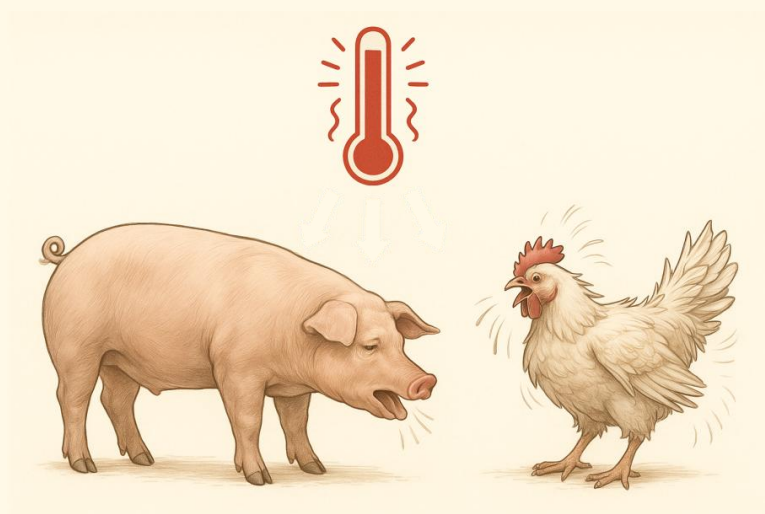


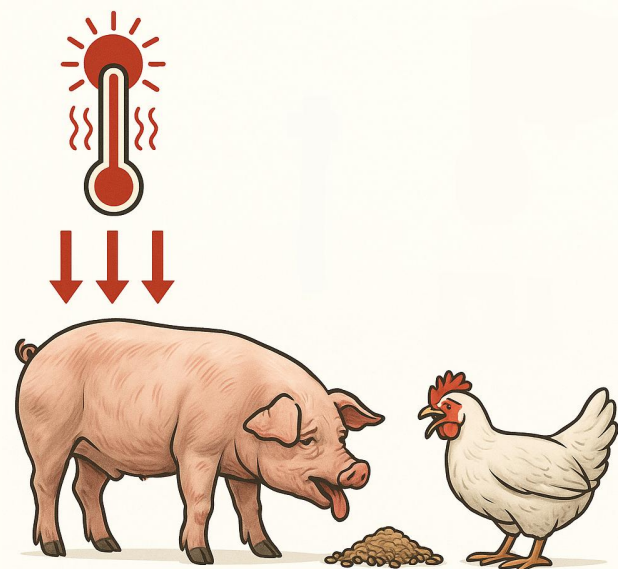
Mecanismos fisiológicos e metabólicos de adaptação ao estresse por calor



Prof.: Dr. Marcos H. Soares
Metabolismo e Nutrição de Não Ruminantes

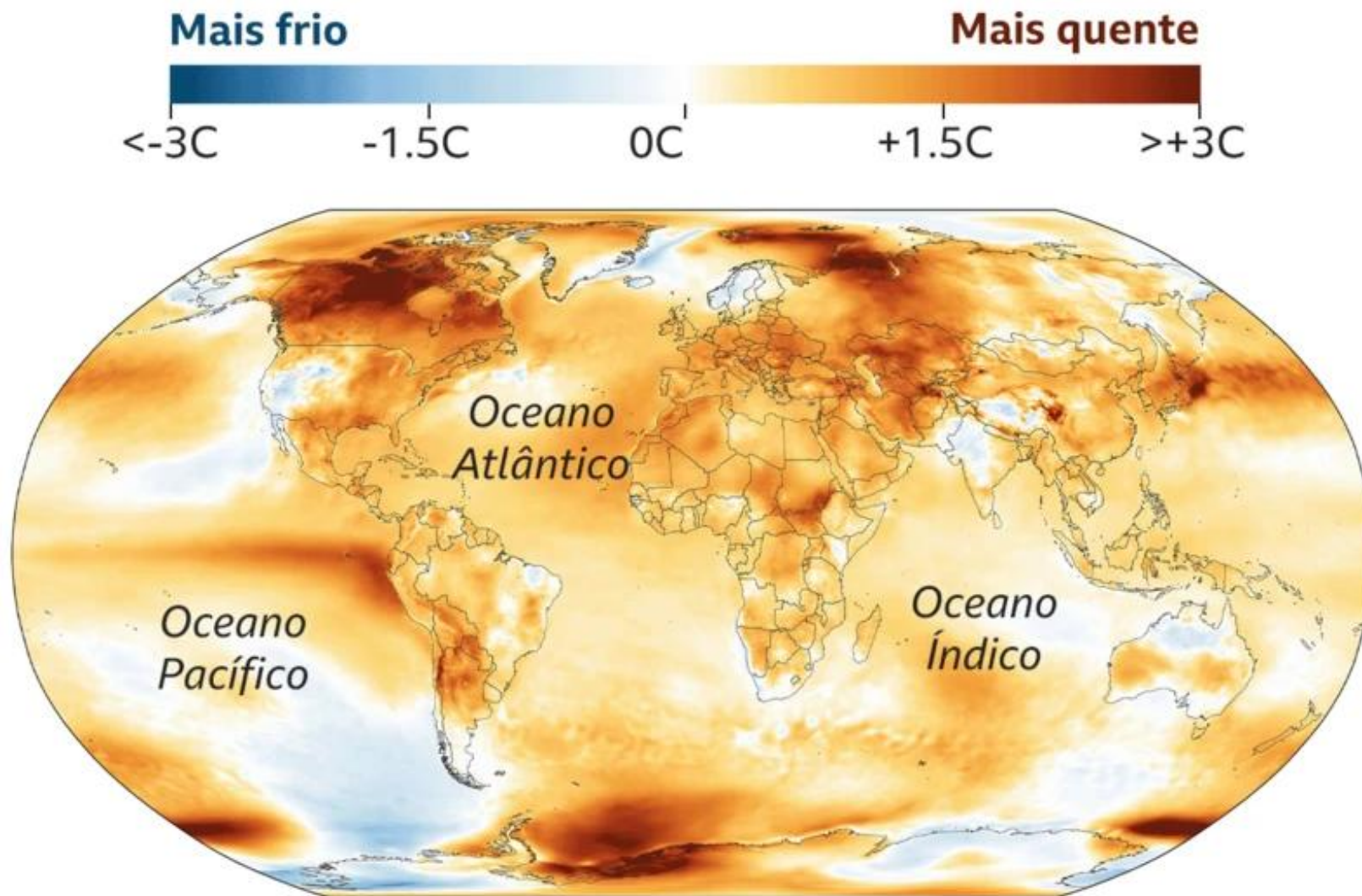
Marcos H. Soares¹, Rafaela J. S. F. Ribeiro², Henrique C. Lobato², Itallo C. S. Araújo¹
UFMG – Departamento de Zootecnia¹
UFMG – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia²

A temperatura ambiente é o elemento climático que mais influencia as variáveis fisiológicas e metabólicas de aves e suínos



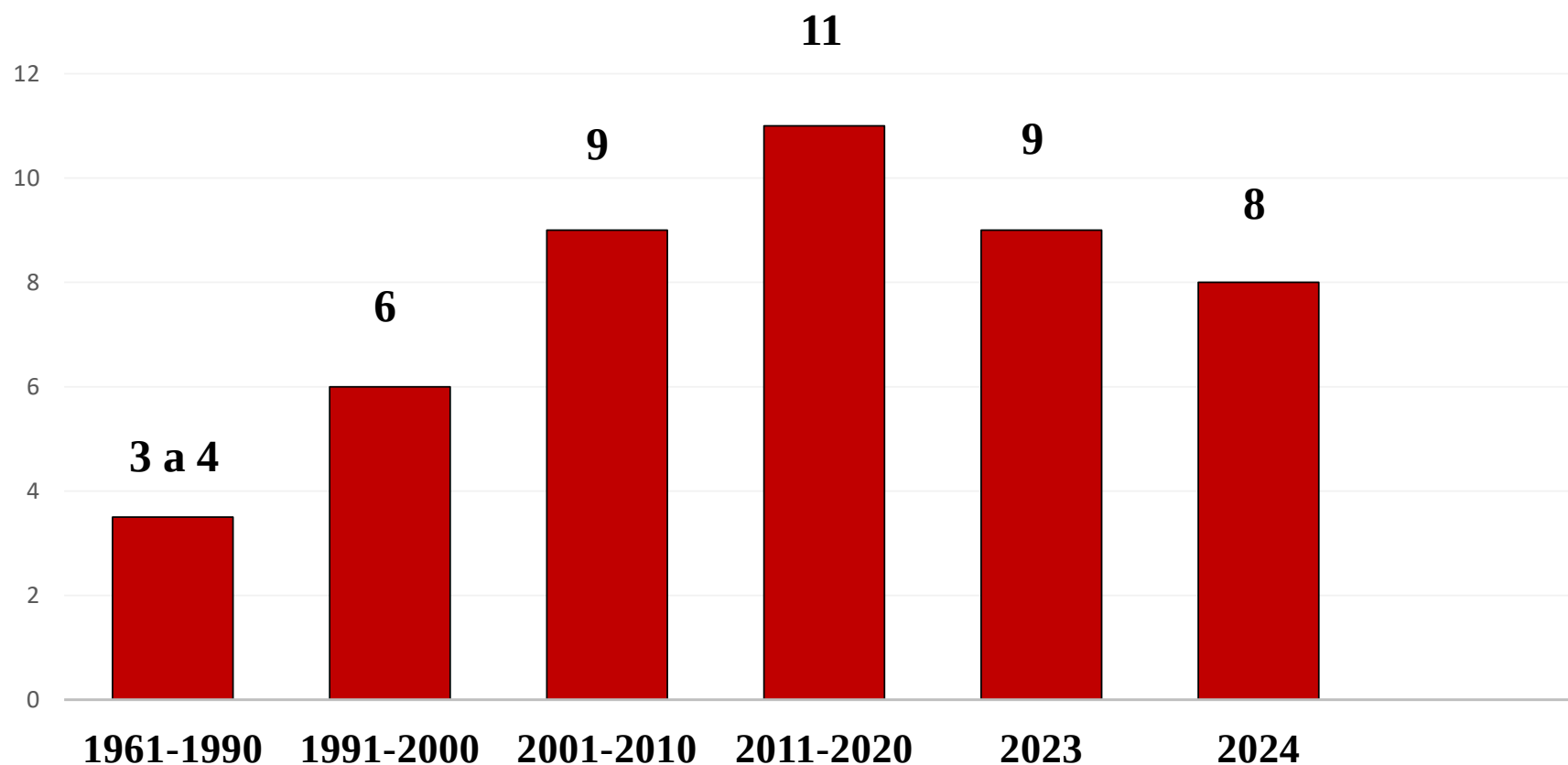
- ✗ Sudorese
- ↑ Espessura de toucinho
- ↑ Densidade de penas

