

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n5e1952>

Estratégias ventilatórias em cães submetidos à videolaparoscopia: relato de quatro casos

Thais da Rocha Silva^{1*}, André Preturlon Terra², Ivan Luis Pinto Sampaio², Shellen Chen Lopes², Edilberto de Oliveira Rodrigues², Tatiane Marquini Ribeiro², Tabata Larissa Dalmagro², Rita de Cássia Gutierrez³, Patricia Franciscone Mendes³

¹Discente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Américas – Campus Paulista, São Paulo, São Paulo, Brasil

²Médico(a) Veterinário(a) do Hospital VEROS, São Paulo, São Paulo, Brasil.

³Docente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Américas – Campus Paulista, São Paulo, São Paulo, Brasil.

*Autor para correspondência, e-mail: contato.silvathais@outlook.com

Resumo. Cães submetidos a cirurgias minimamente invasivas com utilização de pneumoperitônio por dióxido de carbono (CO₂), empregado para promover a distensão da cavidade abdominal, podem apresentar alterações hemodinâmicas e respiratórias decorrentes da retenção de CO₂ e do aumento da pressão intra-abdominal. Essas alterações podem comprometer a movimentação do diafragma, dificultando as trocas gasosas e resultando em hipoxemia e hipercapnia. Nesse contexto, este trabalho abordou a importância do manejo ventilatório por meio de uma revisão bibliográfica e do acompanhamento clínico prospectivo de quatro cães submetidos à colecistectomia e/ou à biópsia hepática por videocirurgia. Os pacientes foram anestesiados com protocolos individualizados e ventilados por diferentes estratégias, incluindo ventilação espontânea/assistida, ventilação controlada por volume (VCV) e ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV). Em todos os casos, os parâmetros fisiológicos monitorados permaneceram estáveis durante o procedimento. Foram observados episódios de bradicardia associados ao uso de opioides e à insuflação abdominal, ambos autolimitantes e sem necessidade de intervenção. Nos casos acompanhados, diferentes modalidades ventilatórias mostraram-se viáveis quando associadas à monitorização adequada, contribuindo para maior estabilidade anestésica durante procedimentos videolaparoscópicos.

Palavras-chave: Cirurgia laparoscópica, diafragma, hipercapnia, pneumoperitônio, ventilação mecânica

Ventilatory strategies in dogs undergoing laparoscopic surgery: a four-case report

Abstract. Dogs undergoing minimally invasive surgeries involving carbon dioxide (CO₂) pneumoperitoneum, used to promote abdominal cavity distension, may develop hemodynamic and respiratory alterations resulting from CO₂ retention and increased intra-abdominal pressure. These changes may impair diaphragmatic movement, compromising gas exchange and leading to hypoxemia and hypercapnia. In this context, the present study addressed the importance of ventilatory management through a literature review and prospective clinical follow-up of four dogs undergoing cholecystectomy and/or liver biopsy by video-laparoscopic surgery. The patients were anesthetized using individualized protocols and ventilated with different strategies, including spontaneous/assisted ventilation, volume-controlled ventilation (VCV), and synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV). In all cases, the monitored physiological parameters remained stable throughout the procedure. Episodes of bradycardia associated with opioid

administration and abdominal insufflation were observed; however, both were self-limiting and did not require intervention. In the cases evaluated, different ventilatory modalities proved to be feasible when combined with appropriate monitoring, contributing to greater anesthetic stability during videolaparoscopic procedures.

Keywords: Laparoscopic surgery, diaphragm, hypercapnia, pneumoperitoneum, mechanical ventilation

Introdução

No sistema respiratório, as vias aéreas condutoras, também denominadas espaço morto anatomico, têm a função de conduzir o ar do meio externo até os pulmões e vice-versa ([Ainsworth & Biller, 2000](#); [Inoue & Castro, 2009](#)). As vias aéreas são constituídas pela cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia e brônquios, que dão origem aos bronquíolos, os quais se estendem até minúsculas cavidades denominadas alvéolos pulmonares ([Cunningham, 2011](#)). Nos alvéolos pulmonares ocorre a hematose, processo que consiste na captação de oxigênio pelos tecidos do organismo e na eliminação de dióxido de carbono (CO_2) para o meio externo, como principal função dos pulmões ([Cunningham, 2011](#)).

A mecânica pulmonar depende principalmente da complacência pulmonar, que representa a facilidade com que o pulmão se expande diante de uma variação de pressão e que pode estar reduzida em doenças restritivas, como a fibrose pulmonar, ou aumentada em condições como o enfisema ([Fantoni & Gimenes, 2023](#)). Além disso, depende da resistência das vias aéreas, influenciada pelo calibre brônquico, fluxo aéreo e tônus da musculatura lisa, podendo aumentar em situações como asma, edema de mucosa ou obstruções ([Lewith & Pandit, 2023](#)).

O controle neural central inclui grupos especializados de neurônios localizados no cérebro, tronco encefálico e medula espinhal. Esses neurônios comandam tanto a ventilação voluntária quanto a involuntária por meio da regulação da atividade dos músculos respiratórios que, ao se contraírem, produzem ventilação. Dessa forma, alterações nesses neurônios podem afetar as tensões dos gases sanguíneos e a concentração de íons hidrogênio ([Grimm, 2017](#)).

