



## **HIPOTERMIA PERIOPERATÓRIA EM NEONATOS DE PEQUENOS ANIMAIS: MECANISMOS, FATORES DE RISCO E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO**

*Maria Geovana Nascimento Faustino dos SANTOS<sup>1</sup>; Orniellen do Amaral Simão de CASTILHO<sup>2</sup>;  
Juliana Pelozzo OLIVEIRA<sup>2</sup>; Natália de Albuquerque PAES<sup>2</sup>; Camila Medeiros Costa GOMES<sup>2</sup>,  
Mirian Mendes BARBOSA<sup>3</sup>.*

*1 – Graduanda do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.*

*2 – Graduando do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.*

*3 – Médica Veterinária Residente em Anestesiologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.*

*mariageovana.santos@ufrpe.br*

### **RESUMO**

A termorregulação é fundamental para a adaptação e sobrevivência dos animais no ambiente em que estão inseridos. No entanto, durante procedimentos anestésicos, esses mecanismos podem ser comprometidos, o que torna esses indivíduos suscetíveis à hipotermia. Em neonatos, essa condição promove uma série de agravos à condição clínica do paciente. Por isso, é crucial compreender os mecanismos relacionados à hipotermia, bem como os fatores de risco associados aos neonatos e suas estratégias de prevenção.

**Palavras-chave:** Anestesia veterinária; Arrefecimento corporal; Paciente neonatal.

### **INTRODUÇÃO**

A termorregulação é definida como a capacidade de manutenção da temperatura corporal por meio do equilíbrio entre a produção e a perda de calor. A hipotermia corresponde à redução da temperatura corporal abaixo dos valores fisiológicos, podendo ser classificada em leve, moderada ou grave. Animais homeotérmicos possuem mecanismos fisiológicos que permitem o controle da temperatura corporal, envolvendo respostas autonômicas e comportamentais. Os termorreceptores detectam variações térmicas e transmitem essas informações à medula espinhal, que as encaminha ao hipotálamo. Após o processamento, respostas de defesa contra o frio são acionadas, resultando em alterações autonômicas, somáticas, motoras, endócrinas e comportamentais (Rojas *et al.*, 2024).

No entanto, no período intraoperatório esses mecanismos podem ser comprometidos, tornando os pacientes mais suscetíveis à hipotermia. Em cirurgias digestivas, a incidência de hipotermia pode atingir até 83,3% dos neonatos humanos, evidenciando a intensa vulnerabilidade desse grupo e a importância do controle térmico adequado durante procedimentos cirúrgicos (Rauch *et al.*, 2021). Os estudos atuais em medicina veterinária neste âmbito ainda são escassos e apresentam muitas limitações (Aarnes *et al.*, 2017).

O objetivo desta revisão de literatura é compreender as principais complicações decorrentes da hipotermia perioperatória em neonatos, além de identificar os fatores de risco associados a essa população e discutir estratégias para sua prevenção.

## **METODOLOGIA**

A presente revisão de literatura foi conduzida por meio da busca de publicações científicas nas bases de dados *PubMed* e *ScienceDirect*. Na busca, foram incluídos artigos originais, revisões de literatura, revisões sistemáticas e relatos de caso com texto completo disponível, que discorrem sobre a hipotermia de forma geral e a hipotermia perioperatória, com ênfase no procedimento anestésico. Foram abrangidos estudos publicados no período de 2010 a 2026 e que apresentassem relevância direta ao tema proposto, incluindo aspectos relacionados aos mecanismos fisiológicos da hipotermia, fatores de risco e estratégias de prevenção e manejo. Foram excluídas publicações sem acesso ao texto completo e estudos que não apresentassem relação com o tema da revisão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As respostas autonômicas desencadeadas frente à redução da temperatura corporal incluem a vasoconstrição periférica, com o objetivo de minimizar a perda de calor, e a ativação do tecido adiposo marrom para a produção de calor. Outras respostas envolvem a liberação de hormônios tireoidianos e os tremores. Embora este último seja um mecanismo eficiente para a geração de calor, apresenta elevado custo energético, o que representa um desafio significativo para neonatos, uma vez que esses animais possuem reservas energéticas limitadas. Além das respostas fisiológicas, ocorrem adaptações comportamentais, como aumento do tempo em decúbito ou em estação, maior frequência

de alimentação, comportamento de agrupamento, se movimentar rapidamente e buscar um local quente e seco (Rojas *et al.*, 2024; Rauch *et al.*, 2021).