Temperatura média do ar na superfície em 2023 comparada com 1991-2020



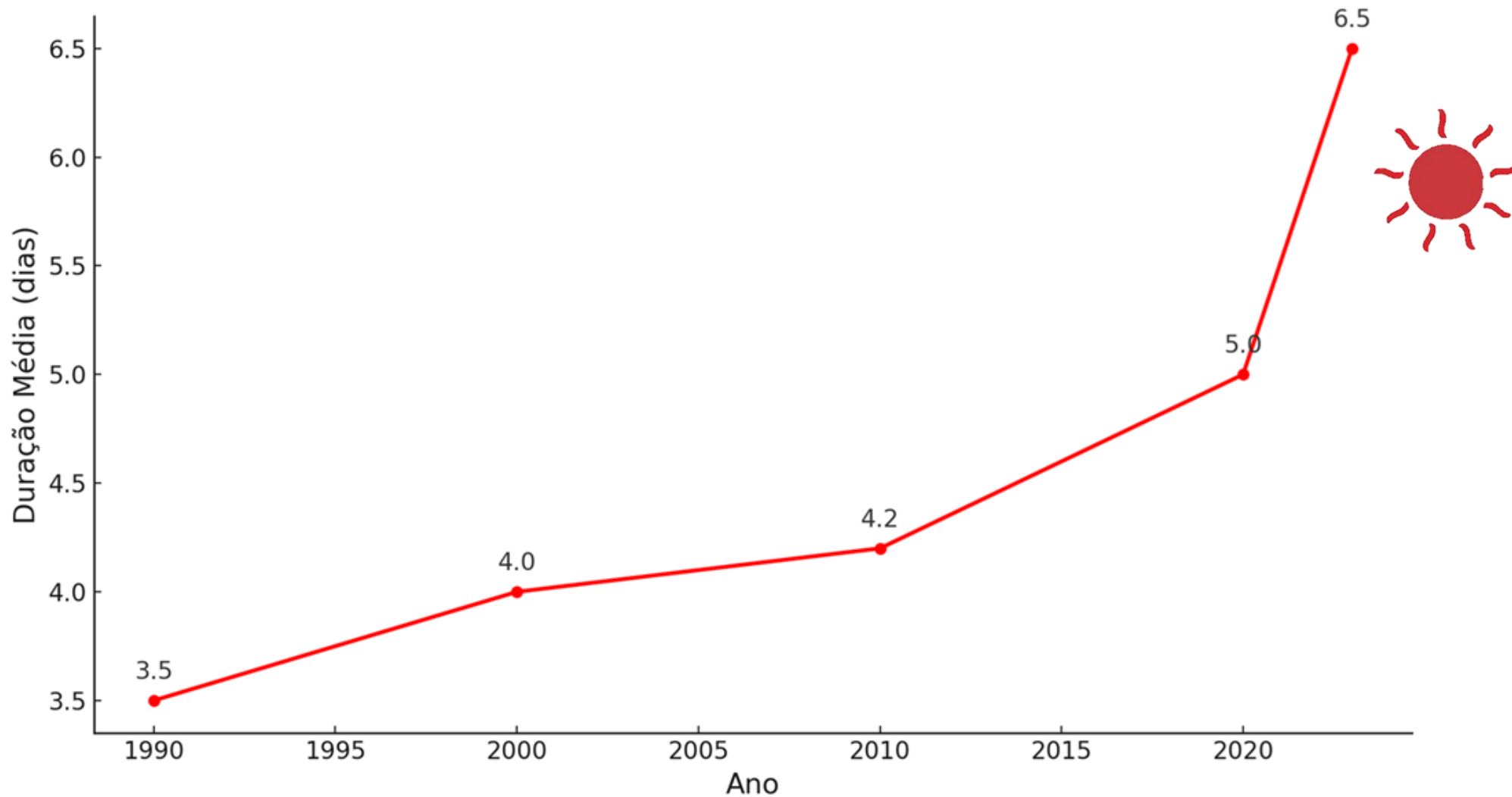
ERA5 – Reanálise Climática Global (C3S/ECMWF, 2017–2023)

Média de episódios de ondas de calor/ano no Brasil



Adaptado de Inmet & Inpe (Gov.br, 2025; Sagres Online, 2024)

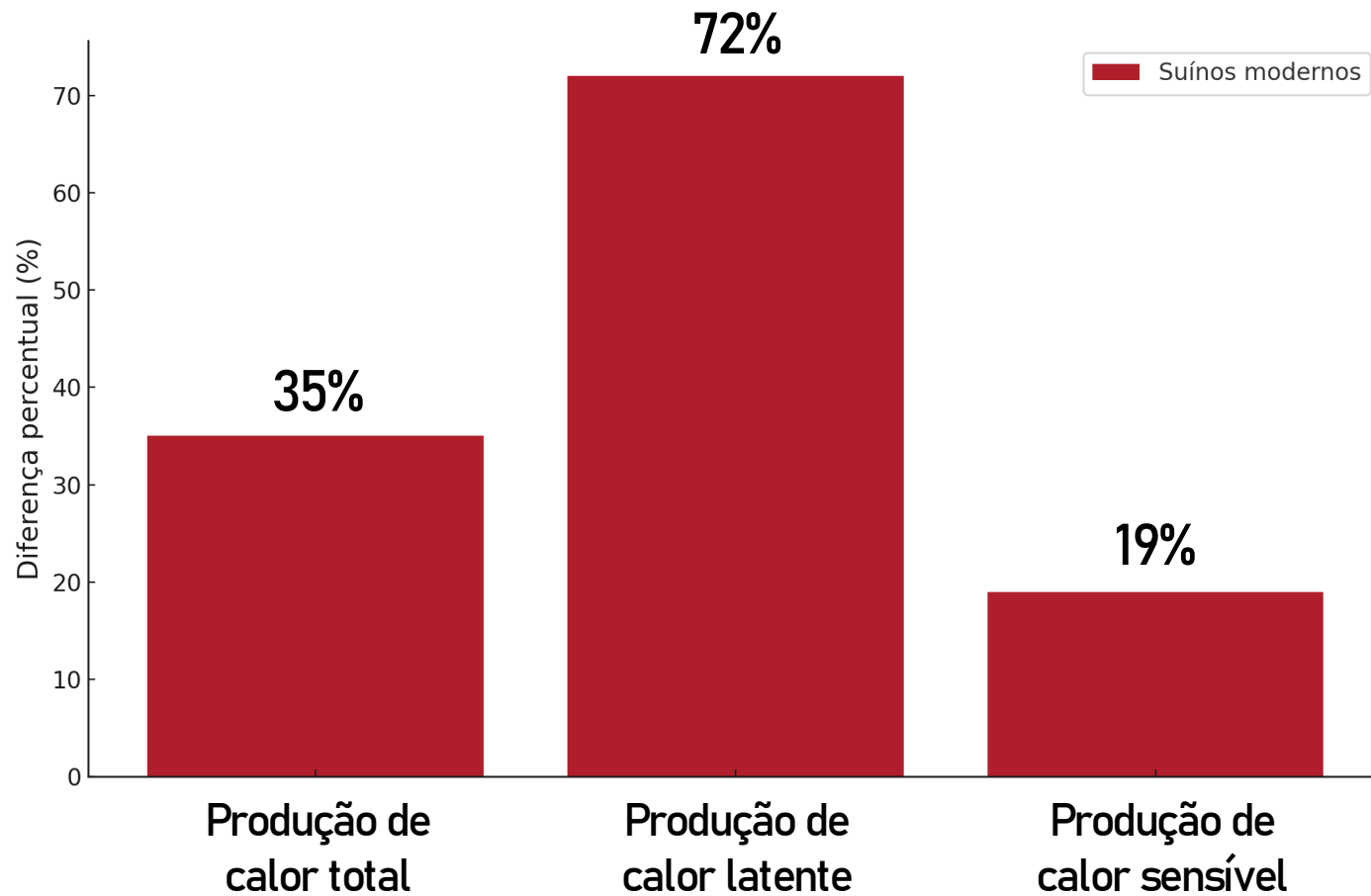
Aumento da duração média das ondas de calor no Brasil



Estimativas baseadas em dados públicos do ERA5 (C3S/ECMWF), Revista Pesquisa FAPESP (2023)

Aves e suínos modernos tem maior produção de calor metabólico

Comparação da produção de calor - Suínos modernos vs ASABE (1980 20°C UR: 50–60%)



(Stinn, H. Xin, 2014)

Aumento das ondas de calor + Aumento da produção de calor metabólico



Aves e suínos **mais** sensíveis ao estresse por calor



O que acontece em uma situação de estresse por calor agudo?

