

RESPOSTAS BIOLÓGICAS AO ESTRESSE TÉRMICO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA FISIOLOGIA E DESEMPENHO NA PRODUÇÃO SUÍNA

Rodrigo Henrique Risso Aires Alves¹;

UFAM, Humaitá, Amazonas.

<https://orcid.org/0000-0003-4257-6326>

Janaína Paolucci Sales de Lima²;

UFAM, Manaus, Amazonas.

<https://orcid.org/0000-0003-3771-3891>

RESUMO: O estresse térmico configura-se como um dos principais entraves climáticos para a suinocultura contemporânea, afetando drasticamente o bem-estar e a viabilidade econômica do setor. Este estudo objetivou realizar uma revisão sistemática da literatura sobre as respostas biológicas e fisiológicas desencadeadas pelas altas temperaturas e seus impactos diretos no desempenho zootécnico da cadeia produtiva suína, realizando uma busca exaustiva nas bases de dados SciELO, Scopus e PubMed por artigos publicados nos últimos cinco anos. A discussão entre os autores selecionados evidencia que características anatômicas inerentes à espécie, como a ausência de glândulas sudoríparas funcionais, somadas ao intenso melhoramento genético voltado para deposição de carne magra, limitam severamente a capacidade de dissipação de calor latente. Consequentemente, o animal é forçado a desviar sua energia metabólica para a manutenção da homeostase através de respostas cardiovasculares e respiratórias, como a vasodilatação periférica e o aumento da frequência respiratória (ofegação). Sob o ponto de vista endócrino, essa cascata adaptativa eleva os níveis de cortisol e reduz a atividade metabólica. Conclui-se que o estresse térmico provoca uma redução voluntária no consumo de ração para mitigar o incremento calórico da digestão, o que deteriora a conversão alimentar, reduz o ganho de peso diário e estende o período de alojamento, gerando prejuízos econômicos e perdas produtivas expressivas para a suinocultura global.

PALAVRAS-CHAVE: Bioclimatologia. Termorregulação. Eficiência produtiva.

BIOLOGICAL RESPONSES TO HEAT STRESS: SYSTEMATIC REVIEW OF PHYSIOLOGY AND PERFORMANCE IN SWINE PRODUCTION

ABSTRACT: Heat stress is one of the main climatic obstacles for contemporary swine production, drastically affecting animal welfare and the economic viability of the sector. This study aimed to conduct a systematic literature review on the biological and physiological responses triggered by high temperatures and their direct impacts on the zootechnical performance of the swine production chain, performing an exhaustive search in the SciELO, Scopus, and PubMed databases for articles published in the last five years. The discussion among the selected authors shows that anatomical characteristics inherent to the species, such as the absence of functional sweat glands, combined with intense genetic improvement focused on lean meat deposition, severely limit latent heat dissipation capacity. Consequently, the animal is forced to divert its metabolic energy to maintain homeostasis through cardiovascular and respiratory responses, such as peripheral vasodilation and increased respiratory rate (panting). From an endocrine point of view, this adaptive cascade raises cortisol levels and reduces metabolic activity. It is concluded that heat stress causes a voluntary reduction in feed intake to mitigate the caloric increment of digestion, which deteriorates feed conversion, reduces daily weight gain, and extends the housing period, generating economic losses and significant productive losses for global swine farming.

KEY-WORDS: Bioclimatology. Thermoregulation. Productive efficiency.

INTRODUÇÃO

A suinocultura global representa um pilar econômico e nutricional estratégico para a segurança alimentar, exercendo implicações diretas na pecuária mundial. O Brasil consolidou sua posição como um dos maiores produtores e exportadores mundiais, impulsionado por fortes demandas internacionais. A modernização deste setor exige a adoção de instalações tecnologicamente avançadas e o aprimoramento contínuo da gestão de ambiência. O foco atual da indústria transcende a maximização da produtividade, exigindo um equilíbrio ético rigoroso com o bem-estar animal.