Deve-se considerar que neonatos apresentam imaturidade do sistema termorregulatório, o que os torna mais suscetíveis à perda de calor. Em suínos, por exemplo, o estresse por frio é reconhecido como uma das principais causas de morbidade e mortalidade neonatal. Esse quadro está relacionado, principalmente, à brusca transição do ambiente intrauterino para o meio externo, além de características que dificultam a conservação do calor, como a reduzida quantidade de gordura subcutânea e a pelagem pouco densa (Carroll *et al.*, 2012).

Nesse cenário, durante o período intraoperatório, essa suscetibilidade é ainda mais acentuada, uma vez que mecanismos fisiológicos de termorregulação encontram-se deprimidos pela ação dos anestésicos. A hipotermia perioperatória pode expor os pacientes a diversas complicações, incluindo acidose, desequilíbrio no consumo de oxigênio, recuperação anestésica prolongada, coagulopatias, infecções da ferida cirúrgica, hemorragias, náuseas, vômitos e dor (Zhang *et al.*, 2022; Zhao *et al.*, 2023). Em neonatos, além dos efeitos já mencionados, a hipotermia pode induzir o aumento do metabolismo basal e a redução da síntese de surfactante pulmonar. Esses fatores contribuem para o desenvolvimento de hipertensão pulmonar, hipóxia tecidual, hipotensão arterial, acidose metabólica decorrente de hipoperfusão e hipoglicemia (Zhao *et al.*, 2023).

Os anestésicos gerais promovem depressão do sistema termorregulador, reduzindo os limiares para vasoconstrição e tremores. Fármacos como benzodiazepínicos e opioides podem induzir diminuição da temperatura corporal de forma dose-dependente, enquanto agentes anticolinérgicos antagonizam esse efeito associado aos benzodiazepínicos. Em contraste, a cetamina apresenta menor impacto sobre a termorregulação, uma vez que preserva o tônus muscular e limita a redistribuição sanguínea periférica (Rauch *et al.*, 2021).

Além dos efeitos farmacológicos, fatores ambientais também exercem influência significativa. A temperatura da sala cirúrgica não deve ser excessivamente inferior à temperatura corporal do paciente, visto que a perda de calor cutânea apresenta relação linear com a temperatura ambiente (Zhang *et al.*, 2022). Ademais, quanto menor o gradiente térmico entre o centro e a periferia corporal, menor será a redistribuição de calor e, conseqüentemente, a redução da temperatura central.

A diminuição da temperatura corporal também compromete a atividade enzimática, resultando em redução do metabolismo e prolongamento da ação de diversos fármacos utilizados na anestesia. Simultaneamente, ocorre redistribuição do fluxo sanguíneo para órgãos vitais, com redução do volume de distribuição intravascular de fármacos e diminuição do fluxo hepático, o que pode levar ao aumento das concentrações plasmáticas de substâncias metabolizadas principalmente nesse órgão (Rauch *et al.*, 2021).

Alterações no equilíbrio ácido-base também são observadas, uma vez que a redução da temperatura corporal está associada ao aumento da pressão parcial de dióxido de carbono e consequente diminuição do pH. Além disso, a atividade dos fatores de coagulação é reduzida, favorecendo o desenvolvimento de coagulopatias. Esse quadro pode agravar a perda sanguínea intraoperatória, aumentando o risco de sangramento e a necessidade de transfusão. A hipotermia também compromete a resposta imunológica, constituindo um fator de risco para infecções de ferida cirúrgica. Paralelamente, a vasoconstrição periférica prejudica a oxigenação tecidual, interferindo negativamente no processo de cicatrização (Rauch *et al.*, 2021).