As tensões dos gases sanguíneos e as concentrações de íons hidrogênio são monitoradas por quimiorreceptores centrais e periféricos, que enviam sinais ao sistema nervoso central (SNC) para que ocorram os ajustes necessários na ventilação ([Grimm, 2017](#)). Mecanorreceptores pulmonares e receptores de estiramento presentes nos músculos respiratórios monitoram, respectivamente, o grau de expansão pulmonar e o esforço respiratório, transmitindo informações ao SNC para a modulação do padrão respiratório (Grimm, 2017). Geralmente, esse complexo sistema de controle produz uma combinação de frequência e profundidade respiratórias adequada às necessidades ventilatórias, com o mínimo esforço para a espécie em questão, ajustando o fornecimento de oxigênio e a eliminação de CO_2 , com o objetivo de manter a homeostase (Grimm, 2017).

A pressão de O_2 (PO_2) e de CO_2 (PCO_2) nos alvéolos depende de dois fatores principais: a ventilação alveolar e a transferência de gases através da membrana respiratória. Podem existir áreas bem ventiladas, porém pouco perfundidas, e outras adequadamente perfundidas, mas com ventilação insuficiente. Nessas situações, a troca gasosa fica comprometida, mesmo quando a ventilação e o fluxo sanguíneo pulmonar total permanecem dentro da normalidade ([Guyton & Hall, 2021](#)).

Para explicar esse desequilíbrio, utiliza-se o conceito da relação ventilação-perfusão (V/Q). Quando ventilação (V) e perfusão (Q) estão adequadamente distribuídas em um mesmo alvéolo, a relação V/Q é considerada normal. Se houver perfusão sem ventilação, essa relação será igual a zero; por outro lado, se houver ventilação sem perfusão, a relação tenderá ao infinito. Em ambos os extremos, não ocorre troca gasosa efetiva, evidenciando a importância do equilíbrio entre ventilação e perfusão para a adequada função respiratória ([Guyton & Hall, 2021](#)).

Os movimentos respiratórios são cíclicos e compreendem as fases de inspiração e expiração. Esses movimentos ocorrem com a participação fundamental do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma é uma lâmina musculotendínea em forma de cúpula que separa as cavidades torácica e abdominal, sendo innervado pelo nervo frênico. Trata-se do principal músculo inspiratório e, durante a respiração basal, a inspiração depende principalmente de sua contração ([Dukes, 1978](#)).

A contração diafragmática promove o deslocamento caudal das bases pulmonares, aumentando o volume da cavidade torácica e permitindo a entrada de ar. Na fase expiratória, o relaxamento do diafragma, associado à retração elástica dos pulmões, da parede torácica e das estruturas abdominais, resulta na compressão pulmonar e consequente eliminação do ar ([Guyton & Hall, 2021](#)). Alterações no mecanismo de fole (parede torácica e diafragma), decorrentes de paralisia neuromuscular, lesões expansivas torácicas ou alterações no formato, localização ou função do diafragma, podem comprometer significativamente a adequação da ventilação e a eficiência das trocas gasosas ([Grimm, 2017](#)).

A videolaparoscopia corresponde a uma técnica cirúrgica moderna que possibilita a abordagem da cavidade abdominal por meio de pequenas incisões para a realização de diversos procedimentos cirúrgicos, sendo, por isso, considerada minimamente invasiva ([Crispi et al., 2014](#)). O pneumoperitônio é utilizado para proporcionar espaço adequado à execução do procedimento, uma vez que a camada gasosa separa a parede abdominal dos órgãos, permitindo maior mobilidade dos instrumentos laparoscópicos no interior da cavidade abdominal, melhor visualização e menor risco de lesões viscerais iatrogênicas ([Melo et al., 2010](#); [Souza-Fabjan et al., 2013](#)).

O CO₂ é comumente utilizado para a realização do pneumoperitônio devido ao seu baixo custo, fácil obtenção, característica não comburente, rápida absorção sanguínea, fácil eliminação e segurança em relação à formação de embolia gasosa ([Anderson & Fransson, 2019](#)).

As complicações da videocirurgia abdominal incluem aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial, elevação da resistência vascular sistêmica, disfunção respiratória, aumento do CO₂ plasmático com consequente acidose, além de seroma, hemorragia e lesões iatrogênicas durante a confecção dos portais. Portanto, a presença de debilidade cardiorrespiratória, peritonite séptica, coagulopatias ou choque é considerada uma contraindicação à realização dessa modalidade cirúrgica ([Milovancev & Townsend, 2015](#)).

A ventilação mecânica (VM) consiste em uma modalidade de suporte avançado à vida destinada a otimizar as trocas gasosas, reduzir o trabalho respiratório, melhorar a oxigenação, corrigir a hipercapnia e a acidose respiratória, além de favorecer o equilíbrio da relação ventilação/perfusão (V/Q) em pacientes com insuficiência respiratória aguda ([Fantoni & Ambrósio, 2023](#); [Hopper & Powell, 2013](#)). A VM pode ser classificada em não invasiva (VNI), quando realizada por meio de máscaras faciais, ou invasiva (VMI), quando emprega tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia ([Carmo et al., 2026](#); [Fantoni & Ambrósio, 2023](#); [Hopper & Powell, 2013](#)).

