UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA CATARINA KRUG

ESTRESSE OXIDATIVO E COMPORTAMENTO DE SUÍNOS DA RAÇA MOURA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO

CURITIBA
2025

FERNANDA CATARINA KRUG

ESTRESSE OXIDATIVO E COMPORTAMENTO DE SUÍNOS DA RAÇA MOURA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zootecnia, do Setor de Ciências Agrárias na Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski

CURITIBA
2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Krug, Fernanda Catarina
Estresse oxidativo e comportamento de suínos da raça Moura em diferentes sistemas de criação / Fernanda Catarina Krug. – Curitiba, 2025.
1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
Orientador: Prof. Marson Bruck Warpechowski

1. Animais - Comportamento. 2. Suínos - Alimentação e rações. 3. Pastejo Rotativo. 4. Estresse oxidativo. I. Warpechowski, Marson Bruck. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

Bibliotecária: Talita Nunes Silva Gonçalves CRB-9/2244

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA - 40001016082P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **FERNANDA CATARINA KRUG**, intitulada: **Estresse oxidativo e comportamento de suínos Moura em diferentes sistemas de criação**, sob orientação do Prof. Dr. MARSON BRUCK WARPECHOWSKI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 12 de Setembro de 2025.

Assinatura Eletrônica
17/09/2025 18:31:13.0
MARSON BRUCK WARPECHOWSKI
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
17/09/2025 18:29:16.0
LAILA TALARICO DIAS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
18/09/2025 09:43:09.0
MARIA MARTA LODDI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015. Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 484715
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 484715

RESUMO

Este estudo avaliou o comportamento e o estresse oxidativo de suínos da raça Moura em dois sistemas de engorda: piquete ao ar livre e confinamento. Foram utilizados 24 animais, previamente mantidos ao ar livre, sendo metade alocada em baias de 5,16 m² (quatro lotes mistos de três suínos) e a outra metade em piquetes rotacionados de azevém de 212,4 m² (dois lotes mistos de seis suínos) por 14 dias. Ambos receberam ração duas vezes ao dia e água à vontade. O comportamento foi registrado por observação direta individual, em oito intervalos de cinco minutos, iniciando 30 minutos após o arraçoamento matinal, nos períodos inicial (D1–2) e final (D13–14). O etograma incluiu comportamentos positivos (interação amigável, vocalização positiva, cavar, pastejo, banho de lama, descanso, estado de atenção), neutros (beber, buscar cocho, defecar, micção, coçar) e negativos (interações agonísticas, vocalização negativa, tensão, morder ou fuçar baia, raspar focinho). A média aritmética dos registros gerou o escore de comportamento (EComp). O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado a partir da temperatura e da umidade relativa do ar. Amostras de saliva foram coletadas no segundo dia de cada período para análise de biomarcadores redox. Os dados foram analisados por ANOVA considerando os efeitos de sistema, período e sua interação, além de correlação de Spearman (5%). Não houve interação significativa entre sistema e período ($p > 0,19$) para nenhuma variável analisada. Os valores médios de ITU foram de 66,0 ± 2,5 e 67,3 ± 3,1 no confinamento e de 71,2 ± 4,8 e 74,1 ± 5,5 ao ar livre, para os períodos inicial e final, respectivamente. O EComp foi maior ao ar livre (0,85 ± 0,04) que no confinamento (0,12 ± 0,04; $p < 0,01$), com mais comportamentos exploratórios e sociais. Os níveis de ROS foram mais elevados ao ar livre (1,13 ± 0,06) em comparação ao confinamento (1,07 ± 0,11; $p \leq 0,01$). O T-AOC apresentou tendência a valores mais altos nos piquetes ao ar livre (184,8 ± 202,9 vs. 114,6 ± 73,9 µM; $p = 0,056$) e não houve diferença para TBARS (5,55 ± 6,30 vs. 4,68 ± 3,25 nmol/mL; $p > 0,05$). O EComp correlacionou-se negativamente com o ITU ($\rho = –0,56$; $p < 0,01$) e positivamente com ROS ($\rho = 0,41$; $p < 0,01$). O estudo demonstra a viabilidade do uso de biomarcadores salivários combinados à análise comportamental como abordagem integrada para avaliar o estresse adaptativo em suínos mantidos em diferentes condições de alojamento.

Palavras-chave: porcos crioulos; raças nativas; radicais livres; pastejo rotacionado; capacidade antioxidante.

ABSTRACT

This study evaluated the behavior and oxidative stress of Moura pigs under two finishing systems: free-range and confinement. Twenty-four animals previously maintained outdoors were used, with half allocated to pens of 5.16 m² (four mixed-sex groups of three pigs each) and the other half to rotational ryegrass paddocks of 212.4 m² (two mixed-sex groups of six pigs each) for 14 days. All animals received feed twice daily and had ad libitum access to water. Behavior was recorded by individual direct observation in eight five-minute intervals, starting 30 minutes after the morning feeding, during the initial (D1–2) and final (D13–14) periods. The ethogram included positive behaviors (friendly interaction, positive vocalization, rooting, grazing, wallowing, resting, alertness), neutral (drinking, approaching the feeder, defecating, urination, scratching), and negative behaviors (agonistic interactions, negative vocalization, tension, bar biting or rooting, snout rubbing). The arithmetic mean of behavioral records generated the behavioral score (EComp). The temperature–humidity index (THI) was calculated from ambient temperature and relative humidity. Saliva samples were collected on the second day of each period for redox biomarker analysis. Data were analyzed by ANOVA considering the effects of system, period, and their interaction, as well as Spearman's correlation (5%). No significant interaction between system and period was observed ($P > 0.19$) for any of the variables analyzed. Mean THI values were 66.0 ± 2.5 and 67.3 ± 3.1 in confinement, and 71.2 ± 4.8 and 74.1 ± 5.5 in the free-range system, for the initial and final periods, respectively. The EComp was higher in free-range pigs (0.85 ± 0.04) than in confinement (0.12 ± 0.04; $P < 0.01$), with more exploratory and social behaviors. ROS levels were higher in free-range pigs (1.13 ± 0.06) compared with confinement (1.07 ± 0.11; $P < 0.01$). T-AOC showed a trend toward higher values in free-range pigs (184.8 ± 202.9 vs. 114.6 ± 73.9 µM; $P = 0.056$), and no difference was found for TBARS (5.55 ± 6.30 vs. 4.68 ± 3.25 nmol/mL; $P > 0.05$). EComp was negatively correlated with THI ($\rho = –0.56$; $P < 0.01$) and positively correlated with ROS ($\rho = 0.41$; $P < 0.01$). The study demonstrates the feasibility of using salivary biomarkers combined with behavioral analysis as an integrated approach to assess adaptive stress in pigs maintained under different housing conditions..

Keywords: creole pigs; native breeds; free radicals; rotational grazing; antioxidant capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronologia do experimento com os eventos e horários das atividades ao longo dos períodos inicial e final..... 21

Figura 2 – Registro de dados de temperatura e umidade relativa do grupo Confinado..... 24

Figura 3 – Registro de dados de temperatura e umidade relativa do grupo Piquete..... 24

Figura 4 – Coleta de saliva de suínos Moura utilizando barbantes de algodão para obtenção do fluido oral..... 25

Figura 5 – Escore médio de comportamento de suínos Moura mantidos nos grupos Piquete ou Confinado nos períodos inicial e final..... 28

Figura 6 – Dispersão do escore médio de comportamento de suínos Moura dos grupos Piquete e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14)..... 29

Figura 7 - Escore médio de comportamento de suínos Moura nos sistemas Piquete e Confinado..... 29

Figura 8 – Variação da capacidade antioxidante total na saliva de suínos Moura em Piquetes e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14)..... 31

Figura 9 – Concentração de capacidade antioxidante total na saliva de suínos Moura dos grupos Piquete ou Confinado..... 31

Figura 10 – Concentração média de espécies reativas de oxigênio na saliva de suínos Moura dos grupos Piquete ou Confinado..... 32

Figura 11 – Espécies reativas de oxigênio na saliva de suínos Moura dos grupos Piquete e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14)..... 32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal da ração utilizada para os suínos da raça Moura em terminação..... 20

Tabela 2 – Níveis nutricionais da ração fornecida para os suínos da raça Moura em terminação..... 20

Tabela 3 – Ocorrência média dos comportamentos registrados por animal em porcos Moura nos diferentes alojamentos, durante os períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14) e comparação entre sistemas pelo IC 95%..... 27

Tabela 4 – Análise de variância (ANOVA) para o escore médio de comportamento (EComp) de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais..... 28

Tabela 5 – Temperatura, umidade relativa médias e o índice de temperatura e umidade médios com seus desvios padrões em suínos Moura nos sistemas Piquete e Confinado, nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14)..... 30

Tabela 6 – Análise de variância (ANOVA) para a capacidade antioxidante total (T-AOC, μM Trolox equivalente) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais..... 30

Tabela 7 – Análise de variância (ANOVA) espécies reativas de oxigênio (ROS) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais..... 32

Tabela 8 – Análise de variância (ANOVA) para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, nmol/mL) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais..... 33

Tabela 9 – Matriz de correlação de Spearman (ρ) entre escore médio de comportamento (Ecomp), índice de temperatura e umidade (ITU), capacidade antioxidante total (T-AOC), espécies reativas de oxigênio (ROS) e TBARS em suínos Moura..... 34

LISTA DE SIGLAS

ADA – Ácido docosahexaenoico

AOPP – Produtos de Oxidação de Proteínas

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal

CUPRAC – Capacidade Antioxidante Redutora Cúprica

DP – Desvio Padrão

DCFH-DA – Diacetato de Diclorodihidrofluoresceína

EComp – Escore de Comportamento

FRAP – Ensaio do Poder Antioxidante Redutor do Ferro

GLM – Modelo Linear Generalizado

ITU – Índice de Temperatura e Umidade

MAPK – Quinase ativada por mitógeno

MDA – Malondialdeído

NF-κB – Fator nuclear kappa B

PI3K/Akt – Fosfatidilinositol 3-quinase/Proteína quinase B

ROS – Espécies Reativas de Oxigênio

TAOC – Capacidade Antioxidante Total

TBA – Ácido Tiobarbitúrico

TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

TCA – Ácido Trioloroacético

TEAC – Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox

UR – Umidade Relativa

UCP2 / UCP3 – Proteína desacopladora 2 / 3

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 1

2 **OBJETIVO** 4

3 **REVISÃO DE LITERATURA** 5

3.1 **Porcos crioulos e a raça Moura** 5

3.2 **Sistemas de criação na suinocultura** 8

3.3 **Alterações comportamentais em confinamento e ao ar livre** 10

3.4 **Relevância do comportamento para o bem-estar e produtividade** 12

3.5 **Estresse fisiológico adaptativo e mecanismos de resposta ao estresse em suínos** 13

3.6 **Amostragem por saliva como um marcador não invasivo na avaliação do estresse** 15

3.7 **Equilíbrio redox na saliva como uma ferramenta para aferir bem-estar** 15

4 **MATERIAL E MÉTODOS** 17

4.1 **Delineamento experimental** 17

4.2 **Período pré-experimental** 18

4.2.1 **Animais experimentais** 19

4.2.2 **Estrutura dos piquetes e baias de confinamento e manejo** 19

4.3 **Cronologia do experimento** 21

4.4 **Coleta dos dados de comportamento** 22

4.5 **Coleta de dados climáticos** 24

4.6 **Coleta e análise de amostras biológicas – fluído oral** 25

5 **ANÁLISE DE DADOS** 26

6 **RESULTADOS** 27

6.1 **Ocorrência dos comportamentos observados** 27

6.2 **Escore de comportamento** 28

6.3 **Temperatura, umidade relativa e índice de temperatura e umidade nos diferentes alojamentos** 29

6.4 **Resultados das análises redox** 30

6.4.1 **Atividade antioxidante total na saliva – Metodologia FRAP** 30

6.4.2 **Espécies reativas de oxigênio na saliva** 31

6.4.3 **Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico em saliva** 33
6.5 **Análise de correlações entre escore de comportamento, índice de temperatura e umidade e parâmetros redox** 33
7 **DISCUSSÃO** 35
8 **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 40
9 **REFERÊNCIAS** 42
10 **ANEXOS** 55
ANEXO A - Aprovação do protocolo pelo Comitê de Ética para Experimentação animal. 55

1 INTRODUÇÃO

A ampla diversidade de sistemas de criação usados para produção de suínos representa um campo de estudo complexo e multifacetado, oferecendo desafios e oportunidades singulares para investigar e compreender diversas abordagens destinadas a promover o bem-estar animal (Ludwiczak et al. 2021). Entre esses sistemas, aqueles que se aproximam do habitat natural da espécie suína tendem a favorecer a expressão de comportamentos espontâneos e intrínsecos, essenciais para o bem-estar físico e emocional dos animais (Fraser, 2008). Por outro lado, mesmo sistemas concebidos para atender às necessidades básicas dos animais podem limitar a expressão de comportamentos inatos, como o forrageamento e o banho de lama, os quais estão profundamente enraizados na biologia e etologia da espécie (Studniz et al., 2007).

Os suínos domésticos (*Sus scrofa domesticus*) apresentam uma dieta naturalmente onívora e altamente diversificada, composta por raízes, tubérculos, gramíneas, sementes e pequenos invertebrados (Stolba & Wood-Gush, 1989) além de ocuparem boa parte de seu tempo ativo forrageando, a motivação para explorar o ambiente por meio do fuçar e cavar o solo está relacionada à busca desses alimentos e é considerada uma necessidade comportamental essencial (Studniz et al., 2007). Além disso, os suínos possuem glândulas sudoríparas pouco desenvolvidas, o que limita significativamente sua capacidade de dissipar calor por meio da sudorese. Como consequência, comportamentos como o banho de lama tornam-se fundamentais não apenas para a termorregulação, mas também como proteção contra a radiação solar e ectoparasitas (Bracke & Spoolder, 2011; Olczak et al., 2015).

A ausência de oportunidades para realizar esses comportamentos pode gerar frustração, estresse crônico e o desenvolvimento de estereotipias, indicando alto custo adaptativo para o animal (Barnett et al., 2001; Studnitz et al., 2007). Assim, pastar, fuçar e se banhar em lama não são apenas comportamentos "naturais", mas necessidades etológicas cuja supressão compromete o bem-estar dos suínos, mesmo em sistemas que oferecem nutrição adequada, saúde física e segurança (Soderqvist, 2016).

Sistemas ao ar livre, quando bem manejados, podem permitir a manifestação plena desses comportamentos, desde que se evite a competição por recursos por meio da oferta simultânea e excedente de alimentos, água, sombra e áreas de

conforto térmico, como piscinas ou abrigos (Londoño & Vásquez, 2014; Weerd et al., 2009). No entanto, esses sistemas também impõem desafios relacionados à variabilidade ambiental, como a exposição a temperaturas extremas, precipitação e radiação solar (Pietrosemoli; Tang, 2020). A presença de estruturas como abrigos, piscinas e sombreamento, que proporcionem microambientes adequados, é essencial para mitigar esses efeitos adversos causados por estressores ambientais (Londoño & Vásquez, 2014).

Nesse contexto, torna-se fundamental uma abordagem integrativa para avaliar o bem-estar animal, que considere tanto os aspectos comportamentais quanto os fisiológicos, incluindo o impacto dos fatores ambientais e das características individuais dos animais, como sexo e histórico de manejo. A análise da resposta adaptativa ao estresse, especialmente em curtos períodos de tempo após a exposição a novos ambientes, tem sido uma ferramenta valiosa para investigar a plasticidade comportamental e fisiológica dos suínos frente às condições de criação (Kyrou & Tsigos, 2009; Parois et al., 2022).

Os métodos tradicionais de avaliação do estresse, como a coleta de amostras sanguíneas, são conhecidos por sua invasividade e requerem expertise técnica significativa (De Jong et al. 2000; Mostl & Palme 2002). A coleta de sangue pode levar a resultados inconclusivos quando o objetivo é a avaliação de bem-estar por meio de biomarcadores sensíveis, devido ao manejo para amostragem (Cerón et al., 2022; Martínez-Miró et al., 2016; Papatsiros et al., 2024). Nesse contexto, o uso de amostras de saliva se apresenta como uma alternativa menos invasiva para avaliar e comparar os níveis de estresse fisiológico em suínos submetidos a diferentes sistemas de criação, seguindo o trabalho de Céron et al. (2022).

