14%, $p_{\text{Holm}}=0,0053$). Já o comportamento agonístico foi mais frequente entre os animais do enriquecimento alternado (1,47%) em relação ao controle (0,38%; $p_{\text{Holm}}=0,0018$) e ao enriquecimento fixo (0,62%; $p_{\text{Holm}}=0,0164$), enquanto, em D7, T3 apresentou menor exploração. Portanto a exploração do ambiente foi maior em T1 em relação à T3, quanto ao comportamento agonístico foi maior em T3 em relação à T1 e T2, locomoção foi maior em T3 em relação à T1 e quanto ao repouso foi maior em T1 em relação à T2 e T3.

Na Tabela 10 são apresentados os dados da análise de registros contínuos no dia do desmame (D0).

No dia do desmame (D0), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria dos comportamentos de estado avaliados por meio do registro contínuo ($p>0,05$). Entretanto, foi observada tendência de maior proporção do tempo dedicada à exploração do enriquecimento nos tratamentos com enriquecimento ambiental em comparação ao controle ($p=0,070$).

Tabela 10 – Registro contínuo de comportamento de estado e eventos no dia do desmame (D0), com valores expressos como média $\pm$ EP.

Variável	Controle	Enriq. fixo	Enriq. alternado	p-valor
Repouso (%)	37,52 $\pm$ 6,62	29,98 $\pm$ 7,09	30,23 $\pm$ 21,03	0,903
Alimentação (%)	26,15 $\pm$ 3,77	21,10 $\pm$ 2,74	34,27 $\pm$ 13,34	0,539
Exp enriquecimento (%)	0,00 $\pm$ 0,00 ^b	19,67 $\pm$ 5,26 ^a	12,29 $\pm$ 7,36 ^{ab}	0,070 ⁽¹⁾
Exp ambiente (%)	25,23 $\pm$ 8,90	8,42 $\pm$ 3,79	10,15 $\pm$ 7,94	0,247
Locomoção (%)	10,73 $\pm$ 6,24	18,73 $\pm$ 1,83	10,77 $\pm$ 2,41	0,313
Bebendo água (%)	0,38 $\pm$ 0,28	2,10 $\pm$ 0,43	2,29 $\pm$ 2,02	0,491
Agressão (eventos/min)	0,15 $\pm$ 0,06	0,00 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,03	0,053 ⁽¹⁾
Mordedura (eventos/min)	0,05 $\pm$ 0,05	0,00 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,03	0,575
Agonístico (eventos/min)	0,20 $\pm$ 0,04 ^a	0,00 $\pm$ 0,00 ^c	0,05 $\pm$ 0,03 ^b	0,0019

Fonte: Próprio autor

Nota: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre tratamentos ($p < 0,05$; teste de Tukey).

¹ Tendência estatística ($0,05 \leq p \leq 0,10$).

Para variáveis de evento, a análise foi realizada após transformação $\log(x+1)$; médias apresentadas na escala original.

Em relação aos comportamentos de evento, a frequência de comportamentos agonísticos totais foi significativamente influenciada pelos tratamentos ($p = 0,0019$), sendo maior no tratamento controle e menor no tratamento com enriquecimento fixo, enquanto o tratamento com enriquecimento alternado apresentou valor intermediário.

Aos três dias pós-desmame (D3), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria dos comportamentos de estado avaliados por meio do registro contínuo ($p > 0,05$) (Tabela 11). Entretanto, foi observada tendência de maior proporção do tempo dedicada à exploração do enriquecimento nos tratamentos com enriquecimento ambiental quando comparados ao controle ($p = 0,095$).

Em relação aos comportamentos de evento, a frequência de comportamentos agonísticos totais foi significativamente maior no tratamento controle, enquanto os tratamentos com enriquecimento ambiental apresentaram ausência desses comportamentos ($p < 0,05$).

Tabela 11 – Registro contínuo de comportamento de estado e eventos 3 dias após o desmame (D3), com valores expressos como média $\pm$ EP.