A ventilação mecânica é indicada em situações nas quais ocorre comprometimento da ventilação espontânea, observado em casos de acidose respiratória, traumatismo craniano, dor intensa, traumatismos torácicos, cirurgias torácicas, obesidade, utilização de bloqueadores neuromusculares, apneia, pneumotórax e distensão abdominal. Nesses casos, a hipoxemia e a hipercapnia constituem os sinais mais evidentes de insuficiência ventilatória ([Fantoni & Ambrósio, 2023](#)). Durante procedimentos laparoscópicos, ocorre aumento da pressão intra-abdominal decorrente do pneumoperitônio, o que altera significativamente a mecânica respiratória, reduz a complacência pulmonar e pode comprometer a ventilação e a oxigenação. Nesse contexto, a escolha do modo ventilatório torna-se um elemento fundamental no manejo anestésico ([Sawant et al., 2024](#)).

As estratégias atuais de ventilação mecânica utilizam pressão positiva para expandir os pulmões e promover as trocas gasosas ([Grimm, 2017](#)). O suporte ventilatório pode ser realizado por meio da ventilação controlada por volume (VCV), na qual o ventilador fornece um volume previamente programado dentro de um tempo inspiratório definido, ou da ventilação controlada por pressão (PCV), que mantém um valor de pressão constante durante todo o tempo inspiratório ([Fantoni & Ambrósio, 2023](#)).

Outra modalidade ventilatória é a SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation, ou ventilação mandatória intermitente sincronizada), que disponibiliza ciclos controlados, assistidos e espontâneos. Para isso, o equipamento utiliza um sistema de disparo (trigger), ajustado pelo operador por sensibilidade à pressão ou ao fluxo, capaz de detectar o esforço inspiratório do paciente. Na ausência de respiração espontânea, o ventilador fornece ciclos controlados, prevenindo a apneia; quando o esforço respiratório é insuficiente, fornece ciclos assistidos; e, na presença de esforço inspiratório e volume corrente adequados, permite a respiração espontânea ([Fantoni & Ambrósio, 2023](#)).

Na ventilação controlada por volume, os principais parâmetros garantidos são o volume corrente e a ventilação-minuto, proporcionando maior segurança quanto à ventilação alveolar. Entretanto, quando ocorre redução da complacência pulmonar ou aumento da resistência das vias aéreas, a pressão intrapulmonar pode elevar-se significativamente, aumentando o risco de lesão pulmonar induzida pelo ventilador ([Sawant et al., 2024](#)).

Já na ventilação controlada por pressão, o limite máximo de pressão inspiratória é previamente estabelecido, reduzindo o risco de barotrauma. Contudo, o volume corrente torna-se variável e depende diretamente das condições mecânicas do sistema respiratório, podendo resultar em ventilação inadequada caso não haja monitorização contínua ([Campbell & Davis, 1990](#)).

Um dos principais fatores a serem considerados na implementação do suporte ventilatório é o impacto da ventilação com pressão positiva sobre a função cardiovascular. Tanto a ventilação espontânea quanto a ventilação mecânica alteram a função cardiovascular, pois modificam a pressão intratorácica e o volume pulmonar, influenciando diretamente a pré-carga, a pós-carga e a frequência cardíaca ([Grimm, 2017](#)).

Em condições fisiológicas, existe uma pressão positiva residual ao final da expiração, variando entre 2 e 4 cmH₂O, responsável por evitar o colapamento alveolar. Entretanto, em pacientes submetidos à intubação endotraqueal ou à traqueostomia, esse mecanismo é abolido, tornando necessária a aplicação de pressão positiva expiratória final (PEEP), geralmente iniciada em 5 cmH₂O. Valores mais elevados podem ser empregados para promover recrutamento alveolar e reduzir o edema pulmonar; contudo, o aumento da pressão intratorácica pode resultar em diminuição do retorno venoso e do débito cardíaco, além de elevação da pressão intracraniana ([Machado et al., 2014](#)). A ventilação mecânica durante a anestesia geral pode contribuir para o desenvolvimento de lesão pulmonar mesmo em pulmões previamente saudáveis, fenômeno conhecido como lesão pulmonar induzida pelo ventilador ([Hao et al., 2021](#); [Keszler, 2017](#); [Schultz et al., 2015](#)). Essa lesão ocorre por mecanismos como barotrauma, volutrauma e atelectrauma, relacionados, respectivamente, à pressão excessiva, aos volumes correntes elevados e ao colapso repetido de unidades alveolares. A utilização de volumes correntes mais baixos, associada ao uso adequado de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) e, quando indicado, à realização de manobras de recrutamento alveolar, pode reduzir a incidência de complicações pulmonares. Esses aspectos reforçam que a ventilação mecânica deve ser individualizada e considerada útil da estratégia de segurança do paciente ([Güldner et al., 2015](#)).

As complicações decorrentes das alterações respiratórias e hemodinâmicas observadas em cirurgias videolaparoscópicas possuem grande relevância clínica e devem ser prevenidas. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo descrever os parâmetros ventilatórios e hemodinâmicos observados em cães submetidos à videocirurgia abdominal sob diferentes estratégias ventilatórias

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica sobre ventilação mecânica, associada a um estudo clínico prospectivo que incluiu a utilização de dados provenientes de quatro cães submetidos à colecistectomia e/ou biópsia hepática por videolaparoscopia, sob diferentes modalidades ventilatórias: ventilação espontânea/assistida, ventilação controlada por volume (VCV) e ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV).