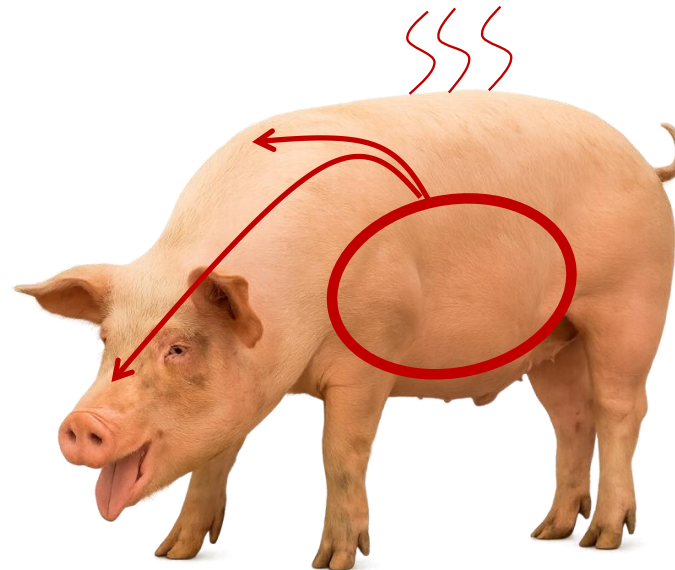
↑ Temperatura cutânea

↓ Consumo de ração

↓ Atividade

↓ Hormônio T3

↓ Desempenho produtivo



↑ Consumo de água

↑ Vasodilatação periférica

↓ ↑ Trocas sensíveis
(Convecção, condução e radiação)

↑ Frequência respiratória

Estresse por calor

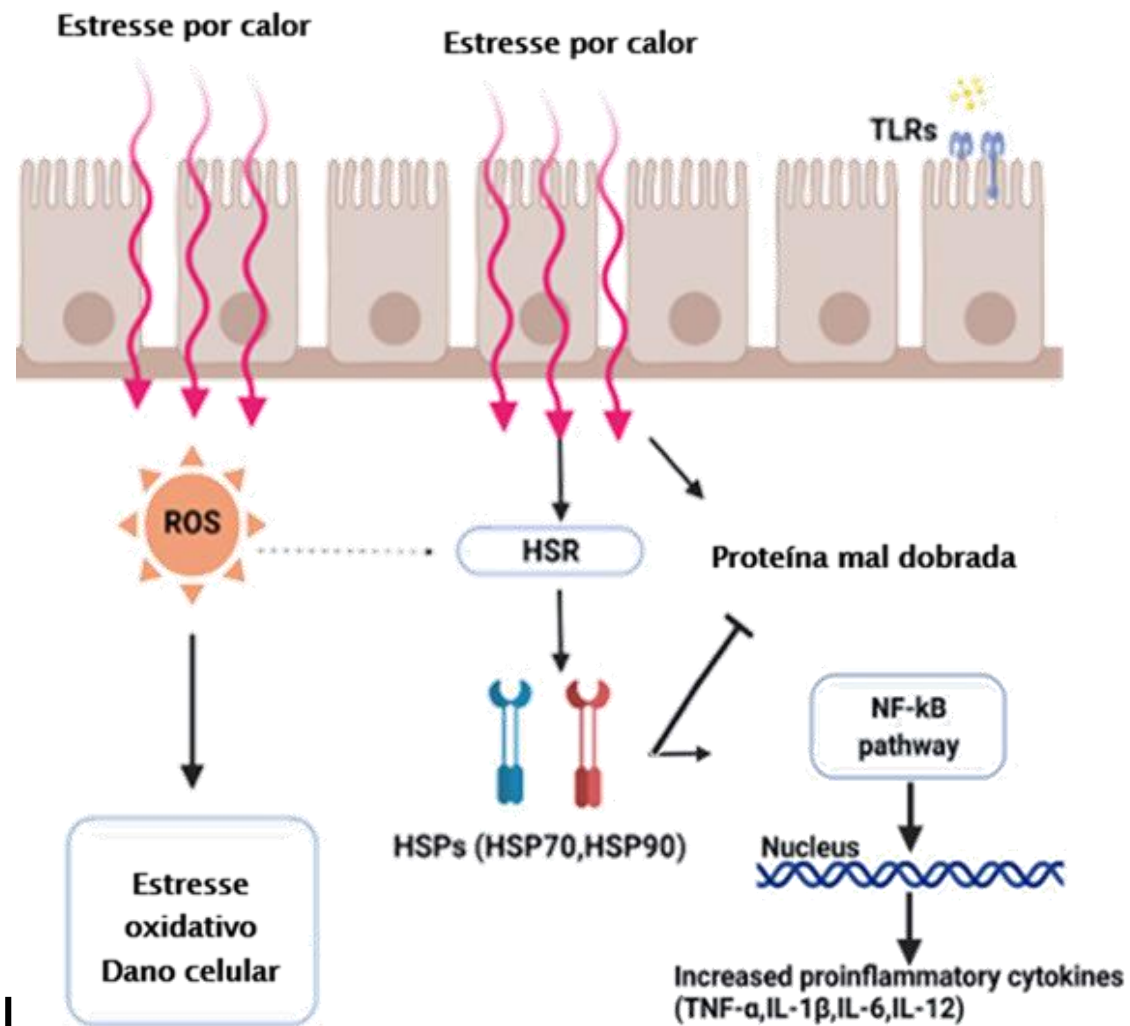
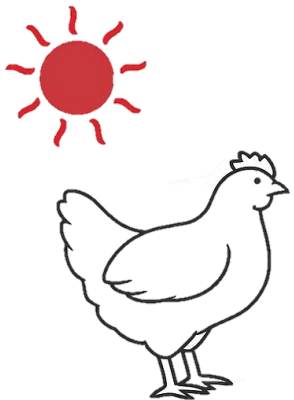
Resposta
termorregulatória

↑ Vasodilatação
periférica

↓ Fluxo sanguíneo
intestinal

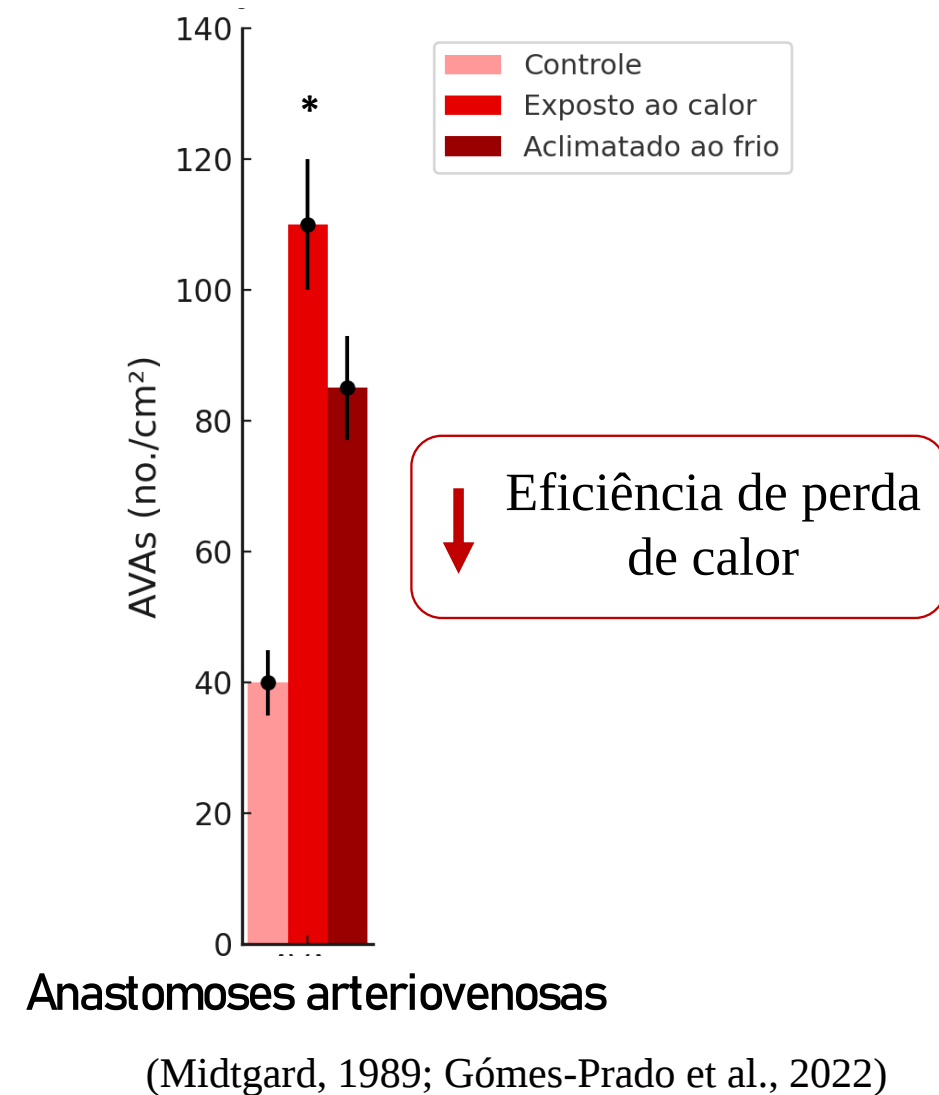
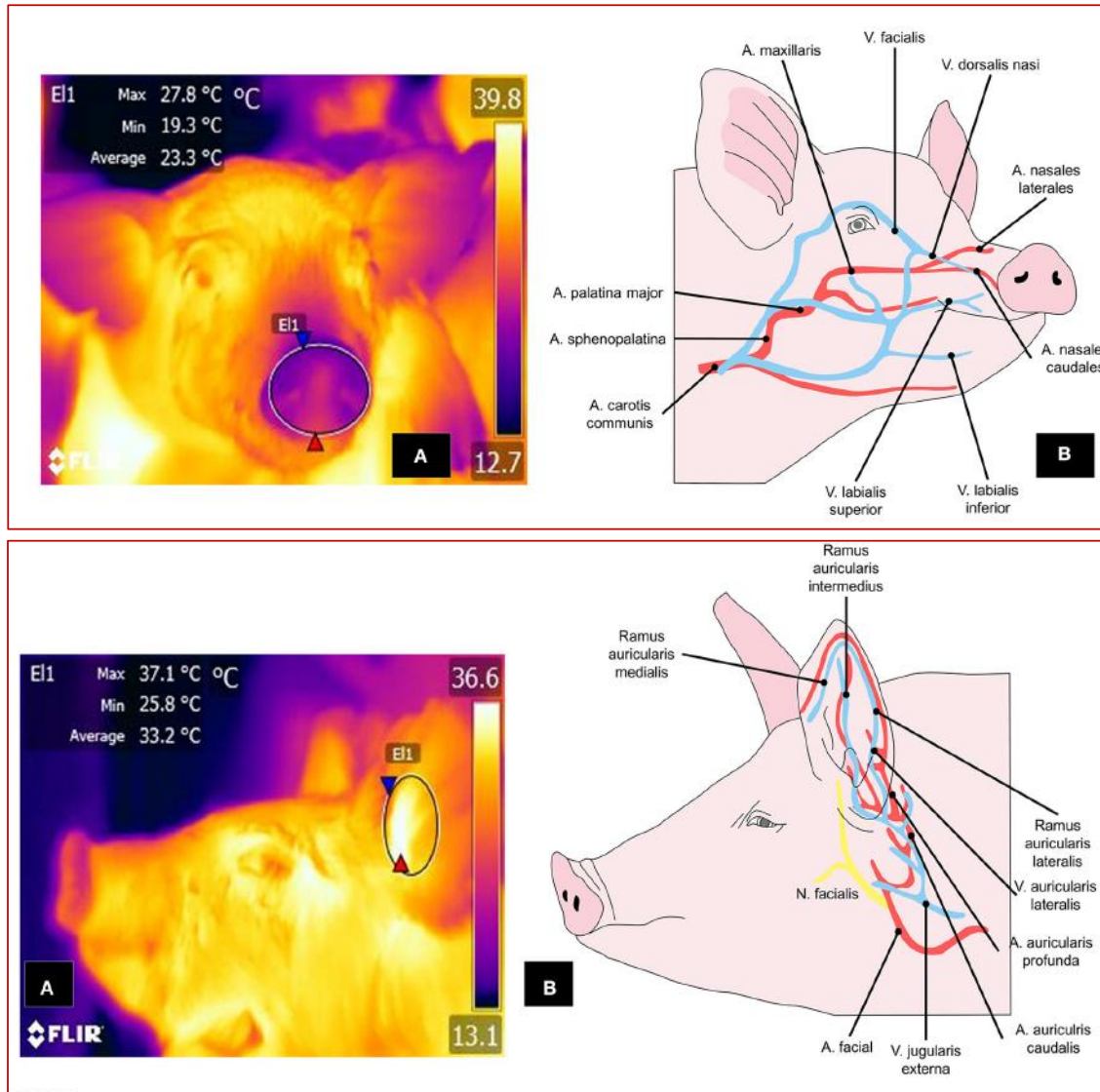
Hipoxia intestinal