Entre os biomarcadores salivares, os parâmetros relacionados ao estresse oxidativo, como a capacidade antioxidante total (T-AOC) e as espécies reativas de oxigênio (ROS), têm sido amplamente validados para refletir o equilíbrio redox do organismo, representando a capacidade do animal em lidar com os desafios impostos pelo ambiente de criação (González-Arostegui et al., 2023; López-Martínez et al., 2023). O monitoramento desses indicadores permite uma avaliação mais sensível da adaptação fisiológica e da resiliência frente aos estressores ambientais e de manejo.

Este estudo busca avançar na caracterização do bem-estar de suínos crioulos criados em sistemas confinados e piquetes, utilizando parâmetros comportamentais e biomarcadores redox como ferramentas integrativas e menos invasivas. A análise

desses parâmetros pode fornecer informações valiosas sobre o equilíbrio entre os processos pró-oxidativos e antioxidantes nos suínos, ajudando a entender melhor sua resposta ao estresse e seu estado de bem-estar geral, conforme discutido por Cerón et al. (2022). Ao avaliar o impacto de um desafio ambiental refletido na fisiologia do animal por meio dos biomarcadores, esperamos fornecer informações que possam orientar a otimização de seu manejo e promover seu bem-estar em diferentes ambientes de criação (Prunier et al., 2010).

2 OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo avaliar a adaptação de suínos da raça Moura em engorda (terminação) a diferentes sistemas de alojamento (confinado e ao ar livre), analisando a influência do tipo de alojamento sobre o seu comportamento e testando o uso de biomarcadores redox na saliva como indicadores fisiológicos de estresse.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Porcos crioulos e a raça Moura

A raça suína Moura, originária do sul do Brasil, possui uma história rica e uma adaptação singular aos ambientes locais. Sua trajetória remonta à introdução de suínos na América do Sul no início do século XVI. Parte significativa da origem do Moura está associada aos suínos trazidos pelos portugueses em expedições como a de Martim Afonso de Souza, em 1532 (Fávero et al., 2007). No entanto, os porcos Moura, embora apresentem diferença genética comprovada das raças comerciais europeias e norte-americanas (Burgoz-Paz et al., 2013; Souza et al. 2024), também se distinguem das demais raças brasileiras (Tagliaro et al. 1995, Sollero et al., 2008; Burgoz-Paz et al., 2013). Segundo a investigação histórica sendo conduzida pela Universidade Federal do Paraná, há influência dos porcos criados nas reduções jesuíticas espanholas em territórios que hoje correspondem à região sul do Brasil, o que explicaria a maior proximidade genética dos porcos Moura com raças crioulas do México, Cuba e Argentina (Burgoz-Paz et al., 2013; Souza, 2023), em relação às outras raças brasileiras, cuja formação esteve majoritariamente ligada aos animais trazidos por portugueses ao longo do processo de colonização.

De acordo com Quan et al. (2020), raças nativas resultam de uma complexa interação entre domesticação histórica, fatores geográficos e diversidade genética. Segundo o mesmo autor, estas raças foram moldadas ao longo dos séculos por práticas de criação seletiva, adaptando-se às condições ambientais específicas e às necessidades e preferências dos consumidores.

A formação dos grupos genéticos locais foi resultado da mistura entre diferentes populações de suínos introduzidas no território, não caracterizadas como raças segundo os conceitos modernos, mas sim como populações heterogêneas com características variadas. Durante o período colonial, essas populações foram se cruzando, seja por manejos rudimentares ou por escapes e cruzamentos naturais com animais selvagens, o que favoreceu o surgimento de animais com características adaptativas específicas ao ambiente brasileiro (Cavalcanti, 1985). O conceito moderno de “raça”, caracterizado por padrões fenotípicos definidos e seleção sistemática, começou a ser formalizado para suínos na Inglaterra no final do século XIX, com a fundação da *National Pig Breeders Association* em 1884 e o início da

publicação de herdbooks que registravam genealogias e características desejáveis dos animais (Bates, 2024).

Esses cruzamentos históricos e a seleção natural frente às adversidades ambientais brasileiras resultaram em ecótipos adaptados, que foram posteriormente reconhecidos como raças locais. Com o passar do tempo, destacaram-se raças como Canastra, Canastrão, Caruncho, Nilo, Moura, Piau, Pirapetinga e Macau, todas formadas sob forte influência do ambiente e das práticas de manejo regionais (Barreto, 1973; Abreu et al., 1998).

A raça Moura é reconhecida por sua diversidade genética significativa. Estudos recentes identificam alta frequência de regiões de homozigosidade (ROH), indicando níveis elevados de endogamia, resultado do encolhimento populacional ao longo das últimas décadas (Souza et al., 2024). Tal achado é preocupante, pois a baixa variabilidade genética compromete a viabilidade a longo prazo de raças locais, conforme alertam Quan et al. (2020).

A conservação da raça Moura se justifica também pela presença de genes associados à qualidade superior da carne. A raça apresenta elevado teor de gordura intramuscular, maior valor de pH e menores perdas por gotejamento e cocção, características que lhe conferem destaque no mercado de carnes diferenciadas. Além disso, compartilha haplótipos com raças como o Mangalitza Húngaro, sugerindo uma ancestralidade comum com suínos ibéricos e reforçando sua relevância genética (Souza et al., 2009; Souza et al., 2024).

Do ponto de vista produtivo, as raças crioulas exibem elevada adaptabilidade ambiental (Revidatti et al., 2021). Essas raças permitem seu uso em sistemas de produção de baixo insumo, com aproveitamento eficiente de forragens e subprodutos alimentares regionais, muitas vezes de baixo valor nutricional para raças comerciais (Bautista-Rodríguez et al., 2022; Lemus-Flores et al., 2001). Além disso, em recente trabalho realizado no México, foi observado que os dejetos de porcos crioulos da raça Pelón Mexicano produziram menos metano que porcos industriais, sob mesma dieta, alojamento e manejo alimentar, o que foi atribuído á diferenças fisiológicas, de digestibilidade e da flora intestinal, sugerindo que o fator raça é importante na quantificação dos efeitos ambientais da produção de suínos (Angel-Hernandez et al., 2024).

Embora os porcos Moura tenham taxas de crescimento mais lentas em comparação com raças comerciais, eles podem oferecer vantagens econômicas

significativas para as comunidades rurais. Animais que apresentam essa caracteristica possuem baixos custos de manutenção e a alta qualidade de seus produtos tornam a criação uma opção viável em sistemas de subsistência (Lemus-Flores et al., 2001).

A diversidade genética dos porcos crioulos, confirmada por análises de microsatélites, é um indicador de sua importância como reservatório de diversidade genética (Lemus-Flores et al., 2001). Por resultado das mudanças ocorridas na indústria e a intensificação das raças mais produtivas, houve uma redução expressiva em número e diversidade dessas raças nativas, onde muitas estão sob ameaça de extinção (Macêdo et al., 2020). Além da diminuição de suas populações, a escassez de estudos atualizados sobre elas faz com que as informações disponíveis sejam frequentemente de épocas passadas, o que pode não refletir o estado atual das raças (Barreto, 1973; Abreu et al., 1998).

A ausência de monitoramento técnico nos sistemas de criação que comumente são encontradas as raças crioulas como o porco Moura, favorece cruzamentos desordenados, o que explica a dificuldade em encontrar exemplares de raças locais livres de miscigenação com raças exóticas (Silva Filha et al., 2010; Leite, 2014; Burda et al., 2019; Macêdo et al., 2020). Em investigação mais recente, Leite (2021) caracterizou fenotipicamente os suínos crioulos da região Centro-Sul do Paraná, confirmando a presença de características de diferentes raças autóctones, como Moura, Piau, Canastra, Monteiro, Nilo, Caruncho, Pirapitinga e Canastrão. No entanto, nenhum indivíduo foi identificado como representante puro dessas linhagens, evidenciando o impacto do cruzamento não controlado e a consequente erosão da diversidade genética.

Soares et al. (2024) avaliaram a raça Moura em sistemas silvipastoris e observaram a expressão de comportamentos naturais, como pastagem ativa e consumo de pinhão, associada à ausência de estereotipias. Esses achados indicam boa adaptação e bem-estar em ambientes naturais, sugerindo uma plasticidade comportamental que respalda a investigação sobre como os suínos Moura respondem, em termos de comportamento e de equilíbrio redox, a diferentes sistemas de alojamento.

3.2 Sistemas de criação na suinocultura

Os sistemas intensivos dominam a produção comercial de suínos, caracterizados por confinamento, altas densidades de estocagem e foco na maximização da produtividade e padronização do manejo, como pontuado por Maes et al. (2020). Se trata da forma mais frequente de criação quando observamos granjas comerciais que produzem significativas quantidades de carne (Pedersen, 2024) e oferece vantagens em termos de saúde animal, segurança alimentar e biossegurança quando comparados aos sistemas extensivos (Maes et al., 2020). No entanto, também apresentam desafios relacionados ao bem-estar, principalmente devido às limitações de espaço e restrições comportamentais (Maes et al., 2020; Blumetto Velazco et al., 2013). Suínos confinados mostram menor atividade geral e podem sofrer níveis mais altos de estresse, como evidenciado por medições de cortisol e aumento da agressividade (Blumetto Velazco et al., 2013). Porém, o sistema de produção em confinamento não se trata do único sistema utilizado com suínos.

Dentro dos regimes intensivos de produção, existem também sistemas ao ar livre, caracterizados pelo controle de lotação, manejo rotacionado de piquetes e suplementação alimentar, como ocorre no Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL). Nesses modelos, os animais têm acesso ao ambiente externo, mas permanecem sob manejo, alimentação e monitoramento técnico semelhantes aos adotados no confinamento, conciliando oferta de espaço e controle zootécnico (Lopes et al., 2016). No entanto, esses sistemas exigem um manejo cuidadoso para garantir o bem-estar dos animais e a sustentabilidade ambiental. Raças adaptadas ao ambiente externo são mais adequadas para sistemas de criação ao ar livre, que devem ser localizados em áreas com baixa precipitação e solos com boa drenagem (Miao et al., 2004). Abrigos adequados, áreas de lama e o manejo de pastagens são essenciais para o conforto e a saúde dos suínos (Lukovic et al., 2017; Miao et al., 2004).

Contrariamente à crença comum, estudos mostraram que o desempenho reprodutivo e de crescimento em sistemas ao ar livre pode ser comparável ao de sistemas confinados (Park et al., 2017). Segundo os mesmos autores, o crescente interesse dos consumidores pelo bem-estar animal e pela segurança alimentar aumentou as oportunidades para pequenos produtores de suínos em nichos especializados de mercado. Embora, os sistemas ao ar livre permitam

comportamentos naturais dos suínos, também apresentam riscos, como infecções parasitárias e impactos ambientais (Lukovic, 2017; Miao et al., 2004). A superlotação pode causar danos à vegetação, deterioração da estrutura do solo e aumento da lixiviação de nitrato (Worthington; Danks, 1992). Para mitigar esses problemas, a produção de suínos ao ar livre deve ser integrada a sistemas de rotação de culturas e pastagens, com taxas de lotação adequadas e rotação frequente dos piquetes (Miao et al., 2004).

A criação tradicional de suínos ainda é predominante em muitas regiões do mundo, especialmente entre comunidades de povos originários. Esses sistemas tradicionais frequentemente incorporam conhecimentos de povos locais, utilizando plantas autóctones para alimentação e tratamentos etnoveterinários (Singh et al., 2019). No entanto, a história da produção de suínos é mais complexa do que uma simples transição dos métodos tradicionais para os intensivos. Na Grã-Bretanha, por exemplo, sistemas confinados e ao ar livre coexistiram ao longo do século 20, com defensores de ambos considerando suas abordagens modernas e eficientes (Woods, 2012). No Brasil, formas tradicionais de criação de suínos ainda são amplamente praticadas especialmente entre pequenos produtores e agricultores familiares (Silva et al., 2018). Segundo os mesmos autores, na região semiárida brasileira, a criação extensiva de animais, incluindo suínos, é uma tradição herdada da colonização, não dos povos originários. Na Paraíba, a suinocultura local é caracterizada por unidades agrícolas familiares, com pouca assistência técnica e fiscalização (Silva Filha et al., 2005). Da mesma forma, na Região Metropolitana de Curitiba, a criação de suínos em pequena escala é, principalmente, uma atividade de subsistência, frequentemente combinada com outras práticas agrícolas e dependente da mão de obra familiar (Horwat et al., 2021). Segundo Leite (2014), no Paraná, sul do Brasil, ainda é possível encontrar suínos crioulos criados em comunidades tradicionais denominadas Faxinal. Os suínos crioulos, tradicionalmente mantidos por comunidades rurais no Paraná, são manejados em sistemas extensivos de caráter silvipastoril, nos quais não há acompanhamento técnico ou controle zootécnico sistemático. Nesses contextos, a alimentação dos animais provém em grande parte dos recursos naturais disponíveis, incluindo frutos silvestres, raízes, bulbos, pastagens nativas e cultivadas, além de insetos e pequenos invertebrados (Leite et al., 2009).

Embora as grandes fazendas de criação de suínos no Brasil tenham adotado práticas modernas, a manutenção de matrizes em celas ou baias, o uso de pisos de

concreto e sistemas básicos de alimentação ainda são utilizados (Callegari et al., 2020). Há um grande potencial para intervenções científicas a fim de melhorar a produtividade e a sustentabilidade nesses sistemas tradicionais (Patr et al., 2016). Isso porque, sistemas de criação ao ar livre permitem que os animais exerçam mais comportamentos naturais e possam forragear, além de permitir produção de produtos de maior qualidade, com valor agregado e com maior grau de bem-estar nos animais (Solís-Tejeda et al., 2022; Trezona, 2024).

3.3 Alterações comportamentais em confinamento e ao ar livre

Pesquisas comparando o comportamento de suínos em sistemas de alojamento ao ar livre e em confinamento revelam diferenças marcantes. Suínos criados ao ar livre tendem a exibir comportamentos naturais, como maior frequência de caminhada, escavação e fuçar o solo (Presto et al., 2008; Nakamura et al., 2011). Além disso, demonstram mais comportamentos investigativos e brincadeiras sociais, o que é uma indicação de seu maior bem-estar (Nakamura et al., 2011). Esses comportamentos são, em parte, impulsionados pela maior liberdade de movimento e pela complexidade ambiental do sistema ao ar livre.

Em contraste, suínos em sistemas confinados apresentam comportamentos mais restritos, com maior tempo dedicado ao descanso, consumo de água e a realização de comportamentos agressivos, como conflito entre animais (Nakamura et al., 2011). Em ambientes confinados, comportamentos de construção de ninhos, típicos de matrizes em gestação, são frequentemente redirecionados para a interação com os componentes das gaiolas, em vez de se envolver em atividades naturais como a coleta de materiais para ninhos, observada em sistemas ao ar livre (Hötzel et al., 2005). Esses fatores indicam que o alojamento ao ar livre permite que os suínos expressem comportamentos naturais, promovendo um ambiente mais enriquecido, o que é geralmente favorável ao seu bem-estar (Ludwiczak et al., 2021). Contudo, é importante destacar que esse tipo de sistema pode resultar em um aumento nas lesões dos animais, uma vez que a maior liberdade de movimento pode levar a acidentes (Ludwiczak et al., 2021).

Além do tipo de alojamento, o espaço físico também desempenha um papel crucial no comportamento e bem-estar dos suínos. Estudos mostram que espaços limitados, como os de 1 m² por suíno, aumentam os níveis de estresse, como

evidenciado pelos elevados níveis de corticosteroides plasmáticos, e reduzem a expressão de comportamentos sociais, como os comportamentos sexuais em fêmeas (Hemsworth et al., 1986). Em espaços ainda mais restritos, como 0,34 m² por suíno, há uma redução significativa no ganho de peso diário e na eficiência alimentar, além de alterações comportamentais, como diminuição da exploração e aumento da agressividade (Meunier-Salaun et al., 1987). No entanto, o enriquecimento ambiental tem um impacto ainda mais profundo no comportamento dos suínos do que o simples aumento do espaço (Beattie et al., 1996). Curiosamente, o formato das baias também pode influenciar os níveis de agressão. Baias retangulares (1,4 m²/suíno) demonstraram reduzir a agressividade entre suínos adultos desconhecidos em comparação com baias quadradas ou espaços maiores (3,4 m²/suíno) (Barnett et al., 1993).

