

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**DEPARTAMENTO DE CLÍNICA E CIRURGIA VETERINÁRIAS**  
**ESCOLA DE VETERINÁRIA**  
**Programa De Pós-Graduação Em Ciência Animal**

Mariana Zanini Maia

**ESTUDO DA ARQUITETURA BRONCO-VASCULAR E DETERMINAÇÃO DA  
SEGMENTAÇÃO PULMONAR EM CÃES**

Belo Horizonte

2023

Mariana Zanini Maia

**ESTUDO DA ARQUITETURA BRONCO-VASCULAR E DETERMINAÇÃO DA  
SEGMENTAÇÃO PULMONAR EM CÃES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Profa. Dra. Suzane Lilian Beier

Co-orientadora: Profa. Dra. Patrícia Maria Coletto Freitas.

Belo Horizonte

2023

M217c      Maia, Mariana Zanini ,1991-  
Estudo da arquitetura bronco-vascular e determinação da segmentação pulmonar em cães /Mariana Zanini Maia. – 2023.  
55f: il

Orientadora: Suzane Lilian Beier  
Coorientadora: Patrícia Maria Coletto Freitas  
Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.  
Área de concentração: Medicina e Cirurgia Veterinárias.  
Bibliografias: f:48 a 55.

1. Cão - Doenças - Teses - 2. Pulmão - Doenças - Teses –  
3. Diagnóstico por imagem – Teses - I. Beier, Suzane Lilian - II. Freitas, Patrícia Maria Coletto - III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – IV. Título.

CDD – 636.708 96

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569  
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO - MARIANA ZANINI MAIA

Às 08:00 horas do dia 14 de julho de 2023, reuniu-se, na Escola de Veterinária da UFMG a Comissão Examinadora de Dissertação, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação in tulada:

“ESTUDO DA ARQUITETURA BRONCO-VASCULAR E DETERMINAÇÃO DA SEGMENTAÇÃO PULMONAR EM CÃES”

Como requisito final para a obtenção do Grau de **Mestre em Ciência Animal**, área de concentração em **Medicina e Cirurgia Veterinárias**. Abrindo a sessão, o(a) Presidente da Comissão, **Suzane Lilian Beier**, após informar o teor das Normas Regulamentares da Defesa de Dissertação, passou a palavra ao candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do(a) candidato(a) e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:


Face os resultados, o (a) aluno (a) foi considerado(a):

**Aprovado(a)**    x     **Reprovado(a)**   

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar a versão final da dissertação, acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto, terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao(a) candidato(a) pelo(a) Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o(a) Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 14 de julho de 2023.

Assinatura dos membros da banca:



Documento assinado eletronicamente por **Suzane Lilian Beier, Coordenador(a) de curso**, em 14/07/2023, às 11:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Ma os Jardim Costa, Professor do Magistério Superior**, em 18/07/2023, às 13:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raphael Rocha Wenceslau, Professor do Magistério Superior**, em 31/07/2023, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2464078** e o código CRC **1A28B5F6**.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
**ESCOLA DE VETERINÁRIA**  
**COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**MARIANA ZANINI MAIA**

Dissertação subme da à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de PósGraduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCI ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovado(a) em 14 de julho de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Suzane Lilian Beier - Orientador(a) Dr.(a). Guilherme Mattos Jardim Costa Dr.(a). Raphael Rocha Wenceslau



Documento assinado eletronicamente por **Suzane Lilian Beier, Coordenador(a) de curso**, em 14/07/2023, às 11:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Mattos Jardim Costa, Professor do Magistério Superior**, em 18/07/2023, às 13:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raphael Rocha Wenceslau, Professor do Magistério Superior**, em 31/07/2023, às 10:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patricia Maria Coletto Freitas, Professora do Magistério Superior**, em 11/08/2023, às 15:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2464103** e o código CRC **AEAFBBD9**.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, pelas oportunidades generosas e por me dar um propósito. Por guiar, proteger, fortalecer e iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Márcio e Valéria, e irmã Camila, pelo apoio em todos os momentos da vida, em tudo. Obrigada pelo exemplo de trabalho, amor incondicional e dedicação ao que temos de mais importante: nossa família.

Ao Eutálio por estar presente e por fazer parte da minha vida como amigo, companheiro e amor. Obrigada por me inspirar a ser uma profissional e pessoa melhor a cada dia.

Aos animais que são o motivo principal da minha jornada profissional e acadêmica. Em especial à Mamá, que tem muita história dentro da nossa família, aflora os melhores sentimentos e que preenche qualquer ambiente de afeto, felicidade e nos faz transbordar de amor.

À professora Suzane Beier, pela oportunidade do Mestrado, quando me recebeu e aceitou como sua orientada. Obrigada pela prontidão, solicitude, disponibilidade e pela confiança que sempre depositou em mim.

À professora Patrícia Coletto, pela co-orientação, pela paciência, dedicação e vocação ao ato de ensinar de uma forma generosa. Obrigada por compartilhar suas experiências desde a época da Residência.

As colegas de pós graduação, em especial à Paloma Sanches pelo conhecimento e inspiração para este estudo e pelo o auxílio durante o experimento.

Aos alunos de iniciação científica e aos funcionários do HV-UFMG que participaram com ajuda direta ou palavras de estímulo durante os ônus e bônus dessa jornada.

Ao CCZ de Vespasiano, em especial à Luiza e Eliane pela cooperação e por terem cedido gentilmente os animais para este estudo.

Aos integrantes da banca de Mestrado, desde já agradeço ao Prof. Dr. Guilherme Costa, Prof. Dr. Raphael Wenceslau, Profa. Dra. Patrícia Coletto e Profa. Dra. Suzane Beier pela disponibilidade e contribuição nessa dissertação de mestrado.

Muito obrigada a todos vocês!

“Que a beleza do que você ama seja o que você faz”.

(Rumi)

## RESUMO

A segmentação anátomo-cirúrgica e o estudo da arquitetura vascular a partir de modelo *ex-vivo* permite o detalhamento de diversos sistemas e órgãos em espécies domésticas e silvestres, de maneira complementar à anatomia morfológica tradicional. Este estudo foi conduzido com o objetivo de entender e descrever a arquitetura bronco-vascular e a segmentação pulmonar de cães. Para qual, foram utilizados 44 pares de pulmões caninos oriundos de indivíduos eutanasiados na rotina de um centro de controle de zoonoses. Após o exame radiográfico de tórax, necropsia para separação dos pares de pulmões, foi empregada a técnica de injeção de resina acrílica de baixa viscosidade corada nas artérias, veias e brônquios pulmonares, seguida de corrosão em solução de hidróxido de sódio 7,5%. Após a completa corrosão, obteve-se modelos sólidos em negativo dos leitos de interesse, o que possibilitou a avaliação em conjunto das estruturas que constituem as unidades sublobares funcionais, também denominadas segmentos pulmonares. Foi possível realizar a descrição anatômica e identificar o número de segmentos do pulmão canino, sendo identificados 10 a 13 segmentos no pulmão direito e 7 a 8 no pulmão esquerdo. Além disso foi possível descrever as particularidades do trajeto e características pulmonares da árvore vascular e bronquial canina como instrumento de aprimoramento de futuras abordagens cirúrgicas do órgão. Concluiu-se que o modelo de injeção e corrosão utilizado neste estudo constituiu uma boa ferramenta para determinar o detalhamento da arquitetura pulmonar canina, obtendo-se as características da distribuição bronco-vascular segmentar do órgão, que ainda é incipiente na literatura. Foi possível identificar pelo menos 10 segmentos no pulmão direito e 7 no pulmão esquerdo no cão, diferente do proposto atualmente pela Nomina Anatomica Veterinaria. Ainda, evidenciou-se a arquitetura e a relação bronco-vascular de todo o órgão e a delimitação dos segmentos, sobretudo dos lobos caudais a partir das veias intersegmentares, que são fundamentais para a delimitação dos segmentos pulmonares em humanos.

*Palavras – chave:* pulmão; anatomia; segmento pulmonar; técnicas de corrosão.



## ABSTRACT

The anatomical-surgical segmentation and the study of the vascular architecture from an ex-vivo model allows the detailing of several systems and organs in domestic and wild species, in a complementary way to the traditional morphological anatomy. This study was conducted with the aim of understanding and describing the broncho-vascular architecture and pulmonary segmentation of dogs. For this purpose, 44 pairs of canine lungs originating from euthanized individuals in a zoonosis control center routine were used. After the chest radiography and necropsy to separate the pairs of lungs, the technique of injecting a low-transfer colored acrylic resin into arteries, veins and pulmonary bronchi was used, followed by corrosion in a 7.5% sodium hydroxide solution. After the complete corrosion process, solid negative models of the beds of interest were obtained, enabling the evaluation of the structures that make up the functional sublobar units, also known as lungs segments. Furthermore, it was possible to describe the specificities of the course and pulmonary characteristics of the canine bronchial and vascular tree as a tool for enhancing future surgical approaches to the organ. It was concluded that the injection and corrosion model used in this study constituted a valuable tool for determining the details of canine pulmonary architecture, obtaining characteristics of the organ's segmental bronchovascular distribution, which is still incipient in the literature. At least 10 segments were identified in the right lung and 7 in the left lung in dogs, different from what is currently proposed by the Veterinary Nomina Anatomica. Additionally, the architecture and bronchovascular relationship of the entire organ were highlighted, especially the delineation of caudal lobes from intersegmental veins, which are crucial for defining pulmonary segments in humans.

*Keywords:* lung; anatomy; lung segment; corrosion cast.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Desenho esquemático do pulmão do cão em vista lateral. A) lobo cranial; Aa) parte cranial do lobo cranial; Ab) parte caudal do lobo cranial; B) Lobo Caudal; C) Lobo Médio; D) Lobo Acessório. Adaptado de Orton e Monnet (2017).  
..... 19
- Figura 2** - Representação da divisão bronquial no parênquima pulmonar. 1. A: Brônquio Principal; B: Brônquio Lobar; C: Brônquio Segmentar. Fonte: Adaptado de König (2011). 2. Modelo anatômico experimental, evidenciando a árvore brônquica. Fonte: Arquivo pessoal. .... 20
- Figura 3** – Desenho esquemático da distribuição dos ramos arteriais principais nos pulmões de cães. A) Pulmão esquerdo. B) Pulmão direito. Adaptado de Tucker et al. (1957). .... 21
- Figura 4** – Desenho esquemático da divisão do pulmão do homem em segmentos. As cores diferentes representam cada segmento. a) traqueia; b) brônquios principais direito e esquerdo; c) brônquios lobares; d) brônquio segmentar. Adaptado de Micheou e Hoa (2022). .... 22
- Figura 5** - Representação esquemática de um segmento bronco-pulmonar. As estruturas representadas estão dentro dos lobos. a) brônquio segmentar; b) artéria segmentar; c) veias segmentares. Fonte: Adaptado de Ugalde et al. (2007). .... 25
- Figura 6** - Preparo das peças para injeção e corrosão. A) Bloco pulmão/coração após secção traqueal e do ápice cardíaco. B) Injeção da resina com auxílio de sonda, enquanto ocluía-se a bolsa de tabaco. C) Aspecto da peça após a injeção de resina no leito venoso (azul). D) Peças imersas em água para cura da resina. Fonte: Arquivo Pessoal. .... 29
- Figura 7** - Peça anatômica arterial do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Modelo de pulmão canino após corrosão, com camada de saponificação esbranquiçada. B: Modelo de pulmão canino após corrosão e aplicação e secagem do verniz. Fonte: Arquivo Pessoal. .... 33
- Figura 8** - Peça anatômica do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Vista dorsal do pulmão. Nota-se a bifurcação da traqueia (coloração amarela) dorsalmente à vasculatura (coloração vermelha e azul). Do lado esquerdo da peça (E), nota-se a artéria pulmonar (seta preta) dorsalmente ao brônquio lobar

(asterisco), e a veia pulmonar (seta amarela) ventralmente ao brônquio lobar. B: Vista ventral do pulmão. Reação de saponificação residual (seta preta bidirecional). Fonte: Arquivo Pessoal.....	34
<b>Figura 9</b> - Peças anatômicas do pulmão canino preparadas com resina de poliéster em vista dorsal. A) Padrão de distribuição bronquial: Lado esquerdo (E): brônquio principal (asterisco); brônquio cranial (seta preta); brônquio cranial do lobo cranial (seta laranja); brônquio caudal do lobo cranial (seta cinza); brônquio caudal (seta marrom). Lado direito (D): brônquio cranial (seta vermelha); brônquio médio (seta azul); brônquio caudal (seta verde); brônquio acessório (seta branca). B) Padrão de distribuição arterial. As cores iguais correspondem ao componente arterial das estruturas bronquiais, compartilhando o mesmo nome. Lado esquerdo: artéria cranial do lobo cranial (seta laranja) e assim sucessivamente, idêntica ao descrito para a distribuição bronquial. Fonte: Arquivo Pessoal.....	35
<b>Figura 10</b> - Peças anatômicas do pulmão canino preparadas com resina de poliéster em vista dorsal. A) Padrão de distribuição arterial: artéria pulmonar direita (seta amarela), com sua ramificação em artéria do lobo cranial direito (seta rosa) e por fim, uma das artérias segmentares (seta preta). B) Padrão de distribuição venosa: Lado esquerdo (E): veia cranial do lobo cranial (seta laranja); veia caudal do lobo cranial (seta cinza); veia caudal (seta marrom). Lado direito (D): veia cranial (seta vermelha); veia média (seta azul); veia caudal (seta verde); veia acessória (seta branca). Fonte: Arquivo Pessoal.....	36
<b>Figura 11</b> - Peça anatômica de leitos arterial e venoso do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Aspecto dorsal. B: aspecto ventral. Nota-se que a artéria que nutre o lobo acessório é a única exceção (seta preta), direcionando-se ventralmente ao leito venoso. ....	37
<b>Figura 12</b> - Peça anatômica do pulmão de cão preparada com resina de poliéster, na vista ventral do lobo caudal direito. Observa-se as veias segmentares (setas azuis) delimitando o segmento composto pela artéria (seta vermelha) e brônquio (seta amarela) correspondentes. Fonte: Arquivo Pessoal.....	39
<b>Figura 13</b> - Gráficos de barras representando as médias e desvios padrões dos diâmetros (cm) da traqueia, artérias, veias e brônquios de pulmões caninos, comparados entre animais de pequeno e médio porte. ....	45