Variável	Controle	Enriq. fixo	Enriq. alternado	p-valor
Repouso (%)	71,50 $\pm$ 11,97	72,21 $\pm$ 6,84	60,62 $\pm$ 15,75	0,756
Alimentação (%)	13,85 $\pm$ 8,30	16,40 $\pm$ 7,59	25,69 $\pm$ 13,16	0,689
Exp enriquecimento (%)	0,00 $\pm$ 0,00 ^b	7,50 $\pm$ 3,23 ^a	5,21 $\pm$ 1,97 ^a	0,095(1)
Exp ambiente (%)	12,15 $\pm$ 7,82	0,92 $\pm$ 0,92	6,40 $\pm$ 3,76	0,334
Locomoção (%)	2,29 $\pm$ 1,33	1,73 $\pm$ 1,18	2,08 $\pm$ 1,25	0,950
Bebendo água (%)	0,21 $\pm$ 0,21	1,25 $\pm$ 1,25	0,00 $\pm$ 0,00	0,464
Agressão (eventos/min)	0,08 $\pm$ 0,05	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,136
Mordedura (eventos/min)	0,03 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,405
Agonístico (eventos/min)	0,10 $\pm$ 0,04 ^a	0,00 $\pm$ 0,00 ^b	0,00 $\pm$ 0,00 ^b	0,0197

Fonte: Próprio autor

Nota: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre tratamentos ($p < 0,05$; teste de Tukey).

1 Tendência estatística ($0,05 \leq p \leq 0,10$).

Para variáveis de evento, a análise foi realizada após transformação $\log(x+1)$; médias apresentadas na escala original.

Aos sete dias pós-desmame (D7) (Tabela 12) foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre os comportamentos de alimentação e exploração do enriquecimento. Leitões alojados em baias com enriquecimento fixo apresentaram maior proporção do tempo dedicada à alimentação em comparação aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Além disso, a exploração dos objetos de enriquecimento foi maior nos tratamentos com enriquecimento ambiental quando comparados ao controle ($p < 0,05$).

Para os comportamentos de evento, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no D7 ($p > 0,05$).

Tabela 12 – Registro contínuo de comportamento de estado e eventos 7 dias após o desmame (D7), com valores expressos como média $\pm$ EP.

Variável	Controle	Enriq. fixo	Enriq. alternado	p-valor
Repouso (%)	53,60 $\pm$ 9,86	40,48 $\pm$ 13,08	72,46 $\pm$ 3,80	0,118
Alimentação (%)	5,69 $\pm$ 4,19 ^b	28,29 $\pm$ 6,29 ^a	10,98 $\pm$ 4,23 ^b	0,026
Exp enriquecimento (%)	0,00 $\pm$ 0,00 ^b	7,50 $\pm$ 2,23 ^a	5,42 $\pm$ 2,27 ^a	0,046
Exp ambiente (%)	18,83 $\pm$ 6,74	8,96 $\pm$ 7,63	1,25 $\pm$ 1,25	0,165
Locomoção (%)	18,12 $\pm$ 6,63	8,73 $\pm$ 5,57	4,58 $\pm$ 2,73	0,227
Bebendo água (%)	3,75 $\pm$ 3,48	6,04 $\pm$ 2,46	5,31 $\pm$ 1,92	0,832
Agressão (eventos/min)	0,03 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,03	1,000
Mordedura (eventos/min)	0,08 $\pm$ 0,05	0,03 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00	0,274
Agonístico (eventos/min)	0,10 $\pm$ 0,06	0,05 $\pm$ 0,05	0,03 $\pm$ 0,03	0,543

Fonte: Próprio autor

Nota: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre tratamentos ($p < 0,05$; teste de Tukey).

Para variáveis de evento, a análise foi realizada após transformação $\log(x+1)$; médias apresentadas na escala original.

5.3 Níveis plasmáticos de glicose e lactato

Na Tabela 13 são apresentados os valores de glicose e lactato plasmáticos dos leitões no dia D0 e D7. Observa-se que não houve interação significativa entre tratamento e período de avaliação (dia). Para tratamento observou-se efeito ($P = 0,0015$) apenas para o nível plasmático de glicose no D0 (dia de desmame). Por outro lado, para o nível plasmático de lactato houve apenas efeito do período (dia) ($P < 0,0001$).

