

Agentes anestésicos inalatórios em pequenos animais: Eficácia, segurança e desafios no uso de isoflurano, sevoflurano e desflurano

Inhalational anesthetic agents in small animals: Efficacy, safety, and challenges in the use of isoflurane, sevoflurane, and desflurane

Agentes anestésicos inhalatorios en animales pequeños: Eficacia, seguridad y desafíos en el uso de isoflurano, sevoflurano y desflurano

Recebido: 24/11/2025 | Revisado: 01/12/2025 | Aceitado: 01/12/2025 | Publicado: 04/12/2025

Leonardo Silva Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4899-8738>
Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil

E-mail: ls9279622@gmail.com

Mayra Meneguelli Teixeira¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6369-958X>
Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil

E-mail: profa.mvmayra@gmail.com

Resumo

A anestesia inalatória é central na rotina cirúrgica de pequenos animais, permitindo controle preciso da profundidade anestésica e recuperação previsível. Entre os agentes voláteis mais utilizados destacam-se isoflurano, sevoflurano e desflurano, cujos perfis farmacológicos, clínicos, econômicos e ambientais orientam sua escolha. O objetivo deste trabalho é analisar o uso desses anestésicos na prática veterinária, descrevendo características farmacológicas, comparando eficiência clínica (indução, manutenção e recuperação), avaliando segurança (bem-estar e riscos perioperatórios) e discutindo desafios/avanços, com identificação de lacunas para pesquisa. Foi realizado uma revisão narrativa nas bases PubMed, SciELO e Google Acadêmico, com inclusão de estudos em português e inglês que abordam eficácia, segurança, custo e aspectos ambientais em cães e gatos; extração padronizada e análise descritivo-comparativa dos achados. Nos resultados o sevoflurano apresenta indução e recuperação geralmente mais rápidas e bom perfil cardiorrespiratório, favorecendo pacientes pediátricos, geriátricos ou clinicamente instáveis; o isoflurano mantém amplo uso por menor custo, embora com indução/recuperação mais lentas e maior propensão à hipotensão em cenários prolongados ou críticos; o desflurano oferece despertar muito rápido, mas pode irritar vias aéreas e requer maior investimento (agente e vaporizador), restringindo sua difusão. Em sustentabilidade, todos contribuem para emissões; o desflurano tem maior impacto climático, e iso/sevo impacto menor, porém relevante. Conclui-se que não há agente universalmente superior; a escolha deve ser contextual e pautada por segurança, custo-efetividade e mitigação ambiental. Protocolos institucionais, monitorização rigorosa e estudos multicêntricos são recomendados para qualificar a decisão anestésica em pequenos animais.

Palavras-chave: Anestesiologia veterinária; Sustentabilidade ambiental; Segurança anestésica; Bem-estar animal; Estresse oxidativo.

Abstract

Inhalational anesthesia is central to routine small animal surgery, allowing precise control of anesthetic depth and predictable recovery. Among the most commonly used volatile agents are isoflurane, sevoflurane, and desflurane, whose pharmacological, clinical, economic, and environmental profiles guide their selection. The objective of this study is to analyze the use of these anesthetics in veterinary practice, describing pharmacological characteristics, comparing clinical efficiency (induction, maintenance, and recovery), evaluating safety (well-being and perioperative risks), and discussing challenges/advances, identifying gaps for research. A narrative review was conducted in the PubMed, SciELO, and Google Scholar databases, including studies in Portuguese and English that address efficacy, safety, cost, and environmental aspects in dogs and cats; standardized extraction and descriptive-comparative analysis of the findings. In the results, sevoflurane generally presents faster induction and recovery and a good cardiorespiratory profile, favoring pediatric, geriatric, or clinically unstable patients; isoflurane maintains widespread use due to its lower cost, although with slower induction/recovery and a greater propensity for hypotension in

¹ Docente do Centro Universitário Maurício de Nassau de Cacoal, Brasil.

prolonged or critical scenarios; desflurane offers very rapid awakening, but can irritate the airways and requires greater investment (agent and vaporizer), restricting its diffusion. In terms of sustainability, all contribute to emissions; desflurane has a greater climate impact, and iso/sevo has a smaller, but still relevant, impact. It is concluded that there is no universally superior agent; the choice should be contextual and guided by safety, cost-effectiveness, and environmental mitigation. Institutional protocols, rigorous monitoring, and multicenter studies are recommended to qualify anesthetic decisions in small animals.