Foram analisados os protocolos anestésicos empregados, as possíveis intercorrências transoperatórias e os parâmetros fisiológicos. A frequência cardíaca (FC, batimentos/minuto), a frequência respiratória (FR, movimentos/minuto), a pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial média (PAM), a saturação periférica de oxigênio da hemoglobina (SpO₂) e a pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (ETCO₂) foram monitoradas por meio do equipamento multiparamétrico Dräger Vista 120s.

Destaca-se que este estudo utilizou exclusivamente dados provenientes dos animais, sem qualquer necessidade de contato com seus respectivos tutores.

Os casos a seguir foram acompanhados durante os meses de junho e julho de 2025 em um hospital veterinário localizado na cidade de São Paulo. O acompanhamento ocorreu desde a medicação pré-

anestésica até o período pós-anestésico de quatro cães submetidos à anestesia geral para realização de biópsia hepática e/ou colecistectomia por videolaparoscopia. Os pacientes pertenciam às raças Shih-Tzu, Jack Russell Terrier, Dachshund e Beagle, com média de idade de nove anos. Em todos os animais foi utilizado o aparelho de anestesia com ventilador mecânico Dräger Fabius Plus XL.

Resultados

Caso 1

Foi atendida para procedimento cirúrgico eletivo de colecistectomia uma cadela da raça Shih-Tzu, com 13 anos de idade e peso de 6,7 kg, apresentando histórico de insuficiência mitral discreta.

Como medicação pré-anestésica, foi administrada metadona (0,2 mg/kg) por via intramuscular. A indução anestésica foi realizada com propofol (4 mg/kg) por via intravenosa, seguida da manutenção anestésica com isoflurano em concentrações variando entre 1,5% e 2%. Para a manutenção das vias aéreas, utilizou-se sonda endotraqueal nº 4,5 com cuff, acoplada a um sistema Baraka. A paciente permaneceu em ventilação espontânea/assistida durante todo o período transoperatório, não sendo necessária a instituição de ventilação mecânica controlada ([Tabela 1](#)).

Os parâmetros fisiológicos monitorados permaneceram, em sua maioria, dentro dos valores considerados adequados para a espécie. A frequência cardíaca (FC) variou entre 70 e 135 batimentos por minuto, a frequência respiratória (FR) entre 10 e 20 movimentos por minuto, o ETCO₂ manteve-se entre 35 e 40 mmHg, e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) permaneceu entre 97% e 100%. A pressão arterial sistólica (PAS) variou entre 90 e 100 mmHg, enquanto a pressão arterial média (PAM) permaneceu entre 64 e 75 mmHg ([Tabela 2](#)).

Durante o procedimento, observou-se episódio de bradicardia após a administração de resgate analgésico com fentanil (3 µg/kg, por via intravenosa), sem necessidade de intervenção terapêutica.

Caso 2

Foi submetido à colecistectomia eletiva um cão macho da raça Jack Russell Terrier, com oito anos de idade e peso de 8,4 kg.

A medicação pré-anestésica consistiu na administração de metadona (0,2 mg/kg) associada à escetamina (0,5 mg/kg), ambas por via intramuscular. A indução anestésica foi realizada com fentanil (3 µg/kg) associado ao propofol (3 mg/kg), por via intravenosa, permitindo intubação orotraqueal segura. A manutenção anestésica foi conduzida com isoflurano a 2%. Durante o período transoperatório, foi necessário resgate analgésico com fentanil (2 µg/kg, por via intravenosa).

Para a manutenção das vias aéreas, utilizou-se sonda endotraqueal nº 6,5 com cuff. O paciente foi mantido sob ventilação mecânica controlada no modo ventilação controlada por volume (VCV) durante todo o procedimento. Os parâmetros ventilatórios adotados incluíram pressão positiva expiratória final (PEEP) entre 4 e 5 cmH₂O, volume corrente entre 10 e 12 mL/kg, pressão inspiratória de platô variando entre 12 e 15 cmH₂O e pressão de pico entre 17 e 19 cmH₂O ([Tabela 1](#)).

Os parâmetros fisiológicos monitorados apresentaram variações ao longo do procedimento, com frequência cardíaca (FC) oscilando entre 65 e 124 batimentos por minuto, frequência respiratória (FR) de 16 movimentos por minuto, ETCO₂ entre 38 e 48 mmHg e saturação periférica de oxigênio (SpO₂) mantida entre 98% e 100%. A pressão arterial sistólica (PAS) variou entre 120 e 220 mmHg, enquanto a pressão arterial média (PAM) permaneceu entre 68 e 96 mmHg ([Tabela 2](#)).

Como parte da estratégia analgésica multimodal, realizou-se bloqueio locorregional do plano transversal do abdômen (TAP block) com bupivacaína a 0,5%, na dose de 2 mg/kg, contribuindo para o controle da dor durante o período transoperatório.

Caso 3

Foi atendido para procedimento cirúrgico de biópsia hepática um cão da raça Dachshund, com 5 anos de idade e peso de 8,9 kg.