Tabela 13 – Concentração de glicose (mg/dL) e lactato no D0 e D7 em leitões em fase pós-desmame

Tratamento	Glicose (mg/dL)		Lactato (mg/dL)	
	D0	D7	D0 (mg/dL)	D7 (mg/dL)
Controle	107,97 ± 5,45 ^b	107,01 ± 9,83	65,22 ± 9,27 ^A	44,94 ± 6,18 ^B
Enriquecimento fixo	108,45 ± 4,91 ^b	111,50 ± 16,02	66,52 ± 3,43 ^A	43,06 ± 7,90 ^B
Enriquecimento alternado	131,75 ± 6,58 ^a	107,20 ± 10,71	67,28 ± 5,00 ^A	48,70 ± 11,81 ^B
P(tratamento)	0,0015		0,9729	
P(Dia)	0,8768		<0,0001	
P(Trat x Dia)	0,0841		0,9260	

Fonte: Próprio autor

Nota: Valores expressos como média ± erro-padrão (EP). Letras minúsculas (maiúsculas) diferentes na mesma coluna (linha) indicam diferença entre os tratamentos (dias) pelo teste de Tukey (P< 0,05).

6. DISCUSSÃO

6.1 Desempenho zootécnico de leitões no período pós-desmame

A ausência de efeito dos tratamentos sobre o peso corporal ao desmame e aos sete dias pós-desmame, bem como sobre o ganho de peso médio diário, indica que as estratégias de enriquecimento ambiental avaliadas neste estudo não interferiram negativamente no desempenho zootécnico dos leitões, ao contrário do que afirmado por Luo et al. (2020). A homogeneidade do peso inicial entre os tratamentos assegura que as diferenças comportamentais observadas ao longo do período experimental não foram influenciadas por variações iniciais de condição corporal, reforçando a consistência das análises comportamentais e fisiológicas subsequentes.

Resultados semelhantes são amplamente descritos na literatura, indicando que o enriquecimento ambiental pode promover melhorias no bem-estar animal sem comprometer o desempenho produtivo, especialmente em avaliações de curto prazo no período pós-desmame. Estudos como os de Lee et al. (2025) e Oliveira et al. (2023) demonstram que alterações comportamentais positivas frequentemente precedem respostas produtivas mensuráveis, sugerindo que os benefícios do enriquecimento ambiental se manifestam inicialmente na esfera comportamental, antes de impactar o desempenho zootécnico.

6.2 Efeito do enriquecimento ambiental sobre o comportamento após o desmame

O desmame representa um dos eventos mais estressores no ciclo produtivo dos suínos, envolvendo mudanças abruptas no ambiente físico, social e alimentar como descrito por Poroshynska et al. (2024). No presente estudo, os dados obtidos por varredura (scan sampling) evidenciaram que, já no dia do desmame (D0), os leitões alojados em baias com enriquecimento ambiental apresentaram maior frequência de alimentação e exploração do enriquecimento, bem como menor locomoção em comparação ao tratamento controle.

Esses resultados sugerem que a presença de estímulos ambientais desde o primeiro contato com a creche pode favorecer uma adaptação comportamental mais rápida, reduzindo comportamentos associados à inquietação e à desorganização

social. A maior frequência de alimentação observada nos tratamentos enriquecidos pode refletir menor interferência do estresse agudo do desmame sobre o comportamento ingestivo, conforme também descrito por Lee et al. (2025), que observaram maior consumo alimentar em leitões expostos a enriquecimento ambiental logo após o desmame.

A avaliação por registro contínuo complementou esses achados ao revelar redução significativa da frequência de comportamentos agonísticos nos tratamentos enriquecidos, especialmente no enriquecimento fixo, além de tendência de maior tempo dedicado à exploração do enriquecimento, corroborando o estudo de Oliveira et al. (2023). Esses resultados corroboram estudos prévios que indicam que o enriquecimento ambiental atua como um redirecionador comportamental, reduzindo interações sociais negativas e atenuando o estresse social característico do período inicial pós-desmame (Morrone Lima, 2016; Bezerra et al., 2019; Vargas, 2020).

