

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR COM CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA E
HEMOGASOMETRIA ARTERIAL PARA LOBECTOMIA PULMONAR EM CÃO -
RELATO DE CASO**

THAIS MARQUES CANCELA

THAIS MARQUES CANCELA

**AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR COM CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA E
HEMOGASOMETRIA ARTERIAL PARA LOBECTOMIA PULMONAR EM CÃO -
RELATO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu, SP, para obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Área de Anestesiologia Veterinária

Preceptor: Prof. Dr. Francisco José Teixeira Neto
Coorientadora: Natache Arouca Garofalo
Coorientador: Paulo Vitor Assis Vieira

Botucatu

2026

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU – UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ANA CLARA GATTO – CRB 8/10577

Cancela, Thais Marques

Avaliação de função pulmonar com capnografia volumétrica e hemogasometria arterial para lobectomia pulmonar em cão : relato de caso / Thais Marques Cancela. - Botucatu, 2025.

21 p.

Trabalho acadêmico (Residência em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

Orientador(a): Francisco José Teixeira Neto

Coorientador(a): Natache Arouca Garofalo

Coorientador: Paulo Vitor Assis Vieira

1. Anormalidades do sistema respiratório. 2. Monitorização fisiológica.
3. Ventilação pulmonar. 4. Respiração artificial. 5. Volume de ventilação pulmonar.
I. Título

Thais Marques Cancela

AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR COM CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA E
HEMOGASOMETRIA ARTERIAL PARA LOBECTOMIA PULMONAR EM CÃO -
RELATO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Residência
apresentado à Universidade Estadual
(UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia, Botucatu, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Residente em Medicina Veterinária.

Data da defesa: 26/02/2026

ORIENTADOR

Prof. Dr. Francisco José Teixeira Neto
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP Botucatu

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco José Teixeira Neto
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP Botucatu

Prof. Dr^a. Renata Navarro Cassu
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP Botucatu

Dr^a. Natache Arouca Garofalo
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP Botucatu

CANCELA, T. M. *Avaliação de função pulmonar com capnografia volumétrica e hemogasometria arterial para lobectomia pulmonar em cão*. Botucatu, 2026. 25p. Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária (área de Anestesiologia Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO

A avaliação da função pulmonar é fundamental durante procedimentos torácicos, especialmente em cirurgias que envolvem ressecção pulmonar. Este relato de caso descreve o uso combinado da capnografia volumétrica e da hemogasometria arterial para monitorar a função respiratória em um cão submetido à lobectomia pulmonar. Durante o procedimento, a capnografia volumétrica permitiu o acompanhamento em tempo real do volume corrente alveolar, bem como a avaliação do espaço-morto anatômico, enquanto a hemogasometria arterial foi utilizada para avaliar parâmetros de trocas gasosas e equilíbrio ácido-base. A análise integrada dos dados possibilitou o manejo preciso da ventilação e da oxigenação do paciente, fato que contribuiu para maior segurança anestésica e estabilidade hemodinâmica, além de garantir uma recuperação anestésica sem intercorrências. Portanto, conclui-se que o monitoramento combinado por capnografia volumétrica e hemogasometria arterial é uma ferramenta valiosa na avaliação da função pulmonar em cães submetidos à lobectomia pulmonar.

Palavras-chave: Espaço morto alveolar; Monitorização anestésica; Ventilação alveolar; Ventilação mecânica; Volume corrente.

CANCELA, T. M. *Evaluation of pulmonary function with volumetric capnography and arterial blood gas analysis for pulmonary lobectomy in a dog*. Botucatu, 2026. 25p. Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária (área de Anestesiologia Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

Assessment of pulmonary function is essential in thoracic procedures, especially in surgeries involving lung resection. This case report describes the combined use of volumetric capnography and arterial blood gas analysis to monitor respiratory function in a dog undergoing pulmonary lobectomy. During the procedure, volumetric capnography allowed real-time monitoring of alveolar tidal volume and evaluation of anatomical dead space, while arterial blood gas analysis was used to assess gas exchange parameters and acid–base balance. The integrated analysis of these data enabled precise control of ventilation and oxygenation, contributing to greater anesthetic safety and hemodynamic stability, as well as ensuring an uneventful recovery with a satisfactory postoperative course. It is concluded that combined monitoring with volumetric capnography and arterial blood gas analysis is a valuable tool for intraoperative assessment of pulmonary function in dogs undergoing thoracotomy with pulmonary lobectomy.

Key words: Alveolar dead space; Anesthetic monitoring; Alveolar ventilation; Mechanical ventilation; Tidal volume.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
	ANESTESIA PARA LOBECTOMIA PULMONAR.....	8
	HEMOGASOMETRIA ARTERIAL PARA AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR.....	9
	CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA.....	11
3	RELATO DE CASO.....	13
4	DISCUSSÃO.....	17
5	CONCLUSÃO.....	18
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

O manejo ventilatório em cirurgias torácicas em animais é desafiador devido à perda de tecido pulmonar funcional, ao colapso do hemitórax e aos efeitos da manipulação cirúrgica. Após lobectomia ou pneumonectomia, cães podem apresentar alterações importantes na função respiratória e na hemogasometria, exigindo monitorização rigorosa e ajustes precisos da ventilação mecânica (MAJESKI *et al.*, 2016).

Tradicionalmente, o suporte ventilatório baseia-se em parâmetros convencionais fixos, que nem sempre refletem as mudanças na mecânica pulmonar, na relação ventilação-perfusão ou na complacência residual após lobectomia. Assim, métodos como capnografia volumétrica e hemogasometria arterial tornam-se recursos valiosos para otimizar a ventilação.

No campo tecnológico, ferramentas de monitorização avançada — como avaliação dinâmica de volumes pulmonares, distensão alveolar, ultrassonografia torácica e métodos minimamente invasivos da mecânica respiratória — permitem ajustar parâmetros ventilatórios em tempo real, favorecendo menor ocorrência de complicações, melhor oxigenação e recuperação mais rápida (TEIXEIRA NETO & KERR, 2024)

Neste cenário, o presente trabalho objetivou relatar a avaliação da função pulmonar em um cão submetido a toracotomia com lobectomia pulmonar como parte da conduta anestésica, utilizando-se não somente nos parâmetros convencionais, mas também capnografia volumétrica e a hemogasometria arterial, com o intuito de oferecer subsídios para ajustes da ventilação mecânica de forma personalizada e otimizada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ANESTESIA PARA LOBECTOMIA PULMONAR

A lobectomia pulmonar é o procedimento cirúrgico que consiste na remoção parcial ou total de um lobo pulmonar e é indicada em cães e gatos para o tratamento de neoplasias, abscessos, torções lobares, bronquiectasias e trauma pulmonar grave. Por envolver a abertura da cavidade torácica, essa intervenção impõe desafios anestésicos significativos, especialmente relacionados à ventilação, oxigenação e controle da dor (PASCOE, 2016). O anestesiológista tem papel fundamental na manutenção da homeostase respiratória e cardiovascular, sendo imprescindível o conhecimento das particularidades fisiológicas pulmonares e das repercussões da ventilação mecânica durante a toracotomia.