A medicação pré-anestésica consistiu na administração de dexmedetomidina (1 µg/kg) associada à metadona (0,2 mg/kg), ambas por via intramuscular. A indução anestésica foi realizada com propofol (3 mg/kg) associado à escetamina (1 mg/kg), por via intravenosa, possibilitando intubação orotraqueal adequada. A manutenção anestésica foi conduzida com isoflurano a 2%.

Para a manutenção das vias aéreas, utilizou-se sonda endotraqueal nº 6 com cuff. O paciente foi mantido sob ventilação mecânica controlada no modo VCV durante todo o procedimento. Os parâmetros ventilatórios adotados incluíram PEEP entre 4 e 5 cmH₂O, volume corrente de 12 mL/kg, pressão inspiratória de platô entre 12 e 14 cmH₂O e pressão de pico entre 13 e 14 cmH₂O ([Tabela 1](#)).

Durante o período transoperatório, os parâmetros fisiológicos mantiveram-se relativamente estáveis, com frequência cardíaca (FC) variando entre 70 e 100 batimentos por minuto, frequência respiratória (FR) de 14 movimentos por minuto, ETCO₂ entre 38 e 49 mmHg, SpO₂ entre 98% e 99%, PAS entre 100 e 114 mmHg e PAM entre 58 e 95 mmHg ([Tabela 2](#)).

Observou-se episódio de bradicardia durante a insuflação abdominal, porém sem necessidade de intervenção terapêutica, uma vez que o paciente manteve estabilidade hemodinâmica.

Como parte da estratégia analgésica multimodal, foi realizado bloqueio locorregional do plano transverso do abdômen (TAP block), por acesso subcostal, utilizando-se bupivacaína a 0,25%, na dose de 4 mg/kg.

Caso 4

Foi submetido a procedimento cirúrgico combinado de colecistectomia associada à biópsia hepática um cão da raça Beagle, com 11 anos de idade e peso de 13,5 kg.

A medicação pré-anestésica consistiu na administração intravenosa de dexmedetomidina (2 µg/kg), metadona (0,2 mg/kg) e escetamina (0,5 mg/kg). A indução anestésica foi realizada com fentanil (2 µg/kg), lidocaína (2 mg/kg) e propofol (2 mg/kg), todos por via intravenosa, permitindo intubação orotraqueal adequada.

A manutenção anestésica foi realizada com isoflurano em concentrações variando entre 1,5% e 2%, associada à infusão contínua de fentanil, lidocaína e escetamina (FLK), nas taxas de 10 µg/kg/h, 3 mg/kg/h e 0,6 mg/kg/h, respectivamente, com taxa total de infusão de 5 mL/kg/h. Foi utilizada sonda endotraqueal nº 6,0 com cuff, e o paciente permaneceu sob ventilação mecânica no modo SIMV (ventilação mandatória intermitente sincronizada), com volume corrente de 150 mL e pressão positiva expiratória final (PEEP) de 2 cmH₂O ([Tabela 1](#)).

Tabela 1. Descrição dos protocolos anestésicos, estratégias ventilatórias e bloqueios locorregionais empregados nos cães submetidos à videolaparoscopia.

Categoria	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
MPA	Metadona 0,2 mg/kg IM	Metadona 0,2 mg/kg + escetamina 0,5 mg/kg IM	Dexmedetomidina 1 µg/kg + metadona 0,2 mg/kg IM	Dexmedetomidina 2 µg/kg + metadona 0,2 mg/kg + escetamina 0,5 mg/kg IV
Indução	Propofol 4 mg/kg IV	Fentanil 3 µg/kg + propofol 3 mg/kg IV	Propofol 3 mg/kg + escetamina 1 mg/kg IV	Fentanil 2 µg/kg + lidocaína 2 mg/kg + propofol 2 mg/kg IV
Manutenção	Isoflurano 1,5 – 2%	Isoflurano 2%	Isoflurano 2%	Isoflurano 1,5–2% + CRI FLK
Analgesia trans	Fentanil 3 µg/kg IV	Fentanil 2 µg/kg IV	—	CRI FLK
Bloqueio locorregional	—	TAP block (bupivacaína 0,5%)	TAP block subcostal (bupivacaína 0,25%)	TAP block (bupivacaína 0,25%)
Ventilação	Espontânea/ assistida	VCV	VCV	SIMV
VT	—	10-12 ml/kg	12 ml/kg	12 ml/kg
PEEP, cmH ₂ O	—	4-5	4-5	2
Pressão platô, cmH ₂ O	—	12-15	12-14	—
Pico inspiratório, cmH ₂ O	—	17-19	13-14	—

MPA: Medicação pré-anestésica; IM: Intramuscular; IV: Intravenoso; CRI: Constant rate infusion ou infusão contínua; FLK: Fentanil, lidocaína e ketamina; VT: Volume corrente; PEEP: Pressão positiva ao final da expiração; VCV: Ventilação controlada por volume; TAP block: Bloqueio do plano transverso do abdômen; e SIMV: Synchronized intermittent mandatory ventilation ou ventilação mandatória intermitente sincronizada.

Durante o período transoperatório, os parâmetros fisiológicos mantiveram-se estáveis, com frequência cardíaca (FC) variando entre 87 e 113 batimentos por minuto, frequência respiratória (FR) entre 12 e 15 movimentos por minuto, ETCO₂ oscilando entre 35 e 48 mmHg, SpO₂ entre 97% e 98% e

pressão arterial sistólica (PAS) variando entre 91 e 115 mmHg, sem registro de instabilidade hemodinâmica significativa ([Tabela 2](#)).