Keywords: Veterinary anesthesiology; Environmental sustainability; Anesthetic safety; Animal welfare; Oxidative stress.

Resumen

La anestesia inhalatoria es fundamental en la cirugía de rutina en pequeños animales, ya que permite un control preciso de la profundidad anestésica y una recuperación predecible. Entre los agentes volátiles más utilizados se encuentran el isoflurano, el sevoflurano y el desflurano, cuyos perfiles farmacológicos, clínicos, económicos y ambientales guían su selección. El objetivo de este estudio es analizar el uso de estos anestésicos en la práctica veterinaria, describiendo las características farmacológicas, comparando la eficiencia clínica (inducción, mantenimiento y recuperación), evaluando la seguridad (bienestar y riesgos perioperatorios) y discutiendo los desafíos/avances, identificando brechas para la investigación. Se realizó una revisión narrativa utilizando las bases de datos PubMed, SciELO y Google Scholar, incluyendo estudios en portugués e inglés que abordan eficacia, seguridad, costos y aspectos ambientales en perros y gatos; extracción estandarizada y análisis descriptivo-comparativo de los hallazgos. En los resultados, el sevoflurano generalmente presenta una inducción y recuperación más rápidas y un buen perfil cardiorrespiratorio, favoreciendo a los pacientes pediátricos, geriátricos o clínicamente inestables. El isoflurano se mantiene ampliamente utilizado debido a su menor costo, aunque con una inducción/recuperación más lenta y una mayor propensión a la hipotensión en situaciones prolongadas o críticas; el desflurano ofrece un despertar muy rápido, pero puede irritar las vías respiratorias y requiere una mayor inversión (agente y vaporizador), lo que restringe su difusión. En términos de sostenibilidad, todos contribuyen a las emisiones; el desflurano tiene un mayor impacto climático, mientras que el iso/sevo tiene un impacto menor, pero aún relevante. Se concluye que no existe un agente universalmente superior; la elección debe ser contextual y estar guiada por la seguridad, la rentabilidad y la mitigación ambiental. Se recomiendan protocolos institucionales, un seguimiento riguroso y estudios multicéntricos para justificar las decisiones anestésicas en pequeños animales.

Palabras clave: Anestesiología veterinaria; Sostenibilidad ambiental; Seguridad anestésica; Bienestar animal; Estrés oxidativo.

1. Introdução

Na prática cirúrgica em medicina veterinária a anestesia inalatória tem sido um pilar fundamental, especialmente quando se trata de pequenos animais, pois oferece aos profissionais um controle preciso do plano anestésico e recuperação rápida do animal ao final do procedimento. Com a chegada de novas tecnologias e protocolos inovadores, os anestésicos voláteis como isoflurano, sevoflurano e desflurano têm sido alvo de pesquisas sobre os aspectos eficiência, segurança e limitações em pequenos animais como cães e gatos (Lopez et al., 2009; Elzahaby et al., 2024; Tomsic, et al., 2022). Mas, apesar da importância clínica, ainda existe dúvidas e desafios no seu uso de forma ideal, e isso exige mais estudos e uma atualização crítica da literatura atual.

Devido o maior conhecimento, familiaridade e à estabilidade, o isoflurano é frequentemente utilizado como padrão em anestesia inalatória veterinária, embora possa apresentar uma recuperação mais lenta se comparado com agentes de menor solubilidade sanguínea (Ones et al., 2024; Ko et al., 2024). Lopez et al., (2009) demonstram que estudos em cães, o isoflurano apresentou um tempo médio para o animal ficar em pé de $26,3 \pm 7,2$ minutos, contra $11,7 \pm 5,1$ minutos para desflurano e $18,6 \pm 7,5$ para sevoflurano, não apresentando diferença significativa na qualidade da recuperação clínica entre os grupos de animais analisados. Já o desflurano, apesar de ser mais caro e menos utilizado, apresenta maior vantagem na indução e despertar mais rápidos, no entanto, pode causar irritação nas vias aéreas, e para seu uso, é necessário vaporizadores mais sofisticados (Cubeddu et al., 2023). A alternativa intermediária entre os anestésicos inalatórios para pequenos animais é o sevoflurano, que apresenta menor pungência e perfil hemodinâmico mais estável, com recomendação para os casos em que se deseja uma recuperação relativamente rápida e com menor impacto fisiológico (Nishimura et al., 2024).