Aos três dias pós-desmame (D3), observou-se um padrão comportamental distinto daquele registrado no D0, indicando um processo progressivo de adaptação dos leitões ao novo ambiente. Os dados de scan sampling demonstraram que o enriquecimento ambiental continuou influenciando o comportamento dos animais, com alterações significativas na exploração do enriquecimento, exploração do ambiente, repouso, locomoção e mordedura de cauda.

O maior tempo em repouso observado no tratamento com enriquecimento alternado pode indicar um ambiente percebido como mais previsível ou menos estressante, favorecendo comportamentos associados ao conforto. Em contrapartida, a redução da locomoção observada no enriquecimento fixo sugere menor necessidade de exploração ambiental generalizada, uma vez que os estímulos estavam disponíveis de forma contínua. Além disso, estratégias de alternância de objetos podem ser eficazes para manter o interesse exploratório, mas devem ser cuidadosamente manejadas para evitar efeitos indesejáveis associados à competição e à reorganização social.

Os dados do registro contínuo reforçam essa interpretação ao evidenciar ausência de comportamentos agonísticos nos tratamentos enriquecidos, enquanto o tratamento controle ainda apresentou tais eventos. Essa convergência entre métodos indica que o enriquecimento ambiental contribuiu para uma estabilização social mais rápida, reduzindo conflitos interpessoais durante a fase inicial de adaptação à creche, conforme também relatado por Vargas (2020) e Lee et al. (2025). Enquanto o scan

sampling mostrou-se eficaz para caracterizar padrões gerais de uso do ambiente e distribuição comportamental do grupo, o registro contínuo apresentou maior sensibilidade para detectar eventos rápidos, como interações agonísticas.

No sétimo dia pós-desmame, os resultados indicaram uma mudança no perfil comportamental dos leitões, caracterizando uma fase de maior estabilização social. Os dados de scan sampling mostraram que, embora a exploração do enriquecimento tenha permanecido restrita aos tratamentos enriquecidos, o tratamento controle apresentou maior tempo em repouso e menor locomoção, possivelmente refletindo uma adaptação passiva a um ambiente empobrecido.

Entretanto, o aumento pontual de comportamentos agonísticos observado no tratamento com enriquecimento alternado no D7 sugere que a introdução periódica de novos objetos pode gerar momentos de competição ou reestruturação social, especialmente quando associada à novidade do estímulo. Esse achado reforça a importância de considerar não apenas a presença do enriquecimento, mas também sua dinâmica de manejo, promovendo estratégias dinâmicas para manutenção do interesse dos animais (Vargas, 2020; Oliveira et al. 2023).

O registro contínuo indicou que, apesar da ausência de diferenças nos comportamentos agonísticos no D7, os tratamentos enriquecidos apresentaram maior exploração do enriquecimento e, no caso do enriquecimento fixo, maior tempo dedicado à alimentação. Esses resultados sugerem que, em fases mais avançadas do pós-desmame, o enriquecimento ambiental pode favorecer comportamentos associados ao uso funcional do ambiente e ao consumo alimentar, o que pode promover um maior ganho de peso corporal na fase de creche, conforme nos afirma Luo et al.(2020).

6.3 Indicadores fisiológicos de estresse: glicose e lactato

As análises plasmáticas indicaram efeito de tratamento sobre os níveis de glicose apenas no dia do desmame, com maiores concentrações observadas no tratamento com enriquecimento alternado. Essa elevação pode refletir uma resposta metabólica ao estresse agudo do desmame, possivelmente associada ao aumento da atividade exploratória induzida pela alternância dos objetos.

Por outro lado, a redução significativa dos níveis de lactato do D0 para o D7, independentemente do tratamento, sugere diminuição progressiva do estresse metabólico ao longo do período pós-desmame. Esses resultados estão alinhados com estudos que demonstram que respostas fisiológicas nem sempre acompanham imediatamente as alterações comportamentais, especialmente em contextos de estresse basal elevado, como o desmame (Morrone Lima, 2016; Bezerra et al., 2019; Lee et al., 2025).