Tabela 2. Parâmetros fisiológicos transoperatórios e intercorrências observados nos cães submetidos à videolaparoscopia.

Categoria	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
FC (bpm)	70-135	65-124	70-100	87-113
FR (mpm)	10-20	16	14	12-15
EtCO ₂ (mmHg)	35-40	38-48	38-49	35-48
SpO ₂ (%)	97-100	98-100	98-99	97-98
PAS (mmHg)	90-100	120-220	100-114	91-115
PAM (mmHg)	64-75	68-96	58-95	—
Intercorrências	Bradicardia após fentanil	Não observadas	Bradicardia na insuflação abdominal	Não observadas

FC: Frequência cardíaca; Bpm: Batimentos por minuto; FR: Frequência respiratória; Mpm: Movimentos por minuto; EtCO₂: Dióxido de carbono no final da expiração; SpO₂: Saturação periférica de oxigênio; PAS: Pressão arterial sistólica; PAM: Pressão arterial média; e mmHg: Milímetros de mercúrio.

Como parte da analgesia multimodal, foi realizado bloqueio locorregional do plano transversal do abdômen (TAP block) em quatro pontos, utilizando-se bupivacaína a 0,25%, com volume total de 10 mL. Não foram observadas intercorrências transoperatórias, e o procedimento transcorreu de forma estável.

Discussão

O uso da ventilação mecânica é fundamental para o manejo anestésico de pacientes submetidos a cirurgias minimamente invasivas, nas quais podem ocorrer alterações ventilatórias e hemodinâmicas em decorrência da insuflação abdominal com CO₂. Nos casos descritos, diferentes estratégias ventilatórias foram empregadas, permitindo a comparação entre ventilação espontânea/assistida e ventilação mecânica controlada. Os resultados demonstraram que não houve diferenças clinicamente relevantes entre os pacientes quanto à maioria dos parâmetros avaliados.

No caso 1, embora a paciente estivesse inicialmente em ventilação espontânea, permaneceu durante a maior parte do período anestésico em ventilação assistida. Esse fator justifica a frequência respiratória mais elevada e os menores valores de ET-CO₂ em comparação aos demais casos. Foi utilizada apenas metadona como medicação pré-anestésica. Embora esse opioide promova analgesia e sedação, sua administração isolada pode resultar em sedação limitada. Além disso, a insuflação abdominal com CO₂ reduz a expansão pulmonar e, conseqüentemente, a ventilação alveolar. Essas alterações podem interferir na distribuição dos anestésicos inalatórios, dificultando o estabelecimento de um plano anestésico adequado. Apesar disso, os parâmetros respiratórios e os indicadores indiretos da ventilação permaneceram dentro dos valores considerados fisiológicos para a espécie ([Fantoni & Cortopassi, 2009](#)). A ocorrência de bradicardia após a administração de fentanil está de acordo com a literatura, que descreve os opioides como agentes potencialmente responsáveis por alterações vagais, especialmente em pacientes geriátricos e portadores de cardiopatias preexistentes ([Grimm, 2017](#)).

Nos casos 2 e 3, optou-se pela ventilação mecânica no modo ventilação controlada por volume (VCV), utilizando-se volumes correntes entre 10 e 12 mL/kg e pressão positiva ao final da expiração (PEEP) entre 4 e 5 cmH₂O. Esses parâmetros são amplamente recomendados para cães submetidos à anestesia geral, uma vez que auxiliam na manutenção da ventilação alveolar, na prevenção de atelectasias e no controle adequado do CO₂ expirado ([Fantoni & Ambrósio, 2023](#)). Em ambos os casos, os valores de ET-CO₂ permaneceram dentro de faixas aceitáveis, embora tenham ocorrido elevações pontuais, especialmente no caso 3, possivelmente relacionadas ao aumento da pressão intra-abdominal durante o pneumoperitônio.

A bradicardia observada durante a insuflação abdominal, sem necessidade de intervenção terapêutica, corrobora achados previamente descritos na literatura acerca da resposta vagal transitória associada ao aumento da pressão intra-abdominal. Estudos relatam que a distensão abdominal rápida, especialmente durante a insuflação com CO₂, pode desencadear aumento agudo do tônus vagal por estimulação de mecanorreceptores peritoneais, resultando em bradicardia reflexa, geralmente autolimitada quando não há comprometimento hemodinâmico significativo ([Gautam et al., 2020](#); [Heyba et al., 2020](#); [Jung et al., 2013](#)).

Além disso, estudos experimentais e clínicos, tanto em humanos quanto na medicina veterinária, demonstram que elevações moderadas da pressão intra-abdominal podem provocar alterações cardiovasculares transitórias, incluindo redução da frequência cardíaca, especialmente quando associadas a agentes anestésicos capazes de potencializar o tônus parassimpático ([Kim et al., 2023](#)).