A avaliação pré-operatória inclui exame clínico, radiografia torácica, hemogasometria arterial e, quando possível, tomografia computadorizada. Animais com doenças pulmonares concomitantes exigem cuidados adicionais com oxigenoterapia prévia e ajuste de fluidoterapia (TEIXEIRA NETO & KERR, 2024). A medicação pré-anestésica deve ser individualizada. A indução deve ser

suave, com agentes como propofol, alfaxalona ou etomidato, sendo este último indicado em comprometimento cardiovascular. Após intubação orotraqueal, a ventilação mecânica é obrigatória, uma vez que a toracotomia provoca colapso pulmonar e perda da pressão negativa intratorácica (PASCOE, 2016).

Já a manutenção anestésica pode ser realizada com anestésicos inalatórios (isoflurano, sevoflurano) ou com anestesia intravenosa total (TIVA) à base de propofol ou alfaxalona associados a infusões contínuas de remifentanil, fentanil ou dexmedetomidina. Estudos comparativos mostram que tanto a anestesia inalatória quanto a TIVA podem ser seguras durante lobectomias toracoscópicas, desde que haja monitorização e suporte ventilatório adequados (PARK *et al.*, 2018).

Durante a lobectomia, especialmente quando realizada com ventilação unipulmonar (VUP), o anestesiológista enfrenta desafios relacionados à manutenção da oxigenação arterial (PaO_2) e à ocorrência de shunt intrapulmonar. Nessas situações, ocorre a ativação da vasoconstrição pulmonar hipóxica (VPH), um mecanismo fisiológico que redireciona o fluxo sanguíneo das regiões não ventiladas para áreas ventiladas, melhorando a troca gasosa. O uso de hemogasometria arterial é essencial para avaliar a ventilação alveolar e o equilíbrio ácido-base e pode ter como auxílio a capnografia volumétrica. Em casos de hipoxemia persistente, pode-se utilizar manobras de recrutamento alveolar e ajustes na fração inspirada de oxigênio (FiO_2) (TEIXEIRA NETO & KERR, 2024).

Além disso, a monitorização multiparamétrica é mandatória, incluindo eletrocardiografia, capnografia, pressão arterial invasiva, oximetria de pulso, temperatura e análise hemogasométrica seriada (FEINER & WEISKOPF, 2017).

Após o fechamento da toracotomia, deve-se restabelecer a pressão negativa intratorácica, com auxílio de drenagem torácica e ventilação assistida. No período pós-operatório imediato, são necessárias oxigenoterapia suplementar, monitorização respiratória contínua e controle rigoroso da dor. A dor torácica intensa associada aos procedimentos cirúrgicos torácicos pode comprometer de forma significativa a ventilação espontânea no período pós cirúrgico e, portanto, prolongar a recuperação anestésica. Assim, estratégias multimodais para o tratamento da dor são recomendadas, incluindo: opioides sistêmicos (fentanil, remifentanil, metadona); bloqueios locorreionais, como o bloqueio intercostal, bloqueio do plano serrátil, epidural lombossacra com morfina; anestesia local em feridas e drenos torácicos. Ademais, a hipoventilação, a hipoxemia e o acúmulo de líquido pleural estão entre as complicações mais comuns (TEIXEIRA NETO & KERR, 2024).

HEMOGASOMETRIA ARTERIAL PARA AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR

A hemogasometria arterial é um método fundamental para avaliar a função pulmonar e o equilíbrio ácido-base, fornecendo valores de PaO_2 , PaCO_2 e pH, essenciais para analisar oxigenação, ventilação e estado metabólico (BREEN, 2001; PITHON-CURI & CURI, 2017). É amplamente utilizada na clínica, terapia intensiva e anestesia, auxiliando no diagnóstico, monitoramento e tomada de decisões em distúrbios respiratórios e metabólicos (FEINER & WEISKOPF, 2017; KERR & TEIXEIRA NETO, 2024).

A interpretação dos resultados deve considerar os princípios da fisiologia respiratória. A oxigenação tecidual depende da ventilação alveolar, difusão gasosa e transporte sanguíneo de O_2 (PITHON-CURI & CURI, 2017), enquanto a PaCO_2 é determinada principalmente pela ventilação alveolar (KERR & TEIXEIRA NETO, 2024). Alterações nesses componentes refletem-se em desvios de pH, PaO_2 e PaCO_2 .

A interpretação adequada dos resultados hemogasométricos requer a análise integrada de quatro parâmetros principais: PaO_2 , PaCO_2 , pH e bicarbonato (HCO_3^-). De acordo com Breen (2001), a PaO_2 reflete a eficiência da oxigenação e deve ser interpretada em conjunto com a fração inspirada de oxigênio (FiO_2) para calcular a relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, indicador amplamente utilizado na avaliação da função pulmonar, bem como critério de intervenção. Feiner e Weiskopf (2017) demonstram que a relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ é um índice simples e confiável da eficiência da troca gasosa, permitindo identificar hipoxemia e graduar sua gravidade. Neste mesmo estudo, coloca-se esse parâmetro como auxiliar na avaliação da oxigenação pulmonar. Valores inferiores a 300 mmHg indicam comprometimento da troca gasosa, enquanto valores abaixo de 200 mmHg caracterizam hipoxemia grave.

Além disso, índices como o gradiente alvéolo-arterial de oxigênio (P(A-a)O_2) e o conteúdo arterial de oxigênio (CaO_2) podem complementar a análise, permitindo uma compreensão mais detalhada da eficiência pulmonar. Tais cálculos derivam diretamente dos resultados obtidos na hemogasometria arterial, evidenciando sua importância diagnóstica e prognóstica (FEINER; WEISKOPF, 2017; BREEN, 2001).