Estereotipias, como morder barras e outros comportamentos orais repetitivos, são comuns em sistemas de confinamento, especialmente em matrizes (Rushen, 1985). Esses comportamentos anormais estão frequentemente associados à restrição na ingestão de alimentos e à frustração alimentar (Lawrence; Terlouw, 1993). O estresse crônico, causado pela perda de controle sobre o ambiente, também contribui para o desenvolvimento de estereotipias (Wiepkema; Schouten, 1992). Esses comportamentos podem, em alguns casos, funcionar como mecanismos de enfrentamento. De fato, matrizes com altos níveis de estereotipias tendem a exibir menos sinais de sofrimento do que aquelas com baixos níveis (Wiepkema; Schouten, 1992). Além disso, estudos indicam que a densidade de receptores opioides no cérebro dos suínos, particularmente os receptores mu, está correlacionada com a inatividade e com a duração das estereotipias, sugerindo que esses comportamentos estão relacionados a processos neurobiológicos complexos (Zanella et al., 1996).

Embora os sistemas de produção animal extensiva sejam frequentemente vistos como benéficos para o bem-estar, também enfrentam desafios consideráveis. Variabilidade na qualidade da comida e da água, estresse térmico, riscos de doenças e dificuldades de supervisão são problemas comuns nesses sistemas (Temple & Manteca, 2020; Turner & Dwyer, 2007). Além disso, a avaliação do bem-estar nesses sistemas é complicada pela heterogeneidade dos ambientes e pela limitação na observação dos animais (Turner & Dwyer, 2007). Por outro lado, o acesso a forragens reduz a agressividade e aumenta a atividade ao ar livre (Olsen et al., 2002). Essa redução da agressividade promove interações sociais afilativas e brincadeiras, que

junto com as atividades exploratórias, são os principais indicadores de bem-estar (Nakamura et al., 2011; Papageorgiou, 2022). A frequência das brincadeiras, tende a diminuir com a idade e exposição a temperaturas extremas, pode ser aumentada pela oferta de abrigo (Olsen et al., 2002). Comportamentos investigativos e de conflito também são eficazes para avaliar o bem-estar dos animais (Nakamura et al., 2011). Embora vocalizações, posturas das orelhas e da cauda se mostrem promissores como indicadores de bem-estar, essas observações ainda exigem mais pesquisa (Papageorgiou, 2022).

Por fim, sabendo que os suínos criados em sistemas ao ar livre apresentam menos interações agressivas, como farejamento, mordisqueio e empurrão (Presto et al., 2008; Lange et al., 2020), podemos concluir que os sistemas de confinamento na suinocultura enfrentam barreiras significativas para a expressão de comportamentos naturais, como a falta de instalações adequadas para banhos de lama, fundamentais para a termorregulação e o bem-estar dos porcos, que é mais um exemplo claro das limitações desses sistemas (Bracke & Spoolder, 2011).

3.4 **Relevância do comportamento para o bem-estar e produtividade**

Suínos em ambientes enriquecidos apresentam taxas de crescimento mais altas e maior ingestão de ração (Lebret et al., 2006). Também sabemos que embora o enriquecimento não impacte significativamente as características da carcaça, ele pode melhorar a qualidade da carne, diminuindo a perda de líquido em certos músculos (Klont et al., 2001; Lebret et al., 2006), além de reduzir as respostas de estresse durante o manejo pré-abate (Klont et al., 2001).

A análise das mudanças comportamentais pode ajudar na prevenção de doenças e na avaliação dos níveis de dor nos animais (Orihuela, 2016), o que pode levar a um maior ganho econômico por menor perda produtiva e mortalidade.

Estudos apontam uma correlação moderada entre o bem-estar animal e o desempenho econômico, com práticas que promovem melhor saúde e manejo correlacionados a maiores índices de produtividade, como ciclos reprodutivos mais curtos e menor número de leitões natimortos (Jääskeläinen et al., 2014). No entanto, as percepções dos produtores e as demandas da indústria podem limitar a implementação dessas melhorias, ressaltando a importância da educação e do engajamento no setor (Albernaz-Gonçalves et al., 2021).

Por fim, estudos mostram que os consumidores valorizam o bem-estar dos suínos, especialmente quando estes podem expressar comportamentos naturais e ter acesso ao ambiente externo (García-Gudiño et al., 2021; Prickett et al., 2010). Esses consumidores estão dispostos a pagar mais por carne suína produzida com padrões de bem-estar mais elevados, como maior espaço, presença de cama e menos intervenções cirúrgicas (Latacz-Lohmann & Schreiner, 2019). Embora o conhecimento sobre a produção de suínos seja limitado, os consumidores consideram o bem-estar como um indicador de qualidade da carne e acreditam que a responsabilidade pelo bem-estar é compartilhada entre fazendeiros, governos e consumidores (Thorslund et al., 2017). Simulações de mercado sugerem uma participação de mercado de 44,6% para carne suína produzida sob programas de bem-estar de nível básico, com padrões mais exigentes alcançando participações menores (Latacz-Lohmann & Schreiner, 2018). Assim, há uma oportunidade para o desenvolvimento de estratégias de mercado que promovam produtos de carne suína com maior foco no bem-estar (Thorslund et al., 2017).

3.5 Estresse fisiológico adaptativo e mecanismos de resposta ao estresse em suínos

O estresse fisiológico adaptativo é um processo complexo no qual o organismo responde a fatores estressores para manter a homeostase (Kyrou & Tsigos, 2009). Essa compreensão tem avançado consideravelmente com os estudos sobre o bem-estar animal e a suscetibilidade a doenças em animais de produção. Kelley (1980) identificou estressores ambientais como calor, frio, superlotação e desmame em bovinos, que impactam diretamente a função imunológica. Posteriormente, Proudfoot & Habing (2015) e Salak-Johnson & McGlone (2007) ampliaram essa perspectiva, destacando o papel dos fatores sociais como isolamento, instabilidade e aglomeração na indução de respostas fisiológicas e comportamentais ao estresse.

A rusticidade dos suínos tem sido estudada como um potencial indicador de adaptabilidade frente a desafios ambientais. Merlot et al. (2012) demonstraram que raças rústicas, como os porcos bascos, respondem de forma distinta a estressores em comparação com raças geneticamente selecionadas, como o Large White. Vashi et al. (2018) observaram que suínos nativos apresentaram menor expressão do gene HSP70 durante o verão, indicando maior aclimatação ao calor. Estudos com javalis,

como o de Khokhlov et al. (2021), sugerem que esses animais possuem mecanismos celulares de defesa mais robustos, o que pode oferecer pistas valiosas para o aprimoramento da resiliência em raças comerciais. Adicionalmente, Lucas et al. (2024) indicam que a interação precoce com a mãe, companheiros de ninhada, humanos e ambientes enriquecidos pode fortalecer a resposta a estressores ao longo da vida do animal.

A seleção genética tem buscado integrar características de produtividade e resistência a doenças, com foco em maior resiliência e eficiência dos sistemas produtivos (Hermesch et al., 2015). No entanto, fatores ambientais ainda são pouco explorados como moduladores da resiliência (Parois et al., 2022), embora haja evidências crescentes de sua importância.

Em resposta ao estresse, os suínos apresentam alterações comportamentais e fisiológicas que afetam a imunidade e o desempenho zootécnico (Martínez-Miró et al., 2016; Poroshinska et al., 2020). O estresse crônico, como o confinamento prolongado, pode desencadear comportamentos estereotipados e alterações neuroendócrinas (Schouten & Wiegant, 1997), além de comprometer o desenvolvimento da progênie quando presente durante a gestação (Poroshinska et al., 2020).

Embora muitos suínos lidem com múltiplos estressores, como vacinação, infecções, mudanças de grupo e ambientes subótimos, Parois et al. (2022) alertam para os efeitos acumulativos da carga de estresse, que pode comprometer a resiliência, reduzir o desempenho produtivo e elevar a mortalidade.

A resiliência é definida como a capacidade do animal de manter sua estabilidade fisiológica ou retornar rapidamente ao estado normal após uma perturbação (Colditz & Hine, 2016). A baixa resiliência está associada a maior risco de distúrbios comportamentais e sanitários (Brunberg et al., 2016; Scheffer et al., 2018). A otimização dessa característica tem sido foco de estratégias de melhoramento genético (Berghof et al., 2019), embora o ambiente de criação ainda seja uma variável pouco investigada (Parois et al., 2022).

Dentre os estressores ambientais, o estresse térmico é especialmente relevante. Em situações de calor agudo, os suínos apresentam aumento na temperatura da pele, retal e na frequência respiratória, seguidos por aclimatação e normalização desses parâmetros (Waltz et al., 2014). Também ocorrem alterações metabólicas, como aumento da sensibilidade à insulina e da captação de glicose (Sanz Fernandez et al., 2015), porém com prejuízo à integridade intestinal e maior risco de enterotoxemia

(Gabler & Pearce, 2015), o que compromete o crescimento e a eficiência alimentar. Além disso, o estresse térmico pré-natal pode afetar a resposta ao estresse pós-natal, as exigências energéticas de manutenção e a composição corporal (Johnson & Baumgard, 2019), representando um desafio importante para o bem-estar animal e a sustentabilidade da suinocultura.

3.6 Amostragem por saliva como um marcador não invasivo na avaliação do estresse

A facilidade de coleta da saliva favorece a integração do acompanhamento de biomarcadores sanitários, principalmente em protocolos de monitoramento de saúde rotineiros nos sistemas de produção de suínos (Prieto et al., 2023). Além de se tratar de uma amostragem prática, a coleta de saliva é menos estressante para os animais e dispensa treinamento especializado, tornando-se uma alternativa segura em relação à coleta de sangue (Wong & Bonne, 2012). Além disso, a coleta de saliva reduz o risco de infecções associadas a procedimentos mais invasivos, o que favorece o monitoramento contínuo do bem-estar animal (Prieto et al., 2023).

Os biomarcadores salivares também desempenham um papel importante no monitoramento de saúde e estresse. Por exemplo, o cortisol, um biomarcador amplamente utilizado, reflete a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e indica níveis de estresse nos animais (Schwinn et al., 2018). Outros biomarcadores, como a procalcitonina e as proteínas da família S100, são úteis na avaliação de estados inflamatórios e na decisão sobre o uso de antibióticos (Prieto et al., 2023), facilitando intervenções precisas em resposta à saúde do animal. Para avaliar o estresse em suínos, os pesquisadores desenvolveram diversos biomarcadores relacionados ao sistema nervoso simpático, ao eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, ao eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e ao sistema imunológico (Martínez-Miró et al., 2016).

3.7 Equilíbrio redox na saliva como uma ferramenta para aferir bem-estar

Estudos recentes validaram diversos ensaios para medir compostos oxidantes na saliva de suínos, com biomarcadores como TBARS, carbonilas e espécies reativas de oxigênio (ROS), que refletem de forma eficaz o estado oxidativo de suínos em diferentes condições fisiológicas e patológicas (González-Arostegui et al., 2023;

López-Martínez et al., 2022). Além disso, esses biomarcadores fornecem um monitoramento abrangente da saúde, pois podem indicar estresse, inflamação e o estado oxidativo do animal, oferecendo uma visão holística de seu bem-estar (Lopez-Martinez et al., 2023).

Contudo, existem algumas limitações e considerações importantes. A variabilidade nos resultados pode ser um desafio, pois certos biomarcadores, como a adenosina desaminase (ADA), nem sempre refletem de maneira consistente o estresse oxidativo na saliva em comparação com o soro, sugerindo a necessidade de interpretação cuidadosa (Castillo et al., 2023). Além disso, essa matriz é amplamente reconhecida por produzir dados com coeficientes de variação elevados para biomarcadores redox (González-Arostegui et al., 2023; López-Martínez et al., 2023).

Entre os biomarcadores-chave na saliva, estão as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), que indicam a presença de peroxidação lipídica e, consequentemente, o estresse oxidativo nos suínos (González-Arostegui et al., 2023). Outro importante marcador é o produto de proteína de oxidação avançada (AOPP), cujos níveis elevados se correlacionam com danos oxidativos, sendo associado a infecções como a causada por *Streptococcus suis* (Lopez-Martinez et al., 2023). Além disso, as espécies reativas de oxigênio (ROS), medidas por quimioluminescência à base de luminol, oferecem dados relevantes sobre as respostas ao estresse oxidativo (González-Arostegui et al., 2023). Por fim, os ensaios de capacidade antioxidante redutora cúprica (CUPRAC) e capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) medem a capacidade antioxidante da saliva, com alterações significativas observadas em condições como a sepse (López-Martínez et al., 2022). Apesar das vantagens e do potencial dos biomarcadores salivares, sua especificidade e sensibilidade em comparação com os parâmetros medidos em sangue continuam sendo investigadas. Pesquisas adicionais são necessárias para validar essas descobertas em diferentes espécies animais e condições de saúde (Cerón et al., 2022).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (Protocolo nº 024/2024; Anexo 1).

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Canguiri da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais, Paraná, Brasil (25°23′30″ S; 49°07′ O). A região apresenta clima subtropical úmido e o experimento contemplou os meses de julho e agosto, correspondentes ao inverno no Hemisfério Sul.

Os animais utilizados no estudo faziam parte do Centro de Criação de Suínos da Raça Moura, mantidos sob manejo rotineiro da granja. Nesse sistema, os animais são observados diariamente pelos alunos e professores envolvidos, não sendo registrados sinais clínicos de enfermidades ou alterações de saúde que demandassem intervenção veterinária durante todo o período experimental. Assim, todos os suínos permaneceram clinicamente saudáveis ao longo do estudo.

No Centro de Criação de Suínos da Raça Moura, o rebanho é manejado sem a utilização rotineira de vacinas ou antibióticos profiláticos, adotando práticas voltadas à manutenção da imunidade por meio do equilíbrio e da diversidade ambiental. A rusticidade da raça Moura contribui para a manutenção de um elevado estado de saúde do rebanho. Esse manejo é possível por tratar-se de uma granja experimental vinculada à Universidade Federal do Paraná, onde os animais são monitorados diariamente por médicos-veterinários e demais profissionais especializados. Tal estratégia busca simular as condições de sistemas tradicionais de criação, sem comprometer a vigilância sanitária do rebanho.

4.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido com um total de 24 suínos da raça Moura, distribuídos igualmente entre dois sistemas de criação, sendo em confinamento com os animais dispostos em baias (referidos como Confinado) e ao ar livre com os animais alojados em piquetes com cobertura predominante de azevém (referidos como Piquete). Cada grupo foi composto por seis machos castrados e seis fêmeas, com os mesmos animais avaliados repetidamente ao longo do tempo. Assim, cada suíno foi

considerado uma unidade experimental, permitindo análises que integrassem as respostas individuais dos animais nos diferentes momentos do estudo.

Devido às características das instalações, o número de animais por unidade de alojamento diferiu entre os sistemas, onde no grupo Confinado, os 12 suínos foram distribuídos em quatro baias com três animais cada, enquanto no grupo Piquete foram distribuídos em dois piquetes com seis animais cada. Essa diferença no alojamento reflete as condições estruturais de cada sistema e deve ser considerada na interpretação dos resultados, embora não tenha alterado o equilíbrio estatístico entre os grupos experimentais.

O delineamento considerou que os animais haviam sido mantidos exclusivamente em piquetes ao ar livre durante todo o seu desenvolvimento até o início do estudo. Dessa forma, a realocação para o confinamento representou uma situação de mudança ambiental potencialmente estressante. O período experimental de 14 dias foi estabelecido com o objetivo de avaliar a resposta adaptativa a essa condição, permitindo a comparação entre o impacto imediato do confinamento (dias iniciais, D1–D2) e a resposta após duas semanas de alojamento (dias finais, D13–D14).

4.2 **Período pré-experimental**

A fase pré-experimental consistiu na preparação e manejo dos animais, realizada antes do início da coleta de dados. Inicialmente os suínos foram pesados e alocados em grupos de acordo com peso e sexo. A preparação dos piquetes, utilizados para o sistema de criação ao ar livre, incluiu calagem seguida de aração, visando a descompactação e a homogeneização da distribuição de nutrientes. Após o preparo, procedeu-se à semeadura de azevém *(Lolium multiflorum*), que foi irrigado regularmente durante um período de três meses, até o estabelecimento adequado da pastagem que se encontrava em estado vegetativo para o início do experimento. Trinta dias antes do alojamento experimental (D0), os suínos foram reorganizados em dois grupos para estabilização social, onde os animais destinados ao tratamento Confinado permaneceram juntos em um piquete e os animais destinados ao tratamento Piquete permaneceram em outro piquete. Essa etapa teve como objetivo permitir que os indivíduos se ambientassem previamente com os companheiros de grupo, reduzindo potenciais efeitos de instabilidade social durante o período

experimental.