A ausência de respostas fisiológicas consistentes ao enriquecimento ambiental não invalida os benefícios comportamentais observados, mas reforça a ideia de que indicadores fisiológicos refletem diferentes dimensões do estresse e podem demandar períodos mais longos para evidenciar alterações crônicas, conforme nos afirma Li et al. (2017).

Cabe relatar que o custo do investimento para promoção do enriquecimento ambiental nesse experimento foi baixíssimo, em relação ao benefício que o mesmo pode trazer, pensando na economia feita mediante à melhoria no bem estar dos animais, os quais consequentemente devido à qualidade de vida que o ambiente enriquecido traz possivelmente apresentarão um índice menor de animais imunocomprometidos e consequentemente menor consumo de medicamentos e menor índice de mortalidade.

7. CONCLUSÃO

O enriquecimento ambiental, especialmente o enriquecimento fixo, promove benefícios comportamentais relevantes no período pós-desmame, sem comprometer o desempenho zootécnico dos leitões. A redução de comportamentos agonísticos e o estímulo à exploração indicam melhoria nas condições de bem-estar animal durante uma das fases mais críticas do ciclo produtivo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. H. R. A.; SILVA, T. A. S.; SILVA, D. M. P.; LIMA, J. P. S. Biomarcadores fisiológicos de estresse em espécimes suínas: uma revisão sistemática comparativa sobre o cortisol salivar e o plasmático. *Observatório de Economia Latino-Americana*, v. 23, n. 7, e10643, 2025. DOI: 10.55905/oelv23n7-060.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Panorama da avicultura e suinocultura brasileiras: mercado mundial de carne suína*. Brasília, DF: ABPA, 2025. Dados baseados em estatísticas do United States Department of Agriculture. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 29 mar. 2026.
- BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, London, v. 57, n. 1, p. 289–300, 1995.
- BEZERRA, B. M. O.; SILVA, R. A.; SOUSA, R. V.; et al. Avaliação do estresse na fase de creche com enriquecimento ambiental. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 71, n. 6, p. 2031–2040, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10209>.
- BRACKE, M. B. M. Review of wallowing in pigs: description of the behaviour and its motivational basis. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 132, n. 1–2, p. 1–13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.03.002>.
- BRAGA, J. S.; MACITELLI, F.; LIMA, V. A.; DIESEL, T. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. *Revista Brasileira de Zoociências, Juiz de Fora*, v. 19, n. 2, p. 204–226, 2018. DOI: <https://doi.org/10.34019/2596-3325.2018.v19.24771>.
- BRASIL. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). *Orientação Técnica nº 12, de 2018*. Brasília, DF: CONCEA, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). *Instrução Normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 dez. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 10 Dez. 2025.
- BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurements. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 69, n. 10, p. 4167–4175, 1991.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. *Domestic animal behaviour and welfare*. 5. ed. Wallingford: CABI, 2015. 472 p.
- BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. *Stress and animal welfare*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1–11, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5380/avs.v9i2.4057>.

CAMPBELL, J. M.; CRENSHAW, J. D.; POLO, J. The biological stress of early weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-19>.

CAMPOS, K. K. L.; MOURA, R. M. A. S. Práticas de manejo e seu impacto no bem-estar de suínos em sistemas de produção intensiva / Management practices and their impact on pig welfare in intensive production systems. *Saúde em Foco*, v. 11, n. 2, p. 3–20, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.12819/rsf.2024.11.2.1>

CORASSA, A.; LOPES, D. C.; BELLAYER, C. Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos e probióticos para leitões de 21 a 49 dias de idade. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 61, n. 235, p. 467–476, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000300015>

CUNHA, D.F. Cortisol como indicador do estresse na espécie suína. *Medicina Veterinária*, v. 6, n. 3, p. 18–25, 2012. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/616>. Acesso em: 29 mar. 2025.