A hemogasometria também é essencial na análise do controle ventilatório e da resposta do organismo às variações gasosas. Carr, Caldwell e Ainslie (2021) explicam que as alterações na PaCO_2 influenciam diretamente o fluxo sanguíneo cerebral e a sensibilidade ventilatória, por meio de quimiorreceptores centrais e periféricos. Dessa forma, a hipercapnia estimula a ventilação, enquanto a hipocapnia provoca sua inibição.

No contexto clínico, esses mecanismos têm implicações diretas na titulação da ventilação mecânica, no manejo de distúrbios respiratórios e na

compreensão das respostas fisiológicas à hipóxia e à hipercapnia. Kerr e Teixeira Neto (2024) ressaltam que a hemogasometria é indispensável para o ajuste da ventilação mecânica, permitindo a manutenção adequada da homeostase gasosa e do equilíbrio ácido-base em pacientes anestesiados ou graves.

CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA

A capnografia é um método amplamente utilizado para monitorar o CO₂ expirado, refletindo o metabolismo, a perfusão pulmonar e a ventilação. Tradicionalmente, emprega-se a capnografia convencional (tempo-capnograma), que registra a concentração de CO₂ em função do tempo respiratório. No entanto, o desenvolvimento da capnografia volumétrica (CV) representa um avanço significativo na monitorização respiratória, pois relaciona o CO₂ exalado ao volume expirado, permitindo uma análise mais detalhada da ventilação alveolar e do espaço morto (VERSCHEURE *et al.*, 2016; GOTTARDO *et al.*, 2022).

A interpretação da capnografia volumétrica baseia-se nos princípios fisiológicos da ventilação e da perfusão pulmonar. Segundo Kerr e Teixeira Neto (2024), a produção de CO₂ reflete o metabolismo celular, sendo sua eliminação dependente da ventilação alveolar e da perfusão capilar pulmonar. Com isso, para interpretação dos dados, a curva típica da capnografia volumétrica é dividida em três fases: fase I corresponde ao espaço morto anatômico, sem presença de CO₂; fase II representa a transição entre o ar das vias aéreas e o ar alveolar; e fase III o platô alveolar, que reflete o ar proveniente predominantemente dos alvéolos, sendo o trecho mais representativo da ventilação alveolar. O formato e a inclinação dessas fases permitem identificar alterações fisiopatológicas, como aumento do espaço morto, colapso alveolar, obstrução de vias aéreas e heterogeneidade ventilatória (VERSCHEURE *et al.*, 2016; GOTTARDO *et al.*, 2022).

A principal limitação da capnografia convencional é que ela fornece apenas a pressão parcial de CO₂ em função do tempo (EtCO₂), refletindo de maneira indireta a ventilação alveolar. Em contraste, a capnografia volumétrica permite quantificar diretamente o volume de CO₂ eliminado e avaliar a distribuição da ventilação nos pulmões (KREMEIER *et al.*, 2019). Entre as vantagens da CV em relação à capnografia convencional, destaca-se: maior sensibilidade para detectar alterações na relação ventilação/perfusão (V/Q); estimativa precisa do espaço morto fisiológico, segundo a equação de Bohr-Enghoff, fundamental para ajustes de ventilação mecânica; avaliação dinâmica da eficiência ventilatória, permitindo detectar atelectasias, hipoventilação e aumento do espaço morto em tempo real; melhor ajuste de parâmetros ventilatórios, como volume corrente, PEEP e necessidade de recrutamento alveolar (KREMEIER *et al.*, 2019; GOTTARDO *et al.*, 2022).

Por meio da CV, é possível obter dados importantes dos quais deve se ter conhecimento para aplicabilidade clínica, como: 1) volume corrente (V_T): volume

de ar inspirado e expirado a cada ciclo respiratório; 2) volume corrente alveolar (V_{Talv}): porção do V_T que realmente chega aos alvéolos para realizar a hematose; 3) espaço morto de vias aéreas (V_{Daw}): porção do V_T que preenche vias aéreas superiores e árvore traqueobrônquica e não participa das trocas gasosas; 4) espaço morto alveolar (V_{Dalv}): porção do V_T que preenche os alvéolos não perfundidos; 5) espaço morto fisiológico (V_{Dphys}): somatória do V_{Daw} e V_{Dalv} (VERSCHEURE *et al.*, 2016; KERR & TEIXEIRA-NETO, 2024).

Conforme dito anteriormente, sabe-se que para uma ventilação mecânica eficiente e individualizada, é necessário ter conhecimento da avaliação de ventilação e perfusão pulmonar. Desta forma, foi instituída a fórmula Bohr-Enghoff, que, por meio de algumas modificações ao estabelecer parâmetros de aplicação mais acessíveis, determinou a seguinte equação $V_{\text{Dphys}}/V_T = (\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2)/\text{PaCO}_2$ e $V_{\text{Dalv}}/V_T = (\text{PaCO}_2 - \text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2)/\text{PaCO}_2$. Ela é usada para estimar o espaço morto fisiológico e espaço morto alveolar a partir da diferença entre a pressão parcial de CO_2 no ar expirado misto e a PaCO_2 arterial. Elas indicam quanto da ventilação não participa efetivamente das trocas gasosas, representando a fração do volume corrente que é o espaço morto, importante para identificação da ineficiência ventilatória. Com o uso da capnografia volumétrica e hemogasometria arterial, é possível obter os valores para aplicação clínica desta avaliação (KREMEIER *et al.*, 2019; KERR & TEIXEIRA-NETO, 2024). Por meio dessa premissa, Bumbacher, Schramel e Mosing (2017) avaliaram três volumes correntes distintos (10, 12 e 15 mL/kg) em cães submetidos à ventilação controlada e observaram que o aumento do volume corrente reduziu o espaço morto relativo, otimizando a ventilação alveolar sem causar hipocapnia. Esses achados demonstram o potencial da CV como ferramenta para individualização de estratégias ventilatórias.

Além disso, a CV tem sido aplicada com sucesso em contextos como: titulação da PEEP para maximizar a ventilação alveolar sem causar hiperinsuflação; monitorização intraoperatória durante anestesia geral; avaliação da resposta à terapia em pacientes graves, como os portadores de síndrome do desconforto respiratório agudo e doença pulmonar obstrutiva crônica (KREMEIER *et al.*, 2019; GOTTARDO *et al.*, 2022;).

Portanto, a capnografia volumétrica representa uma evolução significativa na monitorização respiratória, fornecendo dados quantitativos e fisiológicos detalhados que vão além da capnografia convencional. Ao integrar informações sobre ventilação, perfusão e eliminação de CO_2 , ela se consolida como uma ferramenta emergente na terapia intensiva ao auxiliar no ajuste preciso da ventilação mecânica, a prevenção de lesões pulmonares induzidas pela mesma e a otimização das trocas gasosas, sendo seu emprego valioso em pacientes gravemente enfermos.