4.2.1 **Animais experimentais**

Foram utilizados 24 suínos em categoria de engorda, distribuídos igualmente entre os sexos. Durante todo o seu período de vida até o início do experimento (aproximadamente sete meses), os animais foram mantidos em piquetes ao ar livre, com acesso à pastagem e ao ambiente externo. O peso médio dos suínos selecionados foi de 61,50 ± 7,01 kg para os destinados ao grupo Confinado e 61,84 ± 6,61 kg para os destinados ao Piquete, ambos com idade média de sete meses.

Na formação dos grupos, buscou-se o balanceamento por linhagens (filiações), de modo a distribuir animais de diferentes origens familiares entre os tratamentos. Os suínos selecionados já faziam parte do rebanho experimental de conservação da universidade, o qual possui um número limitado de indivíduos por se tratar de uma raça local em resgate. Essa característica do rebanho, embora importante para a preservação da diversidade genética da raça Moura, resultou em uma população reduzida e, consequentemente, em um número experimental de animais limitado.

4.2.2 **Estrutura dos piquetes e baias de confinamento e manejo**

Os suínos do Piquete foram alocados ao ar livre, em piquetes com dimensões de 23,60 x 9,00 metros, em dois lotes de seis animais cada, sendo compostos por metade machos castrados e a outra metade fêmeas. Continham bebedouros do tipo *Biteball*, comedouros individuais de madeira, abrigo de madeira com cobertura de fibrocimento e pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) em período vegetativo.

Os suínos do Confinado foram alojados em quatro lotes de três animais, distribuídos aleatoriamente por sexo, em baias de 1,75 × 2,95 m, equipadas com bebedouros *Biteball* e comedouros de concreto. O galpão possuía cobertura de fibrocimento, paredes laterais até 1,20 m e janelas de 1,2 m com cortinas. O piso de concreto tinha leve inclinação para escoamento de resíduos.

O manejo diário alimentar dos suínos seguiu o que foi adotado por Luz (2018) e incluía o fornecimento de ração (composição na Tabela 2) duas vezes por dia, em quantidade fixa de 2,5 kg/suino/dia. A Tabela 3 demonstra os níveis nutricionais da ração fornecida. Os suínos do grupo Confinado recebiam exclusivamente a ração,

enquanto os animais do Piquete tinham acesso à forragem disponível (azevém). Não havia oferta de forrageiras aos suínos das baias nem enriquecimento ambiental. O consumo de água de ambos era *ad libitum*.

Tabela 1 – Composição centesimal da ração utilizada para os suínos da raça Moura em terminação.

Ingrediente	Inclusão (%)
Milho, Grão 7,86% PB	74,985
Farelo de milho	11,998
Farelo de trigo	4,999
Soja, Farelo 48% PB	4,499
Farelo de Girassol Pinhais	2,000
Calcário Calcítico	0,600
Fosfato Bicálcico	0,400
Sal Comum	0,340
Premix vit. Min.*	0,100
Total	**100,00**

Tabela 2 – Níveis nutricionais calculados da ração fornecida para os suínos da raça Moura em terminação.

Nutriente	Fornecido
Energia Metabolizável	2829,39 kcal/kg
Proteína Bruta	10,30 %
Cálcio Total	0,41 %
Fósforo Total	0,52 %
Fósforo Disponível	0,21 %
Relação Ca:P Disponível	1,99
Sódio (Na)	0,15 %
Potássio (K)	0,49 %
Cloro (Cl)	0,29 %
Proteína Bruta Dig. Ileal Est.	8,55 %
Lisina Dig. Ileal Est.	0,33 %
Metionina Dig. Ileal Est.	0,17 %
Metionina + Cistina Dig. Ileal Est.	0,35 %
Treonina Dig. Ileal Est.	0,32 %
Triptofano Dig. Ileal Est.	0,09 %
Arginina Dig. Ileal Est.	0,56 %
Valina Dig. Ileal Est.	0,43 %
Isoleucina Dig. Ileal Est.	0,33 %

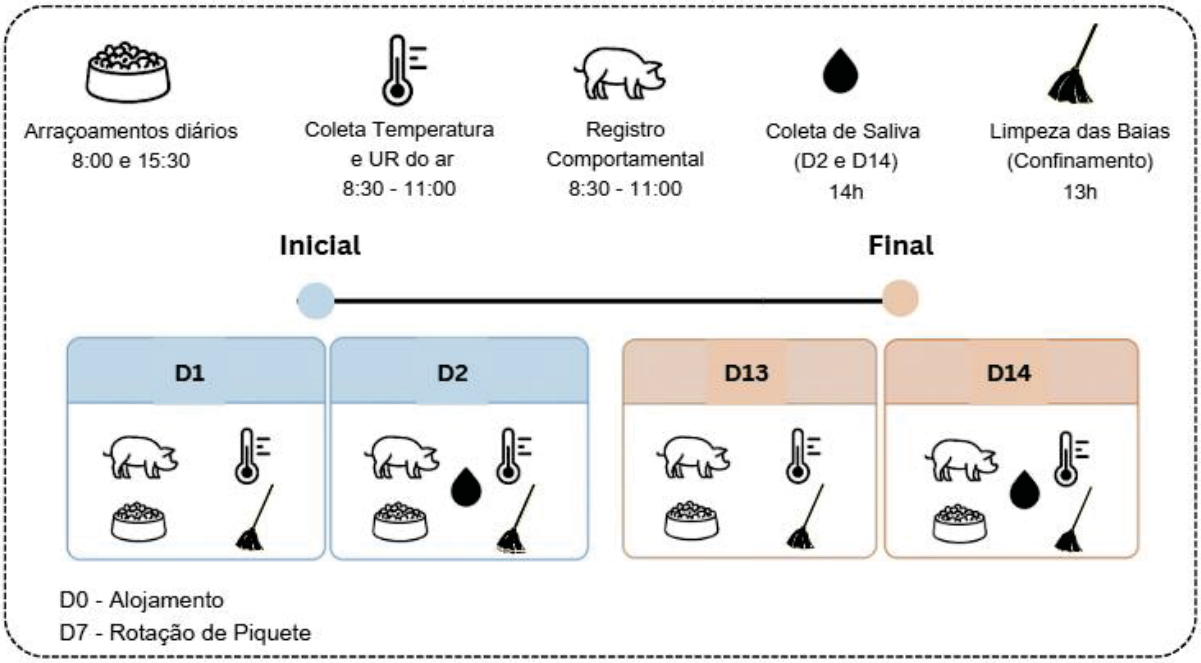
Valores expressos em % da matéria seca, exceto Energia Metabolizável (kcal/kg).

4.3 Cronologia do experimento

O período experimental teve duração de 14 dias, com o alojamento dos animais nos diferentes sistemas sendo realizado no D0. As análises consideraram apenas dois momentos, sendo o período inicial (D1–D2) e período final (D13–D14). Os dados intermediários não foram utilizados, pois no D7 ocorreu rotação de piquetes, resultando em condições ambientais distintas e não comparáveis. Assim, todas as análises comportamentais e de saliva estão estritamente vinculadas a esses dois períodos.

As coletas comportamentais e ambientais foram realizadas diariamente pela manhã, entre 8h30 e 11h, após a primeira alimentação. Nos dias D2 e D14, também foram coletadas amostras de saliva no período da tarde, antes da segunda alimentação, para análise do status redox. As baias eram higienizadas diariamente após a coleta dos dados comportamentais, com remoção de resíduos por raspagem e lavagem do piso. No D7, ocorreu a rotação dos piquetes, mantidas as mesmas dimensões, estrutura e vegetação (*Lolium multiflorum*).

Figura 1 – Cronologia do experimento com os eventos e horários das atividades ao longo dos períodos inicial e final.



Fonte: Autor.

4.4 **Coleta dos dados de comportamento**

A coleta de dados comportamentais foi realizada com base no método adaptado de Ito et al. (2020), utilizando o método de amostragem focal com registro contínuo. Cada animal foi observado por 5 minutos, em oito intervalos de medição por dia, intercalados por 5 minutos de descanso. Todos os comportamentos observados nesse período foram registrados, sem atribuição de latência. As observações ocorreram entre 8h30 e 11h, após a primeira alimentação.

O etograma contemplou comportamentos que foram previamente definidos e descritos conforme suas características e atribuídos a um escore de acordo com a natureza do comportamento, onde -1 indica um comportamento negativo, 0 um comportamento neutro e +1 um comportamento positivo. Os comportamentos neutros foram representados por atividades fisiológicas de manutenção, como beber água, defecar e se alimentar, as quais, embora rotineiras, não representam influência positiva ou negativa direta ou comportamentos quais não foram registrados com o detalhamento necessário para classificação de positivo ou negativo, como por exemplo “Correndo” e “Buscando alimento no cocho”.

Os avaliadores passaram por treinamento prévio, observando suínos em ambos os sistemas de alojamento com base no etograma definido. Os registros foram realizados em tempo real, sem mensuração de latência, frequência ou duração, e descritos de forma contínua.

A concordância interobservadores foi avaliada pelo coeficiente de Kappa de Fleiss, apropriado para múltiplos avaliadores em variáveis categóricas (Watkins e Pacheco, 2000; Bryington et al., 2004), calculado conforme:

$$\kappa = (Po - Pe) / (1 - Pe)$$

O Quadro 1 apresenta os comportamentos registrados no etograma e os escores atribuídos a cada um.

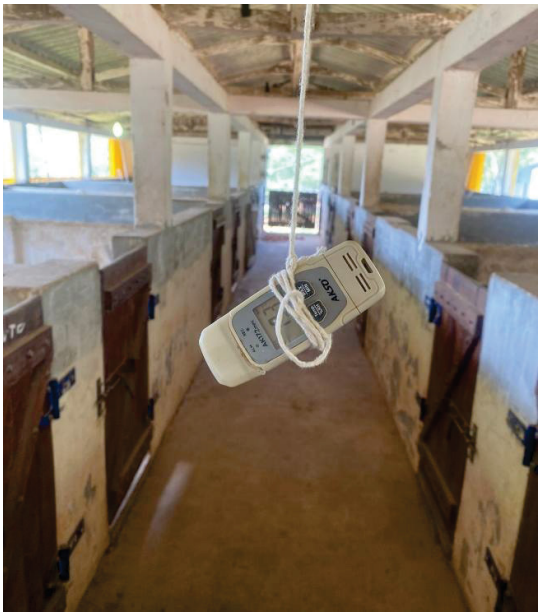
Quadro 1 – Descritivo do etograma.

Comportamento	Descrição	Score
Positivos		
Vocalização positiva	Sons de baixa intensidade, indicando conforto ou interação positiva.	+1
Interação amigável	Comportamentos sociais positivos.	+1
Estado de atenção	Postura de alerta, com foco no ambiente ao redor. Curiosidade.	+1
Banho de lama	Imersão em lama, usado para termorregulação ou distração.	+1
Cavando com o focinho	Comportamento exploratório ao ar livre, cavando o solo.	+1
Deitado	Deitado no chão, indicando descanso ou inatividade.	+1
Pastejando	Comportamento de busca e consumo de pasto em áreas externas.	+1
Neutros		
Bebendo água	Relacionado à ingestão de água, comportamento fisiológico.	0
Buscando alimento no cocho	Atividade de procurar ou consumir alimento no cocho.	0
Coçando	Ato de coçar o corpo, fisiológico.	0
Defecando	Eliminação de fezes, comportamento fisiológico.	0
Micção	Eliminação de urina, comportamento fisiológico.	0
Correndo	Movimentação rápida, podendo ser por exercício ou fuga.	0
Negativos		
Interação agonística	Comportamentos agressivos, como mordidas ou disputas entre os suínos.	-1
Mordendo baia	Comportamento de morder as paredes da baia, relacionado ao estresse.	-1
Tensão	Postura corporal tensa, geralmente após interação agonística, indicando desconforto.	-1
Fuçando baia	Fuçar o chão com o focinho. Geralmente relacionado ao tédio.	-1
Raspando focinho	Raspagem do focinho na baia, de forma repetitiva e agressiva.	-1
Vocalização negativa	Sons de alta intensidade, associados a estresse agudo, como medo, dor ou interação agonística.	-1

4.5 Coleta de dados climáticos

As variáveis climáticas foram registradas com dois dataloggers AK172, sendo um instalado no centro das baias de confinamento (Figura 2) e outro entre os piquetes ao ar livre (Figura 3). Os equipamentos foram programados para coletar temperatura e umidade relativa a cada cinco minutos, entre 8h30 e 11h, no mesmo período das observações comportamentais. Os dados obtidos foram utilizados para cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Figura 2 – Registro de dados de temperatura e umidade relativa do grupo Confinado.



Fonte: Autor.

Figura 3 – Registro de dados de temperatura e umidade relativa do grupo Piquete.

Fonte: Autor.

4.6 Coleta e análise de amostras biológicas – fluído oral

A saliva foi coletada com barbante de algodão (20 cm × 4 mm), oferecido individualmente aos animais até completa saturação. O barbante foi torcido em saco plástico estéril (Figura 4) e o fluido oral transferido com micropipeta para tubos *Eppendorf* identificados. As amostras foram armazenadas a –80 °C até a análise. Devido a vários biomarcadores apresentarem variações circadianas (Saco et al., 2023) as coletas foram realizadas no início da tarde (às 14 horas).

As espécies reativas de oxigênio (ROS) foram determinadas por fluorimetria com diacetato de diclorodihidrofluoresceína (DCFH-DA), que na presença de ROS é convertido em diclorofluoresceína (DCF), fluorescente, conforme descrito por Keston e Brandt (1965).

A atividade antioxidante total (T-AOC) foi avaliada pelo método que mede a capacidade redutora férrica da amostra, onde o complexo Fe^{3+}-TPTZ é reduzido a Fe^{2+} em meio ácido, produzindo coloração azul detectada a 593 nm (Benzie et al., 1996).

A peroxidação lipídica foi avaliada pela quantificação de malondialdeído (MDA) via reação com ácido tiobarbitúrico (TBA). Após precipitação proteica com TCA, o sobrenadante foi incubado a 100 °C por 30 min com TBA, resultando em coloração rosa proporcional ao MDA, mensurada a 532 nm (Draper et al., 1993).

As análises foram realizadas em microplacas transparentes e as leituras conduzidas em Varioskan™ LUX Multimode Microplate Reader (Thermo Fisher Scientific). Todas as amostras foram analisadas em triplicatas técnicas para maior confiabilidade nos resultados.

Figura 4 – Coleta de saliva de suínos Moura utilizando barbantes de algodão para obtenção do fluido oral.

1. Barbantes de algodão utilizados para coleta
2. Barbante apresentado para o suíno morder e depositar o fluído oral
3. Deposição do fluído oral extraído em saco estéril

Fonte: Autor.

5 ANÁLISE DE DADOS

A análise estatística foi realizada utilizando o software StatGraphics Centurion XV v.15.2.05. O modelo geral para as variáveis de comportamento e estresse oxidativo foi:

$$Yijk = Média + Ai + Bj + ABij + Eijk$$

Onde A é o efeito do Alojamento (Confinado, Piquete); B é o efeito do Período (Inicial, Final); AB é o efeito da interação entre o Alojamento e Período, e E é o efeito aleatório do erro experimental ao qual se inclui a variação individual dos animais.

As informações dos etogramas foram digitadas em planilha eletrônica e para cada animal foi calculada a frequência média de ocorrência de cada comportamento em cada período.

Para obter um índice comportamental global que pudesse ser correlacionado com as medidas de estresse oxidativo, foi calculado para cada animal o Escore Médio de Comportamento, a partir da média dos escores obtida do total dos registros de comportamento nos dois dias de avaliação de cada período, Inicial e Final.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado a partir da fórmula de Mader e Kreikemeier (2006), conforme descrito por Chakraborty et al., (2017):

$$ITU = (0{,}8 \times T) + [\frac{UR}{100} \times (T - 14{,}4)] + 46{,}4$$

Em que T é a temperatura do ar em graus Celsius, e UR é a umidade relativa do ar expressa em porcentagem O cálculo foi realizado diariamente a partir dos dados registrados pelos dataloggers a cada cinco minutos, sendo obtidas médias diárias (D1, D2, D13 e D14) e por período (inicial e final).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância em Modelo Linear Generalizado (GLM), considerando os fatores Alojamento, Período e sua interação. Adicionalmente, foram conduzidas análises de correlação de Spearman entre EComp, ITU e biomarcadores redox. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0{,}05$).

6 RESULTADOS

6.1 Ocorrência dos comportamentos observados

O coeficiente de Kappa de Fleiss obtido durante o treinamento foi de 0,868, indicando alta concordância entre observadores (Po = 0,875; Pe = 0,0625). A Tabela 3 apresenta as médias, desvios-padrão e amplitude das ocorrências dos principais comportamentos dos suínos Moura nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14), para os sistemas Confinado e Piquete.