CUNNINGHAM, J. G. *Tratado de fisiologia veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

DAWKINS, M. S. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable? *Animal Production Science*, Collingwood, v. 57, n. 2, p. 201–208, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN15383>

DAWKINS, M. S. *The science of animal welfare: understanding what animals want*. Oxford: Oxford University Press, 2021.

DAWKINS, M. S. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare*, Wheathampstead, v. 13, n. S1, p. S3–S7, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0962728600014317>

Duarte, M. E.; Kim, S. W. Intestinal microbiota and its interaction to intestinal health in nursery pigs. *Animal Nutrition*, v. 8, p. 169-184, 2021.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) –. Welfare of pigs on farm. *EFSA Journal*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7421>

EUROPEAN COMMISSION (EU), Brussels. Eurobarometer 100.2 (2023) (ZA8779; Version 1.0.0) [Data set]. *GESIS*, Cologne. (2024). DOI: <https://doi.org/10.4232/1.14363>

EUROPEAN COMMISSION. *Commission Recommendation (EU) 2016/336 of 8 March 2016 on the application of Council Directive 2008/120/EC laying down minimum standards for the protection of pigs as regards measures to reduce the need for tail-docking*. *Official Journal of the European Union*, Brussels, 2016. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2016/336/oj>. Acesso em: 16 jan. 2025.

FRASER, D. *Understanding animal welfare: the science in its cultural context*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008.

FREITAS, E. G.; NISHIDA, S. M. Métodos de estudo do comportamento. In: YAMAMOTO, M. E.; VOLPATO, G. L. (ed.). *Comportamento animal*. Natal: EDUFRRN, 2007. p. 3–63.

GODYŃ, D.; NOWICKI, J.; HERBUT, P. Effects of environmental enrichment on pig welfare A Review. *Animals*, v. 9, n. 6, p. 383, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9060383>.

GRANDIN, T. Practical application of the five domains animal welfare framework for supply food animal chain managers. *Animals*, v. 12, n. 20, p. 2831, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12202831>

GRANDIN, T.; DEESING, M. J. Genetics and behavior during handling, restraint, and herding. In: GRANDIN, T. (ed.). *Genetics and the behavior of domestic animals*. 2. ed. London: Academic Press, 2014.

GREENWOOD, E. C.; PLUSH, K. J.; VAN WETTERE, W. H. E. J. et al. Hierarchy formation in newly mixed, group housed sows and management strategies aimed at reducing its impact. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 160, p. 1-11, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.011>.

GRESSE, R., CHAUCHEYRAS-DURAND, F., FLEURY, M. A. et al. Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: understanding the keys to health. *Trends in Microbiology*, v. 5, n. 10, p. 851–873, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>

GUIMARÃES, D. D., et al. *Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45 , p: 85-136, 2017.

HECKLER, V. K. T.; POLETO, R. Efeito da adoção do enriquecimento ambiental no desempenho zootécnico de suínos na fase de creche. *Archivos de Zootecnia*, v. 74, n. 285, p. 48–55, 2025. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=d9fe4714-f9e0-3e74-992a-2399cb5b4c46>. Acesso em: 04 jan. 2026.

<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.05.001>.

KEELING, L. J.; RUSHEN, J.; DUNCAN, I. J. H. Understanding animal welfare. In: APPLEBY, M. C. et al. *Animal Welfare*. 2. ed. Wallingford: CABI, 2011. cap. 2.

KHAFIPOUR, E.; MUNYAKA, P. M.; NYAVHOTI, C. M.; et al. Effect of crowding stress and Escherichia coli K88+ challenge in nursery pigs supplemented with anti-Escherichia coli K88+ probiotics. *Journal of Animal Science*, v. 92, p. 2017-2029, 2014.

KILGOUR, R.; DALTON, S. *Livestock Behaviour*. Ed. Granada Publishing, London, p.319, 1984.

KOLLER, F. L. *Manejo dentário em leitões: efeitos no ganho de peso na maternidade e creche, prevalência de abscessos periapicais e isolamento dos*

agentes bacterianos envolvidos. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2006.