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Número de segmentos observados nos moldes de peças anatômicas de pulmões caninos obtidos da injeção nos leitos vasculares e bronquiais simultaneamente e suas respectivas frequências relativas..... 38
- Tabela 2** - Valores do peso dos animais, alturas e larguras internas e externas da traqueia e diâmetro traqueal, mensurados na imagem radiográfica na posição látero-lateral do tórax de cães, separados por porte do animal.....40
- Tabela 3** - Valores mensurados em centímetros dos diâmetros das artérias no hilo pulmonar e raízes dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, partes cranial e caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte de cães.....41
- Tabela 4** - Valores mensurados em centímetros dos diâmetros das veias no hilo pulmonar e raízes dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, partes cranial caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte, em 20 moldes pulmonares de cães. .... 42
- Tabela 5** -Valores mensurados em centímetros dos diâmetros dos brônquios no hilo pulmonar e raízes dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, lobo cranial esquerdo, partes cranial e caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte, em 18 cães..... 43

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Segmentos broncopulmonares descritos em medicina veterinária (NAV, 2017).....	24
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCZ	Centro de Controle de Zoonoses
DCCV	Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias.
EV UFMG	Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.
NAV	Nomina Anatômica Veterinária
Cm	centímetro
Mm	milímetro
RX	Raio-X
%	Percentual

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	18
2.1 Anatomia Pulmonar .....	18
2.2 Anatomia Segmentar .....	21
2.3 Técnica de Injeção e Corrosão.....	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da anatomia morfológica e funcional do pulmão canino é fundamental para o planejamento das abordagens cirúrgicas deste órgão. A anatomia convencional o divide em lobos, delimitados por fissuras e pela distribuição macroscópica das vias aéreas ao longo do seu parênquima (Dyce, 2010; Orton e Monnet, 2017). O pulmão esquerdo é dividido em lobos cranial (parte cranial e caudal) e caudal, e o direito em lobos cranial, médio, caudal e acessório (Orton e Monnet, 2017). Os brônquios principais direito e esquerdo emergem da traqueia cranialmente ao coração e, após formarem a raiz pulmonar, cada um emite um brônquio para cada lobo pulmonar. A ramificação continua de maneira dicotômica e sequencial em brônquios segmentares, brônquios subsegmentares, bronquíolos terminais, bronquíolos respiratórios, ductos alveolares, sacos alveolares e, por fim, os alvéolos (Konig, 2011). As duas gerações de ramificações que se seguem a partir dos brônquios principais são bem definidas no cão quanto à origem, formando o suprimento principal de cada lobo, mas as divisões subsequentes dos brônquios intralobares são pouco descritas na anatomia morfológica convencional (Orton e Monnet, 2017). Além disso, esta caracterização anatômica dos pulmões não considera o envolvimento vascular e a divisão funcional do órgão em subunidades, classicamente conhecidas como segmentos (Didio, 2002).

Os segmentos anátomo-cirúrgicos são unidades sublobares que desempenham o mesmo papel funcional do pulmão e possuem suprimento vascular próprio (Sealy et al. 1993; Konig, 2011; Wang et al., 2017). Em muitas espécies, diferentes órgãos têm sido estudados quanto a sua segmentação, com o objetivo prático de caracterizar suas particularidades, além da divisão tradicional, e otimizar sua abordagem, sobretudo nas ressecções cirúrgicas (Oliveira et al., 2001; Hall et al., 2014; Dantas, 2014; Bianchi et al., 2015).

Várias técnicas são utilizadas para a descrição anatômica segmentar, dentre eles os modelos de injeção e corrosão (Stoecker et al., 2013; Renard et al., 2018).

A segmentação anátomo-cirúrgica, a partir de modelo *ex-vivo*, permite o detalhamento de diversos sistemas e órgãos, de maneira complementar à anatomia morfológica tradicional. Atualmente, a topografia anatômica dos cães é também otimizada pelo avanço da imagiologia, que permite a visualização de alta qualidade, assim como a reconstrução de modelos 3D de órgãos e sistemas, por meio da tomografia computadorizada e ressonância magnética (Stoecker et al., 2013; Renard et al., 2018). Estudos em cadáveres também configuram um bom modelo descritivo da vascularização e anatomia segmentar de órgãos, por meio da inspeção, utilização de agentes polimerizáveis, como resinas e látex, em leitos vasculares, ductos ou vias tubulares, dissecação e corrosão (Oliveira et al., 2001; Ganapathy et al., 2018; Cornillie, 2019). Estes podem ser associados aos exames de imagem com ou sem agentes de contraste (Renard et al., 2018). Hall et al. (2014) comprovaram a reprodução de um destes modelos, ao utilizar tomografia computadorizada e injeção de resina acrílica no leito venoso hepático, seguido de corrosão do parênquima em cães. De maneira semelhante, Morais-Pinto et al. (2020)



descreveram um modelo para segmentação venosa do fígado de cães composto por 8 segmentos de drenagem, após utilizarem látex neoprene intravenoso e posterior dissecação convencional.

Em pulmões caninos, entretanto, o conhecimento da segmentação é incompleto, apesar da importância deste detalhamento para o planejamento cirúrgico das lobectomias pulmonares, sobretudo as parciais. Um único estudo base, de 1957, realizado por Tucker e Kementz apresentou um modelo de segmentação dos lobos pulmonares do cão e sugeriu sua nomenclatura, mas para fins de validação de um piloto para abordagem em pulmões humanos (Tucker e Kementz, 1957).

Em medicina, o conhecimento da anatomia segmentar é fundamental para a decisão acerca das possibilidades cirúrgicas em tumores pulmonares (Noriyuki et al., 2009; Kato et al., 2021; Saji et al., 2022; Gorton e Lotfollahzadeh, 2023), uma vez que o diagnóstico se torna cada vez mais precoce e as abordagens menos invasivas. Há bem descritos pelo menos 10 segmentos broncopulmonares no pulmão direito e 9 no pulmão esquerdo do homem, além das divisões tradicionais em lobos (Sarduy e Matos, 2008). Esses segmentos são subunidades funcionais independentes e sua ressecção cirúrgica é denominada segmentectomia (Kato et al., 2021). Na cirurgia torácica humana, a segmentectomia (quando devidamente indicada) em detrimento às lobectomias ou pneumectomias, objetiva preservar uma maior extensão de parênquima, principalmente em pacientes com alto risco de complicações (Stoecker et al., 2013; Winckelmans et al., 2020; Kato et al., 2021).

Na medicina veterinária, a anatomia segmentar ainda é incipiente como ferramenta para planejamento de abordagens cirúrgicas. Isto se justifica por não haver estudos completos que tratem da segmentação como sua definição determina, ou seja, unidades compostas pela vasculatura (arterial e venosa) e bronquiais de forma simultânea. A maior parte dos estudos disponíveis objetiva a descrição morfofuncional básica de órgãos em espécies variadas, cujo conhecimento ainda é limitado. Dessa forma, na veterinária ainda as lobectomias são procedimentos cirúrgicos amplamente utilizados (Cronin et al., 2019). Considerando a evolução diagnóstica de cães com patologias pulmonares e comorbidades, é provável que a segmentectomia seja uma opção terapêutica em um futuro próximo, desde que consolidados os padrões anatômicos segmentares do pulmão canino, cujo entendimento permitirá seu adequado planejamento.

Com o avanço das metodologias diagnósticas, trabalhos descritivos que tratem minuciosamente os aspectos anatômicos do pulmão são imperativos para o aprimoramento dos conhecimentos na área, uma vez que proporcionam a base para futuros estudos clínicos e cirúrgicos, desenvolvimento de técnicas e materiais que tornem a abordagem pulmonar cada vez mais precisa, menos invasiva e com menor morbidade ao paciente (Winckelmans et al., 2020).

Apesar de haver a descrição consolidada da anatomia macroscópica do pulmão de cães, há uma lacuna a ser estudada em relação a sua divisão segmentar, bem como o detalhamento do seu suprimento vascular, sobretudo arterial, para guiar futuras

abordagens do órgão. Este trabalho, portanto, buscou caracterizar e descrever em número a segmentação broncovascular do pulmão canino, de acordo com a divisão arterial, venosa e bronquial do parênquima.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

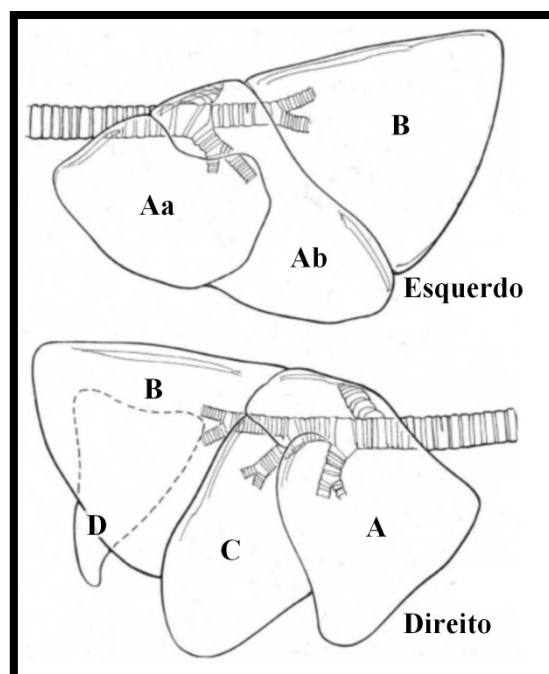
### 2.1 Anatomia Pulmonar

Os pulmões são órgãos fundamentais à fisiologia do sistema respiratório. Apresentam aspecto esponjoso, envoltos por uma membrana serosa ou pleura, que além de revesti-los, forma os sacos pleurais e delimita os hemitórax direito e esquerdo (Konig, 2011). Cada pulmão é móvel na cavidade torácica e fixo apenas na região do mediastino e conectados a partir da bifurcação da traquéia em brônquios. O parênquima pulmonar é elástico e se adapta à pressão de ar na árvore brônquica, à conformação da caixa torácica e à presença de pressão negativa no espaço pleural. Desta forma, patologias ou traumas que alteram a anatomia e a pressão torácicas refletem também na capacidade de insuflação, complacência e formato dos pulmões (Dyce, 2010).

As fases histológicas de desenvolvimento e maturação pulmonar canina iniciam-se ainda no período fetal e ocorrem também após o período pós natal. São consideradas três fases de desenvolvimento: pseudoglandular, canalicular e sacular. Na primeira fase, pseudoglandular, entre os dias 35 e 48 de gestação, já são observados vasos sanguíneos intimamente relacionados aos tecidos pulmonares em formação, e à medida em que a gestação evolui, esta relação se torna mais complexa. O tecido conectivo se organiza, vacuoliza e células indiferenciadas migram, durante a fase sacular, formando os alvéolos que serão maturados na fase pós natal (Sipriani et al., 2009; Banzato et al., 2017).

No cão, os dois pulmões são macroscopicamente semelhantes, embora o esquerdo seja ligeiramente menor que o direito. Esta assimetria ocorre devido à posição cardíaca inclinada para a esquerda, que promove maior impressão no parênquima deste lado. Ambos possuem perfil triangular semi-cônico, com ápice (limite cranial), base côncava (face caudal ou diafragmática), face costal convexa (acompanhando a curvatura costal) e face medial irregular, que acomoda o conteúdo mediastinal (Dyce 2010; Orton e Monnet, 2017). A impressão cardíaca se estende para a margem ventral do pulmão, que é denteada pela fissura ou incisura cardíaca. Na região situada dorsalmente à impressão cardíaca, onde o parênquima é fixo, também chamada de hilo pulmonar, encontram-se os brônquios principais, artérias, veias, vasos linfáticos e nervos, envolvidos em uma cobertura de pleura mediastinal (Getty, 1986; Konig, 2011). A reflexão da pleura mediastinal se estende caudalmente ao hilo pulmonar, de forma cônica e deixa uma área do pulmão sem revestimento, unida diretamente à parte correspondente do órgão contralateral pelo ligamento pulmonar. Este ligamento forma uma inserção adicional ao diafragma dos cães, estendendo-se sobre toda a base pulmonar (Dyce, 2010).

A divisão anatômica clássica do parênquima pulmonar se baseia em fissuras profundas que se estendem em direção ao hilo, formando os lobos pulmonares. Acredita-se que estas fissuras permitem maior mobilidade, plasticidade e deslizamento do órgão dentro da caixa torácica, além de atuar como barreira física à disseminação de agentes infecciosos (Mendonza et al., 2018).

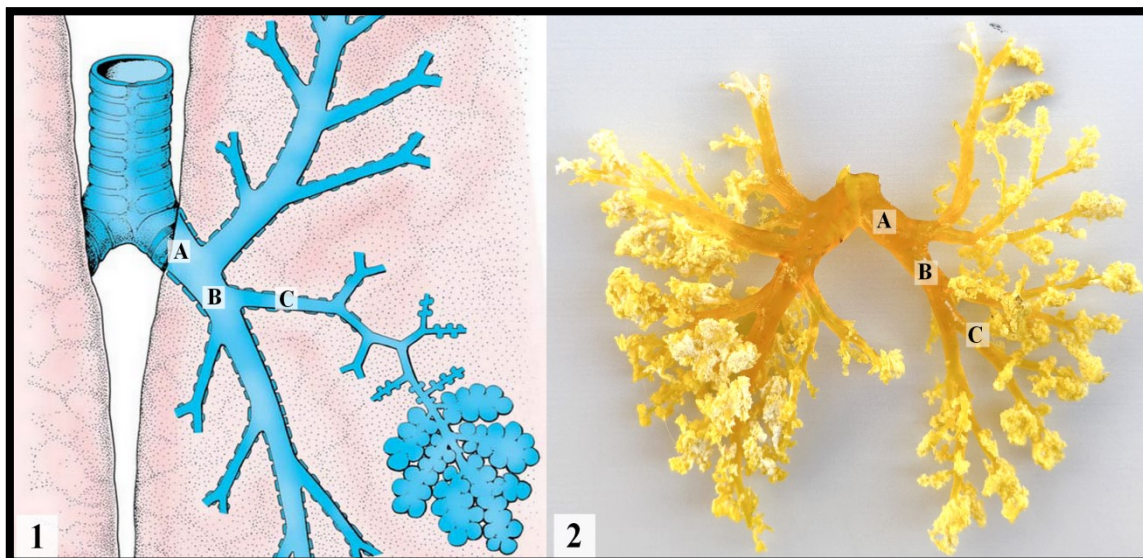


**Figura 1** - Desenho esquemático do pulmão do cão em vista lateral. A) lobo cranial; Aa) parte cranial do lobo cranial; Ab) parte caudal do lobo cranial; B) Lobo Caudal; C) Lobo Médio; D) Lobo Acessório. Adaptado de Orton e Monnet (2017).