↓ Integridade intestinal



(Cantet et al., 2021)

A eficiência de transferência de calor por vasodilatação periférica é eficiente por período prolongado?



(Midtgard, 1989; Gómes-Prado et al., 2022)

Estresse por calor agudo

Calor intenso e UR% alta



- ↓ Troca de calor sensível
- ↓ Troca de calor latente
- ↑ Produção de calor metabólico
- ↑ Incidência de morte

The background image shows a pig in a metal cage. In the foreground, a wooden thermometer is visible, showing temperature scales in both Celsius and Fahrenheit. The Celsius scale ranges from -20 to 50, and the Fahrenheit scale ranges from 0 to 120. The red liquid in the thermometer is at approximately 38°C (100°F).

Como os animais se adaptam ao estresse?

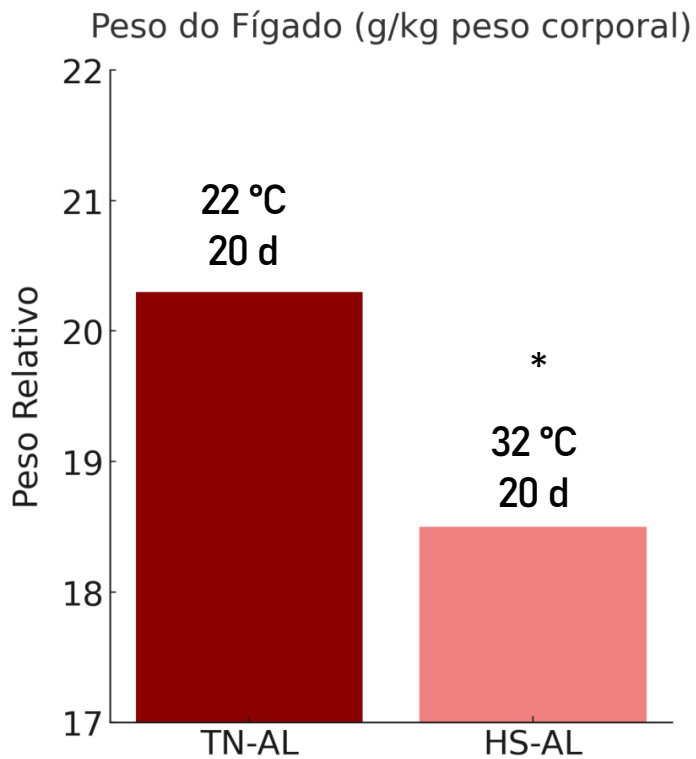
Respostas a longo prazo (Mín. 2 a 3 dias)

Eficiência de termólise

Redução da produção de calor metabólico

(Cui et al., 2016; Lian et al., 2020; Oliveira et al., 2024; Apalowo et al., 2024)

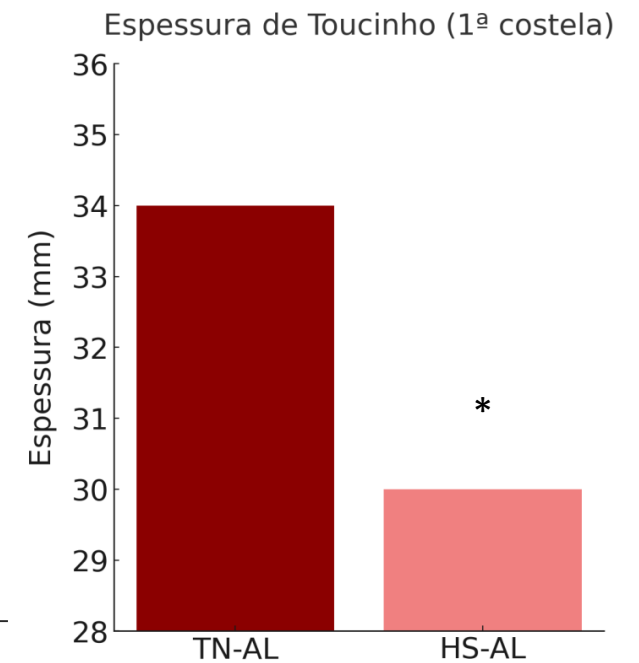
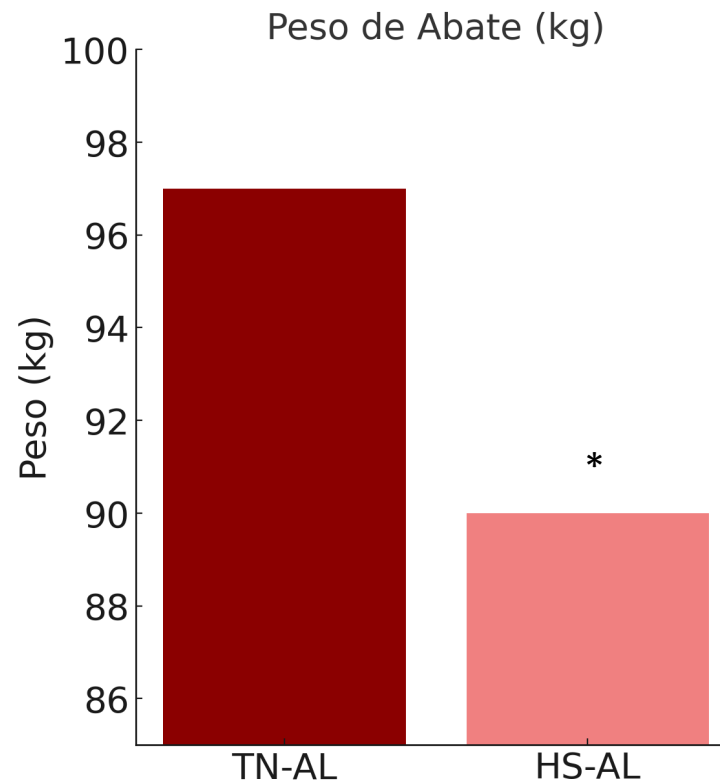
Redução da termogênese



Redução de tamanho de órgãos

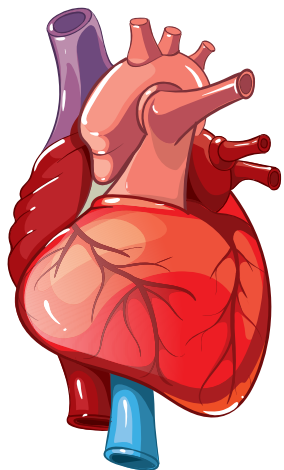
Redução de síntese proteica

Redução do desempenho

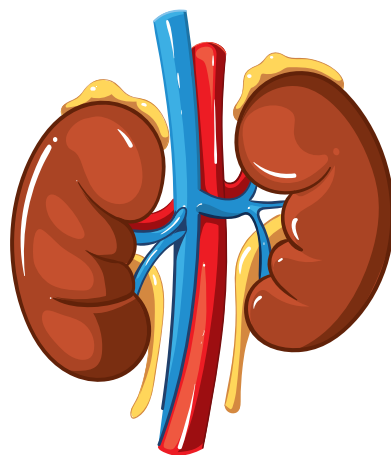


(Serviento et al., 2020)