No caso 4, foi adotado o modo SIMV, associado a um protocolo anestésico multimodal mais complexo, incluindo infusão contínua de fentanil, lidocaína e escetamina (FLK). A escolha desse modo ventilatório permitiu adequada sincronização entre os esforços respiratórios espontâneos e os ciclos mandatórios, favorecendo a estabilidade ventilatória ao longo do procedimento. Os parâmetros respiratórios e hemodinâmicos permaneceram estáveis, sem intercorrências relevantes, sugerindo que a associação entre ventilação mecânica adequada e analgesia multimodal contribui significativamente para a segurança anestésica.

Segundo [Guzel et al. \(2013\)](#), não existem diferenças significativas entre a ventilação espontânea e a ventilação mecânica quanto aos parâmetros fisiológicos avaliados. Entretanto, observam-se comportamentos fisiológicos distintos entre os modos ventilatórios. Nos animais submetidos à ventilação espontânea, ocorreu aumento progressivo da pressão parcial de dióxido de carbono e redução gradual do pH sanguíneo ao longo do período anestésico, indicando tendência à hipoventilação decorrente dos efeitos depressores dos anestésicos sobre o sistema respiratório. Embora essas alterações tenham permanecido dentro dos limites fisiológicos, elas evidenciam maior suscetibilidade à retenção de CO₂ durante a respiração espontânea.

Estudos comparando os modos ventilatórios PCV e VCV demonstraram que ambos melhoram as trocas gasosas quando comparados à ventilação espontânea. Entretanto, a ventilação controlada por pressão apresentou maior eficiência mecânica pulmonar, exigindo menores pressões para atingir o mesmo volume ventilatório, o que pode representar uma vantagem potencial em pacientes com comprometimento pulmonar ([Fantoni et al., 2016](#)).

De forma geral, a comparação entre os quatro casos evidencia que a escolha da modalidade ventilatória deve ser individualizada, considerando não apenas o tipo de procedimento cirúrgico, mas também o estado clínico do paciente, a duração da cirurgia e o protocolo anestésico empregado. Esses aspectos reforçam a importância da adoção de estratégias ventilatórias personalizadas para otimizar os resultados perioperatórios. A ventilação mecânica controlada, nos modos VCV e SIMV, mostrou-se eficaz na manutenção da oxigenação e ventilação adequadas, enquanto a ventilação espontânea/assistida também se mostrou viável em casos selecionados, desde que acompanhada de monitorização rigorosa.

Conclusão

Conclui-se que o manejo ventilatório adequado constitui um componente importante da segurança anestésica em procedimentos videolaparoscópicos em cães, uma vez que as alterações respiratórias decorrentes do pneumoperitônio exigem monitorização contínua e ajustes ventilatórios individualizados.

Nos casos avaliados, tanto a ventilação mecânica controlada (VCV e SIMV) quanto a ventilação espontânea/assistida permitiram a manutenção dos parâmetros fisiológicos dentro de limites considerados adequados, quando associadas à monitorização anestésica rigorosa.

Os episódios transitórios de bradicardia observados, relacionados ao uso de opioides e/ou à insuflação abdominal, não resultaram em instabilidade hemodinâmica significativa, reforçando a importância da vigilância contínua durante o período transoperatório.

Dessa forma, a escolha da estratégia ventilatória deve ser individualizada, considerando as características do paciente, o procedimento realizado e o protocolo anestésico empregado, com o objetivo de promover adequada ventilação e maior segurança anestésica.

Referências

Ainsworth, D. M., & Biller, D. S. (2000). Sistema respiratório. In S. M. Reed & V. M. Bayly (Eds.), *Medicina interna equina* (pp. 229–230). Guanabara Koogan S.A.