Tabela 3 – Ocorrência média dos comportamentos registrados por animal em porcos Moura nos diferentes alojamentos, durante os períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14) e comparação entre sistemas pelo IC 95%.

Comportamento	Piquete[1]		Confinado[2]		Comparação (IC 95%)
	Média ± DP	Mín/Máx	Média ± DP	Mín/Máx	
Interação Agonística	1,2 ± 0,4	1–2	7,4 ± 2,9	2–11	Signific.
Interação Amigável	16,1 ± 3,9	10–24	14,3 ± 6,6	4–30	Não sign.
Atenção	1,7 ± 0,9	1–3	4,0 ± 3,2	1–11	Não sign.
Bebendo	3,5 ± 2,0	1–7	3,5 ± 1,3	2–6	Não sign.
Banho de Lama	1,4 ± 0,5	1–2	NA	NA	NA
Cavando	11,7 ± 5,4	3–20	NA	NA	NA.
Coçando	1,0 ± 0,0	1–1	1,0 ± 0,0	1–1	Não sign.
Buscando Cocho	3,6 ± 2,0	1–7	10,4 ± 2,6	8–17	Signific.
Correndo	1,0 ± 0,0	1–1	NA	NA	NA
Defecando	1,0 ± 0,0	1–1	1,0 ± 0,0	1–1	Não sign.
Deitado	20,6 ± 5,2	13–29	19,8 ± 7,8	12–41	Não sign.
Fuçando baia	NA	NA	12,9 ± 4,0	6–19	NA
Micção	1,0 ± 0,0	1–1	1,0 ± 0,0	1–1	Não sign.
Mordendo Baia	NA	NA	2,1 ± 1,5	1–5	NA
Pastejando	13,6 ± 6,8	5–23	NA	NA	NA
Raspando focinho	NA	NA	1,6 ± 1,3	1–4	NA
Tensão	1,0 ± 0,0	1–1	3,0 ± 1,5	1–6	Signific.
Vocal. Negativa	1,0 ± 0,0	1–1	8,3 ± 1,8	5–11	Signific.
Vocal. Positiva	3,2 ± 1,8	1–7	5,4 ± 2,9	3–13	Signific.

NA= Não se aplica, atribuído para comportamentos exclusivos do outro sistema.
[1]Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
[2]Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

6.2 **Escore de comportamento**

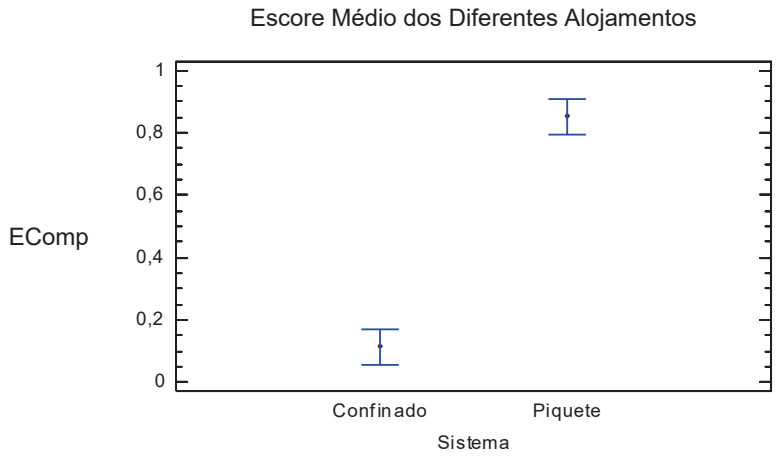
A análise do escore médio de comportamento indicou efeito estatisticamente significativo para o fator Sistema de criação ($p < 0,0001$) (Tabela 4), com os suínos do grupo Piquete apresentando valores significativamente superiores (0,852 ± 0,041) em comparação aos suínos do grupo Confinado (0,115 ± 0,041) (Figura 5). A distribuição dos escores individuais dos animais em cada sistema é apresentada na Figura 6.

Não houve efeito de Período ($p > 0,9$) nem interação Sistema × Período ($p > 0,9$) sobre o escore médio de comportamento (Figura 7).

Tabela 4 – Análise de variância (ANOVA) para o escore médio de comportamento (EComp) de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais.

Fonte	GL	QM	F	p
Sistema	1	6,5305	162,26	0,0000
Período	1	0,0002	0,01	0,9437
Sistema x Período	1	0,00001	0,00	0,9863
Resíduo	44	0,0402		
Total	47			

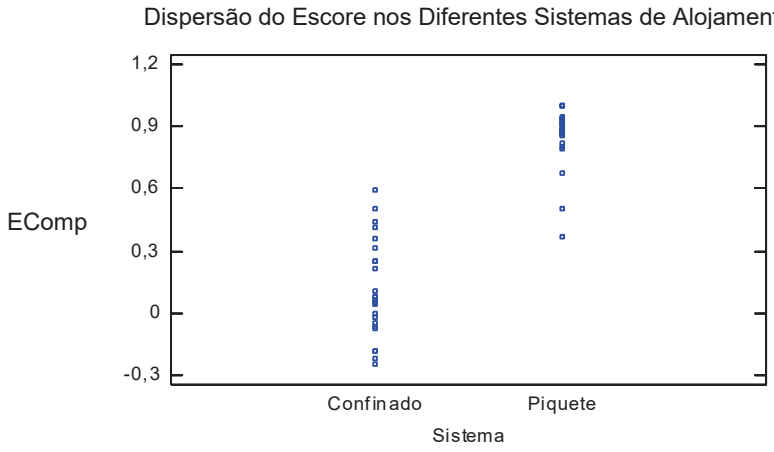
Figura 5 – Escore médio de comportamento de suínos Moura mantidos nos grupos Piquete ou Confinado nos períodos inicial e final.



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

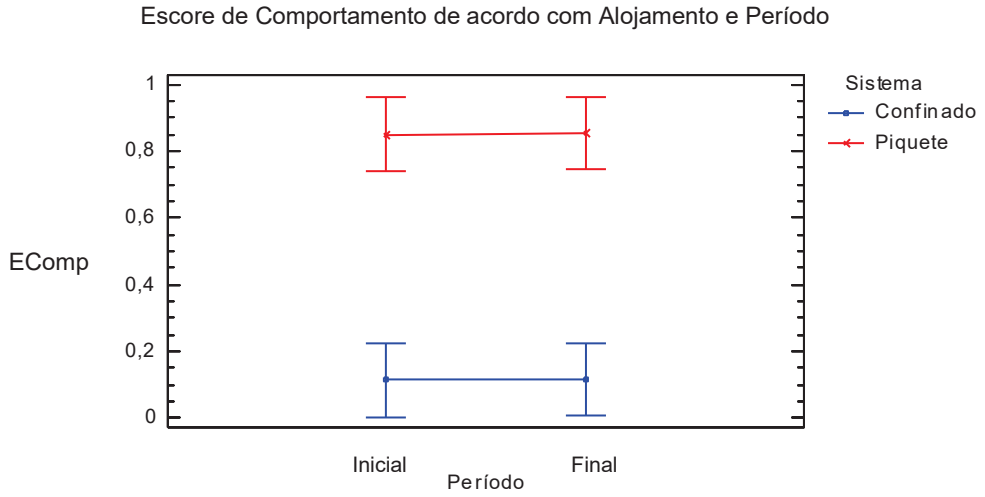
Figura 6 – Dispersão do escore médio de comportamento de suínos Moura dos grupos Piquete e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14).



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

Figura 7 – Escore médio de comportamento de suínos Moura nos sistemas Piquete e Confinado.



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

6.3 Temperatura, umidade relativa e índice de temperatura e umidade nos diferentes alojamentos

As médias de temperatura, umidade relativa e índice de temperatura e umidade (ITU) nos diferentes sistemas de alojamento ao longo dos períodos inicial e final estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Temperatura, umidade relativa médias e o índice de temperatura e umidade médios com seus desvios padrões em suínos Moura nos sistemas Piquete e Confinado, nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14).

Alojamento	Período	Temp. + DP	UR + DP	ITU + DP
Confinado[1]	Inicial	19,03 ± 1,46	76,70 ± 4,12	65,13 ± 2,08
	Final	19,86 ± 1,84	69,11 ± 4,19	66,00 ± 2,53
Piquete[2]	Inicial	21,56 ± 2,49	69,37 ± 8,1	68,43 ± 3,27
	Final	27,10 ± 4,96	50,79 ± 10,7	74,05 ± 5,54

[1]Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
[2]Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

6.4 Resultados das análises redox

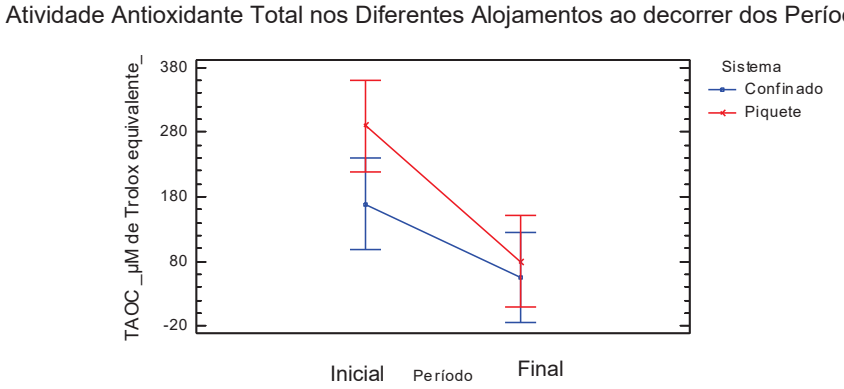
6.4.1 Atividade antioxidante total na saliva – Metodologia FRAP

A análise de variância para T-AOC indicou efeito significativo de Período ($p \leq 0,0001$), com valores mais elevados no período final em relação ao inicial (Tabela 6; Figura 8). Observou-se ainda uma tendência ao efeito de Sistema ($p = 0,0558$), sugerindo maior T-AOC nos animais mantidos em piquete (184,8 ± 202,9 µM) em comparação ao confinamento (111,6 ± 73,9 µM) (Figura 9). Não houve interação entre Sistema e Período ($p > 0,1$).

Tabela 6 – Análise de variância (ANOVA) para a capacidade antioxidante total (T-AOC, µM Trolox equivalente) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais.

Fonte	GL	QM	F	p
Sistema	1	64120,9	3,86	0,0558
Período	1	313838,0	18,89	0,0001
Sistema x Período	1	27373,7	1,65	0,2060
Resíduo	44	16611,3		
Total	47			

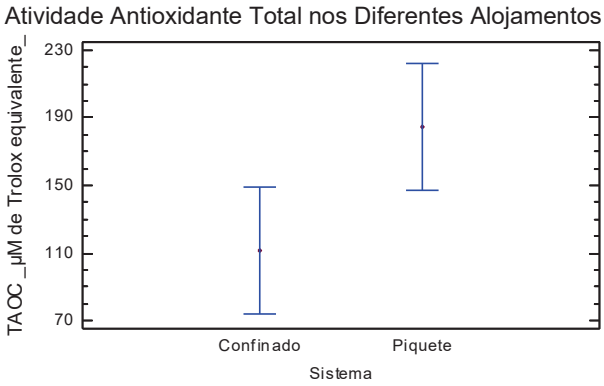
Figura 8 – Variação da capacidade antioxidante total na saliva de suínos Moura em Piquetes e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14).



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

Figura 9 – Concentração de capacidade antioxidante total na saliva de suínos da raça Moura dos grupos Piquete ou Confinado.



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

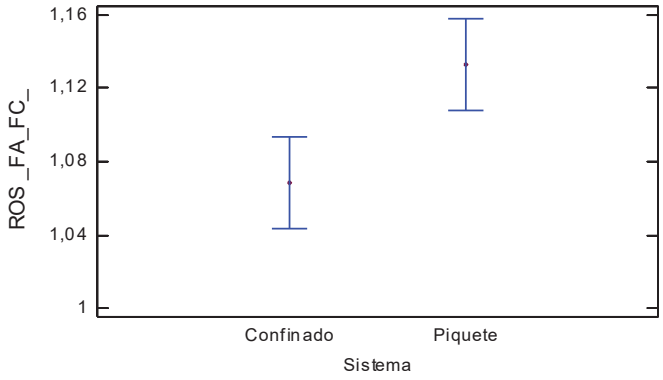
6.4.2 **Espécies reativas de oxigênio na saliva**

Para ROS, observou-se efeito significativo de Sistema ($p < 0,05$) (Tabela 7), com valores médios mais elevados nos animais em Piquete (1,13 ± 0,06) em relação aos animais Confinado (1,07 ± 0,11) (Figura 10). Não houve efeito de Período ($p > 0,9$) nem interação Sistema × Período ($p > 0,1$) (Figura 11).

Tabela 7 – Análise de variância (ANOVA) espécies reativas de oxigênio (ROS) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais.

Fonte	GL	QM	F	p
Sistema	1	0,0498	6,68	0,0132
Período	1	0,00006	0,01	0,9315
Sistema x Período	1	0,0130	1,74	0,1935
Resíduo	44	0,00745		
Total	47			

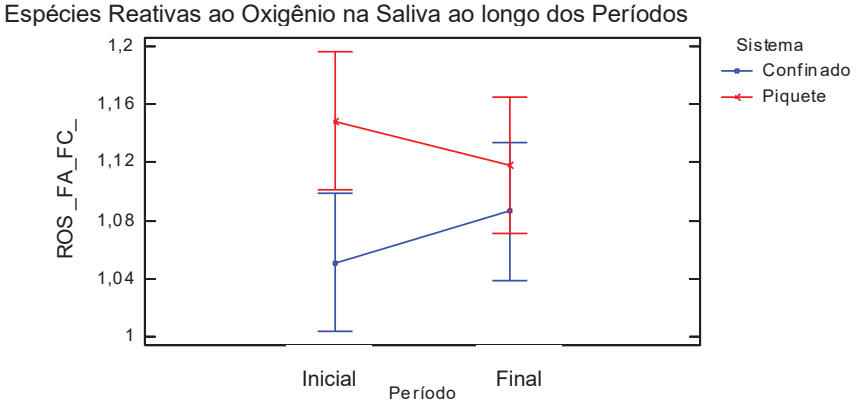
Figura 10 – Concentração média de espécies reativas de oxigênio na saliva de suínos Moura dos grupos Piquete ou Confinado.



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

Figura 11 - Espécies reativas de oxigênio na saliva de suínos Moura dos grupos Piquete e Confinado nos períodos inicial (D1–D2) e final (D13–D14).



Barras verticais representam o intervalo de confiança 95%

Piquete – Lotes mistos de seis suínos alojados em piquetes rotacionados de azevém (área de 212 m²).
Confinado – Lotes mistos de três suínos alojados em baias de concreto cobertas (área de 5,16 m²).

6.4.3 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico em saliva

Em relação ao TBARS, marcador de peroxidação lipídica, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas de alojamento ($p > 0,5$) (Tabela 8). As médias obtidas foram de 5,55 ± 6,30 nmol/mL para os suínos criados em Piquete e 4,74 ± 3,25 nmol/mL para os do grupo Confinado. Também não houve interação alojamento e período ($p > 0,5$).

Tabela 8 – Análise de variância (ANOVA) para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, nmol/mL) na saliva de suínos Moura em diferentes sistemas de criação e períodos experimentais.

Fonte	GL	QM	F	p
Sistema	1	8,01	0,33	0,5713
Período	1	58,66	2,38	0,1298
Sistema x Período	1	1,15	0,05	0,8297
Resíduo	44	24,61		
Total	47			

6.5 Análise de correlações entre escore de comportamento, índice de temperatura e umidade e parâmetros redox

As correlações de Spearman entre os parâmetros avaliados encontram-se na Tabela 9. O escore médio de comportamento apresentou correlação negativa significativa com o ITU ($\rho = –0,556$; $p < 0,001$) e correlação positiva com ROS ($\rho = 0,405$; $p < 0,005$). As demais correlações envolvendo o escore de comportamento, incluindo T-AOC e TBARS, não foram significativas. Adicionalmente, observou-se correlação negativa significativa entre ITU e ROS ($\rho = –0,394$; $p < 0,01$), sem associações relevantes com T-AOC e TBARS.

Tabela 9 – Matriz de correlação de Spearman (ρ) entre escore médio de comportamento (Ecomp), índice de temperatura e umidade (ITU), capacidade antioxidante total (T-AOC), espécies reativas de oxigênio (ROS) e TBARS em suínos Moura.