O pulmão esquerdo é dividido em lobos cranial (parte cranial e caudal) e caudal e o pulmão direito em lobos cranial, médio, caudal e acessório (Orton e Monnet, 2017) (Figura 1).

O parênquima pulmonar é formado basicamente pelos brônquios, vasos pulmonares e tecidos conjuntivos peribronquial e perivascular. A lobação pulmonar é mais adequadamente definida de acordo com a ramificação principal da árvore bronquial (Dyce, 2010). Os brônquios principais direito e esquerdo emergem da traqueia craniodorsalmente ao coração e, após formarem o hilo pulmonar, se dividem em brônquios lobares, os quais são denominados conforme o lobo ao qual se referem. A ramificação continua dentro dos lobos de maneira dicotômica e sequencial em brônquios segmentares, subsegmentares, bronquíolos terminais, bronquíolos respiratórios, ductos alveolares, sacos alveolares e, por fim, os alvéolos (Konig, 2011) (Figura 2). As duas gerações de ramificações que se seguem a partir dos brônquios principais são bem definidas quanto à origem, formando o suprimento principal de cada lobo, mas as divisões subsequentes são pouco descritas na anatomia veterinária morfológica convencional (Orton e Monnet, 2017). A consistência na origem dos primeiros brônquios intralobares

permite a divisão dos segmentos broncopulmonares, que são porções específicas e funcionais do pulmão, supridas por vias aéreas identificáveis e parcialmente delimitadas por septos de tecido conjuntivo (Sealy et al. 1993; Konig, 2011).



**Figura 2** - Representação da divisão bronquial no parênquima pulmonar. 1. A: Brônquio Principal; B: Brônquio Lobar; C: Brônquio Segmentar. Fonte: Adaptado de Konig (2011). 2. Modelo anatômico experimental, evidenciando a árvore brônquica. Fonte: Arquivo pessoal.

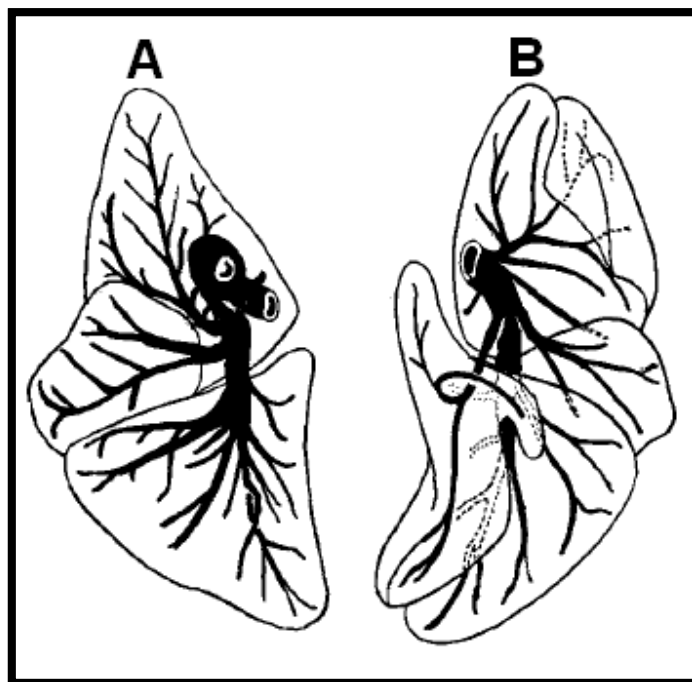
A inervação do parênquima pulmonar ocorre a partir de um plexo pulmonar, que contém fibras simpáticas, que partem do gânglio estrelado e cervical médio, e parassimpáticas (vagais). As fibras eferentes atingem as glândulas bronquiais, musculatura e vasos sanguíneos, enquanto as aferentes são provenientes da mucosa bronquial, vasos e dos receptores de estiramento (Konig, 2011).

A linfa é drenada a partir de um centro linfático formado por linfonodos traqueobronquiais mediastinais diretamente ou após a passagem por linfonodos pulmonares menores, localizados sobre a árvore brônquica dentro do parênquima. Desta estrutura, a drenagem segue para os linfonodos mediastinais e chegam ao ducto torácico (Konig, 2011).

As artérias pulmonares originam-se do tronco pulmonar que emerge da face auricular da base cardíaca no ventrículo direito, e se distribuem das raízes pulmonares divergentes, direita e esquerda, ao interior dos lobos até os alvéolos, seguindo os brônquios em seu aspecto cranial (Dyce, 2010) (Figura 3).

O leito venoso, de maneira contrária, acompanha a face caudal das vias aéreas do parênquima em direção à raiz, levando sangue ao átrio esquerdo para ser distribuído já oxigenado à circulação sistêmica. Entretanto, as veias podem correr também separadamente, alternando as posições com as associações bronco arteriais (Orton e Monnet, 2017). O sangue oxigenado chega ao coração por três troncos venosos

pulmonares: o primeiro drena o lobo cranial e médio direito, o segundo drena o lobo cranial esquerdo e o terceiro drena o lobo acessório e os lobos caudais direito e esquerdo (Holt et al., 2005). Existe ainda, um conjunto de artérias e veias bronquiais que nutrem o parênquima e fazem parte da circulação sistêmica (Chaundhry e Bordoni, 2022).



**Figura 3** – Desenho esquemático da distribuição dos ramos arteriais principais nos pulmões de cães. A) Pulmão esquerdo. B) Pulmão direito. Adaptado de Tucker et al. (1957).

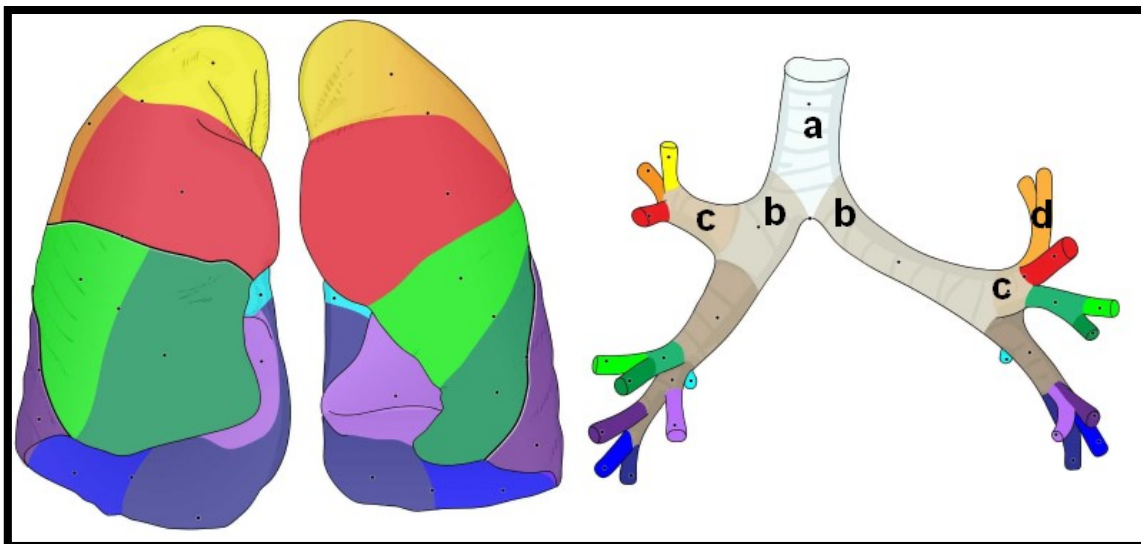
Os suprimentos vasculares intralobares do pulmão, bem como sua distribuição associada às vias aéreas, não têm sido detalhadamente investigados em cães. No homem, este conhecimento é fundamental para a decisão acerca das possibilidades cirúrgicas, sobretudo em pacientes oncológicos (Noriyuki et al., 2009; Nakazawa et al.; 2018; Chaundhry e Bordoni, 2022).

## 2.2 Anatomia Segmentar

Na anatomia e cirurgia, segmento é a porção de um órgão, com irrigação e drenagem sanguínea independentes, que pode ser separada dos demais e removida cirurgicamente, desempenhando a mesma função do órgão ao qual pertence. Cada segmento é reconhecido pela distribuição vascular sanguínea e, no caso dos pulmões, da árvore bronquial associada e suas ramificações (Didio, 2002) (Figura 4).

A unidade anatômica funcional do pulmão, reconhecida como segmento bronco-pulmonar possui seu próprio sistema bronquial, arterial, venoso e linfático, e pode ser

removido individualmente sem comprometer a função dos segmentos adjacentes. Cada segmento possui formato piramidal com seu ápice voltado para o hilo pulmonar enquanto sua base está na superfície pleural (Ugalde et al., 2007). No homem, é rodeado por septos de tecido conectivo, mas nos cães sua divisão na superfície dos lobos não é identificável (Scrivani e Percival, 2022).



**Figura 4** – Desenho esquemático da divisão do pulmão do homem em segmentos. As cores diferentes representam cada segmento. a) traqueia; b) brônquios principais direito e esquerdo; c) brônquios lobares; d) brânquio segmentar. Adaptado de Micheou e Hoa (2022).

O conceito de segmento pulmonar evoluiu a partir de meados do século XX, com a necessidade da ampliação prática das cirurgias torácicas e do conhecimento anatômico do trato respiratório (Ishaq, 1980; Ugalde et al., 2007). Em 1932, Kramer e Glass descreveram o uso de broncoscopia para a localização de um abscesso pulmonar, demonstrando pela primeira vez a importância cirúrgica da aplicação do conhecimento de anatomia bronco-pulmonar e despertando interesse da comunidade científica na área. Em 1949, a Sociedade Torácica da Grã-Bretanha instigou um movimento que resultou na publicação do primeiro consenso para a nomenclatura da anatomia bronco-pulmonar humana. Pouco tempo depois, tal nomenclatura foi modificada e incluída na sexta edição da *Nomina Anatomica*, fomentando o aprimoramento das abordagens pulmonares em medicina (Harrison, 1956; Ishaq, 1980; Ugalde et al., 2007).

A evolução dos conhecimentos acerca da anatomia pulmonar aplicados atualmente no homem muito se deve ao estudo em modelos animais, sobretudo nos cães. A experimentação animal com este foco, mesmo que para elucidação da fisiologia humana, indiretamente resultou em informações importantes sobre a anatomia morfológica e segmentar em medicina veterinária (Ishaq, 1980).

Muitos estudos foram conduzidos com o foco na anatomia pulmonar canina e foram elaborados para elucidar a relação entre estrutura e função do órgão na espécie (Ishaq,

1980; Horsfield et al., 1986; Nettum, 1995; Mendonza et al., 2018; Scrivani e Percival, 2022).

Tonelli (1951) foi o primeiro autor a caracterizar a árvore brônquica dos cães, e seus achados foram comparados à morfologia pulmonar humana. Em seu estudo, descreveu que a divisão bronco-pulmonar do cão poderia ser facilmente entendida, já que na espécie as fissuras definiriam os limites dos segmentos, não somente dos lobos. As observações encontradas nos pulmões foram semelhantes entre as duas espécies, corroborando o uso do cão como modelo experimental para o homem. Entretanto, o conhecimento anatômico adquirido até os dias atuais define que a morfologia segmentar e lobular de carnívoros não pode ser delimitada na superfície pulmonar e nem em exames de imagem como a tomografia computadorizada. Isso se justifica pela presença de tecido conjuntivo espaço e organizados ao acaso, ou seja, que não delimita de forma clara uma unidade funcional ou segmento (Scrivani e Percival, 2022).

A evolução dos estudos com este foco em animais domésticos se deu à medida em que se observou que não haveria evolução no diagnóstico e tratamento de lesões pulmonares sem o entendimento do arranjo do órgão em unidades funcionais específicas (Ugalde, 2007). Aos poucos, também foi crescendo a necessidade de procedimentos mais seletivos em preservar os tecidos pulmonares (Sealy et al., 1993; Eulálio Filho et al. 2016). De fato, os avanços técnicos da cirurgia torácica e dos diagnósticos por imagem, para triagem de patologias pulmonares, tornam-se cada vez mais precisos e estimulam o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais acuradas, principalmente pelo aumento significativo no diagnóstico de lesões pequenas e periféricas do parênquima (Bedetti et al., 2017).

Cronologicamente, as pneumectomias deram espaço às lobectomias e, assim, as abordagens menos invasivas ganharam campo, como acontece hoje nas indicações minimamente invasivas e de segmentectomia em estágios iniciais de câncer em pacientes humanos com maior morbidade (Winckelmans et al., 2020; Kato et al., 2021; Chaundhry e Bordoni, 2022). Portanto, estudos envolvendo o detalhamento anatômico do pulmão são importantes, pois proporcionam base para futuros ensaios clínicos e cirúrgicos, e possibilitam o desenvolvimento de novas pesquisas na área (Eulálio Filho et al., 2016). A medicina veterinária, sobretudo em cães e gatos, tende a acompanhar o que é adotado em medicina, já que os diagnósticos estão cada vez mais acurados e precoces, além da maior sobrevida dos animais que recebem acompanhamento médico veterinário. Entretanto, a anatomia segmentar ainda é incipiente como ferramenta para planejamento de abordagens cirúrgicas nos animais. A maior parte dos estudos em segmentos objetiva a descrição morfofuncional básica (macroscópica e lobar) de órgãos em espécies variadas, cujo conhecimento ainda é limitado.

Apesar de ainda existirem algumas diferenças de autores na designação numérica dos vários segmentos bronco-pulmonares no homem, a maioria dos cirurgiões utilizam o que foi proposto ainda na década de 1950 (Ugalde et al., 2007; Gorton e Lotfollahzadeh, 2023). Há bem descritos na literatura pelo menos 10 segmentos bronco-pulmonares no pulmão direito e 9 no pulmão esquerdo do homem, além das divisões tradicionais em lobos (Sarduy e Matos, 2008). Esses segmentos são subunidades funcionais

independentes do órgão e sua ressecção cirúrgica é denominada segmentectomia (Kato et al., 2021). Em cirurgia torácica humana, a segmentectomia é capaz de preservar uma maior extensão de parênquima, o que é fundamental para a recuperação de pacientes com risco alto de complicações (Stoecker et al., 2013; Winckelmans et al., 2020; Kato et al., 2021).