LEE, J. H.; KIM, S. Y.; PARK, J. H.; et al. Impact of environmental enrichment on growth, behavior, and welfare of weanling piglets from pre-weaning to 6 weeks of age. *Journal of Animal Science and Technology*, v. 67, n. 1, p. 152–167, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5187/jast.2024.e1>.

LEHNER, P. N. *Handbook of ethological methods*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

LI Y.; SONG Z.; KERR K. A.; MOESE A. J. Chronic social stress in pigs impairs intestinal barrier and nutrient transporter function, and alters neuro-immune mediator and receptor expression. *Plos One*. DOI:10.1371/journal.pone.0171617.

LI, J. H., Q. ZHANG, R. LIU, H., LI, X., BAO J. PSV-7 Effects of music stimulus on behavior response, cortisol level and immunity horizontal of growing pigs. *Journal Animal Science*, v. 98 (Supplement_4), p. 224-225, 2020.

LORENZ, K. *The foundations of ethology*. New York: Springer-Verlag, 1981.

LUO L.; REIMERT I.; MIDDELKPPP A.; KEMP B.; BOLHUIS J. E. Effects of early and current environmental enrichment on behavior and growth in pigs. *Frontiers Veterinary Science*, v.7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00268>

MACHADO S, P.; CALDARA F, R.; FOPPA L.; et al. Behavior of pigs reared in enriched environment: alternatives to extend pigs attention. *Plos One*. v.12, e0168427 . DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168427>.

MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B.; SCHÖN, P. C. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 88, n. 1–2, p. 163–182, 2004.

MARTIN, P.; BATESON, P. *Measuring behaviour: an introductory guide*. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

MARTINEZ-MIRO S., TECLES F., RAMON M. et al. Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC Veterinary Research*. v.12; p.171. 2016. DOI: 10.1186/s12917-016-0791-8.

MAWDSLEY J. E.; RAMPTON D. S. Psychological stress in IBD: new insights into pathogenic and therapeutic implications. *Gut*. v. 54, p. 1481-91, 2005.

MELLOR, D.J. Operational details of the five domains model and its key applications to the assessment and management of animal welfare. *Animals*. v. 7, n. 8, p. 60, 2017.

MELLOR, D.J.; REID, C.S.W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In: Baker R, Jenkin G, Mellor DJ (eds). *Improving the Well-being of Animals in the Research Environment*. P. 3–18. Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching, Glen Osmond, South Australia, 1994.

MENDES J. P. M; CALDARA F. R.; BURBARELLI M. F. C. Behavior of sows exposed to auditory enrichment in mixed collective housing systems. *Journal of Veterinary Behavior*, v. 73, p.75-84, 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Maternidade suína – boas práticas para o bem-estar na suinocultura. 1ª edição. Brasília: AECS, 2018, 48p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Suinocultura: uma saúde e um bem-estar. 1ª edição. Brasília: AECS, 2020, 500p.

MORRONE LIMA, B. C. *Leitões desmamados: estratégias para diminuição do estresse*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

NASIR, A. et al. Automatic monitoring of pig behaviour using image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 146, p. 28–39, 2018.

NIEUWAMERONGEN, S. E.; SOEDE N.M.; VAN DER PETT-SCHWERING, C.M.C. et al. Development of piglets raised in a new multi-litter housing system vs. Conventional single-litter housing until 9 weeks of age. *Journal of Animal Science*, v. 93, n. 11, p. 5422-5454, 2015.

NOWICKI, J.; SWIERKOSZ, S.; TUZ, R. AND SCHWARZ, T. The influence of aromatized environmental enrichment objects with changeable aromas on the behaviour of weaned piglets. *Veterinarski Arhiv*. v. 85, p. 425-435, 2015.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Animal welfare and pig production systems. In: *Terrestrial Animal Health Code*. 2019.

OKINDA, C. et al. A review on computer vision systems in monitoring of pig welfare and behaviour. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 173, p. 105386, 2020.

OLIVEIRA, R.F.; SOARES, R.T; MOREIRA, R.H. Effects of the environmental enrichment on pigs' behavior and performance. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 52, e20220145, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz5220210123>.