	Ecomp	**ITU**	**T-AOC**	**ROS**	**TBARS**
EComp	-	-0,556***	0,127	0,405**	-0,105
ITU		-	0,179	-0,394**	-0,013
T-AOC			-	0,065	0,146
ROS				-	-0,164
TBARS					-

Valores apresentados correspondem ao coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Nível de significância: $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***).

7 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a resposta comportamental e redox de suínos Moura submetidos à realocação em diferentes sistemas de criação, com ênfase no processo de adaptação fisiológica e comportamental durante as duas primeiras semanas após o confinamento. Considerando que os animais haviam sido mantidos ao ar livre durante todo o seu desenvolvimento, o delineamento de 14 dias foi definido para abranger tanto o período de estresse inicial (D1–D2), caracterizado por maior reatividade comportamental, quanto a fase subsequente de estabilização (D13–D14). Essa abordagem permitiu capturar o processo adaptativo que ocorre após a transição ambiental, conforme descrito em estudos sobre ajustes homeostáticos e comportamento de suínos expostos a novos ambientes (Moberg, 2000). Essa abordagem possibilitou avaliar a coerência entre os indicadores comportamentais e redox, permitindo identificar sinais de adaptação fisiológica e comportamental após o confinamento. Os resultados obtidos, portanto, não representam apenas diferenças entre sistemas de criação, mas também a capacidade de adaptação dos animais ao confinamento. Essa distinção é relevante, pois, para raças rústicas como a Moura, a plasticidade comportamental e fisiológica constitui um importante indicador de resiliência frente a mudanças ambientais (Merlot et al., 2012; Parois et al., 2022).

A raça Moura, diferentemente das linhagens comerciais comumente utilizadas em experimentação animal, apresenta rusticidade, menor exigência produtiva e temperamento mais dócil, características que podem modular sua reatividade ao ambiente e aos desafios impostos pelo manejo, conforme enfatizado em um estudo onde porcos mais dóceis, caracterizados como de baixa resistência, tenderam a se adaptar melhor a vários ambientes de em comparação com indivíduos classificados como de alta resistência, caracterizados por maior agressividade e menor flexibilidade comportamental (Bolhuis, 2004). Essas particularidades genéticas, somadas à relação previamente positiva com os tratadores, constituem elementos importantes que podem ter influenciado a resposta dos animais, tanto no plano comportamental quanto bioquímico (Calderón-Amor et al., 2024; Tallet & Brajon, 2024).

Outro aspecto relevante do modelo experimental adotado foi o uso de uma dieta isenta de aditivos não nutricionais com potencial ação sobre o metabolismo oxidativo ou a microbiota gastrointestinal, o que difere dos protocolos comumente empregados em granjas comerciais (Yu et al., 2018; Muurinen et al., 2021). Ainda, cabe destacar

que os biomarcadores avaliados foram mensurados em saliva, uma matriz de coleta prática e não invasiva, especialmente relevante em estudos de comportamento, pois reduz o estresse associado ao manejo contensivo e reflete condições fisiológicas reais (Cerón et al., 2022; Martínez-Miró et al., 2016). Assim, os resultados obtidos reforçam o potencial da saliva como ferramenta promissora para o monitoramento de estresse e adaptação em suínos, ainda que apresente limitações quanto à sensibilidade para determinados compostos, especialmente lipídicos como o malondialdeído (TBARS) (González-Arostegui et al., 2023). O fortalecimento dessa linha de investigação é fundamental para que, futuramente, a saliva possa ser utilizada como uma matriz biológica de rotina, oferecendo resultados consistentes e com mínima interferência sobre o comportamento e a fisiologia dos animais.

Os dados comportamentais indicaram que os suínos mantidos em piquete expressaram maior frequência de comportamentos positivos, em comparação aos animais confinados. Esses achados são condizentes com estudos que demonstram que ambientes ao ar livre, dotados de maior espaço, substratos naturais e estímulos ambientais variados, promovem maior diversidade comportamental em suínos, favorecendo expressões como exploração, cavar, interações sociais e descanso voluntário (Presto et al., 2008; Nakamura et al., 2011; Ludwiczak et al., 2021). Esse padrão observado confirma a influência positiva do ambiente enriquecido sobre o comportamento dos suínos Moura, reforçando o valor adaptativo da liberdade de movimento e da estimulação ambiental. É importante destacar que embora o confinamento possa ter reduzido o conforto comportamental dos animais, não houve evidências de mal-estar fisiológico. Inclusive, embora mais restrito do que o dos animais em piquetes, o confinamento ainda oferecia densidade muito inferior àquela recomendada pela Instrução Normativa nº 113/2020 do MAPA (≥ 0,9 m² por suíno em terminação), com 1,72 m² por animal nas baias deste experimento, o que reforça que se tratou de menor conforto e não de sofrimento. Ademais, é necessário destacar que os grupos eram mistos de sexo, o que pode ter influenciado os resultados comportamentais. Assim, a interpretação deve reconhecer que parte das diferenças observadas pode decorrer de fatores sociais e não apenas do sistema de criação.

A correlação negativa entre os escores de comportamento e o ITU é coerente com estudos que descrevem a inibição de comportamentos ativos, sociais e exploratórios em condições de calor, possivelmente como forma de reduzir a produção endógena de calor e o esforço metabólico (Bonneau et al., 2021; Johnson & Stewart,

2025). No entanto, a magnitude da correlação foi moderada, sugerindo que o ITU explica apenas parte da variação comportamental, corroborando achados de Renaudeau et al. (2012), que descrevem elevada variabilidade individual na resposta dos suínos ao estresse térmico.

Entre os biomarcadores avaliados, a capacidade antioxidante total (T-AOC) apresentou valores entre 0,05 e 0,40 mmol/L, dentro da faixa relatada para suínos saudáveis em estudos de referência utilizando metodologias equivalentes (Rubio et al., 2019; Rivera-Gomis et al., 2020; Cerón et al., 2022). Isso indica que, em termos gerais, os animais mantiveram níveis fisiológicos esperados. Apesar da tendência de T-AOC mais elevado nos suínos em piquete, não é possível afirmar se essa diferença decorre da maior expressão de comportamentos positivos ou do acesso à pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*), que contém compostos fenólicos e tocoferóis com reconhecida ação antioxidante (Sultan, 2014; Kuppusamy et al., 2018). A ausência de medidas diretas sobre ingestão de pastagem impede estabelecer a contribuição relativa de cada fator, quais podem ter atuado de forma sinérgica ou independente.

Com relação ao TBARS, a ausência de efeito pode ser atribuída a diversos fatores. Primeiramente, o experimento teve duração relativamente curta, o que pode ter sido insuficiente para gerar danos oxidativos mensuráveis em estruturas lipídicas (Bezerra et al., 2015; Omotosho et al., 2024). Essa estabilidade pode, por outro lado, indicar que o desafio ambiental imposto não excedeu a capacidade antioxidante da raça, sustentando a hipótese de que os suínos Moura apresentaram uma adaptação eficaz ao confinamento, pois é uma raça reconhecida por sua rusticidade, que pode possuir mecanismos fisiológicos de proteção mais eficientes frente ao estresse ambiental (Pardo et al., 2021).

Entre os biomarcadores redox avaliados, os ROS se destacaram por apresentar correlação positiva significativa com os escores de comportamento. Tradicionalmente, as espécies reativas de oxigênio (ROS) são associadas a processos de estresse oxidativo, resultantes de um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a capacidade antioxidante celular. No entanto, evidências crescentes indicam que os ROS também são produzidos fisiologicamente durante a respiração mitocondrial e podem atuar como mensageiros secundários em diversas vias de sinalização celular, quando presentes em níveis moderados (Drobot et al., 2013; Terrón-Camero et al., 2022; Sachdev et al., 2023).

Nessa função sinalizadora, os ROS participam da modulação de cascatas como

a quinase ativada por mitógeno (MAPK), a fosfatidilinositol 3-quinase/proteína quinase B (PI3K/Akt) e o fator nuclear kappa B (NF-κB), influenciando a proliferação, sobrevivência e adaptação celular (Drobot et al., 2013). Além disso, interagem com outras moléculas sinalizadoras, como óxido nítrico (NO) e íons de cálcio, compondo uma rede complexa de regulação redox que pode ajustar a expressão gênica e o metabolismo celular de acordo com o estado fisiológico do organismo (Sachdev et al., 2023). Em suínos, níveis elevados de ROS podem refletir aumento da ativação metabólica e neuromuscular, especialmente em contextos de maior atividade física e interação social. Durante o exercício, por exemplo, ROS produzidas no músculo esquelético estimulam a translocação do transportador de glicose tipo 4 (GLUT4), aumentando a captação de glicose (Henríquez-Olguín et al., 2019). Em condições de estresse oxidativo, medidas de potencial redox em suínos já foram associadas a concentrações de metabólitos que refletem ativação metabólica (Crane et al., 2013). Além disso, ROS são produzidas durante as contrações musculares, sinalizando vias que regulam a função muscular e induzindo adaptações que promovem crescimento e desempenho (Yurkevych, 2015). Essa resposta apresenta efeito hormético: aumentos moderados de ROS podem ser benéficos, estimulando a hipertrofia muscular e a adaptação ao estresse físico (Yurkevych, 2015), enquanto excessos podem levar a danos oxidativos e comprometimento funcional (Crane et al., 2013).

Assim, a correlação positiva observada entre ROS e comportamentos positivos neste estudo pode não indicar um estado de estresse, mas sim um aumento da ativação metabólica e neuromuscular associada à exploração e à interação social, processos que demandam sinalização redox para coordenação fisiológica e comportamental (Bonneau et al., 2021; Johnson & Stewart, 2019).

Embora estudos em condições tropicais intensas, como o de Omotosho et al. (2024), descrevam aumento de biomarcadores redox sob estresse térmico agudo, nossos resultados indicaram uma correlação negativa entre ITU e ROS. Essa divergência pode refletir diferenças no grau do estressor, no perfil genético da raça Moura e nas estratégias adaptativas utilizadas. Evidências sugerem que, sob estresse térmico, suínos reduzem sua atividade locomotora e ingestiva, promovendo uma supressão metabólica geral como estratégia de termorregulação (Bonneau et al., 2021; Johnson & Stewart, 2025). A menor produção de ROS observada em ambientes com ITU elevado pode estar, portanto, associada à redução da atividade metabólica e mitocondrial dos animais. Estudos demonstram que proteínas desacopladoras

mitocondriais, especialmente UCP2, atuam diminuindo a produção de ROS como mecanismo de proteção antioxidante (Hass & Barnstable, 2021), enquanto UCP3, presente no músculo esquelético, também reduz diretamente a geração de ROS em mitocôndrias (Toime & Brand, 2010). Além disso, Chenna et al. (2022) evidenciaram que o desacoplamento mitocondrial associa-se diretamente à queda na produção de ROS. Revisões abrangentes corroboram que essas proteínas desempenham papel fundamental na estabilização da homeostase redox, limitando o estresse oxidativo (Hirschenson et al., 2022).

É fundamental, no entanto, reconhecer a alta variabilidade individual dos biomarcadores redox, influenciada por fatores como dieta, nível de atividade, idade e condição sanitária (Ortín-Bustillo et al., 2022; Cerón et al., 2022). Essa variabilidade foi evidente neste estudo, dificultando a homogeneidade das variâncias e comprometendo a robustez de comparações paramétricas. Além disso, a ausência de valores de referência para parâmetros redox na raça Moura limita a interpretação absoluta dos dados.

Algumas limitações metodológicas devem ser consideradas. A mistura de sexo nas unidades de alojamento pode ter influenciado interações sociais. Além disso, o número limitado de animais, decorrente das características do rebanho de conservação, restringe a extrapolação dos resultados. Apesar dessas restrições, o estudo demonstra, de forma inédita, a capacidade de adaptação fisiológica e comportamental da raça Moura a diferentes ambientes de criação utilizando indicadores salivários como ferramentas não invasivas para aferir o estresse em suínos locais. Esses resultados ampliam a compreensão das respostas adaptativas de raças autóctones e contribuem para o aprimoramento de estratégias de monitoramento ao bem-estar e estresse animal.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que os suínos Moura apresentaram respostas compatíveis com um processo eficiente de adaptação às mudanças ambientais, mesmo diante da realocação do ambiente ao ar livre para o confinamento. A reatividade inicial observada não resultou em desequilíbrio fisiológico, e os padrões comportamentais e redox permaneceram estáveis ao longo de 14 dias. Esses achados indicam que o confinamento nas condições adotadas, com densidade adequada e ausência de restrições severas, não comprometeu o bem-estar dos animais, mas limitou a expressão de comportamentos naturais.

A análise comportamental evidenciou que o ambiente ao ar livre proporcionou maior oportunidade para a manifestação de comportamentos exploratórios e sociais, enquanto o confinamento restringiu essas expressões, caracterizando uma condição de menor conforto ambiental. Ainda assim, a ausência de indícios fisiológicos de estresse e a manutenção da estabilidade oxidativa sugerem que os suínos foram capazes de ajustar-se às novas condições sem prejuízo ao equilíbrio homeostático. Essa capacidade de reorganização comportamental e fisiológica em curto prazo reforça a rusticidade e a resiliência adaptativa da raça Moura.

No perfil redox, a variação entre sistemas sugere que o aumento de espécies reativas de oxigênio nos animais em Piquete nem sempre deve ser interpretado como sinal de estresse, mas que, em algumas situações, pode refletir maior atividade metabólica associada ao exercício e à exploração ambiental.

Embora ainda existam limitações relacionadas à variabilidade individual e à ausência de valores de referência para suínos de diferentes grupos genéticos em diferentes sistemas de criação, os resultados obtidos reforçam o potencial da saliva como ferramenta promissora para os estudos de estresse oxidativo, equilíbrio redox e respostas metabólicas frente a diferentes situações ambientais e de manejo, especialmente em raças locais mantidas em sistemas diferenciados de criação.

Apesar das restrições impostas pelo número reduzido de animais, pelo uso de lotes mistos por sexo de diferentes tamanhos e da curta duração das avaliações, foi possível obter informações originais e válidas sobre a resposta fisiológica e comportamental dos suínos Moura a diferentes ambientes de criação. Dentro dessas condições, o estudo demonstra evidências consistentes da capacidade de adaptação

comportamental e fisiológica da raça Moura diante de mudanças ambientais, sustentando estabilidade redox e ausência de sinais de sofrimento.

Os resultados reforçam a importância dessa raça autóctone como modelo de resiliência e adaptabilidade e apontam a necessidade do estabelecimento de valores de referência para utilização da saliva como uma alternativa viável ao monitoramento não invasivo de marcadores de estresse e bem-estar em suínos.

9 REFERÊNCIAS

ABREU, U. G. P. et al. Conservação genética de raças naturalizadas do Pantanal. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 1, n. 5, p. 18-21, 1998.

ALBERNAZ-GONÇALVES, R.; OLMOS, G.; HÖTZEL, M. J. My pigs are ok, why change? – animal welfare accounts of pig farmers. **Animal**, v. 15, n. 3, 2021.

ANGEL-HERNANDEZ, A.; TORRES-ZÚÑIGA, I.; GARCÍA-MUNGUÍA, C. A.; COSTILLA-SALAZAR, R.; CEA-BARCIA, G. E. Comparative assessment of methane emissions from the manure of Mexican Creole Hairless Pigs and Commercial Pigs fed the same diet. **CLEAN – Soil, Air, Water**, v. 52, n. 4, 2024.

BARNETT, J. L.; CRONIN, G. M.; MCCALLUM, T. H.; NEWMAN, E. A. Effects of pen size/shape and design on aggression when grouping unfamiliar adult pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 36, n. 2–3, p. 111–122, 1993.

BARRETO, A. Bibliografia sul-riograndense. **Conselho Federal de Cultura**, vol. 1, 1973.

BATES, M. Perspective Chapter: The Role of British Breeds and Breeders in the Development of the Modern International Pig Industry. Tracing the Domestic Pig, 2024. **IntechOpen. Disponível** em: <https://www.intechopen.com/chapters/81768>.

BAUTISTA-RODRÍGUEZ, C. F.; HERRERA-GUZMÁN, C. J.; CANDELARIA-MARTINEZ, B.; RAMIREZ-BAUTISTA, M. A.; CHIQUINI-MEDINA, R. A. Creole corns from the Yucatan Peninsula as an alternative in the diet of the Mexican hairless pig. **Agro Productividad**, p. 109–115, 2022.

BEATTIE, V. E.; WALKER, N.; SNEDDON, I. A. An investigation of the effect of environmental enrichment and space allowance on the behaviour and production of growing pigs**. Applied Animal Behaviour Science**, v. 48, n. 3–4, p. 151–158, 1996.