Atualmente, a *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017) denomina 10 segmentos bronco-pulmonares para o pulmão direito e 8 para o pulmão esquerdo, denominados segmentos dorsal, ventral, lateral e medial dos lobos craniais e caudais em ambos os lados, e segmento do lobo medial e segmento acessório (Quadro 1). Entretanto, esta nomenclatura baseia-se na distribuição bronquial e na morfologia macroscópica do parênquima (Ishaq, 1980).

O leito vascular pulmonar, sobretudo o arterial, acompanha intimamente o trajeto dos brônquios. Nos pulmões de mamíferos, o padrão de ramificação das artérias pulmonares depende da árvore bronquial, ou seja, a artéria segmentar geralmente acompanha seu brônquio segmentar correspondente e isto se dá em seu aspecto dorsal (Koshino et al., 2002; Eulalio Filho et al., 2016). Além disso, no conceito de segmento pulmonar, existe também um leito venoso que corre em plano intersegmentar e se torna importante para a delimitação e abordagem das unidades nas segmentectomias (Ugalde et al., 2007) (Figura 5).

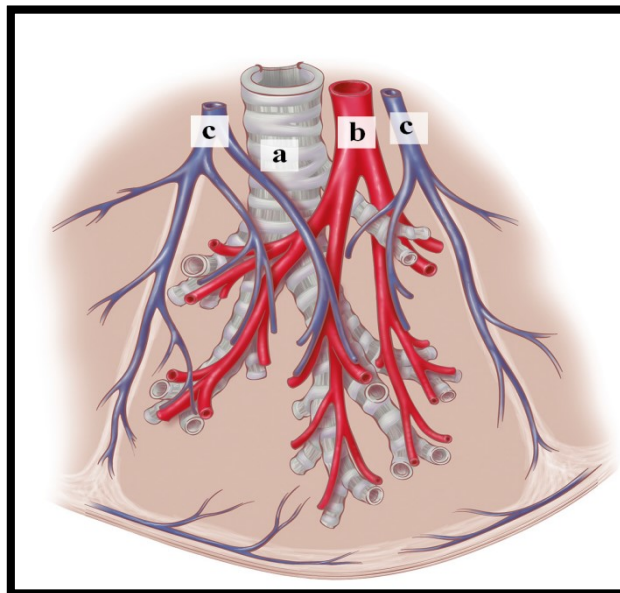
**Quadro 1** - Segmentos bronco-pulmonares descritos em medicina veterinária (NAV, 2017).

<b>Pulmão Direito</b>	<b>Pulmão Esquerdo</b>
<i>Segmenta dorsalia lobi cranialis</i>	
<i>Segmenta ventralia lobi cranialis</i>	<i>Segmenta dorsalia lobi cranialis</i>
<i>Segmenta medialis lobi cranialis</i>	<i>Segmenta ventralia lobi cranialis</i>
<i>Segmenta lateralia lobi cranialis</i>	<i>Segmenta medialis lobi caudalis</i>
<i>Segmenta lobi medii</i>	<i>Segmenta lateralia lobi caudalis</i>
<i>Segmenta dorsalia lobi caudalis</i>	<i>Segmenta dorsalia lobi caudalis</i>
<i>Segmenta ventralia lobi caudalis</i>	<i>Segmenta ventralia lobi caudalis</i>
<i>Segmenta medialis lobi caudalis</i>	<i>Segmenta medialis lobi caudalis</i>
<i>Segmenta lateralia lobi caudalis</i>	<i>Segmenta lateralia lobi caudalis</i>

Em felinos, um único estudo descreveu os segmentos anátomo-cirúrgicos do pulmão, através da lobação e ramificação intralobar arterial. Entretanto, apesar da definição dos segmentos se aproximar ao que hoje é consenso em medicina, não foram considerados os demais constituintes (brônquios e veias) para designação das unidades, como no presente estudo (Oliveira et al., 2001). Da mesma forma, a literatura que aborda os segmentos



bronco-pulmonares nos cães não descreve a relação entre as vias vasculares e respiratórias em conjunto, mas separadamente. Ishaq (1980) realizou um estudo morfológico dos pulmões com ênfase na árvore bronquial, justificada pela ausência de relatos detalhados anteriores à sua publicação. O autor utilizou dissecação e corrosão de moldes de resina e propôs uma nomenclatura para tais segmentos, mas a terminologia e as definições foram extrapoladas da anatomia humana e não correspondem ao que é adotado hoje na terminologia veterinária (Ishaq, 1980).



**Figura 5** - Representação esquemática de um segmento bronco-pulmonar. As estruturas representadas estão dentro dos lobos. a) brônquio segmentar; b) artéria segmentar; c) veias segmentares. Fonte: Adaptado de Ugalde et al. (2007).

Um estudo recente realizou a avaliação apenas da árvore brônquica canina por meio de inspeção, exames de imagem (radiografias e tomografia computadorizada) e moldes de silicone. A publicação demonstrou que a organização dos lobos, segmentos e lóbulos pulmonares reflete a estrutura ramificada, hierárquica e agrupada da árvore brônquica, vista nos modelos de injeção e também nas imagens e nos padrões radiográficos (Scrivani e Percival, 2022).

Em cães, existe definição da segmentação anátomo-cirúrgica do fígado de forma bem elucidada, uma vez que o órgão possui complexa rede vascular e da mesma forma que o pulmão, há o interesse em realizar abordagens cirúrgicas de lobectomias que possam preservar ao máximo o parênquima saudável, atentando-se apenas às subunidades acometidas pelas patologias que necessitam de remoção cirúrgica de parte do parênquima (Hall et al., 2014; Morais- Pinto et al., 2020).

O conceito de segmento também foi objeto de interesse na glândula mamária, devido ao fato da grande incidência de tumores de mama na espécie canina. O reconhecimento e identificação destas unidades para uso em biópsias e exéreses de tumores é fundamental (Luiz et al., 2002).

Em outras espécies o conceito de segmento já foi abordado em diferentes órgãos e sistemas, com o objetivo comum de elucidar, descrever e otimizar as abordagens (Carvalho et al., 2006; Bianchi et al., 2015). Os segmentos pulmonares já foram estudados em raposas (Dantas et al., 2014), tamanduás (Giraldi et al., 2017), ovinos (Borges et al., 2002), felinos (Oliveira et al., 2001), catetos (Oliveira et al., 2015); cutias (Penno et al., 2005) e búfalos (Singh et al., 2006). Em espécies silvestres, em especial, tais estudos objetivam o conhecimento base do trato respiratório dos indivíduos para fins de preservação e para aplicações clínico cirúrgicas conservacionistas e resgatistas (Oliveira et al., 2015, Giraldi et al., 2017). Nas espécies domésticas, o estudo procura, como em humanos, refinar as abordagens cirúrgicas com a maior preservação dos órgãos e menor morbidade ao animal, visto a evolução diagnóstica de patologias pulmonares (Eulálio Filho et al., 2015). Muitos destes estudos utilizam modelos *ex-vivo* e técnicas de injeção e corrosão, com diferentes tipos de materiais e metodologias (Ganapathy et al., 2018).

### 2.3 Técnica de Injeção e Corrosão

Os estudos com peças anatômicas conservadas são realizados há séculos, principalmente devido à necessidade do uso destes materiais para ensino (Rueda-Esteban et al., 2017). Desta forma, existem inúmeras maneiras de promover a conservação das estruturas em sua morfologia, consistência, coloração e flexibilidade na tentativa de alcançar modelos acurados, semelhantes ao que se observa em animais vivos (Poersch, 2015). Estudos em cadáveres configuram hoje um bom modelo para a caracterização da vascularização e anatomia segmentar de órgãos, por meio da inspeção, dissecação, utilização de agentes injetáveis no leito vascular, ductos ou vias tubulares e corrosão (Renard et al., 2018).

As descrições anatômicas pulmonares em diferentes espécies geralmente baseiam-se em peças fixadas *in situ*, ainda dentro do tórax, com soluções a base de formol, principalmente. Após o óbito, ambos os pulmões se mantêm em tamanho, de forma intermediária entre a conformação adquirida em plena inspiração e aquela alcançada ao final da expiração (Dyce, 2010).

Em anatomia, muitos estudos utilizam a dissecação para avaliação macroscópica das estruturas em foco, entretanto, determinados órgãos são demasiadamente delicados à medida que se aprofunda no parênquima, tornando praticamente impossível preservar sua arquitetura nas porções menores e mais frágeis. Desta forma, metodologias como a injeção e corrosão permitem que os tecidos adjacentes àquele de interesse sejam removidos de forma mais seletiva (Cury et al., 2013).

Os modelos anatômicos de injeção e corrosão são caracterizados pelo preenchimento de um espaço natural com um meio fluido ou líquido que possibilite ser maleável suficiente para se acomodar dentro da estrutura de interesse e que posteriormente se solidifique, adquirindo sua conformação (Cornillie et al., 2019). Após a remoção dos tecidos circundantes por processos biológicos, enzimáticos ou químicos, obtém-se um molde que constitui uma réplica sólida e em negativo do leito ou cavidade preenchida pelo material e que permite o estudo tridimensional de sua arquitetura (Cornillie et al., 2019).

Considerando leitos que acomodam naturalmente conteúdos líquidos como o sangue, o uso de injeção e corrosão é amplamente utilizado para estudos vasculares, mas é possível ir muito além do sistema cardiovascular, como em sistemas ductais, tais quais o biliar, urinário, linfático, bronquial, seios nasais e outras estruturas cavitárias (Cornillie et al., 2019).

Uma das primeiras aplicações documentadas da técnica foi realizada por Leonardo da Vinci, entre 1505 e 1507, ao utilizar cera de abelha aquecida nos ventrículos do cérebro bovino. Após a solidificação e dissecação delicada, foi obtido o modelo 3D para o estudo da estrutura. Com o tempo, diversos materiais, de diferentes origens e propriedades foram testados e utilizados para alcançar resultados semelhantes, como metais fundidos, ceras, gordura animal, látex e resinas naturais ou sintéticas (Renard et al., 2018; Cornillie et al., 2019).

Os primeiros conhecimentos anatômicos vasculares em animais datam de antes de Cristo e evoluíram a partir da dissecação convencional em cadáveres. Posteriormente, iniciou-se a utilização de injeção de tintas e de materiais líquidos que se solidificavam nos leitos vasculares e facilitavam o processo de dissecação (Bergeron, 2006). Com o advento da radiografia e a possibilidade de utilização de agentes contrastados, várias técnicas surgiram ao longo do tempo com este objetivo e aprimoraram os modelos anatômicos clássicos já existentes (Grabherr et al., 2015).

Em seu início, o processo de injeção e corrosão era praticado em modelos vivos, para obter bons resultados após a lavagem dos leitos com Ringer lactato, exanguinação e anticoagulação. Hoje, essas etapas são consideradas desnecessárias além de antiéticas (Rueda-Esteban et al., 2017).

Os materiais utilizados atualmente para modelos anatômicos e experimentais de injeção compartilham, em sua maioria, o princípio de polimerização e corrosão e devem possuir alta capacidade de penetração, sem alterar a conformação do leito ou cavidade nos quais é introduzido (Cabeleira et al., 2017). As resinas acrílicas e o silicone são os principais agentes polimerizáveis e os meios de corrosão incluem diferentes concentrações de soluções ácidas, como o ácido clorídrico ou alcalinas como o hidróxido de sódio (Schons et al., 2017, Scrivani e Percival, 2022).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado nas dependências do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias (DCCV) e Hospital Veterinário, localizados na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG).

Foram utilizados 44 pares de pulmões de cães (*Canis familiaris*) sem raça definida, de pequeno e médio porte, respectivamente, oriundos de cadáveres frescos. A amostragem deste estudo, foi por conveniência, de acordo com a rotina de eutanásias dos animais obtidos de maneira aleatória, cedidos pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de

Vespasiano, dentro dos protocolos éticos determinados pela Secretaria Municipal de Saúde da cidade.

Foram excluídos do estudo os animais de raça pura para tentar tornar a amostragem mais representativa e com menos variação individual (devido à grande variação de conformação torácica entre indivíduos de raças diferentes). Também foram excluídos animais fora do porte desejado, que apresentaram patologias pulmonares identificadas no momento da necropsia, bem como àqueles com alterações macroscópicas no órgão (Reckziegel et al., 2019).

O tempo decorrido entre eutanásia, transporte e necropsia dos animais deste estudo não ultrapassou 3h, sendo o tempo máximo aceitável para a utilização de cadáveres ser de até 12 horas após óbito, conforme recomendado por Cornillie (2019).

Após a confirmação do óbito (dentro da rotina de eutanásias do Centro de Controle de Zoonoses), os animais foram transportados para o hospital veterinário d UFMG, para o setor de diagnóstico por imagem do DCCV, onde realizou-se radiografia torácica látero-lateral direita, para observação da traqueia torácica e registro de seu diâmetro na altura do 4º espaço intercostal, para possível correlação com as estruturas vasculares identificadas nos modelos subsequentes.

Todos os animais foram identificados quanto ao peso, sexo, porte, conformação torácica, e escore da condição corporal. Em seguida, os animais foram encaminhados para necropsia para separação dos pares de pulmões. Cada peça colhida foi composta pelos pulmões, coração e porção torácica da traqueia (Reckziegel et al., 2019).