PIEROZAN, C. R., FOPPA, L., CALDAS, E. D. Producer's knowledge and perception about environmental enrichment and materials used in pig farms. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20190250, 2020.

PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P. ; SILVA, C. A. Environment, facilities, and management of hospital pens in growing and finishing pig farms: a descriptive study. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46 p. 831-838, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017001100001>.

PLUSKE, J. R.; WILLIAMS, I. H.; AHERNE, F. X. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Animal Science*, v. 62, p. 131–144, 1996.

POLETTTO, R. et al. Aggression and stress response in weaned pigs. *Physiology & Behavior*, v. 132, p. 131–137, 2014.

- POROSHYNSKA, O.; LUKYANENKO, K.; SHMAYUN, S.; KOZIY, V. Physiological and behavioral indicators of stress in pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. v. 26, n. 116, p. 71-78, 2024. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet11610>.
- RINGGENBERG, N., BERGERON, R., MEUNIER-SALAUN, M.C., DEVILLERS, N. Impact of social stress during gestation and environmental enrichment during lactation on the maternal behavior of sows. *Applied Animal Behavior Science*. v. 136, p. 126-135. 2012.
- ROHR, S; COSTA, O. A. D; COSTA, F. A. D. *Bem-estar animal na produção de suínos – Práticas de manejo e características das instalações nas granjas*. 1ª edição. Brasília: Associação brasileira dos criadores de suínos, 2016, 44 p.
- ROLLIN, B. E. *Farm animal welfare: social, bioethical, and research issues*. Ames. Iowa State University, 1995.
- ROSA, G.; MERLINI, L. S.; MAGALHÃES, R. et al. Effect on the cortisol serum level of growing pigs supplemented with essential oil of *Lippia alba*. *Science and Animal Health*. v.9, n.2, p. 128-141, 2021.
- RUBIO, C. P.; MAINAU, E.; CERÓN, J. J. et al. Biomarkers of oxidative stress in saliva in pigs: analytical validation and changes in lactation. *BMC Veterinary Research*. v. 15, p.144. 2019. DOI: 10.1186/s12917-019-1875-z.
- SILVA, F. R. S., MIRANDA, K. O. S.; PIEDADE, S. M. E. S.; SALGADO, D. D. Effect of auditory enrichment (music) in pregnant sows welfare. *Engenharia Agrícola*. v. 37, n. 2, p. 215-225. 2017.
- SMITH, K.C.; PIERDON, M.K. Utilization of enrichment objects by growing pigs in a commercial facility and the impact on behavior and skin lesions. *Applied Animal Behaviour Science*, 2024.
- STUDNITZ, M.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 107, p.183–197, 2007.
- TELKÄNRANTA, H. et al. Pre-weaning social environment affects behaviour of piglets after weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 154, p. 21–29, 2014.
- TEMPLE, D.; MANTECA, X.; VELARDE, A.; DALMAU, A. Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 131 n.1- 2, p.29–39, 2011.
- TINBERGEN, N. On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, Berlin, v. 20, p. 410–433, 1963.
- VAN DE WEERD, et al. Effects of species--relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 99, n. 3-4, p.230–247, 2006.

VAN DE WEERD, H. A.; DAY, J. E. L. A review of environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 116, n. 1, p. 1–20, 2009.

VAN DE WEERD, H.; ISON, S. Providing effective environmental enrichment to pigs: how far have we come? *Animals*, v. 5, p. 254, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9050254>

VARGAS, L. B. *Estratégias de enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche*. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4951/1/LarissaBraganholoVargas.pdf>. Acessor em: 13 Jan. 2026.

VOLPATO, G. L. *Comportamento Animal. Ciência e Comportamento Animal*. Cap. 2, 2007.

WELFARE QUALITY. Welfare Quality assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality Consortium, Lelystad, Netherlands, p.111, 2009.

ZANELLA, A.J. Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal. *A Hora Veterinária*, v. 14, n. 83, p.47–52, 1995.

ZHOU, et. al. Effects of tail docking and teeth clipping on the physiological responses, wounds, behavior, growth, and backfat depth of pigs. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 10, p.4908–4916, 2013.