3 RELATO DE CASO

No dia 29 de junho de 2025, foi admitido no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) campus Botucatu, um cão, adulto (estima-se 1 ano), da raça Braco Alemão pelo curto, macho, 25 kg de peso vivo, escore de condição corporal (ECC) 3/9. O cão havia sido atacado por javali na noite anterior e apresentava evisceração de lobo pulmonar caudal esquerdo e foi encaminhado ao setor de Cirurgia de Pequenos Animais e ao setor de Anestesiologia Veterinária para toracotomia de emergência.

O animal apresentava como parâmetros pré-anestésicos: estado mental prostrado, desidratação 7%, mucosas róseas, temperatura retal 40°C, tempo de preenchimento capilar 2 segundos, frequência cardíaca 198 batimentos por minutos, pressão arterial sistólica, diastólica e (média) 102/42 (62) mmHg aferidas pelo método oscilométrico, glicemia 106 mg/dL, saturação periférica de oxigênio 95% em ar ambiente. Realizou-se acesso venoso em veias cefálica direita e safena lateral esquerda, ambos com cateter 18G. Administrou-se por via intravenosa (IV) bolus de Ringer Lactato na taxa 10 mL/kg durante 10 min IV, ao qual obteve-se resposta satisfatória. Devido ao quadro de prostração e a necessidade de avaliação pulmonar, realizou-se a cateterização da artéria podal dorsal direita com cateter 20G, coleta de hemogasometria arterial (Tabela 1) e avaliação da pressão arterial invasiva. Durante este período, o animal foi pré-oxigenado via máscara facial com fluxo de oxigênio de 3 L/min durante 12 minutos.

Tabela 1: Hemogasometria arterial pré-anestésica.

pH	7,37	VG	33%	HCO₃⁻	18,6 mmol/L	Na²⁺	136 mmol/L
PCO₂	32,5 mmHg	BE	1,3 mmol/L	Cl⁻	123 mmol/L	Ca²⁺	-
PO₂	117 mmHg	TR	40,0°C	K⁺	3,08 mmol/L	Lac	1,3 mmol/L

Fonte: Arquivo pessoal.

Após estabilização volêmica do paciente, foi realizada indução anestésica com cetamina¹ (5 mg/kg, IV), midazolam² (0,2 mg/kg, IV) e fentanil³ (3 mcg/kg, IV). A intubação orotraqueal sem resistência foi realizada com tubo nº 10 com baronete. A manutenção anestésica foi realizada com isoflurano⁴ (ET_{Iso} 0,4-0,5%) associado ao propofol⁵ (0,1-0,3 mg/kg/h IV) e infusão contínua de remifentanil⁶ 0,005% (0,1-0,3 mcg/kg/min IV) e cetamina¹ (0,6 mg/kg/h IV). Logo após a intubação, o paciente foi acoplado ao aparelho anestésico com ventilador

¹ Cetamin®, Syntec do Brasil LTDA, Santana do Parnaíba, SP, Brasil.

² Dormire®, Cristália Prod. Quím. Farm. LTDA, São Paulo, SP, Brasil.

³ Fentanest®, Cristália Prod. Quím. Farm. LTDA., São Paulo, SP, Brasil.

⁴ Isoforine®, Cristália Prod. Quím. Farm. LTDA, São Paulo, SP, Brasil.

⁵ Propovan®, Cristália Prod. Quím. Farm. LTDA., São Paulo, SP, Brasil.

⁶ Remifas®, Cristália Prod. Quím. Farm. LTDA, São Paulo, SP, Brasil.

mecânico⁷ por meio de circuito circular valvular. Inicialmente foi instituída ventilação controlada a pressão (PCV) com pressão de pico (P_{pico}) 10 cmH₂O, frequência respiratória (f) de 20 movimentos por minuto (mpm), relação inspiração:expiração (I:E) 1:1,5, FiO₂ 1 e, inicialmente, somente com a auto pressão expiratória final positiva (PEEP) do ventilador de 2 - 3 cmH₂O, ajustados para manutenção da normocapnia.

A monitorização anestésica foi obtida por meio da avaliação dos planos de Guedel e parâmetros vitais mensurados pelo monitor multiparamétrico⁸. Para tal, utilizou-se: sensor de oximetria no terço rostral da língua, com intuito de obter a oximetria de pulso, saturação periférica de oxigênio da hemoglobina (SpO₂) e formação da onda pletismográfica; traçado eletrocardiográfico, por meio de posicionamento de cliques do tipo jacaré de acordo com a segunda derivação de Einthoven; mensuração da capnografia convencional *sidestream* por meio de um adaptador posicionado entre a sonda e o circuito anestésico, sendo possível aferir os valores de ETCO₂ e capnografia, o mesmo adaptador foi utilizado para obtenção da amostra de gases utilizada pelo analisador de gases anestésicos, para obtenção das concentrações inspirada e expirada de isoflurano; a pressão arterial foi mensurada de forma direta. O cateter arterial foi conectado a um transdutor de pressão por meio de um tubo extensor preenchido por solução heparinizada (5 UI/L), o que possibilitou a obtenção da onda da pressão arterial, bem como a aferição dos valores de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial média (PAM) e pressão arterial diastólica (PAD).

Logo após a indução, mesmo com a estabilização cardiovascular prévia, o animal apresentou PAM de 60 mmHg e FC de 173 bpm. Na tentativa de melhorar o quadro de hipotensão/hipovolemia, realizou mais um desafio volêmico de Ringer Lactato 10 ml/kg/10 min IV. Observou-se diminuição da FC para 132 bpm, mas ainda sim com valores de pressão arterial limítrofe (60 mmHg). Desta forma, iniciou-se a infusão contínua de norepinefrina⁹ a manutenção da PAM entre 65 - 75 mmHg, a qual foi mantida durante todo o procedimento nas taxas 0,05-0,15 mcg/kg/min, IV. Além disso, outra intercorrência observada devido ao quadro de comprometimento pulmonar, foi o retorno de secreção sanguinolenta pulmonar em grande quantidade logo após a intubação, o qual foi aspirado com o intuito de evitar o aumento de resistência de vias aéreas.