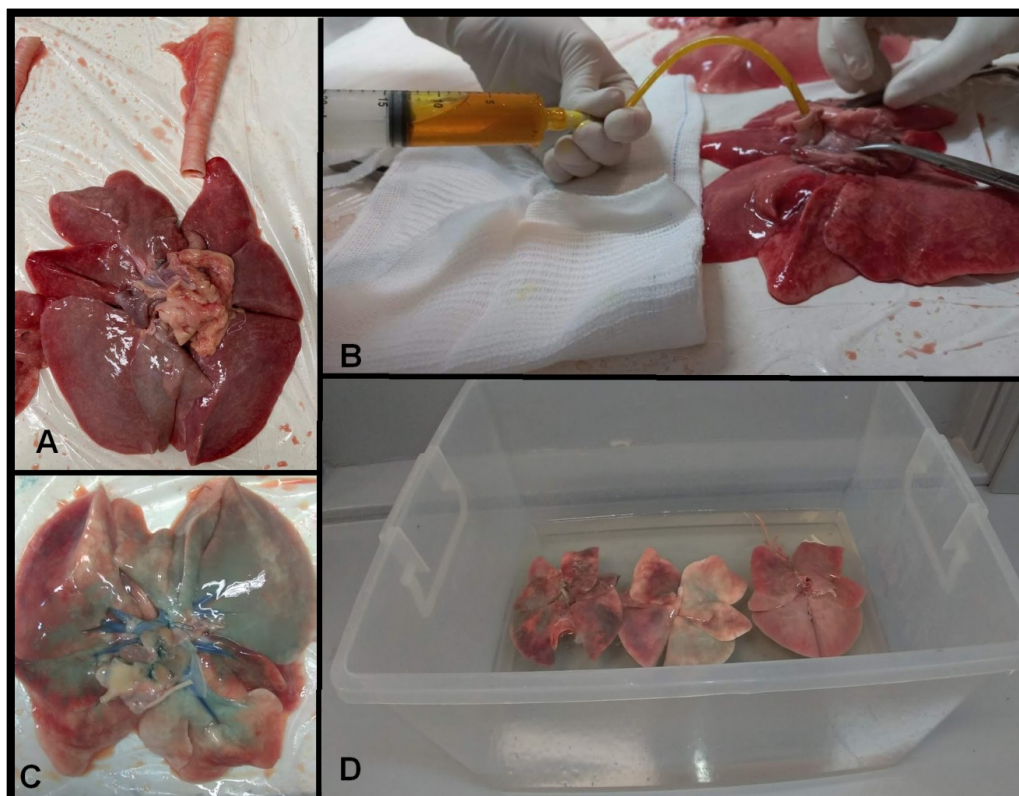
Após a remoção do bloco pulmões/coração da cavidade torácica, foi realizada secção do ápice ventricular e o esvaziamento do conteúdo vascular pulmonar a partir de infusões sucessivas de água em temperatura ambiente (25°C), com o auxílio de ducha higiênica, pelo leito arterial (a partir da artéria pulmonar dissecada) e veias pulmonares (a partir do átrio esquerdo seccionado em seu limite átrio ventricular, na altura da valva mitral) (Rueda- Esteban et al., 2017; Silva et al., 2017). Junto com as lavagens, auxiliadas por ducha higiênica, realizou-se massagens suaves em sentido de drenagem do órgão para o coração e inspeção da perda de coloração dos pulmões e eliminação do conteúdo sanguíneo e coágulos (Horsfield et al., 1986; Rueda- Esteban et al., 2017). Os órgãos foram massageados digitalmente para remoção de água residual durante e após as lavagens e em seguida foram suavemente secos com o auxílio de compressas.

As traqueias foram seccionadas no 5º anel traqueal a partir da bifurcação dos brônquios principais, e as medidas da largura e altura internas e externas foram determinadas com paquímetro manual, graduado em 0,05cm.

Uma vez removido o sangue intravascular, as artérias pulmonares foram ocluídas com ligaduras em sua porção proximal, com fio cirúrgico náilon nº 3-0 e sutura em bolsa de tabaco, mantendo-se uma sonda uretral nº12 em sua luz para o preenchimento de todo o leito arterial. Ao ser introduzida a sonda uretral no interior do vaso, a bolsa de tabaco foi ajustada para evitar extravasamento da resina ao redor da sonda. O mesmo procedimento

foi realizado com as veias pulmonares e traqueia, sendo necessário, nesta última, suturas complementares do tipo Wolff, devido à estrutura rígida dos anéis cartilagosos impedir a completa coaptação e predispor à vazamentos do material apenas com a bolsa de tabaco.

Para injeção, foi escolhida resina de poliéster insaturada, ortoftálica, de baixas viscosidade e reatividade (Resina de Estireno Cristal, Redelease, São Paulo, Brasil), na proporção de 1% de catalisador próprio e corada na proporção de 10% de pigmento líquido acrílico para resinas de poliéster (Redelease, São Paulo, Brasil). Os corantes escolhidos foram: vermelho para o leito arterial, azul para o venoso e amarelo para os brônquios. A injeção foi realizada com seringa de 20 mL através da sonda, até que fosse observada leve resistência e dilatação da via de entrada, indicando preenchimento do leito. Utilizou-se em média 20 mL de resina para cada leito. A sequência de preparo e injeção está representada na Figura 6. Foram realizadas as injeções em 18 pares de pulmões no leito bronquial, 18 pares no leito arterial e 20 pares no leito venoso. Em 6 modelos os três leitos foram repletos simultaneamente para observação da relação broncovascular. Nos demais, realizou-se a injeção em um único leito para sua avaliação e mensuração fidedigna, sem sobreposições. Após a injeção e repleção do leito de interesse, a sonda foi retirada e a ligadura finalizada para completa oclusão. As peças foram imersas imediatamente em água em temperatura ambiente (25°C), dentro de caixa plástica organizadora com capacidade para 30L, em posição horizontal, de forma a manter a estrutura anatômica o mais fiel possível (Rodrigues, 2010), durante o processo de cura da resina, que durou 24 horas.



**Figura 6** - Preparo das peças para injeção e corrosão. A) Bloco pulmão/coração após secção traqueal e do ápice cardíaco. B) Injeção da resina com auxílio de sonda, enquanto

ocluía-se a bolsa de tabaco. C) Aspecto da peça após a injeção de resina no leito venoso (azul). D) Peças imersas em água para cura da resina. Fonte: Arquivo Pessoal.

Após 24 horas para completa solidificação da resina, as peças foram imersas em solução de corrosão à base de hidróxido de sódio 98% (Soda Cáustica Escorpião em escamas, Espírito Santo, Brasil) na concentração de 7,5%. O volume utilizado de solução variou de 1 a 2 litros, conforme o suficiente para a imersão dos pulmões. As peças foram mantidas por sete dias nesta solução até a completa corrosão do parênquima pulmonar (Cabeleira et al., 2017; Schons et al., 2017), no qual o tecido adjacente aos vasos e brônquios foi dissolvido, obtendo-se os moldes em negativo apenas de resina, na conformação do leito de interesse. Durante o tempo de corrosão, nenhum procedimento adicional foi adotado.

Transcorrido o período de sete dias necessários para a corrosão, as peças foram removidas da solução de hidróxido de sódio, lavadas com auxílio de ducha higiênica em jatos finos de água corrente para retirada de possíveis resquícios de material orgânico e debris residuais. A secagem do conjunto foi realizada em temperatura ambiente e então as peças foram envernizadas com verniz em spray a base de água e acondicionadas em recipientes plásticos fechados.

Após a secagem dos modelos envernizados em resina, foram compiladas as informações descritivas obtidas em relação ao número de segmentos, considerando como segmento a associação de um ramo arterial, venoso e seu respectivo brônquio segmentar. Foram mensurados os diâmetros das artérias, veias e brônquios lobares com paquímetro e observado o perfil de distribuição dessas estruturas no parênquima pulmonar.

Foram estabelecidas as médias e desvios padrão das medidas de diâmetro, em centímetros, dos vasos e brônquios nos seguintes pontos: vasos e brônquios pulmonares esquerdo e direito, vasos e brônquios lobares dos lobos craniais e caudais direito e esquerdo, vasos e brônquios do lobo médio e vasos e brônquios do lobo acessório. Desta forma, cada lobo pulmonar foi avaliado na região do hilo e as medidas dos constituintes arterial, venoso e bronquial foram determinadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a evolução da ética em experimentação animal, as abordagens *post mortem* demonstram-se como métodos substitutivos ao uso de espécimes vivos, sem potencial prejuízo à saúde do indivíduo (Poersch, 2015, Renard et al., 2018). Este estudo se baseou em amostragem por conveniência, ou seja, os animais não foram eutanasiados para a pesquisa, mas obtidos a partir de uma rotina já determinada do CCZ de Vespasiano e triados, após o óbito, pelos critérios de inclusão necessários para este estudo. Portanto, as indicações pelas eutanásias seguiram protocolos da Secretaria Municipal de Saúde de

maneira ética, justificadas pelas condições patológicas em cada animal e aos fatores relacionados à saúde pública, sem qualquer interferência externa ou parcialidade.

As técnicas de conservação de peças anatômicas naturais são inúmeras, realizadas há séculos e contribuem para a compreensão mais fidedigna dos tecidos vivos (Cury et al., 2013; Rueda-Esteban et al., 2017). Em detrimento do uso de cadáveres ou peças provenientes de animais e seus respectivos conservantes, que exigem maior complexidade de armazenamento e riscos de segurança ambiental e sanitária, como a formolização, alternativas foram testadas e aprovadas ao longo do tempo (Rueda-Esteban et al., 2017; Renard et al., 2018). Dentre elas encontram-se as que utilizam preenchimento de vasos sanguíneos e linfáticos, vias biliares, urinárias, reprodutoras e brônquios (Cabeleira et al., 2017), com polímeros seguidos de corrosão, resultando em modelos sólidos e réplicas em negativo dos tecidos de interesse (Cornillie et al., 2019). Os polímeros utilizados para injeção em geral, como o látex, não devem alterar a conformação das vias e não podem causar retração, dilatação ou deformidades das paredes ao preencher os leitos tubulares dos órgãos em questão. Entretanto, de acordo com sua viscosidade, é possível atingir estruturas mais ou menos calibrosas, uma vez que quanto mais viscoso o polímero em sua aplicação, menor refinamento intraparenquimatoso ocorrerá (Cury et al., 2013; Cornillie et al., 2019).

Por este motivo, a resina de baixa viscosidade foi escolhida para a avaliação dos segmentos no presente estudo e demonstrou-se de fácil aplicação, atingindo as estruturas alvo em tempo de solidificação adequado. O material selecionado conferiu características que facilitaram a aplicação e a definição dos vasos sanguíneos e brônquios, mesmo aqueles de menor calibre em animais de pequeno porte. Sua apresentação líquida de baixa viscosidade possibilitou evidenciar as estruturas mais delicadas, no plano segmentar, semelhante ao descrito por Cury et al. (2013), ao utilizarem o acetato de vinila em pó, reconstituído em acetona em pulmões de um cão e um gato. No presente estudo essa característica permitiu tempo de trabalho por até de 15 minutos (segundo o fabricante) até atingir o ponto de gel, o que demonstrou ser tempo suficiente para a injeção das peças, evidenciando estruturas de forma tridimensional muito próximas da conformação original no animal vivo, que não é completamente possível na avaliação convencional do pulmão apenas com dissecação (Cury et al., 2013). Além disso, a resina utilizada, por ser líquida e maleável antes do início da cura, foi capaz de interpor os percursos de interesse, sem necessitar de manobras complementares e sem causar deformidades ou distorções no modelo final do pulmão de cães.

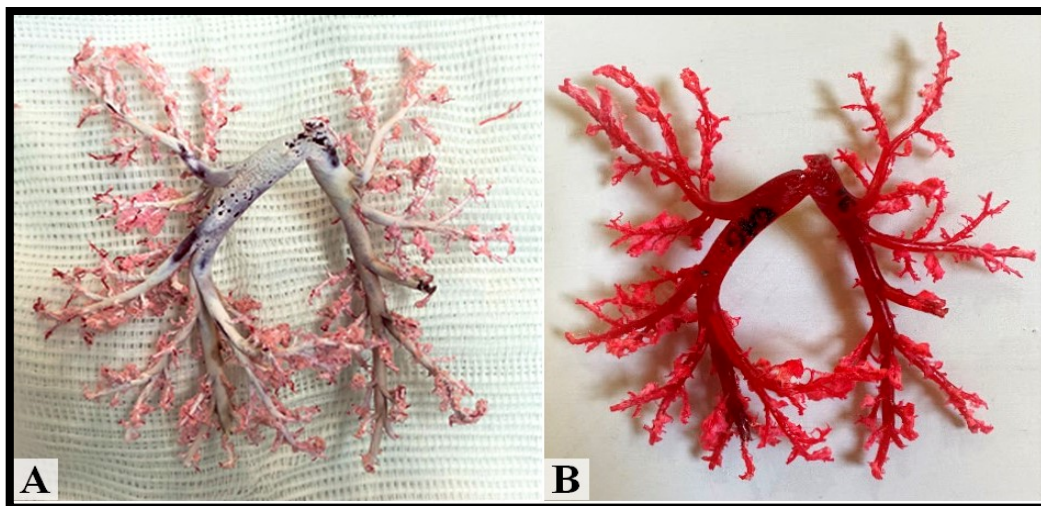
De forma contrária ao que foi indicado por Rueda-Esteban et al. (2017), a resina de poliéster, utilizada neste estudo, evidenciou estruturas menores do que 8,0 mm, sobretudo as vasculares, considerando-se que foram mensurados vasos sanguíneos pulmonares de 2,0 mm. Essa diferença pode ser justificada pelo fato de a resina poliéster testada pelo autor ser mais viscosa e com menor tempo de cura. Neste estudo, o tempo de cura mais longo permitiu a distribuição adicional e acomodamento do material ainda em estado líquido e/ou gelatinoso durante as 24h necessárias para o total endurecimento. A menor

viscosidade não provocou extravasamento da resina em prejuízo à definição dos leitos bronco-vasculares, devido ao ajuste da técnica de vedação e sutura realizados nos orifícios de entrada, como citado por Cornillie et al. (2019). Ainda, de forma contrária ao apontado pelo mesmo autor, o fato da resina ter baixa viscosidade não causou o preenchimento de estruturas microvasculares supérfluas, o que poderia impedir a avaliação macroscópica dos segmentos por sobreposição. Além disso, a avaliação da distribuição dos leitos separadamente, auxiliou o entendimento e minimizou as sobreposições citadas por Cornille et al. (2019). Desta forma, a técnica e o material escolhidos para injeção empregados foram eficazes para o preenchimento dos leitos de interesse e sua execução demonstrou ter facilidade de repetição. A escolha do polímero dentre tantos disponíveis foi feita principalmente de acordo com o propósito do estudo, o tamanho dos indivíduos, os custos associados e o tipo de uso subsequente dos moldes obtidos (Cornillie et al., 2019). Todo o processo de injeção e corrosão nesse estudo considerou os pontos críticos para o êxito na obtenção dos moldes, como descrito por Rueda-Esteban et al. (2017), incluindo a seleção de órgãos macroscopicamente saudáveis, a preparação correta para a remoção de coágulos e sangue, além de um polímero capaz de evidenciar as estruturas de interesse, sem causar distorções anatômicas. Assim, a resina de baixa viscosidade utilizada ofereceu as propriedades de fácil manuseio, tempo de trabalho adequado, baixo custo, penetração nas estruturas segmentares e tempo de cura prolongado.