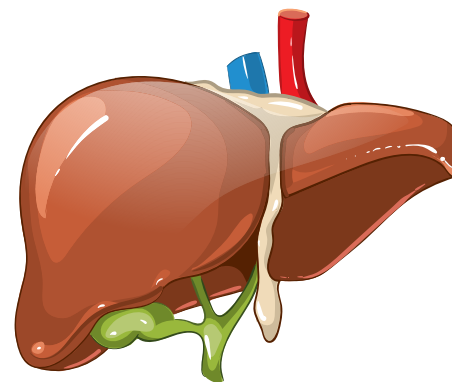
Redução de peso de órgão em suínos em estresse por calor crônico



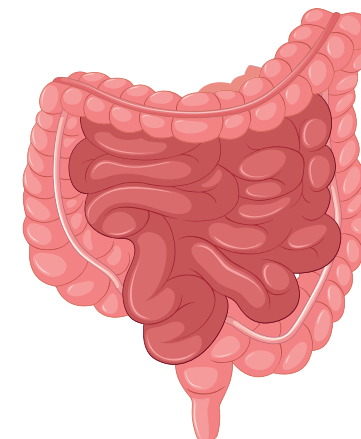
-7,4%



-11,3%

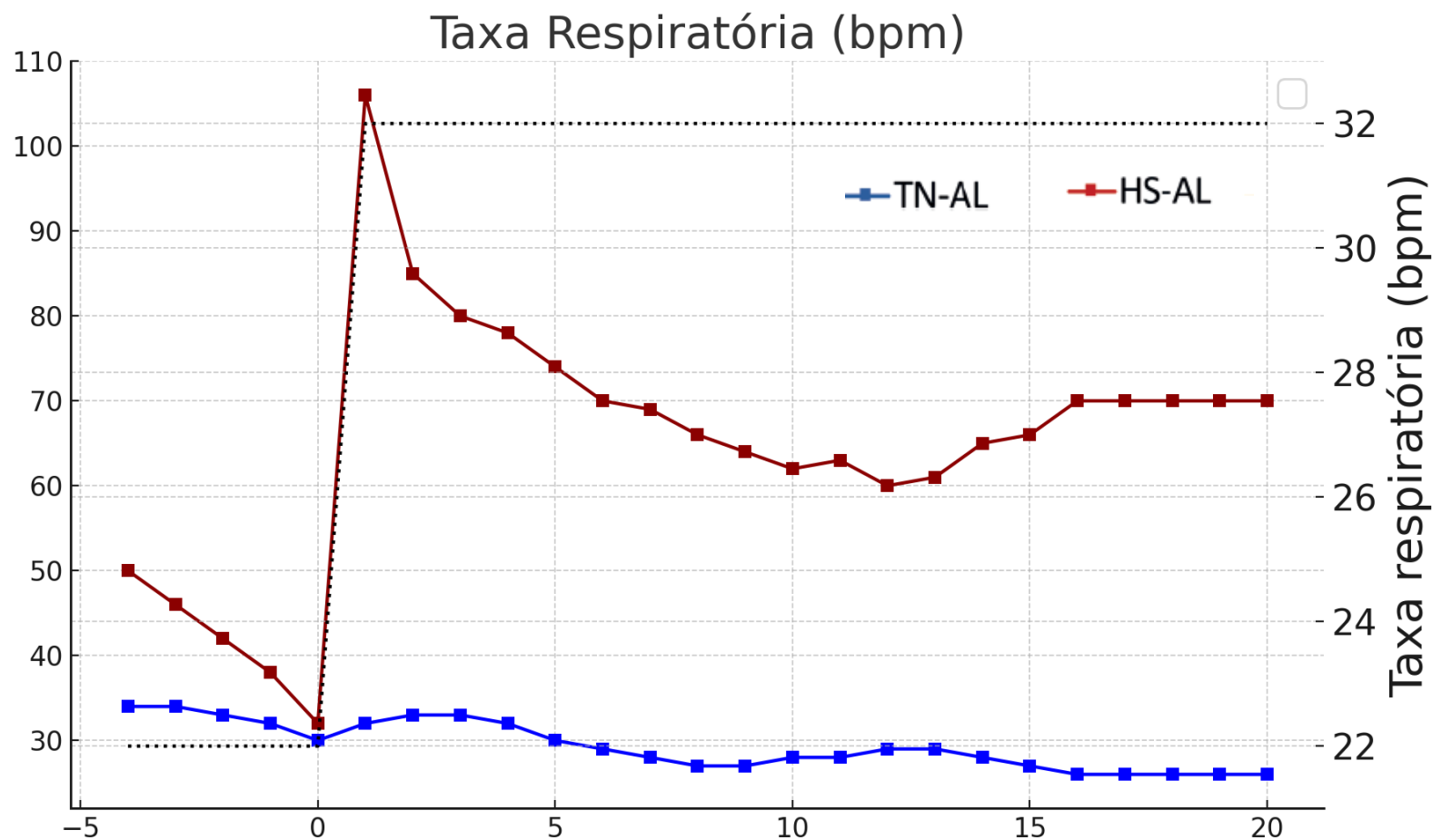


-7,0%



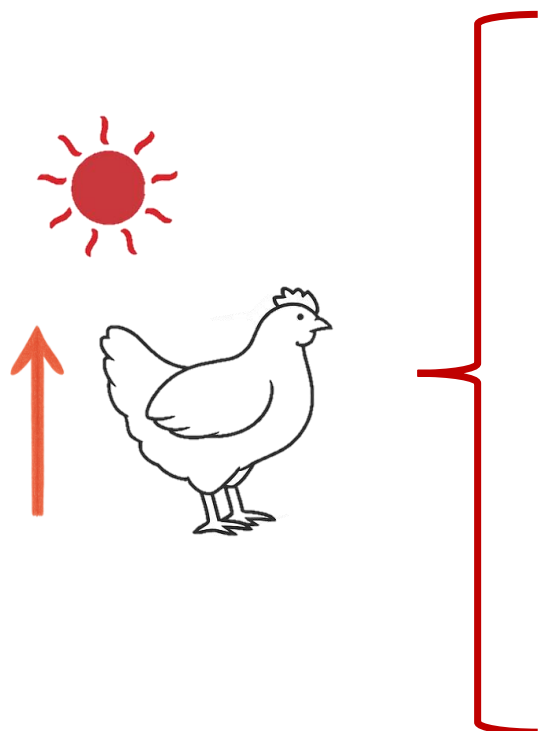
-8,3%

(Oliveira et al., 2024)



(Serviento et al., 2020)

Estresse por calor crônico

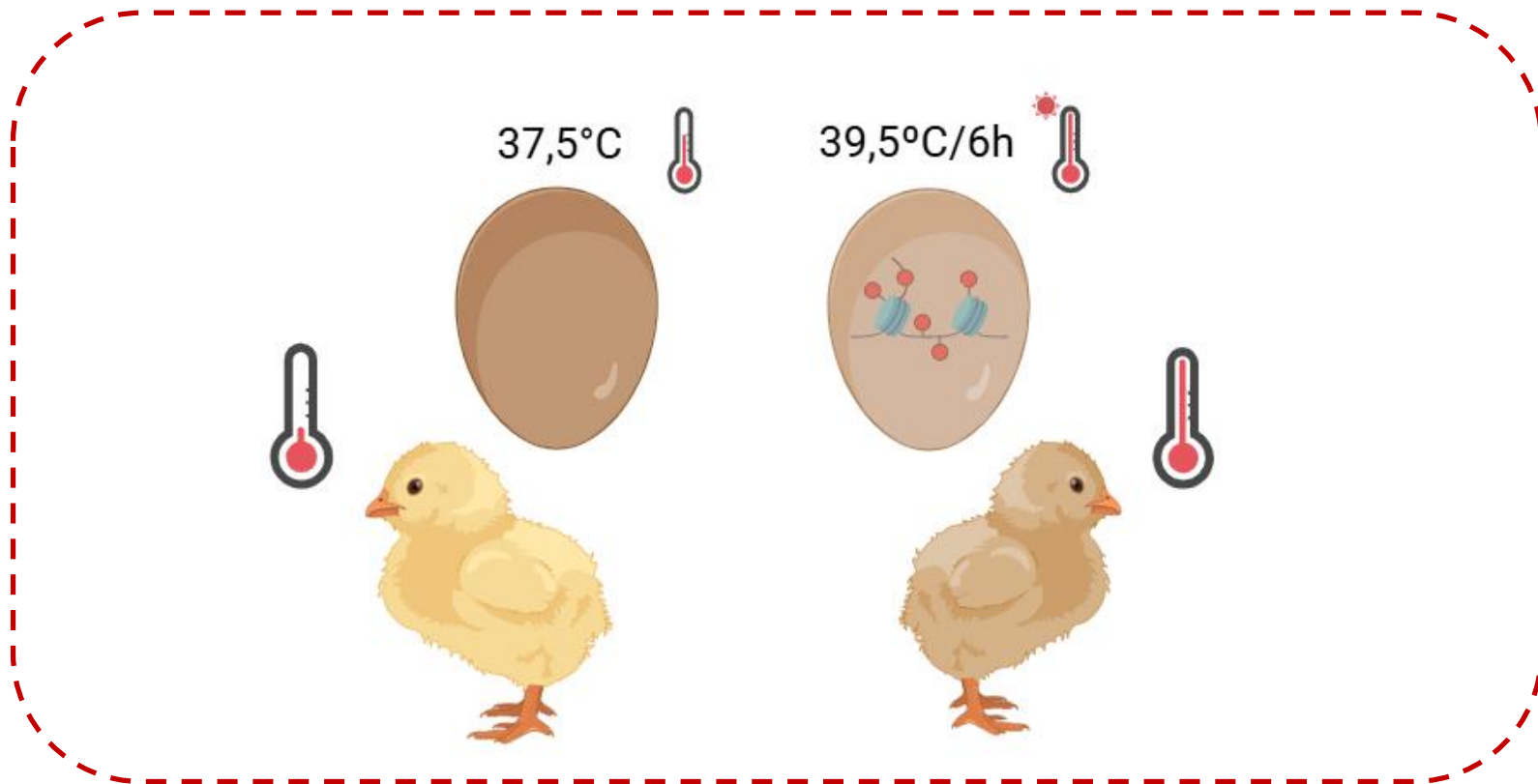


- ↓ Consumo de ração
- ↓ Integridade intestinal
- ↑ Inflamação
- ↓ Desempenho



(Cui et al., 2016; Lian et al., 2020; Oliveira et al., 2024; Apalowo et al., 2024)