O estresse oxidativo induzido pelos agentes anestésicos inalatórios, também têm sido apontados como situações adversas que afetam o prognóstico perioperatório. No estudo de Tomšič et al., (2022) com cães, demonstra que os halogêneos, e entre eles os agentes inalatórios, podem induzir ou estimular a produção de radicais livres como as espécies reativas de oxigênio (EROS), envolvidos em dano tecidual, processo inflamatório e comprometimento da recuperação animal. Outra situação emergente é sobre o impacto ambiental no uso desses gases voláteis. A emissão de gases equivalentes ao CO₂ foi quantificada a partir do uso de isoflurano e sevoflurano durante procedimentos clínicos e uso de anestesias inalatórias em pequenos animais, reforçando a necessidade de práticas mais sustentáveis na anestesiologia veterinária (Elzahaby et al., 2024).

O objetivo deste trabalho é analisar o uso desses anestésicos na prática veterinária, descrevendo características farmacológicas, comparando eficiência clínica (indução, manutenção e recuperação), avaliando segurança (bem-estar e riscos perioperatórios) e discutindo desafios/avanços, com identificação de lacunas para pesquisa.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa documental de fonte indireta do tipo revisão narrativa da literatura em artigos científicos com pouca sistematização (Rother, 2007), num estudo de natureza qualitativa em relação às discussões realizadas em relação aos artigos escolhidos (Pereira et al., 2018). A busca dos artigos usados como referências foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, selecionadas por sua ampla cobertura e relevância em ciências da saúde e medicina veterinária. Foram incluídos estudos publicados em português e inglês, no período compreendido entre os anos de 2005 e 2025. Os descritores utilizados na busca foram: “isoflurano”, “sevoflurano”, “desflurano”, “anestesia inalatória”, “pequenos animais”, “cães” e “gatos”, bem como suas correspondentes em inglês (“isoflurane”, “sevoflurane”, “desflurane”, “inhalation anesthesia”, “small animals”, “dogs”, “cats”). Os operadores booleanos AND/OR foram utilizados em combinação para ampliar a sensibilidade da busca. Na seleção dos estudos usados como referências, os critérios de inclusão compreenderam artigos originais, revisões sistemáticas, ensaios clínicos e estudos observacionais que abordassem especificamente a eficácia, segurança, características farmacológicas ou desafios relacionados ao uso dos anestésicos isoflurano, sevoflurano e desflurano em pequenos animais. Os trabalhos duplicados e estudos experimentais em espécies não relacionadas ao foco do trabalho foram excluídos. No início, a seleção foi feita baseada na leitura dos títulos e resumos. A partir desta pré-análise, os artigos elegíveis foram posteriormente analisados na íntegra, com registro das principais informações, incluindo autor, ano, espécie estudada, tipo de anestésico avaliado, principais resultados e conclusões. A análise dos dados foi feita de forma descritiva e comparativa, permitindo uma discussão crítica sobre os avanços e desafios no uso dos anestésicos inalatórios em pequenos animais.

3. Resultados e Discussão

A seguir, os resultados são apresentados em quatro subtópicos, cada um acompanhado de sua respectiva tabela e discussão crítica.

3.1 Eficácia clínica comparada

A eficácia clínica dos anestésicos inalatórios é um dos principais critérios de escolha na anestesiologia veterinária, influenciando diretamente o tempo de indução, manutenção e recuperação anestésica. Esses parâmetros determinam não apenas o conforto e a segurança do paciente, mas também a eficiência do ato cirúrgico e a logística hospitalar (Lopez et al., 2009; Grubb et al., 2020). Assim, compreender as diferenças entre isoflurano, sevoflurano e desflurano sob o ponto de vista da resposta clínica é essencial para a tomada de decisão anestésica. A seguir, o Quadro 1 apresenta uma comparação entre os

principais achados relacionados à eficácia desses agentes em cães e gatos, considerando suas vantagens e limitações observadas nos estudos analisados.

Quadro 1: Eficácia clínica comparada dos agentes inalatórios em cães e gatos.