Como descrito por Cornille et al. (2019) em seu estudo, pôde-se observar neste experimento após a cura da resina, que o material utilizado permaneceu frágil, rígido e com pouca maleabilidade, exigindo que a avaliação das peças fosse cuidadosa e criteriosa para não danificá-las. Isso, entretanto, não interferiu no estudo final dos modelos obtidos. Após a secagem dos moldes, foi observado que as peças apresentaram uma fina camada de saponificação, tornando-se esbranquiçadas devido à reação entre a gordura dos tecidos com a solução de corrosão (Figura 6). Esta reação seria esperada principalmente em soluções alcalinas para corrosão com concentrações superiores a 40% (Cornille et al., 2019), contrapondo o observado neste estudo, no qual utilizou-se a concentração de 7,5%. Entretanto, concentrações de 0,5%, 1% e 5% da NaOH para modelos de corrosão de moldes de artérias coronarianas suínas também produziram saponificação depositada no molde final (Tounkhrua et al., 2022). O verniz utilizado após a corrosão removeu a saponificação, permitindo o retorno à transparência e coloração da resina, sem a necessidade de lavagens com água em temperaturas controladas para reverter a saponificação, conforme proposto por Tounkhrua et al. (2022) (Figura 6).

A escolha de peças frescas (de animais em até 12h da eutanásia), sem passar por processos de conservação demonstrou-se adequada e não houve descarte de modelos por rupturas ou perda da arquitetura anatômica ocasionados por degradação ou autólise, como descrito por Santos e Silva (2019), sobre a utilização de espécimes congelados.





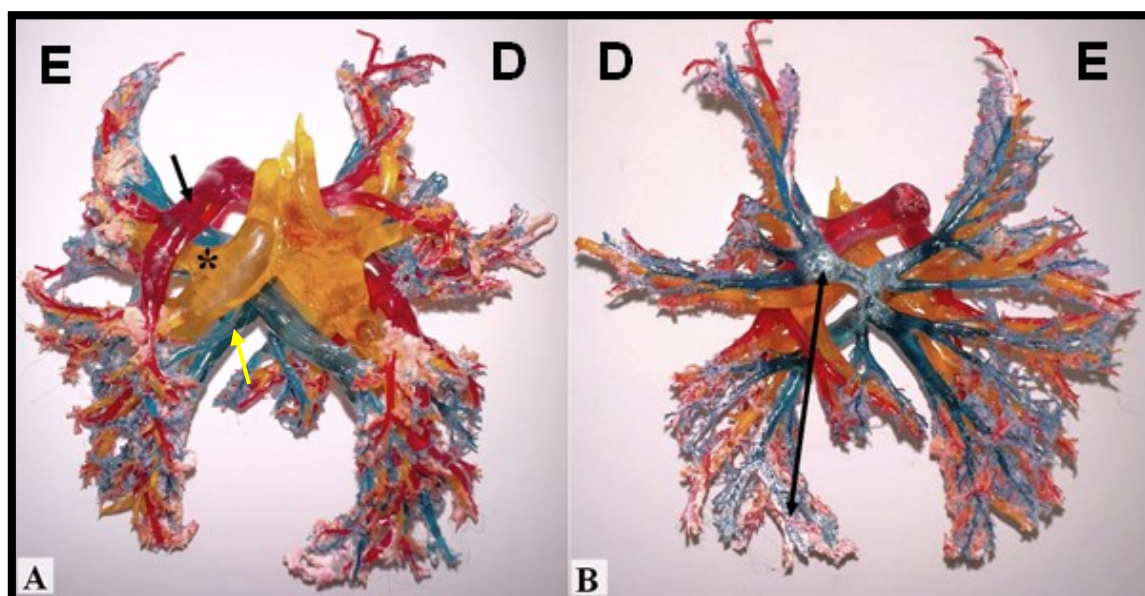
**Figura 7** - Peça anatômica arterial do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Modelo de pulmão canino após corrosão, com camada de saponificação esbranquiçada. B: Modelo de pulmão canino após corrosão e aplicação e secagem do verniz. Fonte: Arquivo Pessoal

A distribuição vascular dos pulmões possui características únicas tanto em volume quanto em função. Os vasos sanguíneos pulmonares no período fetal recebem baixo volume de sangue em um sistema de alta resistência vascular. Entretanto, após a transição pós natal, os vasos pulmonares se dilatam para acomodar o débito cardíaco e alto fluxo de sangue em um sistema de baixa pressão. Essa mudança se dá porque as artérias pulmonares possuem paredes mais delgadas, com musculatura lisa escassa, baixo tônus e produção de vasodilatadores endógenos, o que resulta em uma resistência vascular pulmonar pelo menos dez vezes menor do que a resistência vascular sistêmica (Suresh e Shimoda, 2020). Nos pulmões de animais adultos o fluxo sanguíneo é controlado pela estrutura, gravidade, mecânica respiratória e fatores neuro-humorais. Em condições de estímulo hipoxêmico prolongado, por exemplo, a vasodilatação compensatória pode promover doenças pulmonares crônicas por remodelamento da vasculatura e alterações de resistência vascular (Suresh e Shimoda, 2020). Desta forma, a escolha de animais, mesmo que por conveniência, sem alterações pulmonares macroscópicas, visou minimizar interferências patológicas na conformação e distribuição dos segmentos. Considerando o exposto, um único pulmão foi descartado devido às alterações macroscópicas, semelhantes à hepatização, o que visualmente impossibilitou a lavagem adequada e injeção da resina nos leitos. Além de macroscopicamente saudáveis, o uso de pulmões frescos facilitou também o processo de injeção, uma vez que não apresentavam nenhuma fixação prévia ou processos que pudessem causar retração ou endurecimento, como observado por Rueda-Esteban et al. (2017).

No experimento realizado, foi possível obter a conformação do órgão semelhante ao observado na caixa torácica, devido à manutenção das peças, durante o processo de cura da resina, dentro de recipientes com água. Isso permitiu que os lobos pulmonares se

mantivessem afastados entre si e sem efeito da gravidade direta durante o enrijecimento do material, evitando sobreposições causadas pelo peso do órgão em superfícies sólidas e em pressão atmosférica. Isso confronta a necessidade de manter o órgão *in situ* para obter modelos mais acurados, como descrito por Dyce (2010), ao mesmo tempo em que corrobora as observações de Cornille (2019), cuja recomendação é manter os órgãos em processo de cura em flutuação em recipientes com água em temperatura ambiente. Ainda, o mesmo autor recomenda a imersão em água para minimizar os efeitos do aquecimento gerado por reações exotérmicas durante o processo de cura do material, que também foram observadas neste estudo.

Os pulmões avaliados apresentaram, individualmente, na região do hilo, um brônquio, uma artéria pulmonar e dois troncos venosos, como também é observado no homem (Ganapathy et al., 2018). A partir destas estruturas, ramificam-se novas, em diâmetros menores, e que garantem o suprimento bronquial e vascular até as extremidades de cada lobo. Estas ramificações foram observadas de forma sequencial no leito arterial, venoso e bronquial dos modelos realizados neste estudo (Figura 7). Nestas ramificações, foi possível observar a correspondência de vasos sanguíneos e brônquios, formando unidades funcionais menores e sublobares, que podem ser denominadas de segmentos (Ugalde et al., 2007).

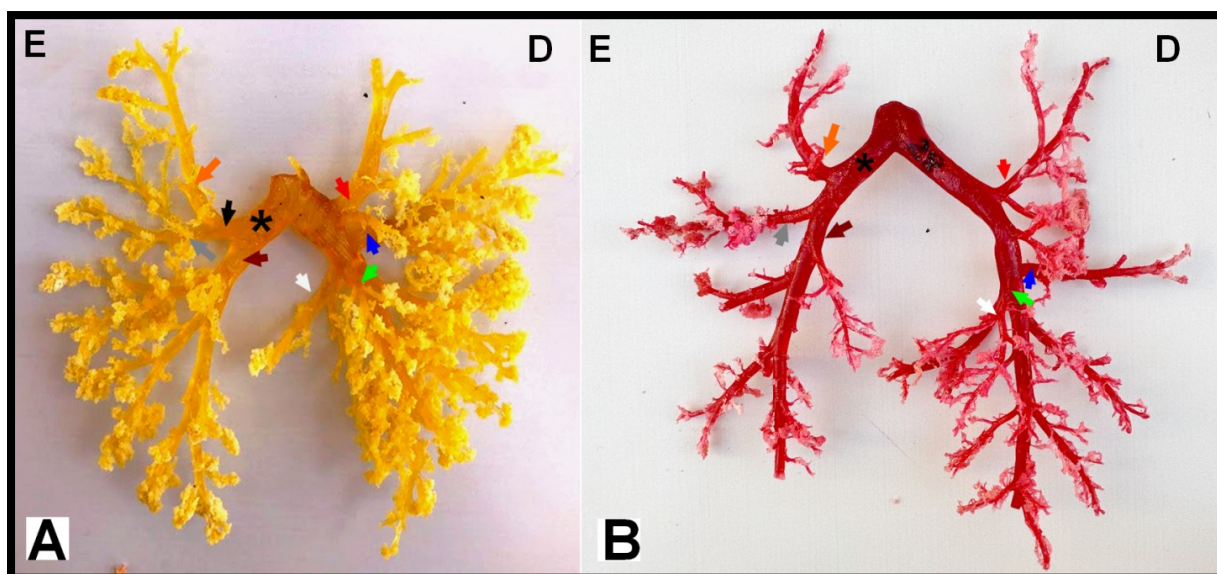


**Figura 8** - Peça anatômica do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Vista dorsal do pulmão. Nota-se a bifurcação da traqueia (coloração amarela) dorsalmente à vasculatura (coloração vermelha e azul). Do lado esquerdo da peça (E), nota-se a artéria pulmonar (seta preta) dorsalmente ao brônquio lobar (asterisco), e a veia pulmonar (seta amarela) ventralmente ao brônquio lobar. B: Vista ventral do pulmão. Reação de saponificação residual (seta preta bidirecional). Fonte: Arquivo Pessoal.

A traqueia ramifica-se dorsalmente ao leito arteriovenoso em brônquios pulmonares direito e esquerdo (Figura 7). Entretanto, ao entrar nos lobos, as artérias passam a ocupar o plano dorsal, conforme também relatado por Eulalio Filho et al. (2016). Pôde-se observar, com os modelos obtidos neste estudo, que os leitos arterial e bronquial são mais intimamente ligados entre si quanto à origem e distribuição. As artérias, como descrito por Eulálio Filho et al. (2016), no parênquima pulmonar possuem uma distribuição dorsal em relação ao leito bronquial, enquanto as veias encontram-se ventralmente aos brônquios e artérias. Na região do hilo, entretanto, as veias e artérias pulmonares encontram-se ventrais às vias aéreas (Figuras 7 e 8).

Imediatamente após sua origem da traqueia, o brônquio principal direito emite um brônquio lobar para o lobo cranial direito, ainda em seu aspecto mais dorsal. Em seguida, emite, ventralmente, um brônquio para o lobo médio, voltado lateralmente, e outro para o lobo acessório, este medialmente. Do lado esquerdo, a traqueia emite o brônquio principal, que se ramifica no hilo pulmonar em dois ramos: um cranial e outro caudal (Figura 8). Nesta altura, no leito arterial, a artéria pulmonar emerge dorsalmente à via aérea, enquanto todo o arcabouço venoso encontra-se no aspecto mais ventral do órgão (Figura 7).

Observou-se que o brônquio pulmonar esquerdo emite um ramo para o lobo cranial antes deste se bifurcar em parte cranial e caudal do lobo cranial esquerdo. Isto não acontece na artéria correspondente, que emite a porção cranial e caudal diretamente do tronco principal (artéria pulmonar esquerda) (Figura 8). Apesar desta diferença, ambos seguem o mesmo trajeto de ramificações, com as artérias em plano dorsal em relação aos brônquios, como descrito por Orton e Monnet (2017), para os pulmões dos mamíferos.

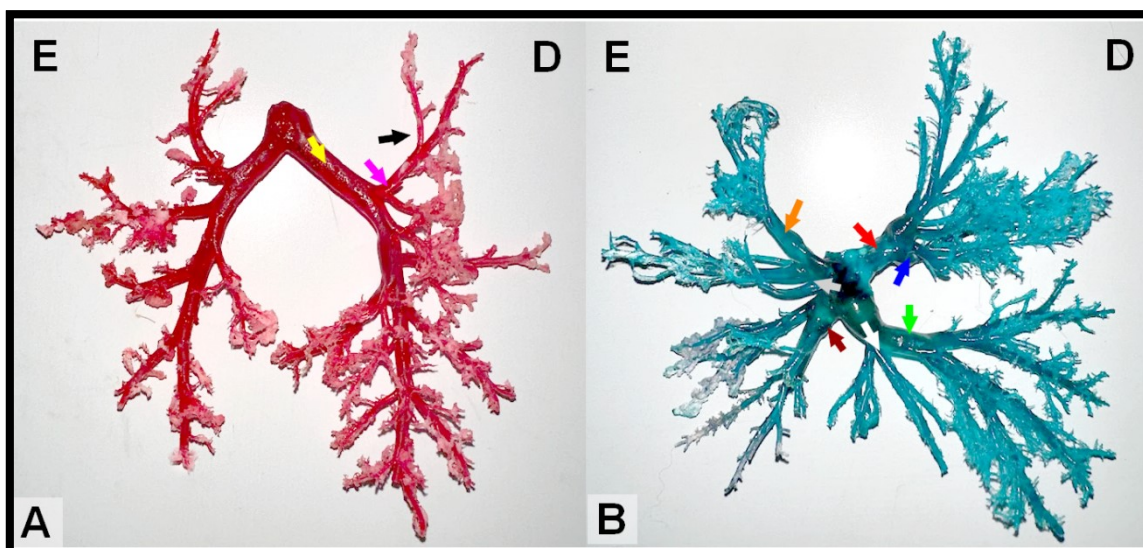


**Figura 9** - Peças anatômicas do pulmão canino preparadas com resina de poliéster em vista dorsal. A) Padrão de distribuição bronquial: Lado esquerdo (E): brônquio principal (asterisco); brônquio cranial (seta preta); brônquio cranial do lobo cranial (seta laranja); brônquio caudal do lobo cranial (seta cinza); brônquio caudal (seta marrom). Lado direito (D): brônquio cranial (seta vermelha); brônquio médio (seta azul); brônquio caudal (seta verde); brônquio acessório (seta branca). B) Padrão de distribuição arterial. As cores

iguais correspondem ao componente arterial das estruturas bronquiais, compartilhando o mesmo nome. Lado esquerdo: artéria cranial do lobo cranial (seta laranja) e assim sucessivamente, idêntica ao descrito para a distribuição bronquial. Fonte: Arquivo Pessoal.