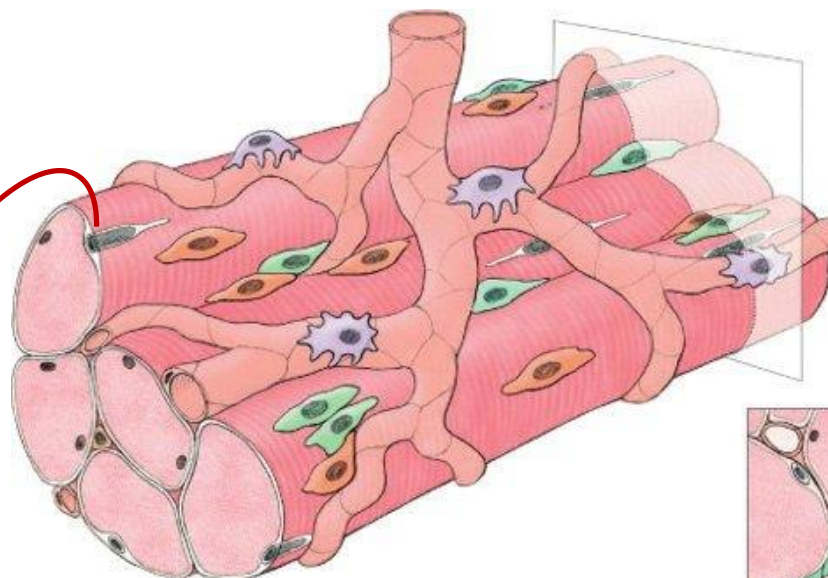
Termo manipulação na incubação como estratégia para aumentar a resiliência do animal ao estresse por calor



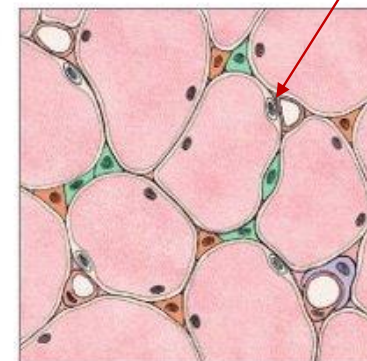
Modular a velocidade de **fusão** de células satélites nas fibras musculares

Células satélites

Localizada entre o sarcolema e a lâmina basal

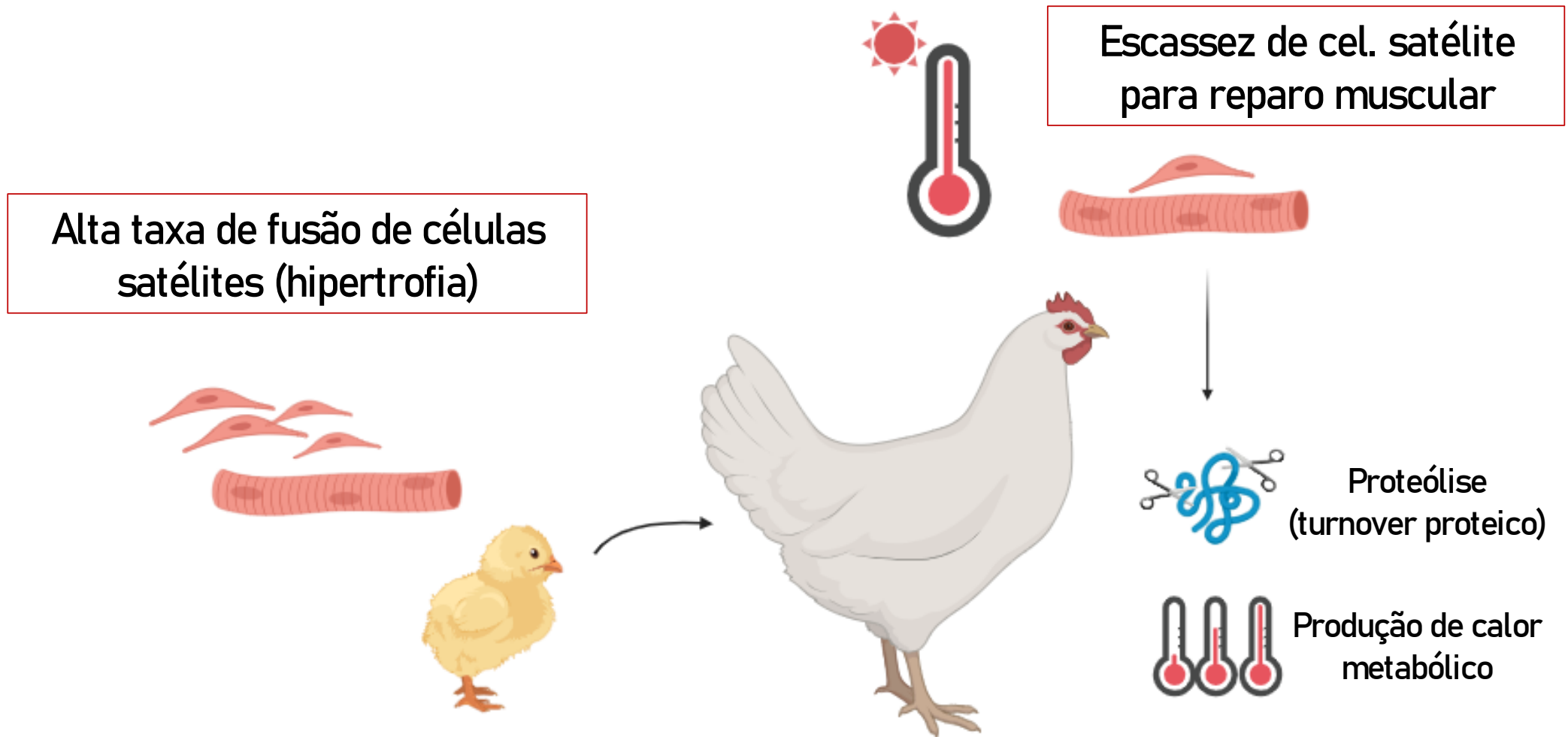


As células satélites são essenciais para a regeneração e manutenção do músculo esquelético

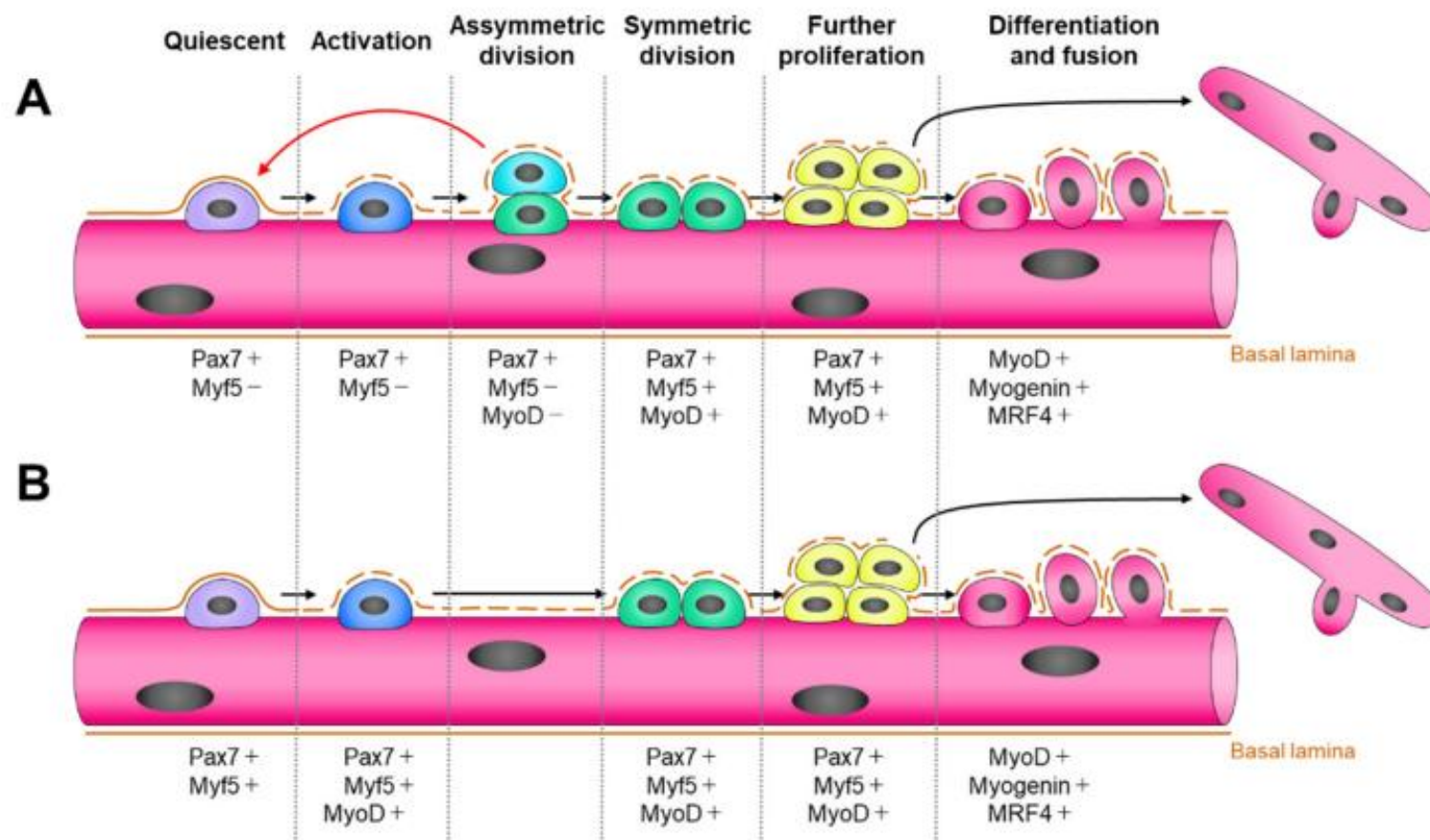


(Pannerec et al., 2012)