Durante o procedimento anestésico, a perda de calor geralmente excede a produção metabólica, resultando em queda significativa da temperatura corporal nas primeiras horas de cirurgia. Posteriormente, observa-se uma fase de estabilização da temperatura central, decorrente de redistribuição e retenção do calor no compartimento central. Em neonatos, esse fenômeno é acentuado, podendo ocorrer redução de 1 a 2 °C logo após a indução anestésica, em função do menor peso corporal, maior relação superfície/volume e imaturidade dos mecanismos termorregulatórios. Nesse grupo, fatores como idade, baixo peso, prematuridade, maior duração do procedimento cirúrgico, ausência de pré-aquecimento e administração elevada de fluidos estão associados a maior risco de desenvolvimento de hipotermia perioperatória (Zhao *et al.*, 2023). O pré-aquecimento dos pacientes destaca-se como uma estratégia eficaz, uma vez que promove o aumento da temperatura dos tecidos periféricos, reduzindo a redistribuição de calor induzida pela anestesia geral (Zhang *et al.*, 2022).

Dentre as medidas preventivas da hipotermia, destacam-se o uso de cobertores, aquecimento ativo por colchões térmicos, aquecimento dos fluidos de infusão e a utilização de sistemas de

circulação de ar aquecido, além do emprego de estações de anestesia equipadas com trocadores de calor e umidade, que contribui para a redução da perda térmica associada à ventilação, já que, durante a anestesia, o mecanismo fisiológico de aquecimento e umidificação do gás inspirado é inibido pela passagem direta do ar para as vias aéreas inferiores (Cui *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2017; Wilkes, 2010). Outro fator é a utilização de baixos fluxos de gás anestésicos, o que foi associado à menor incidência de hipotermia, ao aumento da temperatura intraoperatória e à redução da duração dos episódios hipotérmicos (Cui *et al.*, 2020). Embora a preocupação central da presente revisão seja a ocorrência de hipotermia em neonatos, é importante utilizar corretamente as medidas de aquecimento para evitar queimaduras no paciente, sendo o uso de cobertores indispensável para mitigar o contato direto com a pele.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neonatos constituem um grupo altamente suscetível à hipotermia perioperatória, em razão de fatores que favorecem a perda de calor e dificultam sua conservação. Nesse contexto, torna-se indispensável a adoção de medidas eficazes de aquecimento durante esse período, incluindo a fase pré-anestésica, bem como a monitorização contínua da temperatura corporal em todas as etapas. A prevenção da hipotermia deve ser priorizada em detrimento de sua correção, uma vez que suas consequências podem impactar negativamente a evolução clínica e aumentar o risco de complicações. Porém, considerando as limitações dos estudos em medicina veterinária, como variações entre espécies, raças, pesos e monitoramento, são necessários novos estudos que contribuam para o aprimoramento das estratégias de prevenção e controle da hipotermia, especialmente em neonatos.

### REFERÊNCIAS

- AARNES, T. K. *et al.* Effect of pre-warming on perioperative hypothermia and anesthetic recovery in small breed dogs undergoing ovariohysterectomy. *Canadian Veterinary Journal*, v. 58, n. 2, p. 175-179, 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28216687/>
- CARROLL, J. A. *et al.* Influence of environmental temperature on the physiological, endocrine, and immune responses in livestock exposed to a provocative immune challenge. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 43, n. 2, p. 146-153, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2011.12.008>

CUI, Y. *et al.* The low fresh gas flow anesthesia and hypothermia in neonates undergoing digestive surgeries: a retrospective before-after study. *BMC Anesthesiology*, v. 20, n. 223, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01140-5>

OLIVEIRA, S. A. R. *et al.* The Humidity in a Low-Flow Drager Fabius Anesthesia Workstation with or without Thermal Insulation or a Heat and Moisture Exchanger: A Prospective Randomized Clinical Trial. *PLoS One*, v. 12, n. 1, e0170723, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170723>

RAUCH, S. *et al.* Perioperative Hypothermia – A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 16, 8749, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168749>

ROJAS, D. M. *et al.* Hypothalamic Neuromodulation of Hypothermia in Domestic Animals. *Animals*, v. 14, n. 3, p. 513, 2024. <https://doi.org/10.3390/ani14030513>

WILKES, A. R. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care, part 1 – history, principles and efficiency. *Anaesthesia*, v. 66, n. 1, p. 31-39, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06563.x>

ZHANG, M. Q. *et al.* Intraoperative hypothermia in the neonate population: risk factors, outcomes, and typical patterns. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, v. 37, p. 93-102, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10877-022-00863-9>

ZHAO, J. *et al.* Risk factors and outcomes of intraoperative hypothermia in neonatal and infant patients undergoing general anesthesia and surgery. *Frontiers in Pediatrics*, v. 11, 1113627, 2023. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1113627>