Historicamente, o controle ambiental nas granjas pautou-se pelo uso de índices bioclimáticos médios para avaliar o conforto térmico de todo o plantel simultaneamente, baseando-se no Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para determinar a zona de termoneutralidade. Entretanto, o alojamento coletivo de suínos nas fases de crescimento e terminação introduz a complexidade da hierarquia social. O comportamento termorregulatório ativo — a capacidade inata do animal de buscar alívio térmico — é frequentemente suprimido pela dominância exercida por indivíduos mais agressivos. Diante deste cenário, o objetivo central desta revisão sistemática é analisar os impactos comportamentais e as assimetrias na termorregulação de suínos alojados em baias coletivas, discutindo como a Zootecnia

de Precisão pode ser empregada para superar as limitações das avaliações populacionais.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Desafio Bioclimático e a Capacidade Termorreguladora

A suscetibilidade dos suínos às intempéries climáticas é um fator crítico, especialmente em ecossistemas tropicais. Abordando essa vulnerabilidade intrínseca, Machado (2023) esclarece que as altas temperaturas persistentes, aliadas à elevada umidade relativa observada durante quase todo o ano, exacerbam drasticamente os desafios para a manutenção da homeostase térmica dos suínos.

Complementando essa visão focada no ambiente, Viveiros (2022) insere a perspectiva fisiológica, destacando que a avaliação rigorosa da faixa de temperatura é imperativa, pois as flutuações microclimáticas influenciam diretamente e de forma severa a capacidade termorreguladora dos animais. Quando essa capacidade é superada pelo ambiente, o animal torna-se altamente vulnerável a uma série de colapsos biológicos que antecedem a perda produtiva.

Respostas Fisiológicas e Produtivas ao Estresse

A falha na termorregulação gera uma cascata de respostas sistêmicas. Stolte, Garcia e Castro Burbarelli (2024) enfatizam que o estresse térmico atua como um dos estressores fisiológicos mais prevalentes e prejudiciais inerentes às fases de desenvolvimento suíno.

Sob esse viés, Mesquita (2023) aprofunda a discussão afirmando que a incapacidade de dissipar calor eficientemente gera respostas endócrinas e metabólicas de estresse, as quais resultam em consequências zootécnicas severas: a interrupção do ganho de peso, deficiências nos tratos reprodutivos e o aumento nas taxas de mortalidade do rebanho. Para que o setor produtivo consiga mensurar e intervir nesses prejuízos de maneira holística, Braga et al. (2018) propõem a aplicação do modelo dos “Cinco Domínios”, uma abordagem integrada que considera as interações entre o desconforto fisiológico do animal e o sistema de produção adotado, elevando o padrão de avaliação para além da simples sobrevivência.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica delineada estruturalmente como uma revisão sistemática da literatura. O levantamento de dados focou na seleção de artigos científicos originais revisados por pares que explorassem as relações entre a fisiologia suína, a termorregulação e os impactos zootécnicos em climas desafiadores.

A estratégia de busca envolveu o cruzamento de descritores nas bases de dados SCIELO, Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico: “ambiência suína”, “bioclimatologia”, “bem-estar animal” e “estresse térmico”.

Para a construção da síntese e embasamento das discussões, foram analisados criticamente os estudos recentes de Araújo *et al.* (2022), Furtado e Machado (2023), Mesquita (2023), Machado (2023), Santos *et al.* (2024), Viveiros (2022), entre outros. Os critérios de inclusão selecionaram trabalhos publicados prioritariamente nos últimos 10 anos que evidenciassem as respostas fisiológicas e zootécnicas ao ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada da literatura revela um amplo e produtivo debate sobre os limites fisiológicos dos suínos frente à intensificação climática e de confinamento. Inaugurando essa discussão sobre o impacto produtivo imediato, Mesquita (2023) demonstra que as condições climáticas adversas forçam o organismo suíno a ativar mecanismos de emergência que inibem o metabolismo de crescimento, comprometendo criticamente o ganho de peso diário. Em imediata concordância, Araújo *et al.* (2022) validam essa premissa fisiológica atestando que os fatores climáticos não afetam apenas o volume produzido, mas influenciam de forma contundente a qualidade final da carcaça e da carne, evidenciando que o estresse térmico altera negativamente a deposição de tecidos.