Dinâmica de fusão de cel. satélites em aves



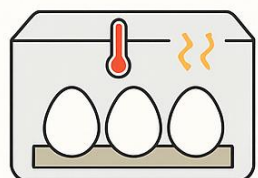
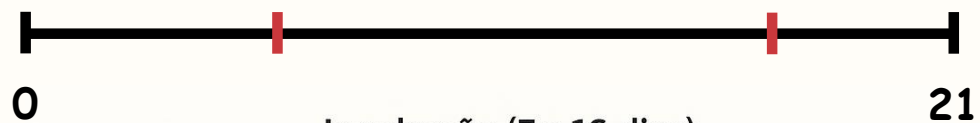
(Velleman et al., 2022, 2023)



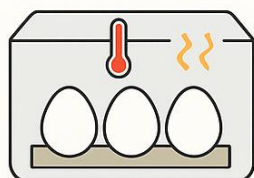
↓ MyoD não iniciaram diferenciação

↑ MyoD comprometida a miogênese

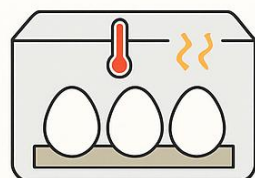
(Shirakawa et al., 2022)



37,5 °C
Controle



39,5 °C
por 6 horas



39,5 °C
por 12 horas



Após o 21º dia
de vida



Estresse por calor cíclico
(32 °C, 8 h diárias)

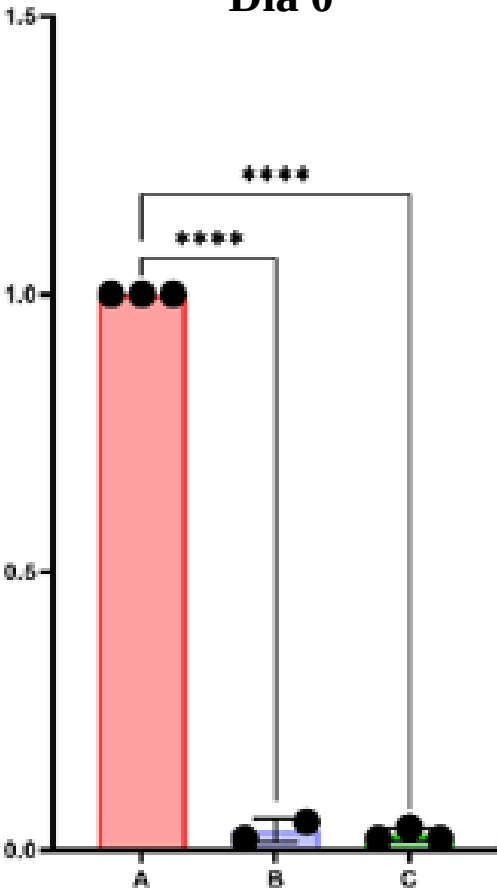
Lobato, 2025 (dados não publicado)



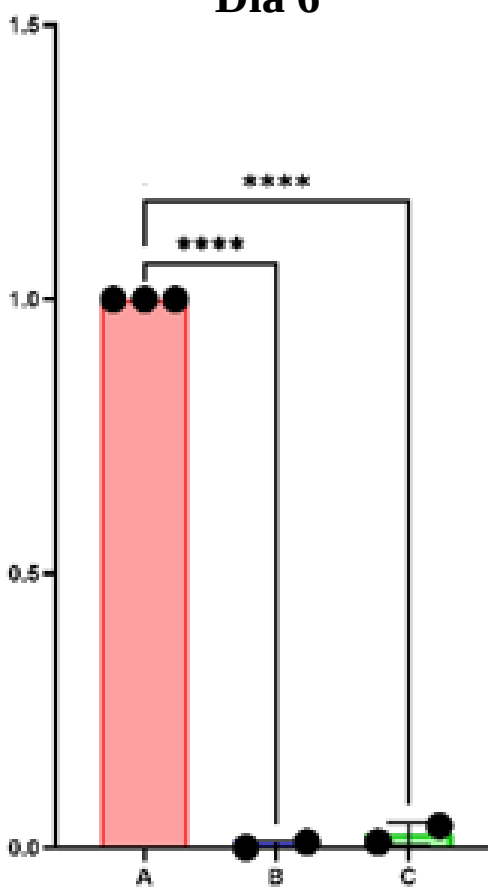
Expressão do mRNA do MyoD no peito de frangos antes e durante o estresse por calor