A seguir, após a avaliação da biomecânica ventilatória do animal em modo PCV, foi iniciado ventilação ciclada a volume (VCV), considerando-se V_T de 10 mL/kg para o peso ideal de 30kg (cálculo feito a partir do ECC), utilizando-se assim V_T de 300 ml, f de 20 mpm, relação I:E 1:1,5 e pausa inspiratória de 40%. Neste momento (43 minutos após indução), foi realizado nova coleta de hemogasometria arterial (Tabela 2), em que estava sendo administrado FiO₂ de 0,3 (que foi possível manter até o fim do desmame ventilatório) e ETCO₂ de 38 mmHg, apresentando uma PaO₂/FiO₂ de 440.

⁷ GE® Datex-Ohmeda 9100c NXT, GE Medical Systems CO. LTD., China.

⁸ GE® B40, GE Medical Systems Information Technologies Inc, Freiburg, Alemanha.

⁹ Hemitartarato de Norepinefrina, Hipolabor Farmacêutica Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil.

Tabela 2: Hemogasometria arterial no início do procedimento cirúrgico, 43 minutos após indução, após mudança de modo ventilatório de PCV para VCV.

pH	7,33	VG	25%	HCO₃⁻	19,4 mmol/L	Na²⁺	140 mmol/L
PCO₂	36,4 mmHg	BE	-5,9 mmol/L	Cl⁻	120 mmol/L	Ca²⁺	1,1 mmol/L
PO₂	132 mmHg	AG	0,6 mmol/L	K⁺	3,14 mmol/L	Lac	0,6 mmol/L
TR	37,4°C	FiO₂	0,3	PaCO₂ - ETCO₂		1,4 mmHg	

Fonte: Arquivo pessoal.

Adicionalmente, o capnógrafo volumétrico¹⁰ foi acoplado ao sistema respiratório e realizou-se a coleta dos parâmetros de ventilação alveolar, obtendo-se ETCO₂ de 37 mmHg, PeCO₂ de 15 mmHg, VCO₂ de 99 mL/min, V_{Te} de 287 mL e apresentando as três fases da onda da capnografia. Desta forma, utilizando-se a fórmula de Bohr-Engelhoff, tem-se que $V_{Dphys}/V_T = (36,4 - 15)/36,4 = 0,58$. A partir deste cálculo, pôde-se obter os seguintes valores: V_{Dphys} 168 mL (5,6 mL/kg) e V_{Talv} de 119 mL (3,9 mL/kg), V_{Daw} de 156 mL (5,2 mL/kg) e V_{Dalv} 12 mL (0,4 mL/kg), relacionados ao V_{Te} 287 mL. A complacência obtida foi de 36 mL/cmH₂O, sendo, para o peso ideal, calculada em 1,2 mL/cmH₂O/kg. Evidenciando, inicialmente, uma ventilação eficiente.

Durante o procedimento, foi verificada a redução da complacência respiratória para 0,9 mL/cmH₂O/kg e aumento do ETCO₂ para 46 mmHg, sem um comprometimento grave na oxigenação do paciente. Desta forma, após a lobectomia pulmonar, inicialmente realizou-se a tentativa de aumento gradual e lento da PEEP, chegando até 7 cmH₂O.

Ao fim do fechamento do tórax e restabelecimento da pressão negativa por meio da toracocentese, realizou nova hemogasometria arterial (Tabela 3) e mensuração da ventilação alveolar pelo capnógrafo volumétrico¹⁰. Obteve-se então os seguintes valores: relação PaO₂/FiO₂ de 386, ETCO₂ de 41 mmHg, PeCO₂ de 19 mmHg, VCO₂ de 144 mL/min, V_{Te} de 291 mL e curva de capnografia com a presença das três fases da capnometria. Calculou-se novamente o espaço morto fisiológico e o volume corrente alveolar, alcançando-se os valores de V_{Dphys}/V_T de 0,56, V_{Dphys} de 168 mL (5,6 mL/kg), V_{Talv} de 122 mL (4 mL/kg), V_{Daw} 151 mL (5 mL/kg) e V_{Dalv} de 17,3 mL (0,5 mL/kg). A complacência, com a intervenção da PEEP, manteve-se em 36 mL/cmH₂O (1,2 mL/cmH₂O/kg). Adotando-se como critério a relação PaO₂/FiO₂ e valores de complacência, optou-se por não realizar a manobra recrutamento alveolar e manteve-se os parâmetros ventilatórios já ajustados. Com o resultado desta última hemogasometria, também foi realizada administração de um gluconato de cálcio¹¹ 0,5 mL/kg/10 min, IV.

¹⁰ Respiromics NM3®, Koninklijke Philips N.V., Amsterdã, NL.

¹¹ Gluconato de cálcio®, Isofarma Ind. Farm. LTDA, Eusébio, CE, Brasil.

Tabela 3: Hemogasometria arterial previamente ao fechamento do tórax após a lobectomia pulmonar. Fonte: Arquivo pessoal.

pH	7,32	VG	25%	HCO₃⁻	19,4 mmol/L	Na²⁺	136 mmol/L
PCO₂	43,6 mmHg	BE	-3,1 mmol/L	Cl⁻	133 mmol/L	Ca²⁺	1,06 mmol/L
PO₂	116 mmHg	AG	-	K⁺	3,64 mmol/L	Lac	0,4 mmol/L
TR	37,8°C	FiO₂	0,31	PaO₂ - ETCO₂		3,6 mmHg	

Fonte: Arquivo pessoal.

Buscando o controle analgésico pós-cirúrgico, foi solicitado para a equipe cirúrgica a passagem de um tubo torácico, com o objetivo de infiltrar anestésico local (bupivacaína¹² 0,25% s/v 1,6 mg/kg) a cada 6 horas, realizando-se a primeira aplicação no início da recuperação anestésica. Além disso, foi feito o bloqueio dos nervos intercostais T3, T4, T5, T6, T7 esquerdos guiados por ultrassom¹³. Para tal, foi realizada a técnica descrita por Portela e colaboradores (2019), com o animal posicionado em decúbito lateral direito; a probe de ultrassom foi posicionada no terço proximal da costela, próxima ao ângulo da costela, centralizando-se a imagem no espaço intercostal alvo. A partir daí, introduziu-se a agulha, na borda caudal da costela até o espaço entre a pleura parietal e o músculo intercostal interno, onde localiza-se o nervo intercostal. Para cada local de punção, foi aplicado bupivacaína¹¹ 0,5% s/v no volume de 0,03 ml/kg, utilizando 0,7 mg/kg totais. Ainda, como não havia sido realizado um opioide de longa duração na medicação pré-anestésica, antes de cessar a infusão contínua de remifentanil no início da recuperação, foi administrada metadona¹⁴ (0,2 mg/kg, IV), em associação à dipirona¹⁵ (25 mg/kg, IV) e dexametasona¹⁶ (0,1 mg/kg, IV).