BERGHOF, T. V. L.; POPPE, M.; MULDER, H. A. Opportunities to improve resilience in animal breeding programs. **Frontiers in Genetics**, v. 10, n. JAN, p. 1–15, 2019.

BEZERRA, B. M. O.; BEZERRA, J. N.; EVANGELISTA, B.; SOUSA, D. C. Impacts of oxidative stress in swine: Challenges and Perspectives. A review. **Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity**, p. 699–715, 2015.

BLUMETTO VELAZCO, O. R.; CALVET SANZ, S.; ESTELLÉS BARBER, F.; VILLAGRÁ GARCÍA, A. Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters**. Revista Brasileira de**

Zootecnia, v. 42, n. 7, p. 521–529, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982013000700009&lng=en&tlng=en>.

BONNEAU, M.; POULLET, N.; BERAMICE, D.; et al. Behavior Comparison During Chronic Heat Stress in Large White and Creole Pigs Using Image-Analysis. **Frontiers in Animal Science**, v. 2, n. December, p. 1–11, 2021.

BOLHUIS, J. E.; SCHOUTEN, W. G. P.; LEEUW, J. A. D.; SCHRAMA, J. W.; WIEGANT, V. M. Individual coping characteristics, rearing conditions and behavioural flexibility in pigs. **Behavioural Brain Research**, v. 152, n. 2, p. 351–360, 2004.

BRACKE, M. B. M.; SPOOLDER, H. A. M. Review of wallowing in pigs: Implications for animal welfare. **Animal Welfare**, v. 20, n. 3, p. 347–363, 2011.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** *Instrução Normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020.* Estabelece práticas gerais de bem-estar para suínos em todas as fases do ciclo produtivo. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 243, p. 7–13, 22 dez. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/instrucao-normativa-no-113-de-16-de-dezembro-de-2020.pdf. Acesso em: 21 out. 2024.

BRUNBERG, E. I.; BAS RODENBURG, T.; RYDHMER, L.; et al. Omnivores going astray: A review and new synthesis of abnormal behavior in pigs and laying hens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 3, n. JUL, p. 1–15, 2016.

BURDA, J.; WARPECHOWSKI, M. B.; SPEROTTO BRUM, J.; NOVINSKI, C. O.; LODDI, M. M.; LEITE, D. M. G. Caracterização do sistema de criação de porcos da raça Moura no Sul do Brasil. **Anais do XX Simpósio Iberoamericano de Conservação e Uso de Recursos Zoogenéticos**, Corumbá, 2019. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212162/1/-Anais-XX-Simposio-Rec-Zoogeneticos-DOC-163-2020.pdf>

BURGOS-PAZ, W.; SOUZA, C. A.; MEGENS, H. J.; et al. Porcine colonization of the Americas: A 60k SNP story. **Heredity**, v. 110, n. 4, p. 321–330, 2013.

CALDERERÓN-AMOR, J.; CEBALLOS, M. C.; CARTES, D.; et al. Affective Implications of Human – Animal Relationship on Pig Welfare : Integrating Non-Linear Heart Rate Variability Measures. , p. 1–19, 2024.

CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; et al. Brazilian panorama of pig breeding sector: A cross-sectional study about specific aspects of biosecurity, facilities, management, feeding, and performance. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 41, n. 2, p. 587–605, 2020.

CASTILLO, C.; HERNANDEZ, J.; SOTILLO, J.; et al. Is adenosine deaminase (ADA) activity in saliva and serum a more accurate disease detection tool than traditional redox balance parameters in early-lactating dairy cows? **Veterinary Research Communications**, v. 47, n. 3, p. 1255–1262, 2023.

CAVALCANTE-NETO, A. Origem do suíno casco-de-burro e sua relação genética com populações ibéricas e americanas. 312 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2010.

CAVALCANTI, S. S. Produção de suínos. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 453 p.

CERÓN, J. J.; CONTRERAS-AGUILAR, M. D.; ESCRIBANO, D.; et al. Basics for the potential use of saliva to evaluate stress, inflammation, immune system, and redox homeostasis in pigs. BMC Veterinary Research, v. 18, n. 1, p. 1–17, 2022. **BioMed Central**. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03176-w>.

CHAKRABORTY A, BARUAH A, SARMAH BC, GOSWAMI J, BORA A, DUTTA DJ, BISWAS RK, KALITA D, NASKAR S, VASHI Y, P. D. (2017). Thyroid response to temperature humidity index in crossbred pigs supplemented with antioxidants during the summer and winter season. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 5, n. 6, p. 271–275, 2017.

CHENNA, S.; KOOPMAN, W. J. H.; PREHN, J. H. M.; CONNOLLY, N. M. C. Mechanisms and mathematical modeling of ROS production by the mitochondrial electron transport chain. **American Journal of Physiology - Cell Physiology**, v. 323, n. 1, p. C69–C83, 2022.

COLDITZ, I. G.; HINE, B. C. Resilience in farm animals: Biology, management, breeding and implications for animal welfare. **Animal Production Science**, v. 56, n. 12, p. 1961–1983, 2016.

CRANE, J. D.; ABADI, A.; HETTINGA, B. P.; et al. Elevated mitochondrial oxidative stress impairs metabolic adaptations to exercise in skeletal muscle**. PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. 1–12, 2013.

DE JONG, I. C.; PRELLE, I. T.; VAN DE BURGWAL, J. A.; et al. Effects of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning, and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. **Physiology and Behavior**, v. 68, n. 4, p. 571–578, 2000.

DROBOT, L. B.; SAMOYLENKO, A. A.; VOROTNIKOV, A. V.; et al. Reactive oxygen species in signal transduction. **Ukrainskyi Biokhimichnyi Zhurnal**, v. 85, n. 6, p. 209–217, 2013.

FÁVERO, J.A.; FIGUEIREDO, E.A.; FEDALTO, L.M.; WOLOSZYN, N. A Raça de Suínos Moura como Alternativa para a Produção Agroecológica de Carne. **II Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 2007.

FRASER, D. The welfare of pigs: a social, ethical and scientific issue. Welfare of pigs. p.289–302, 2008. Brill | **Wageningen Academic.** Disponível em: <https://brill.com/view/book/9789086866373/BP000013.xml>.

FRASER, D. Understanding animal welfare. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, n. SUPPL. 1, p. 1–7, 2008.

GABLER, N. K.; PEARCE, S. C. The impact of heat stress on intestinal function and productivity in grow-finish pigs. **Animal Production Science**, v. 55, n. 12, p. 1403, 2015. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN15280>.

GARCÍA-GUDIÑO, J.; BLANCO-PENEDO, I.; GISPERT, M.; et al. Understanding consumers' perceptions towards Iberian pig production and animal welfare. **Meat Science**, v. 172, p. 108317, 2021. Elsevier Ltd. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108317>.

GONZÁLEZ-AROSTEGUI, L. G.; CERÓN, J. J.; GÖK, G.; et al. Validation of assays for measurement of oxidant compounds in saliva of pigs: Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), carbonyl, and reactive oxygen species (ROS). **Research in Veterinary Science**, v. 165, n. October, 2023.

HASS, D. T.; BARNSTABLE, C. J. Uncoupling proteins in the mitochondrial defense against oxidative stress**. Progress in Retinal and Eye Research**, v. 83, n. September 2020, p. 100941, 2021. Elsevier Ltd. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2021.100941>.

HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L.; HANSEN, C.; WINFIELD, C. G. Effects of social environment on welfare status and sexual behaviour of female pigs. II. Effects of space allowance. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 16, n. 3, p. 259–267, 1986.

HENRÍQUEZ-OLGUIN, C.; KNUDSEN, J. R.; RAUN, S. H.; et al. Cytosolic ROS production by NADPH oxidase 2 regulates muscle glucose uptake during exercise. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, 2019.

HERMESCH, S.; LI, L.; DOESCHL-WILSON, A. B.; GILBERT, H. Selection for productivity and robustness traits in pigs. **Animal Production Science**, v. 55, n. 12, p. 1437, 2015. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN15275>.

HIRSCHENSON, J.; MELGAR-BERMUDEZ, E.; MAILLOUX, R. J. The Uncoupling Proteins: A Systematic Review on the Mechanism Used in the Prevention of Oxidative Stress. **Antioxidants**, v. 11, n. 2, 2022.

HORWAT, D. E. G.; TEIXEIRA POLTRONIERI, P.; CRISTINA RIBEIRO DAMBROSKI NACK, D.; SPEROTTO BRUM, J. Caracterização de pequenas propriedades produtoras de suínos em uma região metropolitana do Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, 2021. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/26784>.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P.; DALLA COSTA, O. A. Behaviour of pre-parturient sows housed in intensive outdoor or indoor systems**. Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 169–174, 2005.

ITO, E. H.; OLIVEIRA DA, K.; MIRANDA, S.; SÁ, D.; LAMARCA, F. Auditory Sensory Enrichment (Music) Applied for Growing Phase Swine. , v. 15, n. 3, p. 38–48, 2020. Disponível em: <www.ijsrm.humanjournals.comwww.ijsrm.humanjournals.com>.

JOHNSON, J. S.; BAUMGARD, L. H. PHYSIOLOGY SYMPOSIUM: Postnatal consequences of in utero heat stress in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 2, p. 962–971, 2019.

JOHNSON, J. S.; STEWART, K. R. Heat stress matters: insights from United States swine producers. **Translational Animal Science**, v. 9, n. January, p. 1–10, 2025.

JÄÄSKELÄINEN, T.; KAUPPINEN, T.; VESALA, K. M.; VALROS, A. Relationships between pig welfare, productivity and farmer disposition. **Animal Welfare**, v. 23, n. 4, p. 435–443, 2014.

KADZERE, C. .; MURPHY, M. .; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 1, p. 59–91, 2002. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030162260100330X>.

KELLEY, K. W. Stress and immune function: a bibliographic review. **Annales de recherches veterinaires. Annals of veterinary research**, v. 11, n. 4, p. 445–78, 1980. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7039471>.

KHOKHLOV, A. M.; FEDYAEVA, A. S.; DANILOVA, T. N.; GONCHAROVA, I. I.; TSERENYUK, A. N. Phylogenetic changes in resistance indicators of domestic and wild pigs. **Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv**, v. 29, p. 58–63, 2021. Disponível em: <http://utgis.org.ua/journals/index.php/Faktory/article/view/1407>.

KLONT, R. E.; HULSEGGE, B.; HOVING-BOLINK, A. H.; et al. Relationships between behavioral and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 11, p. 2835–2843, 2001.

KUPPUSAMY, P.; DONG, K.; EUN, C.; et al. Quantification of major phenolic and flavonoid markers in forage crop Lolium multiflorum using HPLC-DAD. , v. 28, p. 282–288, 2018.

KYROU, I.; TSIGOS, C. Stress hormones: physiological stress and regulation of metabolism. **Current Opinion in Pharmacology**, v. 9, n. 6, p. 787–793, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

LANGE, A.; GENTZ, M.; HAHNE, M.; et al. Effects of different farrowing and rearing systems on post-weaning stress in piglets. **Agriculture (Switzerland),** v. 10, n. 6, p. 1–13, 2020.

LATACZ-LOHMANN, U.; SCHREINER, J. A. Assessing Consumer and Producer Preferences for Animal Welfare Using a Common Elicitation Format. **Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 2, p. 293–315, 2019.

LAWRENCE, A. B.; TERLOUW, E. M. A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. **Journal of animal science**, v. 71, n. 10, p. 2815–2825, 1993.

LEBRET, B.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; FOURY, A.; et al. Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 9, p. 2436–2447, 2006.

LEITE, D. M. G. Caracterização do sistema de criação de suínos em Sistema Faxinal no Paraná, Brasil. In: SILVA FILHA, O. L. (Org.) Las razas porcinas iberoamericanas: un enfoque etnozootécnico. Salvador, BA: **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano** (IF Baiano), 2014. p. 337-368.

LEITE, D. M.; AGUIAR, A.; SOUZA, V. A.; LODDI, M. M.; MAAS, A. P. H; WARPECHOWSKI, M. B.; ZANELLA, Ricardo. Caracterização fenotípica de suínos crioulos da região Centro - Sul do Paraná , Brasil Phenotypic Characterization of Creole Pigs. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 29, 2021

LEMUS-FLORES, C.; ULLOA-ARVIZU, R.; RAMOS-KURI, M.; ESTRADA, F. J.; ALONSO, R. A. Genetic analysis of Mexican hairless pig populations. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 12, p. 3021–3026, 2001.

LONDOÑO, M. C. C. (UNIVERSIDAD DE L. S. B.; VÁSQUEZ, J. J. B. (AGRARIAN U. F. OF C. Factores ambientales y biológicos que influy es ambientales y biológicos que influyen sobre la agresión en cerdos. **Revista Ciencia Animal,** v. 1, n. 7, 2014.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. J.; ESCRIBANO, D.; ORTÍN-BUSTILLO, A.; et al. Changes in Biomarkers of Redox Status in Saliva of Pigs after an Experimental Sepsis Induction. **Antioxidants**, v. 11, n. 7, p. 1–8, 2022.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. J.; ORNELAS, M. A. S.; AMARIE, R. E.; et al. Changes in salivary biomarkers of stress, inflammation, redox status, and muscle damage due to Streptococcus suis infection in pigs. **BMC Veterinary Research**, v. 19, n. 1, p. 1–9, 2023.

LUCAS, M. E.; HEMSWORTH, L. M.; HEMSWORTH, P. H. Review: Early life piglet experiences and impacts on immediate and longer-term adaptability. **Animal**, v. 18, p. 100889, 2024. The Authors. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100889>.

LUDWICZAK, A.; SKRZYPCZAK, E.; SKŁADANOWSKA-BARYZA, J.; et al. How housing conditions determine the welfare of pigs. **Animals**, v. 11, n. 12, p. 1–16, 2021.

LUKOVIC, Z.; SKORPUT, D.; KAROLYI, D. Pig Welfare Systems At Different Production Systems. Modern Trends in Livestock Production, n. 2015, 2017.

LUZ, R. G. R.; WARPECHOWSKI, M. B. Desempenho e qualidade da carcaça e da carne de porcos Moura criados em diferentes sistemas. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/62322>.

MACÊDO, É. S. DE; ROCHA E SILVA, C.; LIMA, F. C.; et al. Suíno baixadeiro: os suínos localmente adaptados da baixada maranhense-MA, Brasil**. Revista de Recursos Genéticos**, v. 6, n. 1, p. 32–38, 2020.

MAES, D. G. D.; DEWULF, J.; PIÑEIRO, C.; EDWARDS, S.; KYRIAZAKIS, I. A critical reflection on intensive pork production with an emphasis on animal health and welfare. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. Supplement_1, p. S15–S26, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/98/Supplement_1/S15/5648140>.

MARTÍNEZ-MIRÓ, S.; TECLES, F.; RAMÓN, M.; et al. Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: An update. BMC Veterinary Research, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2016. **BMC Veterinary Research**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12917-016-0791-8>.

MERLOT, E.; VINCENT, A.; THOMAS, F.; et al. Health and immune traits of Basque and Large White pigs housed in a conventional or enriched environment. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1290–1299, 2012.

MEUNIER-SALAUN, M. C.; VANTRIMPONTE, M. N.; RAAB, A.; DANTZER, R. Effect of Floor Area Restriction upon Performance, Behavior and Physiology of Growing-Finishing Pigs1. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 5, p. 1371–1377, 1987. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/64/5/1371-1377/4662265>. .

MIAO, Z. H.; GLATZ, P. C.; RU, Y. J. Review of Production, Husbandry and Sustainability of Free-range Pig Production Systems. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 17, n. 11, p. 1615–1634, 2004. Disponível em: <http://ajas.info/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.2004.1615>.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. **The biology of animal stress**. p.1–21, 2000. UK: CABI Publishing. Disponível em: <http://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851993591.0001>.

MOSTL, E., PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 67–74, 2002. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07362999408809355>.

MUURINEN, J.; RICHERT, J.; WICKWARE, C. L.; RICHERT, B.; JOHNSON, T. A. Swine growth promotion with antibiotics or alternatives can increase antibiotic

resistance gene mobility potential. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

NAKAMURA, K.; TANAKA, T.; NISHIDA, K.; UETAKE, K. Behavioral indexes of piglet welfare: Comparison of indoor and outdoor housing systems. **Animal Science Journal**, v. 82, n. 1, p. 161–168, 2011.

OLCZAK, K.; NOWICKI, J.; KLOCEK, C. Pig behaviour in relation to weather conditions - A review**. Annals of Animal Science**, v. 15, n. 3, p. 601–610, 2015.