Anestésico	Vantagens clínicas	Limitações observadas	Evidências principais
Sevoflurano	Indução e recuperação rápidas; excelente estabilidade cardiovascular e respiratória; menor alteração na pressão arterial média.	Custo mais elevado; alguns estudos relatam discreta hipoventilação em pacientes obesos.	Lopez et al. (2009); Grubb et al. (2020); Nishimura et al. (2024).
Isoflurano	Alta estabilidade hemodinâmica; boa manutenção anestésica; baixo custo operacional.	Indução lenta; recuperação prolongada; variação individual na resposta anestésica; efeitos cumulativos em cirurgias longas.	Hofmeister et al. (2008); Tomšič & Svetec (2022).
Desflurano	Recuperação ultrarrápida; eliminação quase exclusiva pelos pulmões; mínima metabolização hepática.	Irritação das vias aéreas; custo muito elevado; baixa disponibilidade em clínicas veterinárias; necessidade de equipamento específico.	Moody et al. (2020); Lopez et al. (2009).

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Os estudos analisados demonstram que o sevoflurano oferece indução e recuperação mais rápidas, além de maior estabilidade hemodinâmica, o que o torna mais indicado em pacientes críticos, geriátricos ou pediátricos (Lopez et al., 2009; Grubb et al., 2020; Nishimura et al., 2024). Em contrapartida, o isoflurano mantém-se amplamente empregado devido ao baixo custo operacional, embora apresente indução mais lenta e recuperação prolongada, fatores que podem aumentar o tempo de internação e de uso da sala cirúrgica (Hofmeister et al., 2008; Tomšič & Svetec, 2022).

O desflurano, por sua vez, exibe recuperação ultrarrápida e mínima metabolização, mas é limitado pela necessidade de equipamentos específicos e custo elevado (Moody et al., 2020; Lopez et al., 2009).

Alguns estudos apresentam resultados distintos quanto à duração da recuperação, possivelmente pela heterogeneidade de amostras, protocolos anestésicos, espécies e condições cirúrgicas avaliadas. Trabalhos experimentais com amostras pequenas e ausência de padronização dos fluxos de gás reduzem a comparabilidade entre investigações, limitando a extração para a rotina clínica.

Quadro 2: Segurança e efeitos adversos dos agentes inalatórios em cães e gatos.

Anestésico	Efeitos observados	Riscos clínicos mais relevantes	Evidências principais
Sevoflurano	Alta estabilidade cardiovascular; mínima irritação das vias aéreas; menor depressão respiratória; manutenção adequada da pressão arterial média.	Pode causar discreta hipoventilação e depressão respiratória em altas concentrações; monitoramento constante é essencial em pacientes críticos.	Lang et al. (2020); Grubb et al. (2020); Nishimura et al. (2024).
Isoflurano	Boa estabilidade hemodinâmica; indução e manutenção seguras; efeitos reversíveis após suspensão.	Hipotensão e depressão miocárdica associadas à duração anestésica prolongada; queda da saturação de oxigênio em pacientes anêmicos.	Iizuka et al. (2013); Hofmeister et al. (2008); Tomšič & Svetec (2022).
Desflurano	Eliminação rápida; mínima metabolização hepática; bom controle da profundidade anestésica.	Irritação das vias aéreas, tosse, broncoespasmo e aumento da frequência cardíaca; contraindicado em animais com doenças pulmonares.	Mutoh et al. (2013); Arain et al. (2005); Moody et al. (2020).

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Em termos de segurança, o sevoflurano se destaca por provocar menor depressão cardiorrespiratória, apresentar baixa irritação das vias aéreas e manter a pressão arterial média mais estável durante o procedimento (Lang et al., 2020; Grubb et al., 2020; Nishimura et al., 2024). O isoflurano, embora seguro, pode induzir hipotensão e depressão miocárdica em anestesias prolongadas, sendo necessário monitoramento multiparamétrico constante (Iizuka et al., 2013; Hofmeister et al., 2008). Já o desflurano, apesar da rápida eliminação, está associado a tosse, broncoespasmo e irritação de vias aéreas, especialmente em animais com doenças respiratórias pré-existentes (Mutoh et al., 2013; Arain et al., 2005).

Há inconsistências metodológicas entre estudos quanto às doses e aos critérios de avaliação de efeitos adversos, o que pode superestimar ou subestimar determinados eventos. A escassez de ensaios clínicos randomizados em medicina veterinária limita o estabelecimento de causalidade entre agente e efeito, reforçando a necessidade de mais estudos controlados e com amostras representativas.