Ademais, pensando em possível hipoxemia do paciente no período pós-cirúrgico, foi introduzida, com o animal ainda sedado uma cânula nasal (sonda uretral nº 8) com a técnica descrita por Teixeira Neto e Kerr (2024), com o intuito de otimizar a oferta de oxigênio. Para o ajuste do comprimento da sonda a ser introduzida até a cavidade nasal foi medido a partir do início do orifício nasal esquerdo até a comissura medial do olho esquerdo. A ponta da sonda também foi cortada, com o objetivo de reduzir a resistência do fluxo. Para a colocação da cânula, estendeu a cabeça e pescoço do paciente, lubrificou-se a sonda com pequena quantidade de lidocaína em gel¹⁷ e instilou-se lidocaína¹⁸ 2% s/v (0,2 mL, sendo 0,13 mg/kg). A cânula foi então fixada com cola instantânea na pele da cabeça na região nasal e temporal.

¹² Neocaína®, Cristália Prod. Quím. Farm. Ltda., São Paulo, SP, Brasil.

¹³ Siemens® Acuson P500, Siemens Medical Solutions Inc, California, EUA.

¹⁴ Metadon®, Cristália Prod. Quím. Farm. Ltda., São Paulo, SP, Brasil.

¹⁵ Febrax®, Lema-Injex Biologic LTDA, Vespasiano, MG, Brasil.

¹⁶ Dexaflan®, Lema-Injex Biologic LTDA, Vespasiano, MG, Brasil.

¹⁷ Labcaína®, Pharlab Indústria Farm. LTDA, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁸ Xylestesin®, Cristália Prod. Quím. Farm. Ltda., São Paulo, SP, Brasil.

Ao final dos procedimentos citados, iniciou-se o desmame da ventilação mecânica e cessou-se o fornecimento das infusões contínuas, bem como do isoflurano. Quando houve retorno à ventilação espontânea, novamente realizou-se mensuração dos parâmetros ventilatórios e coleta de hemogasometria arterial (Tabela 4), obtendo-se os seguintes resultados: relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 410, ETCO_2 de 39 mmHg, PeCO_2 de 30 mmHg, VCO_2 de 115 mL/min, V_{Te} de 454 mL e presença das três fases da capnometria. Com o cálculo do espaço morto fisiológico, espaço morto alveolar e volume corrente alveolar, obteve-se $\text{V}_{\text{Dphys}}/\text{V}_{\text{T}}$ de 0,24, V_{Dphys} de 110 mL (3,6 mL/kg), V_{Talv} de 301 mL (10 mL/kg) e V_{Dalv} de 8 mL (0,2 mL/kg). Evidenciou-se, portanto, eficiência no manejo ventilatório transanestésico.

Tabela 4: Hemogasometria arterial pós-anestésica. Fonte: Arquivo pessoal.

pH	7,36	VG	25%	HCO₃⁻	22,6 mmol/L	Na²⁺	135 mmol/L
PCO₂	39,7 mmHg	BE	-2,9 mmol/L	Cl⁻	133 mmol/L	Ca²⁺	1,19 mmol/L
PO₂	123 mmHg	AG	-	K⁺	3,59 mmol/L	Lac	0,4 mmol/L
TR	38,2°C	FiO₂	0,32	PaO₂ - ETCO₂		0,7 mmHg	

Fonte: Arquivo pessoal.

Realizou-se a extubação quando observou-se o retorno dos reflexos palpebrais (medial e lateral) e de deglutição, totalizando um tempo total de 10 minutos após o final da administração do anestésico geral. Não houve intercorrências no período pós cirúrgico imediato. Mediante à avaliação de dor, não foi constatado a necessidade da realização de resgate analgésico neste momento. Visto que a paciente encontrava-se estável, com parâmetros dentro da normalidade, com a SpO_2 97% sem suplementação de O_2 , optou-se pelo encaminhamento para a internação.

Nos próximos três dias, o animal permaneceu internado no hospital veterinário para continuidade do tratamento. Durante este período ainda houve drenagem de conteúdo serosanguinolento pelo dreno de Penrose e por efusão pleural, porém sem presença de pneumotórax. Não houve alterações em parâmetros como nível de consciência, frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura retal, coloração de mucosas, tempo de preenchimento capilar, nível de hidratação e saturação periférica de oxigênio. No decorrer da internação, se manteve a analgesia via tubo torácico com a mesma prescrição relatada anteriormente, não necessitando de resgate com opioide. Além disso, foi mantido em medicação de suporte instituída pelo setor de Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais. No terceiro dia, como o paciente apresentava-se estável, o mesmo foi liberado para continuidade do tratamento em domicílio. No dia 14 de julho de 2025 retornou para retirada de pontos e alta médica.

4 DISCUSSÃO

A efetividade ventilatória observada ao paciente em questão, destaca a importância do monitoramento preciso da função respiratória durante procedimentos torácicos complexos. Neste caso, a utilização integrada da hemogasometria arterial e da capnografia volumétrica guiou de forma decisiva os ajustes ventilatórios, permitindo uma avaliação contínua das trocas gasosas, do equilíbrio ácido-básico e do espaço-morto alveolar. Essa abordagem combinada proporcionou maior segurança anestésica e estabilidade hemodinâmica, contribuindo diretamente para o sucesso do manejo intraoperatório e para a recuperação satisfatória do paciente.

A ventilação mecânica foi iniciada no modo controlado a pressão, com o objetivo de limitar as pressões inspiratórias máximas e permitir uma avaliação dinâmica da complacência pulmonar durante o ajuste dos parâmetros ventilatórios. Essa escolha fundamentou-se na necessidade de proteger as áreas alveolares remanescentes e prevenir lesões induzidas pela ventilação, especialmente após a lobectomia pulmonar, quando o parênquima restante torna-se mais suscetível à hiperdistensão. De acordo com Kerr e Teixeira Neto (2024), o modo controlado a pressão é particularmente indicado em situações em que a heterogeneidade da ventilação é esperada, pois permite uma distribuição mais uniforme do volume corrente entre unidades alveolares com diferentes constantes de tempo, reduzindo o risco de volutrauma. Além disso, conforme descrito pelos mesmos autores em capítulos subsequentes da mesma literatura, a monitorização da complacência respiratória fornece informações valiosas para a titulação individualizada da PEEP e do tempo inspiratório, favorecendo uma ventilação protetora e eficiente em pacientes com comprometimento pulmonar. Assim, a adoção desse modo ventilatório possibilitou um manejo mais seguro, equilibrando a necessidade de manter adequada oxigenação e eliminação de CO_2 com a preservação da integridade alveolar.