- Anderson, S. J., & Fransson, B. A. (2019). Complications related to entry techniques for laparoscopy in 159 dogs and cats. *Veterinary Surgery*, 48(5), 707–714. <https://doi.org/10.1111/vsu.13230>.
- Campbell, K. L., & Davis, C. A. (1990). Effects of thyroid hormones on serum and cutaneous fatty acid concentrations in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 51(5), 752–756. [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(92\)90106-C](https://doi.org/10.1016/0034-5288(92)90106-C).
- Carmo, J. P., Barbosa, S. N., Andrade, G. S., Duarte, R. V. S., Silva, A. T. R., Santos, F. S., Silva, L. S., & Sousa Júnior, P. F. (2026). Desafios na estabilização do pneumotórax aberto: Ventilação mecânica em cão com trauma torácico. *PUBVET*, 20(2), 1–6. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n2e1908>.
- Crispi, C. O., Oliveira, F. M. M., Júnior, J. C. D., Oliveira, M. A. P., & Ribeiro, P. A. G. (2014). *Tratado de endoscopia ginecológica: Cirurgia minimamente invasiva* (1st ed., Vol. 1). Revinter.
- Cunningham, J. (2011). *Tratado de fisiologia veterinária*. Guanabara Koogan.
- Dukes, H. H. (1978). *Fisiologia de los animales domesticos*. Aquilar.
- Fantoni, D. T., & Cortopassi, S. R. G. (2009). *Anestesia em cães e gatos* (402 p.). Roca.
- Fantoni, D. T., & Gimenes, A. M. (2023). Edema pulmonar cardiogênico e não cardiogênico. In M. M. Jericó, D. T. Fantoni, & C. B. Bell (Eds.), *Ventilação mecânica em medicina veterinária* (Vol. 1, pp. 287–300). Manole.
- Fantoni, D. T., Ida, K. K., Lopes, T. F. T., Otsuki, D. A., Auler, J. O. C., & Ambrósio, A. M. (2016). A comparison of the cardiopulmonary effects of pressure-controlled ventilation and volume controlled ventilation in healthy anesthetized dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio, Tex. : 2001)*, 26(4), 1–7. <https://doi.org/10.1111/vec.12485>.
- Gautam, B., Maharjan, A., & Ghimire, S. (2020). Bradycardia during laparoscopic surgeries: A cross-sectional study. *Journal of Kathmandu Medical College*, 9(1). <https://doi.org/10.3126/jkmc.v9i1.33515>.
- Grimm, K. A. (2017). Anestesiologia e Analgesia em Veterinária. In Lumb & Jones (Ed.), *Anestesiologia e Analgesia em Veterinária* (Number 9). Roca, São Paulo.
- Göldner, A., Kiss, T., Serpa Neto, A., Hemmes, S. N. T., Canet, J., Spieth, P. M., Rocco, P. R. M., Schultz, M. J., Pelosi, P., & Gama De Abreu, M. (2015). Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: A comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology*, 123(3), 692–713. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000754>.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Tratado de fisiologia médica* (1067). Elsevier Brasil.
- Guzel, O., Yildar, E., Karabagli, G., Erdikmen, D. O., & Ekici, A. (2013). Comparison of the effects of spontaneous and mechanical ventilation on blood gases during general anaesthesia in dogs. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 19(SUPPL.A), A19–A25. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.7489>.
- Hao, L. M., Li, X., Shi, Y., Cai, M. L., Ren, S., Xie, F., Li, Y. N., Wang, N., Wang, Y. X., Luo, Z. J., & Xu, M. (2021). Mechanical ventilation strategy for pulmonary rehabilitation based on patient-ventilator interaction. *Science China Technological Sciences*, 64(4). <https://doi.org/10.1007/s11431-020-1778-8>.
- Heyba, M., Khalil, A., & Elkenany, Y. (2020). Severe Intraoperative Bradycardia during Laparoscopic Cholecystectomy due to Rapid Peritoneal Insufflation. *Case Reports in Anesthesiology*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8828914>.
- Hopper, K., & Powell, L. L. (2013). Noções básicas de ventilação mecânica para cães e gatos. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 43(4), 955–969.
- Inoue, A. Y., & Castro, A. G. M. (2009). Fisiopatologia do sistema respiratório. In J. A. Berchieri, E. N. Silva, J. Di Fabio, L. Sesti, & M. A. F. Zuanaze (Eds.), *Doença das aves*. Facta.
- Jung, K. T., Kim, S. H., Kim, J. W., & So, K. Y. (2013). Bradycardia during laparoscopic surgery due to high flow rate of CO2 insufflation. *Korean Journal of Anesthesiology*, 65(3), 276–277. <https://doi.org/10.4097/kjae.2013.65.3.276>.

- Keszler, M. (2017). Mechanical ventilation strategies. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 22(4). <https://doi.org/10.1016/j.siny.2017.06.003>.
- Kim, D., Seo, M., Choi, G., Lee, S. K., Lee, S., Lee, W. J., Yun, S. H., Kwon, Y. S., & Jang, M. (2023). Cardiovascular and Respiratory Effects of Increased Intra-Abdominal Pressure with and without Dexmedetomidine in Anesthetized Dogs. *Veterinary Sciences*, 10(11), 634. <https://doi.org/10.3390/vetsci10110634>.
- Lewith, H., & Pandit, J. J. (2023). Lung ventilation and the physiology of breathing. *Surgery - Oxford International Edition*, 41(3). <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2023.01.007>.
- Machado, F. D., Eder, G. L., Dullius, C. R., & Baldisserotto, S. (2014). Ventilação Mecânica: Como Iniciar. *Biblioteca Virtual Em Saúde MS*, (35), 1–8.
- Melo, D. P., Aleixo, G. A. S., & Coelho, M. C. O. C. (2010). Laparoscopia em cães e gatos: Revisão de literatura. *Medicina Veterinária*, 4(1), 22–26.
- Milovancev, M., & Townsend, K. L. (2015). Current Concepts in Minimally Invasive Surgery of the Abdomen. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 45(3), 507–522. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.01.004>.
- Sawant, U., Sen, J., & Madavi, S. (2024). Pressure Control Ventilation Versus Volume Control Ventilation in Laparoscopic Surgery: A Narrative Review. *Cureus*, e66916. <https://doi.org/10.7759/cureus.66916>.
- Schultz, M. J., Abreu, G., & Pelosi, P. (2015). Mechanical ventilation strategies for the surgical patient. *Current Opinion in Critical Care*, 21(4), 351–357.
- Souza-Fabjan, J. M. G., Pereira, A. F., Melo, C. H. S., Sanchez, D. J. D., Oba, E., Mermillod, P., Melo, L. M., Teixeira, D. I. A., & Freitas, V. J. F. (2013). Assessment of the reproductive parameters, laparoscopic oocyte recovery and the first embryos produced in vitro from endangered Canindé goats (*Capra hircus*). *Reproductive Biology*, 13(4), 325–332. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.repbio.2013.09.005>

Histórico do artigo:**Recebido:** 19 de abril de 2026**Aprovado:** 28 de maio de 2026**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.