3.2 Aspectos econômicos

Os fatores econômicos também exercem influência significativa sobre a escolha do agente anestésico, especialmente em clínicas e hospitais veterinários com diferentes níveis de estrutura e disponibilidade de recursos. O custo de aquisição, o consumo durante o procedimento e o tempo total de anestesia impactam diretamente o custo-efetividade do anestésico e a viabilidade do seu uso em larga escala (Moody et al., 2020; Grubb et al., 2020). Dessa forma, o Quadro 3 apresenta uma análise comparativa dos principais aspectos econômicos relacionados ao uso de isoflurano, sevoflurano e desflurano, destacando a relação entre desempenho clínico e custo operacional.

Quadro 3: Aspectos econômicos dos agentes inalatórios em cães e gatos.

Anestésico	Efeitos observados	Aspectos econômicos	Evidências principais
Sevoflurano	Indução e recuperação rápidas; estabilidade cardiovascular e respiratória; adequada profundidade anestésica com mínima metabolização hepática.	Custo de aquisição moderado, porém custo-efetivo em cirurgias curtas devido à redução do tempo de internação e maior rotatividade de sala; consumo reduzido com baixo fluxo.	Mutoh et al. (2013); Grubb et al. (2020); Nishimura et al. (2024).
Isoflurano	Indução mais lenta e recuperação gradual; estabilidade hemodinâmica aceitável; manutenção segura por períodos prolongados.	Menor custo por frasco e ampla disponibilidade; ideal para instituições com recursos limitados; entretanto, tempo anestésico mais longo pode elevar custos indiretos.	Hofmeister et al. (2008); Iizuka et al. (2013); Tomsic & Sveti (2022).
Desflurano	Indução e recuperação extremamente rápidas; mínima metabolização; mantém estabilidade cardiovascular.	Alto custo inicial e necessidade de vaporizador específico; entretanto, redução significativa do tempo anestésico pode compensar o investimento em centros com alta demanda cirúrgica.	Arain et al. (2005); Moody et al. (2020); Lopez et al. (2009).

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Do ponto de vista econômico, o isoflurano é o agente mais acessível e amplamente disponível, sendo preferido em clínicas com recursos limitados (Hofmeister et al., 2008; Iizuka et al., 2013). O sevoflurano, apesar do custo de aquisição moderado, apresenta melhor custo-benefício em cirurgias curtas, já que a redução do tempo anestésico e de internação pode compensar o investimento inicial (Mutoh et al., 2013; Grubb et al., 2020; Nishimura et al., 2024). O desflurano possui o maior custo operacional, além da necessidade de vaporizador específico, porém sua rápida recuperação pode representar vantagem econômica indireta em hospitais com alta rotatividade (Arain et al., 2005; Moody et al., 2020).

As comparações econômicas entre agentes sofrem variações de acordo com o modelo de cálculo de custo por hora anestésica, preço de mercado local e fluxo de gás utilizado. Poucos estudos incorporam análise de custo-efetividade completa (considerando tempo de sala, complicações e recursos humanos), o que reduz a generalização dos resultados.

3.3 Sustentabilidade ambiental

Nos últimos anos, a preocupação com o impacto ambiental dos agentes anestésicos inalatórios tem crescido, uma vez que muitos desses compostos contribuem significativamente para a emissão de gases de efeito estufa e o aquecimento global (Sulbaek Andersen et al., 2012; Sherman et al., 2012). A avaliação do potencial de aquecimento global (PAG) e da persistência atmosférica desses gases é fundamental para a promoção de práticas anestésicas mais sustentáveis na medicina veterinária. Nesse contexto, o quadro 4 resume as principais evidências sobre o impacto ambiental de cada agente estudado, destacando as diferenças entre seus potenciais poluentes e as estratégias recomendadas para mitigação dos efeitos climáticos.

Quadro 4: Sustentabilidade ambiental dos agentes inalatórios em cães e gatos.

Anestésico	Efeitos observados	Aspectos ambientais	Evidências principais
Sevoflurano	Indução e recuperação rápidas; baixa solubilidade em sangue; mínima metabolização hepática.	Potencial de aquecimento global (PAG) moderado; menor emissão de gases de efeito estufa comparado ao desflurano; possível mitigação com uso de técnicas de baixo fluxo e sistemas de captura de gases residuais.	Sulbaek Andersen et al. (2010); Sherman et al. (2012); Nishimura et al. (2024).
Isoflurano	Indução mais lenta e recuperação gradual; boa estabilidade cardiovascular.	PAG intermediário; impacto ambiental reduzido quando utilizado em baixas concentrações; descartes inadequados podem contribuir para emissões atmosféricas persistentes.	Ryan & Nielsen (2010); Andersen et al. (2010); Shiraishi et al. (2020).
Desflurano	Indução e recuperação muito rápidas; excelente controle da profundidade anestésica.	Elevado PAG e longa permanência atmosférica (≈ 14 anos); contribui significativamente para emissões de gases estufa; práticas sustentáveis recomendam uso restrito ou substituição por agentes de menor impacto.	Sulbaek Andersen et al. (2012); Sherman et al. (2012); Moody et al. (2020).