Em conjunto, foi possível depurar a ventilação por meio da capnografia volumétrica, na qual mostrou-se uma ferramenta essencial para o monitoramento detalhado no presente caso, permitindo a avaliação contínua e não invasiva da eficiência ventilatória e da relação entre o espaço morto fisiológico e o volume corrente. Essa técnica possibilitou identificar o impacto dos ajustes ventilatórios sobre a ventilação alveolar efetiva, auxiliando na titulação da PEEP e na manutenção de uma estratégia de ventilação protetora. Bumbacher et al. (2017) demonstraram, em cães submetidos à ventilação controlada, que a capnografia volumétrica é sensível para detectar alterações na distribuição da ventilação e na eliminação de CO_2 , sendo um método confiável para avaliar o espaço morto fisiológico ($V_{\text{Dphys}}/V_{\text{T}}$) e o volume alveolar. No caso relatado, foi possível manter ventilação eficiente com V_{T} de 10 mL/kg, $V_{\text{Dphys}}/V_{\text{T}}$ de 0,58, V_{Dphys} de 166 mL e V_{Talv} de 120 mL (4 mL/kg), correspondendo a um espaço morto fisiológico de 5,5 mL/kg e alveolar de 0,4 mL/kg. Esses valores indicam adequada ventilação alveolar e correspondem a resultados esperados para cães submetidos à ventilação

mecânica controlada, conforme descrito por Bumbacher e colaboradores, reforçando a utilidade da capnografia volumétrica na otimização individualizada da ventilação e na prevenção de hipoventilação ou hiperdistensão em pacientes com comprometimento pulmonar, já que evidenciou que o paciente apresentava baixo volume de espaço morto alveolar e volume corrente ideal.

Simultaneamente, a monitorização hemogasométrica arterial foi igualmente fundamental para a avaliação da função pulmonar e da adequação da ventilação mecânica ao longo do procedimento. As análises seriadas permitiram calcular o espaço morto fisiológico, correlacionando os valores de PaCO_2 arterial com o $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ obtido pela capnografia volumétrica, além de monitorar a oxigenação por meio da relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$. De acordo com Feiner e Weiskopf (2017), a razão $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ é um dos indicadores mais sensíveis e amplamente utilizados para estimar a eficiência da troca gasosa e a integridade da membrana alvéolo-capilar, sendo valores acima de 400 indicativos de adequada oxigenação e função pulmonar preservada. No caso relatado, essa relação manteve-se em torno de 400 durante todo o período anestésico, sugerindo manutenção satisfatória da função respiratória, mesmo após a lobectomia. Outro ponto importante sobre a avaliação da hemogasometria arterial nesses casos, conforme descrito por Kerr e Teixeira Neto (2024), é a interpretação da curva de dissociação da hemoglobina, pois alterações de pH, temperatura ou CO_2 podem modificar a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio e comprometer a liberação tecidual. No entanto, não foram observadas alterações significativas neste parâmetro ao longo da anestesia, reforçando a estabilidade da oxigenação e a eficácia do manejo ventilatório adotado.

Para mais, observou-se que o aumento gradual da pressão positiva ao final da expiração (PEEP) e a introdução de uma pausa inspiratória contribuíram para a melhora da ventilação alveolar, evidenciada pela redução do espaço morto e pela otimização da eliminação de CO_2 na capnografia volumétrica. Esses achados estão em concordância com os resultados descritos por Portela et al. (2025), que demonstraram, em cães mecanicamente ventilados, que o uso combinado de PEEP e pausa inspiratória otimizou a ventilação alveolar efetiva, sem comprometer a oxigenação. Os autores destacam que essas manobras favorecem a redistribuição da ventilação e a melhora da relação V/Q , aspectos particularmente relevantes em pacientes submetidos à ressecção pulmonar, nos quais há risco aumentado de atelectasia e hipoventilação regional.

Ainda que manobras de recrutamento alveolar possam ser benéficas na reversão de áreas colapsadas, optou-se neste caso por realizar inicialmente apenas o ajuste progressivo da PEEP, sem recrutamento ativo, buscando equilibrar a melhora da ventilação com a preservação da estabilidade hemodinâmica e a prevenção de hiperdistensão alveolar. Essa decisão baseou-se em evidências experimentais recentes, como as apresentadas por Mosing et al. (2025), que, ao avaliarem cães com pulmões saudáveis, observaram que o aumento isolado da PEEP foi capaz de manter adequada oxigenação e expansão pulmonar, com menor impacto hemodinâmico em comparação às manobras de recrutamento. Assim,

considerando-se o contexto pós-lobectomia, no qual há redução do volume pulmonar funcional e risco aumentado de lesão por hiperinsuflação, a aplicação gradual de PEEP mostrou-se uma estratégia ventilatória mais segura e eficaz para otimizar a ventilação alveolar e prevenir o colapso de unidades remanescentes.

5 CONCLUSÃO

O manejo ventilatório individualizado, baseado em princípios de ventilação eficiente e apoiado por monitorização avançada, mostrou-se fundamental no caso relatado. A utilização sequencial de PCV e VCV, o ajuste progressivo da PEEP com pausa inspiratória, além da capnografia volumétrica e hemogasometria arterial, permitiram avaliar de forma integrada a mecânica pulmonar e as trocas gasosas, garantindo ventilação eficaz e boa oxigenação antes e após a lobectomia. Isso reforça a importância de estratégias fisiologicamente orientadas na anestesia de toracotomias, visando preservar o parênquima remanescente e evitar complicações ventilatórias. Assim, o caso evidencia como a combinação entre conhecimento fisiológico e monitorização detalhada otimiza o manejo respiratório e melhora os desfechos em cirurgias pulmonares na medicina veterinária.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREEN, Peter H.. Arterial blood gas and pH analysis. **Anesthesiology Clinics Of North America**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 885-906, dez. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0889-8537\(01\)80014-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0889-8537(01)80014-6).

BUMBACHER, Seline; SCHRAMMEL, Johannes P.; MOSING, Martina. Evaluation of three tidal volumes (10, 12 and 15 mL kg⁻¹) in dogs for controlled mechanical ventilation assessed by volumetric capnography: a randomized clinical trial. **Veterinary Anaesthesia And Analgesia**, [S.L.], v. 44, n. 4, p. 775-784, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaa.2016.10.007>.