A artéria pulmonar se divide, na altura da bifurcação da traqueia, em ramos direito e esquerdo, ambos dorsalmente ao leito venoso e ventralmente ao leito bronquial (Figura 7). Sua distribuição mantém-se nesta ordem, com a exceção da artéria do lobo acessório, que passa a ser ventral à sua veia correspondente (Figura 10), o que difere da descrição realizada por Orton e Monnet (2017) sobre o aspecto dorsal das artérias em relação às veias nos pulmões de mamíferos.

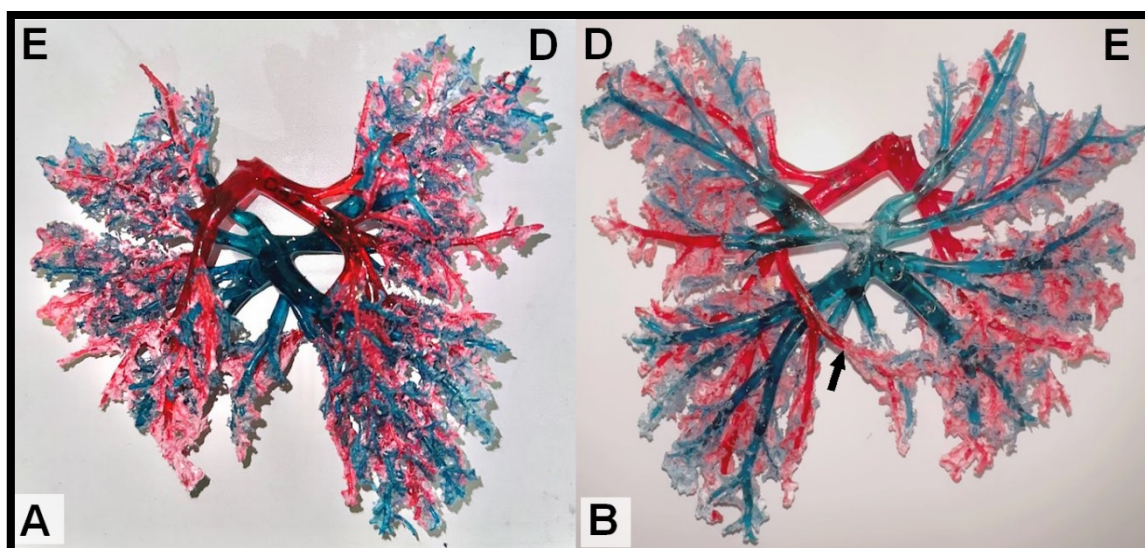
Para cada lobo é direcionado um ramo arterial principal que dá origem às artérias segmentares (Figura 9A). No pulmão direito a artéria do lobo cranial emerge no aspecto dorso lateral da artéria pulmonar direita, enquanto a correspondente ao lobo médio, acessório e caudal surgem do plano ventrolateral, ventromedial e dorso caudal do ramo principal, respectivamente (Figura 8B e 9A). Do lado esquerdo, a partir do hilo, originam-se dois ramos para a parte cranial e caudal do lobo cranial, ambos dorso lateralmente, enquanto o ramo caudal direciona-se caudoventralmente, mantendo-se dorsal ao leito venoso (Figura 10). A partir das artérias lobares, assim como no leito bronquial e venoso, surgem as artérias segmentares (Figura 9A).



**Figura 10** - Peças anatômicas do pulmão canino preparadas com resina de poliéster em vista dorsal. A) Padrão de distribuição arterial: artéria pulmonar direita (seta amarela), com sua ramificação em artéria do lobo cranial direito (seta rosa) e por fim, uma das artérias segmentares (seta preta). B) Padrão de distribuição venosa: Lado esquerdo (E): veia cranial do lobo cranial (seta laranja); veia caudal do lobo cranial (seta cinza); veia caudal (seta marrom). Lado direito (D): veia cranial (seta vermelha); veia média (seta azul); veia caudal (seta verde); veia acessória (seta branca). Fonte: Arquivo Pessoal.

As veias pulmonares ramificam-se para os hilos direito e esquerdo em espécies de troncos, dos quais pelo menos 2 ramos são emitidos para cada lobo pulmonar (Figura 9B). Sua distribuição se dá de maneira distinta dos leitos arteriais e bronquiais, mas é possível estabelecer sua íntima relação quando observados juntos (Figuras 7 e 10). Ao direcionar-se ao hilo direito, um tronco craniolateral emite ramos venosos no aspecto ventrolateral para os lobos cranial direito e médio. A partir de um único tronco, são emitidas as veias para o lobo caudal e acessório, este último voltando-se dorsocaudalmente. No lado esquerdo, mantém-se um padrão semelhante, com duas ramificações laterais, com hilo comum para o lobo cranial e suas partes cranial e caudal e outro caudolateralmente, que emite um ramo venoso para o lobo caudal (Figura 9B).

Em cada lobo, existe um tronco venoso principal que drena os segmentos, de maneira tortuosa com inúmeros ramos menores, diferente dos brônquios e das artérias. Tais achados corroboram com o que é descrito no homem, nos quais as veias apresentam-se de maneira mais irregular e em diferentes planos, mas com íntima relação ao plano bronco-arterial (Ugalde et al., 2007).



**Figura 11** - Peça anatômica de leitos arterial e venoso do pulmão de cão preparada com resina de poliéster. A: Aspecto dorsal. B: aspecto ventral. Nota-se que a artéria que nutre o lobo acessório é a única exceção (seta preta), direcionando-se ventralmente ao leito venoso.

Em relação aos segmentos, observou-se no pulmão direito de 10 a 13 segmentos, e o pulmão esquerdo 7 a 8 segmentos, variando entre os indivíduos em número de unidades por lobo (Tabela 1). De forma semelhante, essa variabilidade ocorre também no homem, nos quais descreve-se pelo menos 10 segmentos no pulmão direito e 8 a 10 segmentos no esquerdo (Sealy et al., 1993; Sarduy e Matos, 2008; Sato et al., 2019). Não foi encontrada nenhuma referência na literatura a origem dos segmentos descritos na Nomina Anatômica

Veterinária para confrontar a este estudo, tendo-se como base apenas a nomenclatura. Assim, nesse estudo, considerando a distribuição bronquial e vascular, sobretudo o arterial, foram observados os seguintes números de segmentos, dispostos na Tabela 1, com suas respectivas incidências

**Tabela 1** - Número de segmentos observados nos moldes de peças anatômicas de pulmões caninos obtidos da injeção nos leitos vasculares e bronquiais simultaneamente e suas respectivas frequências relativas.

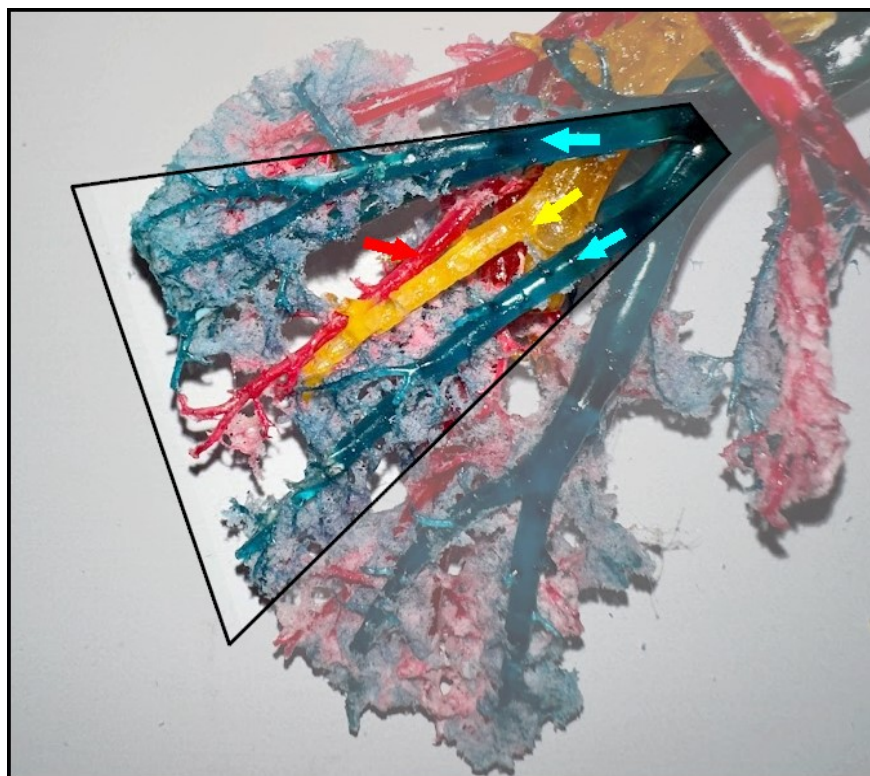
<b><i>Pulmão Direito (n=11): 10 a 13 segmentos</i></b>	<b><i>Pulmão Esquerdo (n=11): 7 a 8 segmentos</i></b>
Lobo Cranial 3 (36,4%) a 4 (63,6%) segmentos	Lobo Cranial - Parte Cranial: 2 (100%) segmentos
Lobo Médio 2 (72,7%) a 3 (27,3%) segmentos	Lobo Cranial - Parte Caudal: 2 (100%) segmentos
Lobo Caudal 3 (36,4%) a 4 (63,6%) segmentos	Lobo Caudal 3 (63,3%) a 4 (36,4%) segmentos
Lobo acessório 2 (100%) segmentos	

Valores apresentados como número de observações e frequências relativas (%), em cada lobo pulmonar.

Desta forma, obteve-se um número diferente de segmentos bronco-pulmonares daquele referenciado na NAV (2017), sendo 10 no pulmão direito e 8 no pulmão esquerdo. Nesse estudo, no pulmão direito, foram observados 3 a 4 segmentos no lobo cranial, 2 a 3 segmentos no lobo médio, 3 a 4 segmentos no lobo caudal e 2 segmentos no lobo acessório, totalizando 10 a 13 segmentos. No pulmão esquerdo foram observados 4 segmentos no lobo cranial e 3 a 4 segmentos no lobo caudal, totalizando 7 a 8 segmentos. Cada brônquio e artéria lobar emitiram ramos associados entre si que caracterizaram os segmentos, apesar da variação encontrada entre indivíduos. Esta associação foi também relatada na segmentação de pulmões de felinos, proposta por Oliveira et al. (2001), que identificou dezenove segmentos arteriais no pulmão esquerdo e dezesseis segmentos arteriais no pulmão direito.

Sabe-se que no homem, um ramo venoso segmentar principal drena cada segmento bronco-pulmonar, mas diferente das artérias e brônquios, esta veia também corre nos limites intersegmentares (Wang et al., 2018). Foi observado nesse estudo que existe uma tendência semelhante nos cães avaliados, uma vez que nos modelos obtidos, duas veias englobavam um conjunto de artéria e brônquio segmentar. Essa observação só pôde ser detalhada no plano ventral dos pulmões, devido à distribuição das veias em relação às artérias e brônquios (Figura 11). Entretanto, não foi observado um padrão de planos intersegmentares em todos os brônquios e artérias segmentares, apenas nos lobos caudais

direito e esquerdo, o que pode ser uma particularidade da espécie canina, dada a dificuldade e complexidade de identificação destes limites, também relatados na medicina humana (Kato et al., 2021).



**Figura 12** - Peça anatômica do pulmão de cão preparada com resina de poliéster, na vista ventral do lobo caudal direito. Observa-se as veias segmentares (setas azuis) delimitando o segmento composto pela artéria (seta vermelha) e brônquio (seta amarela) correspondentes. Fonte: Arquivo Pessoal.

Em ambos os pulmões, foi facilmente evidenciado a distribuição dos brônquios, artérias e veias nos ramos principais e lobares, que foram separadamente avaliados quanto aos seus diâmetros.

Ainda neste estudo, foram estabelecidas as médias e desvios padrões dos pesos dos animais, dos diâmetros traqueais mensurados na imagem da radiografia, e as medidas de altura e largura internas e externas da traqueia (na peça cadavérica), separados por porte, antes da injeção da resina. Pôde-se perceber que os valores numéricos das médias de largura da traqueia e a mensuração do diâmetro traqueal (feito no sentido dorsoventral) nas radiografias de tórax, foram superiores às médias de altura observadas nos cadáveres (Tabela 2). Sabe-se que os diâmetros traqueais vertical e horizontal não são iguais em cães saudáveis, devido às diferenças histológicas ao longo da sua circunferência (Souto et al., 2016). Além disso, apesar de se tratar de um órgão tubular, no qual espera-se valores semelhantes entre as medidas de altura e largura, o porte dos animais selecionados neste estudo pode ter tido influência sobre esta observação. O colapso traqueal, que provoca achatamento dorso ventral, ocorre principalmente em raças pequenas (Torezani et al.,

2021), que possivelmente estavam presentes nos cruzamentos que originaram alguns animais deste estudo, uma vez que o peso médio dos indivíduos foi 6,85kg. De fato, em 9 animais foram observados achatamentos no lúmen traqueal em sentido ventro-dorsal, sugerindo o colapso traqueal (Torezani et al., 2021).

Os valores médios de diâmetro traqueal medidos no exame de radiografia foram também maiores nos animais de médio porte, cujo peso médio foi superior, de forma semelhante à proporcionalidade entre peso e lúmen traqueal em cães, como descrito por Souto et al. (2016) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Valores do peso dos animais, alturas e larguras internas e externas da traqueia e diâmetro traqueal, mensurados na imagem radiográfica na posição látero-lateral do tórax de cães, separados por porte do animal.