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Os anestésicos inalatórios são reconhecidos como fontes de gases de efeito estufa. O desflurano apresenta o maior potencial de aquecimento global (PAG) e maior tempo de permanência atmosférica, sendo o mais nocivo do ponto de vista ambiental (Sulbaek Andersen et al., 2012; Sherman et al., 2012; Moody et al., 2020). O sevoflurano possui PAG moderado e emissões menores, especialmente quando empregado com técnicas de baixo fluxo e sistemas de captura de gases residuais (Sherman et al., 2012; Nishimura et al., 2024). O isoflurano apresenta impacto intermediário, sendo menos agressivo que o desflurano, porém ainda relevante (Ryan & Nielsen, 2010; Andersen et al., 2010).

As diferenças entre estudos decorrem da variação metodológica no cálculo do impacto ambiental (vida média atmosférica, taxa de uso e volume liberado). Além disso, a maioria dos trabalhos utiliza modelos humanos ou simulações laboratoriais, não refletindo completamente a realidade da anestesiologia veterinária.

De forma integrada, as evidências demonstram que não há agente universalmente superior. O sevoflurano combina melhor eficácia e segurança, sendo ideal para pacientes frágeis; o isoflurano permanece a opção de melhor custo-benefício; e o desflurano, embora farmacologicamente avançado, enfrenta restrições econômicas e ambientais. As principais limitações das

fontes incluem amostras pequenas, ausência de padronização metodológica e escassez de estudos nacionais, o que reforça a necessidade de ensaios multicêntricos controlados e avaliações econômicas e ambientais específicas para a medicina veterinária.

4. Considerações Finais

Este estudo sintetizou evidências sobre isoflurano, sevoflurano e desflurano em pequenos animais sobre a sua eficácia, segurança e desafios clínicos, econômicos e ambientais. Observou-se que em geral, o sevoflurano oferece indução e recuperação mais rápidas e bom perfil cardiorespiratório, sendo preferido em pacientes pediátricos, geriátricos ou instáveis. Quanto ao isoflurano observou-se que o mesmo mantém amplo uso pelo menos custo, embora tenda a indução mais lenta, recuperação prolongada e maior risco de hipotensão em procedimentos longos ou em pacientes críticos. O desflurano proporciona despertar muito rápido, porém seu alto custo, vaporizador específico e irritação de vias aéreas limitam a adoção fora de centros de referência.

Em relação à segurança, considera-se que depende de anestesia balanceada, monitorização multiparamétrica e ajuste fino da profundidade, considerando condição clínica, porte/duração do procedimento, equipe e recursos. Sobre o aspecto ambiental-econômico, todos os voláteis contribuem para emissões; o desflurano tem maior impacto climático, enquanto sevoflurano e isoflurano são menores, porém relevantes. Recomenda-se captação e filtração de gases, fluxos frescos reduzidos quando seguro e avaliação de custo para decisões institucionais.

Apesar da heterogeneidade de estudos, amostras pequenas e carência de dados nacionais, que limitam a generalização, metodologicamente, a comparação entre agentes e a identificação de lacunas foram cumpridas. Prioridades futuras incluem ensaios controlados e coortes com desfechos clínicos significativos, métricas econômicas e indicadores ambientais. Assim, conclui-se que não há agente universalmente melhor. A escolha deve ser contextual: sevoflurano para casos frágeis, isoflurano quando o custo é determinante, e desflurano em ambientes capacitados, com protocolos que minimizem irritação e impacto ambiental.