CARR, Jay M. J. R.; CALDWELL, Hannah G.; AINSLIE, Philip N.. Cerebral blood flow, cerebrovascular reactivity and their influence on ventilatory sensitivity. **Experimental Physiology**, [S.L.], v. 106, n. 7, p. 1425-1448, 20 maio 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1113/ep089446>.

FEINER, John R.; WEISKOPF, Richard B. Evaluating Pulmonary Function: an assessment of PaO₂/FiO₂. **Critical Care Medicine**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 40-48, jan. 2017. Ovid Technologies. <http://dx.doi.org/10.1097/ccm.0000000000002017>.

GIROTTO, Carolina H.; OSPINA-ARGÜELLES, Diego A.; TEIXEIRA-NETO, Francisco J.; ASSIS-VIEIRA, Paulo V.; MARTINS, Alessandro R.C.; KERR, Carolyn. Dead space volumes in cats and dogs with small body mass ventilated with a fixed tidal volume. **Veterinary Anaesthesia And Analgesia**, [S.L.], v. 51,

n. 6, p. 585-593, nov. 2024. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.vaa.2024.06.009>.

GOTTARDO, Paulo César; VALIATTI, Jorge Luís dos Santos; MENDES, Ciro Leite. Capnografia Volumétrica. In: VALIATTI, Jorge Luís dos Santos; AMARAL, Jorge Luiz Gomes do; FALCÃO, Luiz Fernando dos Reis. **Ventilação Mecânica: fundamentos e prática clínica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022. Cap. 52. p. 477-513.

KERR, Carolyn L; TEIXEIRA NETO, Francisco J. Respiratory Physiology and Pathophysiology. In: LAMONT, Leigh; GRIMM, Kurt; ROBERTSON, Sheilah; LOVE, Lydia; SCHROEDER, Carrie. **Veterinary Anesthesia and Analgesia**: Lumb and Jones. 6. ed. New Jersey: Wiley, 2024. Cap. 37. p. 697-749.

KREMEIER, Peter; BÖHM, Stephan H.; TUSMAN, Gerardo. Clinical use of volumetric capnography in mechanically ventilated patients. **Journal Of Clinical Monitoring And Computing**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 7-16, 31 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10877-019-00325-9>.

MAJESKI, Stephanie A.; STEFFEY, Michele A.; MAYHEW, Philipp D.; HUNT, Geraldine B.; HOLT, David E.; RUNGE, Jeffrey J.; KASS, Philip H.; MELLEMA, Matthew. Postoperative Respiratory Function and Survival After Pneumectomy in Dogs and Cats. **Veterinary Surgery**, [S.L.], v. 45, n. 6, p. 775-781, 8 jul. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/vsu.12513>.

MORGAN, Thomas J.; SCOTT, Peter H.; LANGLEY, Adrian N.; BARRETT, Robin D. C.; ANSTEY, Christopher M.. Single-FiO2 lung modelling with machine learning: a computer simulation incorporating volumetric capnography. **Journal Of Clinical Monitoring And Computing**, [S.L.], v. 37, n. 5, p. 1303-1311, 1 abr. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10877-023-00996-5>.

MOSING, Martina; WALDMANN, Andreas D.; GENT, Thom C.; HOSGOOD, Giselle; SIEBER-RUCKSTUHL, Nadja S.; DENNLER, Matthias; HERRMANN, Peter; UNGER, Karin. Impact of positive end-expiratory pressure and recruitment maneuver on healthy lungs in dogs assessed by functional and anatomical monitoring methods. **Frontiers In Veterinary Science**, [S.L.], v. 12, p. 1-10, 6 mar. 2025. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2025.1545683>.

PARK, Jiyoung; LEE, Hae-Beom; JEONG, Seong Mok. Comparison of the effects of isoflurane versus propofol-remifentanyl anesthesia on oxygen delivery during thoracoscopic lung lobectomy with one-lung ventilation in dogs. **Journal Of Veterinary Science**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 426, 2018. XMLink. <http://dx.doi.org/10.4142/jvs.2018.19.3.426>.

PASCOE, Peter J. Intrathoracic surgery and interventions. In: DUKE-NOVAKOVSKI, Tanya; VRIES, Marieke de; SEYMOUR, Chris. **BSAVA**

Manual of Canine and Feline: Anaesthesia and Analgesia. 3. ed. Aberystwyth: British Small Animal Veterinary Association, 2016. Cap. 23. p. 329-342.

PITHON-CURI, Tania Cristina; CURI, Rui. Transporte de Oxigênio e Gás Carbônico. In: CURI, Rui; PROCOPIO, Joaquim. **Fisiologia Básica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Cap. 34. p. 435-445.

PORTELA, Diego A.; FUENSALIDA, Santiago E.; VISCASILLAS, Jaime; VERDIER, Natali; OTERO, Pablo E.. Intercostal nerves block. In: OTERO, Pablo E.; PORTELA, Diego A. **Manual of Small Animal Regional Anesthesia:** illustrated anatomy for nerve stimulation and ultrasound-guided nerve blocks. 2. ed. Buenos Aires: Inter Médica, 2019. Cap. 26. p. 236-241.

PORTELA, Diego A.; MCKENZIE, Stuart R.; MOURA, Raiane A.; GONZALEZ, Margaret; DONATI, Pablo A.; SANDEZ, Ignacio; ARAOS, Joaquin; CHIAVACCINI, Ludovica; MAXWELL, Elizabeth A.; OTERO, Pablo E. The effects of positive end-expiratory pressure and end-inspiratory pause on dead space and alveolar ventilation in mechanically ventilated dogs. **Veterinary Anaesthesia And Analgesia**, [S.L.], v. 52, n. 6, p. 771-778, nov. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaa.2025.08.038>.

TEIXEIRA NETO, Francisco J.; KERR, Carolyn L. Oxygen Therapy, Mechanical Ventilation and Anesthetic Management of Patients with Respiratory Disease. In: LAMONT, Leigh; GRIMM, Kurt; ROBERTSON, Sheilah; LOVE, Lydia; SCHROEDER, Carrie. **Veterinary Anesthesia and Analgesia:** Lumb and Jones. 6. ed. New Jersey: Wiley, 2024. Cap. 38. p. 750-821.

VERSCHEURE, Sara; MASSION, Paul B.; VERSCHUREN, Franck; DAMAS, Pierre; MAGDER, Sheldon. Volumetric capnography: lessons from the past and current clinical applications. **Critical Care**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 1-9, 23 jun. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1377-3>