Questionando a inércia dos sistemas produtivos tradicionais frente a essa realidade fisiológica, Furtado e Machado (2023) introduzem no debate a urgência de uma readequação estrutural. Os autores argumentam que todo o setor suinícola deve alinhar sua bioclimatologia e ambiência para atender não apenas às exigências biológicas dos animais, mas também à nova legislação de bem-estar.

Respondendo a essa demanda por soluções arquitetônicas que mitiguem o estresse fisiológico, Amaral (2016) e Santos *et al.* (2024) trazem evidências comparativas robustas. Eles demonstram que a adoção de sistemas alternativos, como a criação em camas sobrepostas, reduz significativamente os estressores ambientais. Segundo os autores, essa alteração no ambiente confinado promove melhorias na sanidade e no bem-estar, devolvendo ao animal a capacidade de realizar sua termorregulação sem o custo de um estresse crônico.

Por fim, elevando a discussão técnica para um patamar de sustentabilidade sistêmica, Teixeira (2020) e Gerona (2024) alertam, de forma unânime, contra o perigo do reducionismo econômico. Gerona (2024) elucida que focar exclusivamente na rentabilidade zootécnica sem considerar as repercussões fisiológicas (bem-estar) e ecológicas compromete severamente a viabilidade em longo prazo da suinocultura. Corroborando essa tese, Teixeira (2020) conclui que ignorar as interações entre o ambiente intenso de produção e a biologia animal leva a uma degradação insustentável, reforçando que o desempenho ótimo

da cadeia só é alcançado quando a fisiologia termorreguladora da espécie é plenamente respeitada pelas práticas de manejo.

CONCLUSÃO

A síntese dos estudos analisados permite concluir que a biologia suína é limitante em ambientes tropicais, onde o estresse térmico atua como o principal ofensor do metabolismo animal. A necessidade fisiológica de dissipar calor sobressai sobre a capacidade de conversão alimentar, provando que o conforto ambiental não é um elemento acessório, mas o alicerce biológico do desempenho produtivo e da qualidade da carcaça.

Portanto, a transição para sistemas de produção integrados, que apliquem a bioclimatologia e modelos de bem-estar como os “Cinco Domínios”, é a única via para garantir a sustentabilidade econômica e ética da suinocultura. O setor deve absorver essas evidências científicas e investir em inovações no manejo, assegurando que o alto potencial genético dos plantéis modernos possa ser expresso sem o ônus do sofrimento fisiológico.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P. I. S. Avaliação ambiental e de bem-estar da criação de suínos em sistemas de cama sobreposta e convencional. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- ARAÚJO, R. G. R.; GUIMARÃES, T. P.; GOMES, M. R. Influência dos fatores climáticos sobre o desempenho, qualidade de carcaça e carne de suínos: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e10711326327, 2022.
- BRAGA, J. D. S. *et al.* O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2, 2018.
- FURTADO, M. O. B.; MACHADO, L. C. Estudo de caso sobre a bioclimatologia e ambiência do setor de suinocultura de uma instituição de ensino federal. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 5, p. e12212541518, 2023.
- GERONA, L. N. Levantamento de publicações científicas sobre a gestão ambiental na suinocultura, através do uso de biodigestor. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 13, n. 1, p. e8803, 2024.
- MACHADO, F. F. S. Avaliação do ambiente térmico do setor produtivo de suinocultura da

Universidade Federal Rural da Amazônia Campus Belém-PA. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023.

MESQUITA, P. C. R. Desempenho de suínos alimentados com farinha de resíduos de tabaqui (*Colossoma macropomum*). 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2023.

SANTOS, I. S. dos *et al.* Bem-estar de leitões confinados em cama sobreposta na região Amazônica. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 7, n. 2, 2024.

STOLTE, C.; GARCIA, R. G.; CASTRO BURBARELLI, M. F. O impacto do enriquecimento ambiental no bem-estar animal na suinocultura. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 7, n. 1, 2024.

TEIXEIRA, M. M. C. Agronegócio e meio ambiente: suinocultura sustentável em Rio Verde. 2020. Dissertação (Graduação em Ciências Econômicas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2020.

VIVEIROS, K. K. de S. Ambiência e manejo de espera pré-abate de suínos em condições de clima tropical: influência nos indicadores termofisiológicos e de qualidade da carne. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.