OLSEN, A. W.; SIMONSEN, H. B.; DYBKJÆR, L. Effect of access to roughage and shelter on selected behavioural indicators of welfare in pigs housed in a complex environment. **Animal Welfare**, v. 11, n. 1, p. 75–87, 2002.

OMOTOSHO, O. O.; FOWOWE, O.; ABIOLA, J. O.; OYAGBEMI, A. A.; OMOBOWALE, T. O. High Environmental Temperature Induces Oxidative Stress, Reduced Sow Productivity and Increased Piglet Mortality. **Journal of Applied Veterinary Sciences**, v. 9, n. 2, p. 42–54, 2024.

ORIHUELA, A. Bienestar animal y producción pecuaria sustentable. , v. 24, n. 2, p. 13–16, 2016. Disponível em: <https://cabidigitallibrary.org>.

ORTÍN-BUSTILLO, A.; CONTRERAS-AGUILAR, M. D.; RUBIO, C. P.; et al. Evaluation of the Effect of Sampling Time on Biomarkers of Stress, Immune System, Redox Status and Other Biochemistry Analytes in Saliva of Finishing Pigs. **Animals**, v. 12, n. 16, p. 2127, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/16/2127>.

PAPAGEORGIOU, M.; SARENBO, S. Positive welfare indicators of the domestic pig (Sus scrofa domesticus): a review. , 2021.

PAPATSIROS, V. G.; MARAGKAKIS, G.; PAPAKONSTANTINOU, G. I. Stress Biomarkers in Pigs: Current Insights and Clinical Application. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 12, 2024.

PARDO, Z.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I.; LACHICA, M.; et al. Impact of heat stress on meat quality and antioxidant markers in iberian pigs. **Antioxidants**, v. 10, n. 12, 2021.

PARK, H. S.; MIN, B.; OH, S. H. Research trends in outdoor pig production - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 9, p. 1207–1214, 2017.

PAROIS, S. P.; VAN DER ZANDE, L. E.; KNOL, E. F.; et al. A multi-suckling system combined with an enriched housing environment during the growing period promotes resilience to various challenges in pigs. Scientific Reports, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2022.

PATR, M.; BEGUM, S.; DEKA, B. C. Problems and prospects of traditional pig farming fsor tribal livelihood in Nagaland. **Indian Research Journal of Extension and Education**, v. 14, n. 4, p. 6–11, 2014. Disponível em:

<http://seea.org.in/ojs/index.php/irjee/article/download/236/235>.

PEDERSEN, L. J. Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges. Advances in Pig Welfare. p.115–133, 2024. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323856768000225>.

PIETROSEMOLI, S.; TANG, C. Animal welfare and production challenges associated with pasture pig systems: A review. **Agriculture (Switzerland),** v. 10, n. 6, p. 1–34, 2020.

POROSHINSKA, O.; SHMAYUN, S.; NISCHEMENKO, M.; et al. Influence of stress factors on adaptive and behavioral responses in sows and piglets. Naukovij vìsnik veterinarnoï medicini, , n. 2(160), p. 110–121, 2020.

PRESTO, M. H.; ANDERSSON, H. K.; FOLESTAM, S.; LINDBERG, J. E. Activity behaviour and social interactions of pigs raised outdoors and indoors. **Archives Animal Breeding**, v. 51, n. 4, p. 338–350, 2008.

PRIETO, A. M.; ORTÍN-BUSTILLO, A.; ESCRIBANO, D.; et al. La Saliva Como Una Fuente De Biomarcadores En El Ganado Porcino: Conceptos Generales Y Avances Recientes. **Anales de Veterinaria de Murcia**, v. 37, p. 1–13, 2023.

PRICKETT, R. W.; NORWOOD, F. B.; LUSK, J. L. Consumer preferences for farm animal welfare: Results from a telephone survey of US households. Animal Welfare, v. 19, n. 3, p. 335–347, 2010.

PROUDFOOT, K.; HABING, G. Social stress as a cause of diseases in farm animals: Current knowledge and future directions. **Veterinary Journal**, v. 206, n. 1, p. 15–21, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.05.024>.

PRUNIER, A.; HEINONEN, M.; QUESNEL, H. High physiological demands in intensively raised pigs: Impact on health and welfare. Animal, v. 4, n. 6, p. 886–898, 2010.

QUAN, J.; GAO, C.; CAI, Y.; et al. Population genetics assessment model reveals priority protection of genetic resources in native pig breeds in China. **Global Ecology and Conservation**, v. 21, n. 1, p. e00829, 2020. Elsevier Ltd

RIVERA-GOMIS, J.; RUBIO, C. P.; MART, C. E ff ects of Dietary Supplementation of Garlic and Oregano Essential Oil on Biomarkers of Oxidative Status , Stress and Inflammation in Postweaning Piglets. , 2020.

REVIDATTI, M. A.; GAMA, L. T.; BURRIEL, I. M.; et al. On the origins of American Criollo pigs: A common genetic background with a lasting Iberian signature. **PLoS ONE**, v. 16, n. 5, 2021.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 707–728, 2012. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731111002448>.

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, n. 1, p. 1–7, 2019. BMC Veterinary Research.

RUSHEN, J. P. Stereotypies, aggression and the feeding schedules of tethered sows. Applied Animal Behaviour Science, v. 14, n. 2, p. 137–147, 1985.

SACHDEV, S.; ANSARI, S. A.; ANSARI, M. I. Molecular Mechanisms Underpinning Signaling Function of ROS. Reactive Oxygen Species in Plants. p.223–240, 2023. Singapore: Springer Nature Singapore. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/978-981-19-9884-3_12>.

SACO, Y.; PEÑA, R.; MATAS-QUINTANILLA, M.; et al. Influence of the circadian cycle, sex and production stage on the reference values of parameters related to stress and pathology in porcine saliva. Porcine Health Management, v. 9, n. 1, p. 1–15, 2023.

SALAK-JOHNSON, J. L.; MCGLONE, J. J. Making sense of apparently conflicting data: stress and immunity in swine and cattle. **Journal of animal science**, v. 85, n. 13 Suppl, p. 81–88, 2007.

SANZ FERNANDEZ, M. V.; STOAKES, S. K.; ABUAJAMIEH, M.; et al. Heat stress increases insulin sensitivity in pigs. Physiological Reports, v. 3, n. 8, p. 1–12, 2015.

SCHOUTEN, W. G.; WIEGANT, V. M. Individual responses to acute and chronic stress in pigs. Acta physiologica Scandinavica. Supplementum, v. 640, p. 88–91, 1997. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9401614>.

SCHWINN, A.; KNIGHT, C. H.; BRUCKMAIER, R. M.; GROSS, J. J. Suitability of saliva cortisol as a biomarker for hypothalamic–pituitary–adrenal axis activation assessment, effects of feeding actions, and immunostimulatory challenges in dairy cows. , , n. June, p. 2357–2365, 2018

SILVA FILHA, O. L.; ALVES, D. N. M..; PIMENTA FILHO, E. C.; SERENO, J.R.B.; SILVA, P. G.; RIBEIRO, M. N.; CASTRO, G. Caracterização da Criação de Suínos Locais em Sistema de Utilização Tradicional no Estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, 2005.

SILVA FILHA, O. L.; PIMENTA FILHO, E. C.; SILVA, L. P. G.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, R. J. F.; DELGADO, J. V.; SERENO, J. R. B. Body morphometry of local pigs of Curimataú: phenotypic characterization of naturalized swine paraibano. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, v. 17, p. 197-202, 2010. Disponível em:

<http://www.iip.co.cu/RCPP/203/203_02GomesdaSilva.pdf>

SILVA, Y. L.; GAMARRA-ROJAS, G.; FERNANDES, F. É. P.; FARIAS, J. L. DE S.; FERNANDES, C. DE S. A PRODUÇÃO ANIMAL NA ECONOMIA DA AGRICULTURA FAMILIAR : ESTUDO DE CASO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v. 35, n. 1, p. 53–74, 2018.

SINGH, M.; SHARMA, P. H. R.; MOLLIER, R. T.; et al. Tribal farmers' traditional knowledge and practices for pig farming in Nagaland. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 89, n. 3, p. 329–333, 2019.

SOARES, E. L.; SCHLEMPER, S. R. DE M.; SCHLEMPER, V. Comportamento de suínos da raça Moura em sistema silvipastoril. **Ciência Animal Brasileira**, v. 25, 2024.

SOLLERO, B. P.; PAIVA, S. R.; FARIA, D. A.; et al. Genetic diversity of Brazilian pig breeds evidenced by microsatellite markers. Livestock Science, v. 123, n. 1, p. 8–15, 2009.

SOLÍS-TEJEDA, M. Á.; LANGO-REYNOSO, F.; DÍAZ-RIVERA, P.; et al. Deep Litter Pig Production System As a Sustainable Alternative for Small Farmers. **Agrociencia**, v. 56, n. 6, p. 1–14, 2022.

SOUZA, C. A.; PAIVA, S. R.; PEREIRA, R. W.; et al. Iberian origin of Brazilian local pig breeds based on Cytochrome b (MT-CYB) sequence. **Animal Genetics**, v. 40, n. 5, p. 759–762, 2009.

SOUZA, K. A. R. Abordagens Genômicas para Caracterização da Estrutura Genética Populacional e Homozigosidade em Porcos das Raças Moura, Crioula da Argentina e Comerciais. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2023. 167 f.

SOUZA, K. A. R.; TYSKA, D. U.; LEDUR, M. C.; et al. Genomic inbreeding estimated through runs of homozygosity in Moura pigs and four commercial swine breeds**. Livestock Science**, v. 281, n. January, 2024.

SÖDERQVIST, M. Oral manipulation , activity level and pen hygiene of growing pigs provided with straw by a foraging tower, n. 668, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f65a/fa4cf4732b10f9347f11af3897d74c9a6324.pdf?_ga=2.30137791.1893880707.1575050220-489811121.1571077286>. .

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, n. 3–4, p. 183–197, 2007.

SULTAN, S. Reviewing the Protective Role of Antioxidants in Oxidative Stress Caused by Free Radicals. **Health Sci**., v. 1, n. 4, p. 401–406, 2014.

TAGLIARO, C. H.; FRANCO, M. H. L. P.; SCHNEIDER, M. P. C.; BRITO, B. G. DE; BARBOSA, A. S. Biochemical polymorphisms and genetic relationships between Brazilian and foreign breeds of pigs reared in Brazil. Ciência Rural, v. 29, n. 2, p. 319–323, 1999.

TAGLIARO, C.H., FRANCO, M. H. L. P., BRITO, B. G.. Protein polymorphism and genetic relationships in Moura in relation to other breeds of pigs reared in southern Brazil. **Revista Brasileira de Genética** 18 (11), 69–73, 1995.

TALLET, C.; BRAJON, S. Pig-human interactions: Creating a positive perception of humans to ensure pig welfare. **Advances in Pig Welfare**. p.409–428, 2024. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323856768000079>

TEMPLE, D.; MANTECA, X. Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. September, 2020.

TERRÓN-CAMERO, L. C.; PELÁEZ-VICO, M. Á.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, A.; et al. Gene network downstream plant stress response modulated by peroxisomal H2O2**. Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. August, 2022.

THORSLUND, C. A. H.; AASLYNG, M. D.; LASSEN, J. Perceived importance and responsibility for market-driven pig welfare: Literature review. Meat Science, v. 125, p. 37–45, 2017. **Elsevier** Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.008>.

TOIME, L. J.; BRAND, M. D. Uncoupling protein-3 lowers reactive oxygen species production in isolated mitochondria. **Free Radical Biology and Medicine,** v. 49, n. 4, p. 606–611, 2010. Elsevier Inc. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.05.010>.

TREZONA, M. Management systems (confined vs. extensive free-range) and Farm Level Pork Quality. **Encyclopedia of Meat Sciences**. p.507–516, 2024. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323851251000879>.

TURNER, S. P.; DWYER, C. M. Welfare assessment in extensive animal production systems: Challenges and opportunities**. Animal Welfare**, v. 16, n. 2, p. 189–192, 2007.

VASHI, Y.; NASKAR, S.; CHUTIA, T.; et al. Comparative assessment of native, crossbred and exotic pigs during different seasons (winter, spring and summer) based on rhythmic changes in the levels of serum cortisol, lactate dehydrogenase levels and PBMC HSP70 mRNA expression pattern. **Biological Rhythm Research**, v. 49, n. 5, p. 725–734, 2018. Taylor & Francis. Disponível em: <http://doi.org/10.1080/09291016.2017.1410019>.

VIVALDI, L. Analise de experimentos com dados repetidos ao longo do tempo ou espaco. **Documentos - EMBRAPA Cerrados (Brazil).**, p. 52, 1999.

WALTZ, X.; BAILLOT, M.; CONNES, P.; BOCAGE, B.; RENAUDEAU, D. Effects of hydration level and heat stress on thermoregulatory responses, hematological and blood rheological properties in growing pigs**. PLoS ONE**, v. 9, n. 7, 2014.

WIEPKEMA, P. R.; SCHOUTEN, W. G. P. Stereotypies in sows during chronic stress. **Psychotherapy and Psychosomatics**, v. 57, n. 4, p. 194–195, 1992.

WONG, D. T. W.; BONNE, N. J. Salivary biomarker development using genomic, proteomic and metabolomic approaches**. Genome Medicine**, v. 4, n. 82, 2012. Disponível em: <http://genomemedicine.com/content/4/10/82http://digitaal.uba.uva.nl:9003/uva-linker?sid=OVID:embase&id=pmid:&id=doi:10.1186%2Fgm383&issn=1756-994X&isbn=&volume=4&issue=10&spage=no+pagination&pages=no+pagination&date=2012&title=Genome+Medicine&atitle=Saliv>.

WOOD-GUSH, D. G. M.; VESTERGAARD, K. Exploratory behavior and the welfare of intensively kept animals**. Journal of Agricultural Ethics**, v. 2, n. 2, p. 161–169, 1989. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/BF01826929>.

WOODS, A. Rethinking the history of modern agriculture: British pig production, c.1910-65. **Twentieth Century British History**, v. 23, n. 2, p. 165–191, 2012.

WORTHINGTON, T.; Danks, P. Nitrate leaching and intensive outdoor pig production. **Environmental Science, Agricultural and Food Sciences**, v. 8, n. 2, p. 56–60, 1992.

YU, M.; MU, C.; ZHANG, C.; et al. Marked response in microbial community and metabolism in the ileum and cecum of suckling piglets after early antibiotics exposure. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, n. MAY, p. 1–13, 2018.

YURKEVYCH, I. Oxidative Stress in Muscle Growth and Adaptation to Physical Exercise. **Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University**, v. 2, n. 1, p. 61–69, 2015. Disponível em: <http://journals.pnu.edu.ua/index.php/jpnu/article/view/2349>.

ZANELLA, A. J.; BROOM, D. M.; HUNTER, J. C.; MENDL, M. T. Brain opioid receptors in relation to stereotypies, inactivity, and housing in sows. **Physiology and Behavior**, v. 59, n. 4–5, p. 769–775, 1996.

10 ANEXOS

ANEXO A - Aprovação do protocolo pelo Comitê de Ética para Experimentação animal.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 024/2024, referente ao projeto de pesquisa **"Avaliação do estresse adaptativo de porcos da raça Moura em diferentes sistemas de engorda"**, sob a responsabilidade de **Marson Bruck Warpechowski**, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 1 de invasividade, em 02/07/2024.

Finalidade	Pesquisa
Vigência da autorização	Julho/2024 a Dezembro/2024
Espécie/Linhagem	*Sus scrofa domestica* (suíno)
Número de animais	24
Peso/Idade	50kg/7 meses
Sexo	Macho e Fêmea
Origem	Fazenda Experimental do Canguiri da UFPR em Pinhais, Paraná, Brasil

*A autorização para início da aula se torna válida a partir da data de emissão deste certificado.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 024/2024, regarding the research program **"Evaluation of adaptive stress in Moura breed pigs under different fattening systems"** under **Marson Bruck Warpechowski**– which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of Paraná, Brazil), with degree 1 of invasiveness, on 2024, July 02th.

Purpose	Research
Validity	2024 July to 2024 December
Specie/Line	*Sus scrofa domestica* (swine)
Number of animals	24
Weight/Age	110,23lb/7 months old
Sex	Male and Female
Origin	UFPR's Canguiri Experimental Farm in Pinhais, Paraná, Brazil

*The authorization to start the research becomes valid from the date of issue of this certificate.

Curitiba, 2 de Julho de 2024

gov.br Documento assinado digitalmente
MAITY ZOPOLLATTO
Data: 05/07/2024 10:16:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Maity Zopollatto
Coordenadora
Comissão de Ética no Uso de Animais
AG - UFPR