Referências

- Andersen, M. P. S., Jensen, M. T., McGain, F., & Nielsen, O. J. (2023). Assessing the potential climate impact of anaesthetic gases. *The Lancet Planetary Health*, 7(5), e422–e430.
- Arain, S. R., Shankar, H., & Ebert, T. J. (2005). Desflurane enhances reactivity during the use of the laryngeal mask airway. *Anesthesiology*, 103(3), 495–499.
- Cubeddu, F., Masala, G., Sotgiu, G., Mollica, A., Versace, S., & Careddu, G. M. (2023). Cardiorespiratory effects and desflurane requirement in dogs undergoing ovarioectomy after administration of maropitant or methadone. *Animals*, 13(14), 2388.
- Elzahaby, D., et al. (2024). Inhalational anaesthetic agent consumption within a multidisciplinary veterinary hospital: Environmental implications and comparative use of isoflurane and sevoflurane. *Scientific Reports*, 14, Article 68157.
- Grubb, T., Sager, J., Gaynor, J. S., Montgomery, E., Parker, J. A., Shafford, H., & Tearney, C. (2020). 2020 AAHA anesthesia and monitoring guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 56(2), 59–82.
- Hofmeister, E. H., Brainard, B. M., Sams, L. M., Allman, D. A., & Cruse, A. M. (2008). Evaluation of induction characteristics and hypnotic potency of isoflurane and sevoflurane in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 69(4), 451–456.
- Iizuka, T., Kamata, M., Yanagawa, M., & Nishimura, R. (2013). Incidence of intraoperative hypotension during isoflurane–fentanyl and propofol–fentanyl anaesthesia in dogs. *The Veterinary Journal*, 198(1), 289–291.
- Jimenez Lozano, A., Brodbelt, D. C., Borer, K. E., Armitage-Chan, E., Clarke, K. W., & Alibhai, H. I. K. (2009). A comparison of the duration and quality of recovery from isoflurane, sevoflurane and desflurane anaesthesia in dogs undergoing magnetic resonance imaging. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 36(3), 220–229.
- Ko, J. C., et al. (2024). Electroencephalographic and cardiovascular changes during isoflurane anesthesia in dogs. *Veterinary Sciences*, 11(10), 514.
- Lopez, L. A., Hofmeister, E. H., Pavez, J. C., & Brainard, B. M. (2009). Comparison of recovery from anesthesia with isoflurane, sevoflurane, or desflurane in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 70(11), 1339–1344.

- Moody, A. E., Griffiths, K. N., & Shah, A. (2020). Predicting cost of inhalational anesthesia at low fresh gas flows. *Cureus*, 12(12), e12255.
- Mutoh, T., Taki, Y., & Tsubone, H. (2013). Desflurane but not sevoflurane augments laryngeal C-fiber inputs to nucleus tractus solitarii neurons by activating transient receptor potential-A1. *Life Sciences*, 92(14–16), 821–828.
- Nishimura, R., Matsunaga, S., Nakamura, M., & Kazuto, Y. (2024). Comparison of the effects of sevoflurane and isoflurane anesthesia on physiological parameters and recovery in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, Article 11476279.
- Oliveira, C. (2025). Documento de consenso da Sociedade Europeia de Anestesiologia e Cuidados Intensivos sobre sustentabilidade 4 âmbitos para alcançar uma prática mais sustentável. *Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia*, 33 (4).
- Ones, H., et al. (2024). Incidence of and risk factors for poor recovery quality in dogs recovering from general anaesthesia: A prospective case–control study. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. Advance online publication.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Santa Maria: Editora da UFSM
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*. 20(2), 5-6.
- Santiago, A. C. A., Carreira, R. M. P. M. P. F., Oliveira, D. O. A., & Sampaio de, H. M. (2024). Estudo comparativo dos efeitos dos anestésicos voláteis Isoflurano e Sevoflurano nos parâmetros de vitalidade e sobrevivência em cachorros nascidos por cesariana [Dissertação de Mestrado]. *Repositório Digital de Publicações Científicas*.
- Sherman, J., Le, C., Ashraf, J., & Lamers, V. (2012). Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. *Anesthesia & Analgesia*, 114(5), 1086–1090.
- Talbot, A., Donroe, J. H., Apfelbaum, J. L., & Sherman, J. (2025). Greenhouse gas impact from medical emissions of volatile anaesthetic agents. *The Lancet Planetary Health*, 9(2), eXX–eXX.
- Tomšič, K., & Nemec Svete, A. (2022). A mini-review of the effects of inhalational and intravenous anesthetics on oxidative stress in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 987536.
- Varughese, S., Ahmed, R., & McGain, F. (2021). Environmental and occupational considerations of anesthesia: A narrative review and update. *Anesthesia & Analgesia*, 133(4), 826–835.