A:37,5°C
B: 39,5/6h
C:39,5/12h

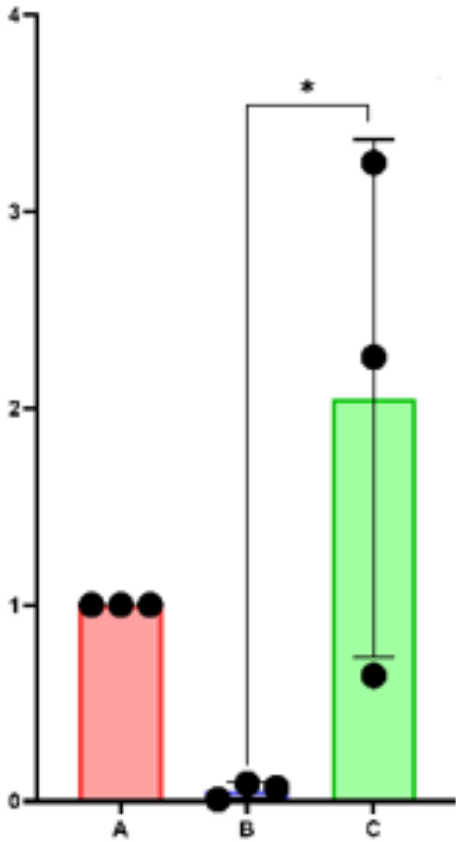
Dia 0



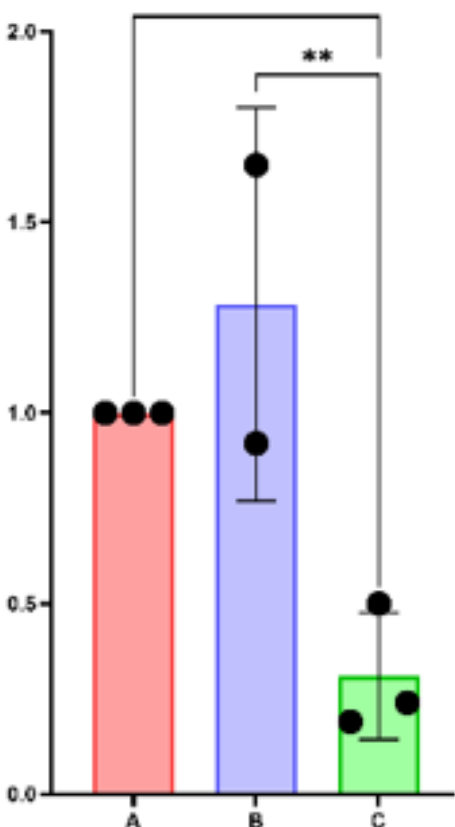
Dia 6



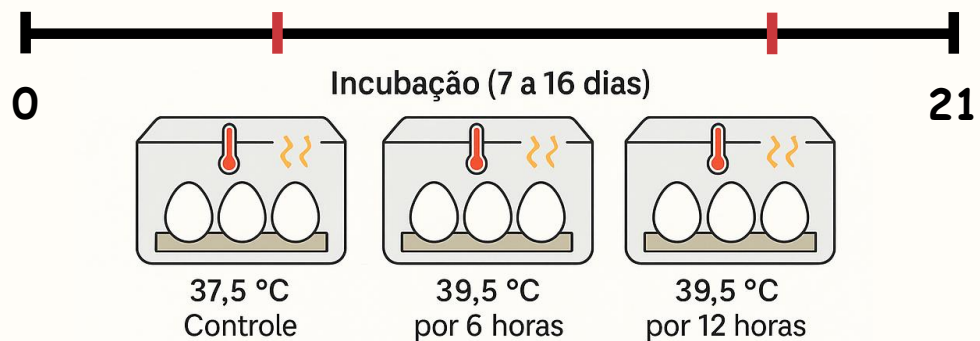
Dia 21



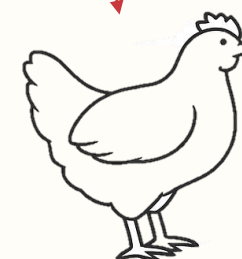
Dia 35



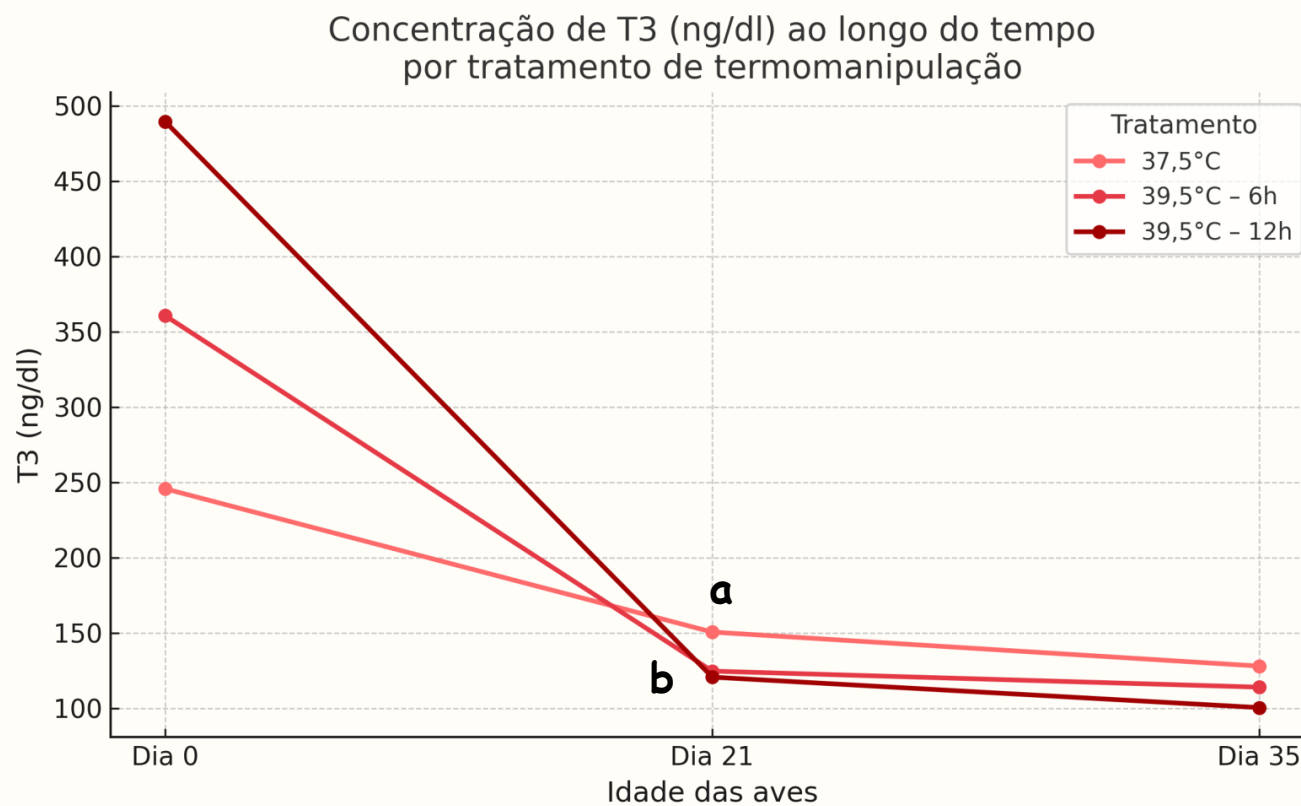
Lobato, 2025 (dados não publicados)



Após o 21º dia de vida

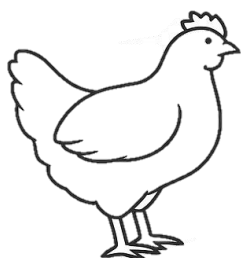


Estresse por calor cíclico
(32 °C, 8 h diárias)

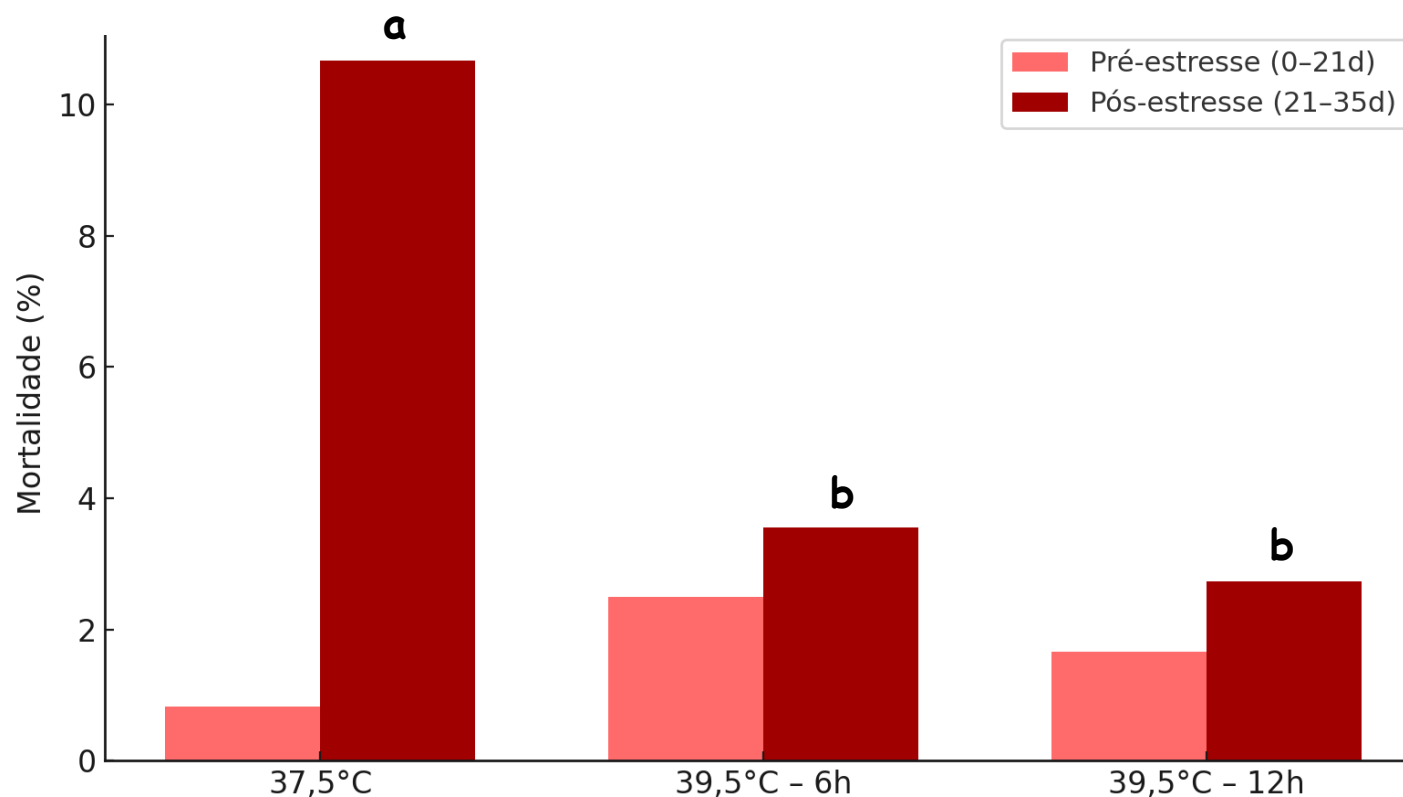


Lobato, 2025 (dados não publicado)

Mortalidade de frangos de corte pré e após exposição ao estresse por calor



Estresse por calor cíclico
(32 °C, 8 h diárias)



Lobato, 2025 (dados não publicado)

Efeito da termomanipulação no desempenho de frangos de corte 1 a 35 dias

Desempenho 1 a 35 dias

Itens	37,5°	39,5°/6h	39,5°/12h	P-valor
Peso médio (g)	2370,08b	2432,01a	2171,10b	<0,001
Ganho de peso (g)	2246,92a	2379,87a	2127,96b	<0,05
Consumo de ração (g)	3222,13	3287,68	3073,86	0,17
Conversão alimentar	1,43b	1,32c	1,43b	<0,01

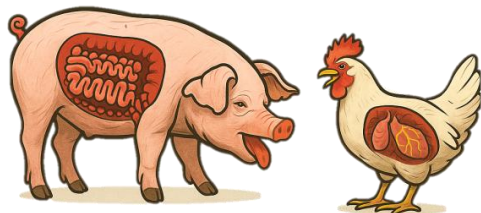
Lobato, 2025 (dados não publicado)

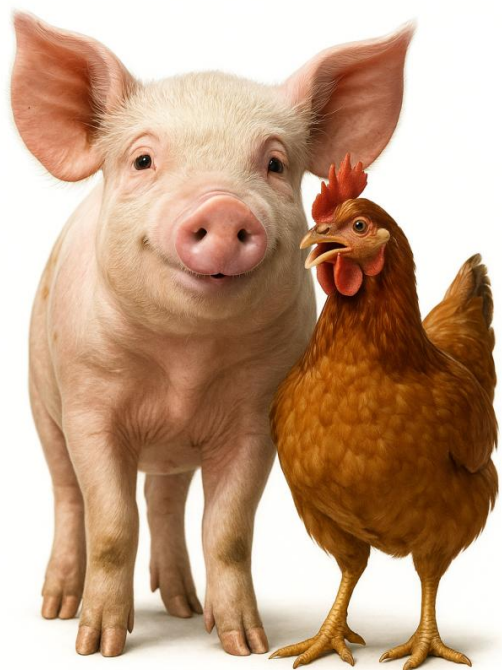
Considerações finais

- O estresse por calor é o **principal desafio ambiental** na produção moderna de aves e suínos.
- O maior número e duração das ondas de calor, aliado à alta taxa metabólica dos genótipos atuais, **aumenta a vulnerabilidade térmica** desses animais.

Considerações finais

- Mesmo com ajustes fisiológicos e metabólicos, o **desempenho produtivo é comprometido** sob estresse por calor.
- **Mitigar os efeitos térmicos e aumentar a resiliência** dos animais são ações essenciais para uma produção eficiente e adaptada às mudanças climáticas.





Obrigado!

✉ marcossoares@ufmg.br



Escola de Veterinária
UFMG