	Porte		
	Pequeno	Médio	Todos
<b>Peso</b>	4,48	9,34	6,85
	± 1,41 (22)	± 1,91 (21)	± 2,96 (43)
<b>Largura interna</b>	1,10	1,61	1,35
	± 0,19 (21)	± 0,22 (20)	± 0,33 (41)
<b>Altura interna</b>	0,88	1,13	1,00
	± 0,15 (21)	± 0,21 (20)	± 0,22 (41)
<b>Largura externa</b>	1,34	1,84	1,59
	± 0,22 (21)	± 0,25 (20)	± 0,35 (41)
<b>Altura externa</b>	1,14	1,41	1,27
	± 0,17 (21)	± 0,24 (20)	± 0,25 (41)
<b>Diâmetro ao RX</b>	1,17	1,53	1,34
	± 0,23 (22)	± 0,32 (20)	± 0,33 (42)

Valores apresentados como média (cm) ± desvio padrão (n).

As medidas arteriais, venosas e bronquiais foram obtidas na região do hilo de cada lobo pulmonar nos modelos de resina e, portanto, receberam a mesma nomenclatura para tornar as descrições padronizadas e objetivas. Foram calculadas as médias e desvios padrões dos seus diâmetros, conforme exposto pelas Tabelas 3, 4 e 5.

Observou-se nesse estudo que as artérias pulmonares estabelecem sua primeira ramificação antes mesmo de chegarem ao parênquima pulmonar. A artéria pulmonar esquerda curva-se dorsalmente, passando sobre o brônquio do lobo cranial e se bifurca para nutrir a porção cranial, cujo diâmetro é maior em comparação à porção caudal do



lobo cranial esquerdo. Isto pôde ser observado nos modelos estudados, tanto a distribuição quanto a diferença dos diâmetros (Tabela 3).

As artérias pulmonares apresentaram médias numéricas maiores, sendo a direita mais robusta do que a esquerda (Tabela 3). Essa observação se repetiu na avaliação do leito venoso e também bronquial (Tabelas 4 e 5). Isso pode ser explicado pelo fato de que o pulmão esquerdo é menor e mais leve, devido à impressão cardíaca no órgão deste lado, recebendo, portanto, menor volume sanguíneo quando comparado ao pulmão direito (Orton e Monnet, 2017). De forma semelhante, a parte cranial do lobo cranial esquerdo obteve uma média de diâmetro discretamente maior do que a porção caudal nos animais deste estudo. Isso pode ser justificado pelo fato de a porção cranial ser também ligeiramente mais robusta.

**Tabela 3** - Valores mensurados em centímetros dos diâmetros das artérias no hilo pulmonar e dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, partes cranial e caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte de cães.

		Porte		
		Pequeno	Médio	Todos
Artérias	<b>Pulmonar Direita</b>	0,61	0,61	0,61
		± 0,10 (6)	± 0,10 (12)	± 0,10 (18)
	<b>Cranial Direita</b>	0,27	0,31	0,30
		± 0,05 (6)	± 0,07 (12)	± 0,07 (18)
	<b>Média Direita</b>	0,21	0,27	0,25
		± 0,05 (6)	± 0,05 (12)	± 0,06 (18)
	<b>Acessória Direita</b>	0,20	0,24	0,23
		± 0,03 (6)	± 0,04 (12)	± 0,04 (18)
	<b>Caudal Direita</b>	0,37	0,39	0,38
		± 0,08 (6)	± 0,07 (12)	± 0,07 (18)
	<b>Pulmonar Esquerda</b>	0,56	0,59	0,58
		± 0,10 (6)	± 0,09 (12)	± 0,09 (18)
	<b>Cranial Cranial Esquerda</b>	0,27	0,29	0,28

	$\pm 0,05$ (6)	$\pm 0,07$ (12)	$\pm 0,06$ (18)
<b>Caudal Cranial Esquerda</b>	0,23	0,25	0,24
	$\pm 0,03$ (6)	$\pm 0,05$ (12)	$\pm 0,04$ (18)
<b>Caudal Esquerda</b>	0,42	0,39	0,40
	$\pm 0,07$ (6)	$\pm 0,05$ (12)	$\pm 0,05$ (18)

Valores apresentados como média (cm)  $\pm$  desvio padrão (n).

Esta justificativa poderia ser extrapolada para a diferença de tamanho entre os lobos. Foi observado que as maiores médias de diâmetros estariam nas artérias, veias e brônquios dos lobos craniais e caudais (que são maiores macroscopicamente) de ambos os lados, enquanto as menores foram mensuradas nos lobos médio e acessório. Essa diferença de tamanhos é descrita e representada por figuras nas referências anatômicas aos lobos pulmonares dos cães em Dyce (2010) e Orthon e Monnet (2017), e foram também observadas nos cadáveres e nos modelos finais de resina deste estudo.

Entretanto, quando se compara os valores obtidos no lobo caudal, nota-se que a média de diâmetros das artérias, veias e brônquios são maiores no lado esquerdo. Isso poderia ser justificado pelo fato de haver menos ramificações do lado esquerdo (menor número de lobos), o que faz com que a redução gradual dos lúmens a partir do tronco principal, à medida que as estruturas se ramificam, ocorra em menor proporção, originando estruturas terminais (lobos caudais) de maior calibre. Horsfield et al. (1986) em seu estudo descreveram ordens nos ramos bronco-vasculares de pulmões caninos, cujas estruturas menos calibrosas da extremidade do parênquima se juntam para formar as de maior calibre na região do hilo e contribuem, portanto, para seu diâmetro. Desta forma, quanto mais ramificações, maiores amplitudes de calibre entre os ramos principais proximais e os distais. Isto corrobora com a observação encontrada nas artérias, veias e brônquios do lobo caudal esquerdo citadas anteriormente neste estudo.

**Tabela 4** - Valores mensurados em centímetros dos diâmetros das veias no hilo pulmonar e dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, partes cranial caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte, em 20 moldes pulmonares de cães.

		Porte		
		Pequeno	Médio	Todos
<b>Veias</b>	<b>Pulmonar Direita</b>	0,74	0,77	0,76
		$\pm 0,17$ (9)	$\pm 0,13$ (11)	$\pm 0,15$ (20)

<b>Cranial Direita</b>	0,23 ± 0,05 (9)	0,30 ± 0,08 (11)	0,27 ± 0,08 (20)
<b>Média Direita</b>	0,30 ± 0,07 (9)	0,40 ± 0,09 (11)	0,35 ± 0,09 (20)
<b>Acessória Direita</b>	0,27 ± 0,07 (9)	0,33 ± 0,06 (11)	0,30 ± 0,07 (20)
<b>Caudal Direita</b>	0,51 ± 0,05 (9)	0,59 ± 0,10 (11)	0,55 ± 0,09 (20)
<b>Pulmonar Esquerda</b>	0,72 ± 0,19 (9)	0,75 ± 0,13 (11)	0,74 ± 0,16 (20)
<b>Cranial Cranial Esquerda</b>	0,31 ± 0,07 (9)	0,37 ± 0,06 (11)	0,34 ± 0,07 (20)
<b>Caudal Cranial Esquerda</b>	0,28 ± 0,08 (9)	0,35 ± 0,09 (11)	0,32 ± 0,09 (20)
<b>Caudal Esquerda</b>	0,53 ± 0,12 (9)	0,64 ± 0,13 (11)	0,59 ± 0,13 (20)

Valores apresentados como média (cm) ± desvio padrão (n).

**Tabela 5** -Valores mensurados em centímetros dos diâmetros dos brônquios no hilo pulmonar e dos lobos cranial e caudal direito, lobo médio, acessório, lobo cranial esquerdo, partes cranial e caudal do lobo cranial esquerdo e lobo caudal esquerdo, distribuídos por porte, em 18 cães.

		<b>Porte</b>		
		<b>Pequeno</b>	<b>Médio</b>	<b>Todos</b>
	<b>Pulmonar Direito</b>	0,93 ± 0,14 (9)	1,21 ± 0,20 (9)	1,07 ± 0,22 (18)
<b>Brônquios</b>	<b>Cranial Direito</b>	0,47 ± 0,10 (9)	0,60 ± 0,07 (9)	0,53 ± 0,11 (18)
	<b>Médio Direito</b>	0,28 ± 0,07 (9)	0,36 ± 0,05 (9)	0,32 ± 0,07 (18)

<b>Acessório Direito</b>	0,32 ± 0,11 (9)	0,33 ± 0,06 (9)	0,33 ± 0,08 (18)
<b>Caudal Direito</b>	0,47 ± 0,06 (9)	0,56 ± 0,09 (9)	0,51 ± 0,09 (18)
<b>Pulmonar Esquerdo</b>	0,78 ± 0,20 (9)	0,93 ± 0,14 (9)	0,86 ± 0,19 (18)
<b>Cranial Esquerdo</b>	0,36 ± 0,07 (9)	0,46 ± 0,09 (9)	0,41 ± 0,09 (18)
<b>Cranial Cranial Esquerdo</b>	0,27 ± 0,04 (9)	0,29 ± 0,05 (9)	0,28 ± 0,05 (18)
<b>Caudal Cranial Esquerdo</b>	0,23 ± 0,04 (9)	0,28 ± 0,06 (9)	0,26 ± 0,05 (18)
<b>Caudal Esquerdo</b>	0,53 ± 0,12 (9)	0,57 ± 0,11 (9)	0,55 ± 0,11 (18)

---

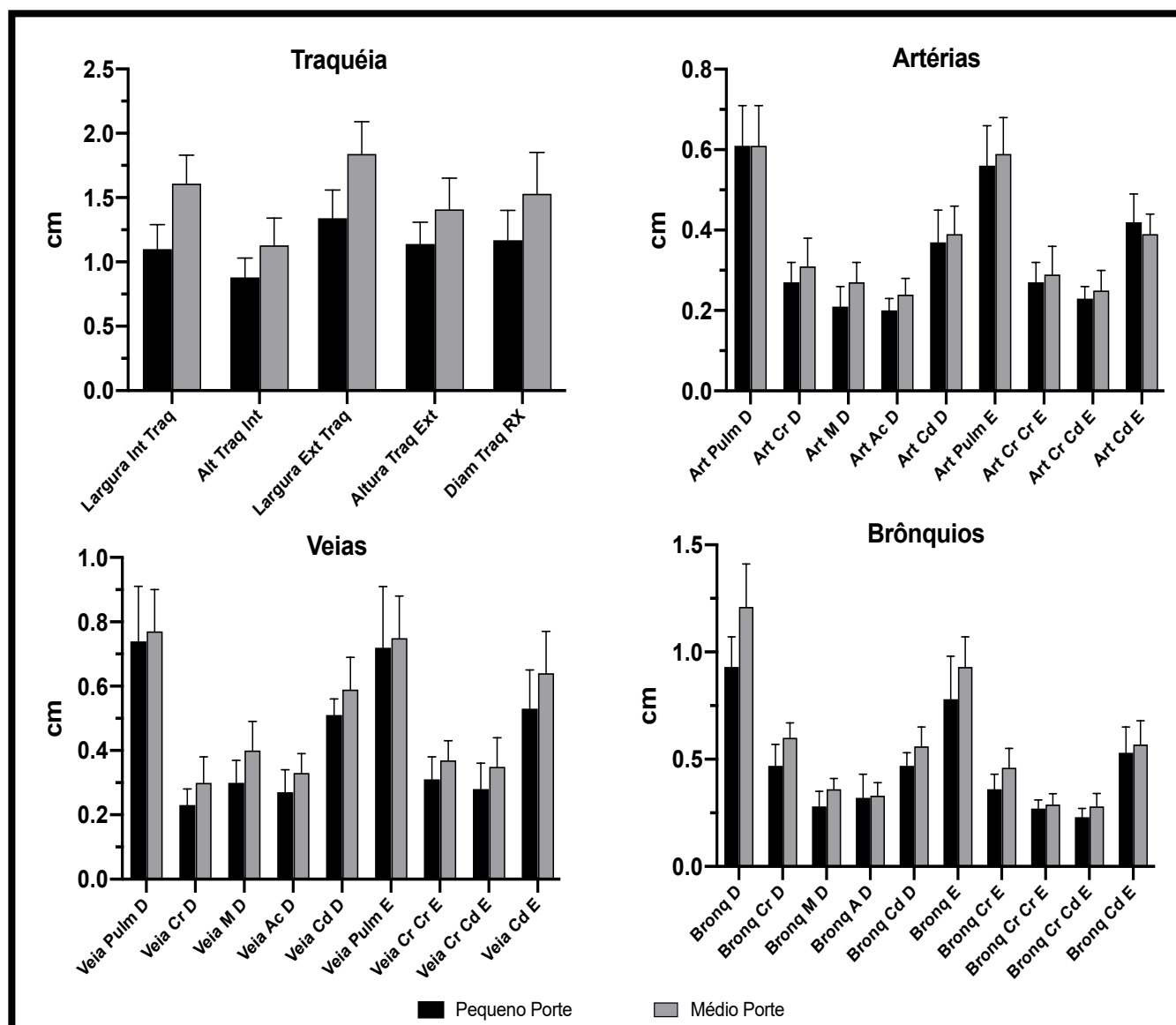
Valores apresentados como média (cm) ± desvio padrão (n).

Quando observa-se o tamanho dos indivíduos, todos os vasos sanguíneos e brônquios dos animais de médio porte apresentam-se maiores, comparados aos de pequeno porte (Tabelas 2, 3, 4, 5). Uma única exceção ocorreu na artéria caudal esquerda (Tabela 3), com média numérica maior nos animais de pequeno porte. Esta diferença da tendência em um único parâmetro poderia ser atribuída a um animal, de pequeno porte, que obteve a medida da artéria caudal esquerda maior do que todos os animais de médio porte, deslocando a média do pequeno porte para cima. Os valores individuais foram muito próximos, como pode ser observado nas médias e desvios de maneira geral, e também na artéria caudal esquerda. Desta forma, um único valor maior pode ter sido suficiente para alterar a média dos animais de pequeno porte. É provável que se trate de uma variação individual, que foi também apontada no estudo bronco-vascular de pulmões caninos publicado por Horsfield et al. (1986). As variações individuais foram igualmente relatadas no estudo de Mendonza et al. (2017), ao descreverem as características anatômicas das fissuras lobares em pulmões caninos.

Esta variação individual observada e que pode ter deslocado a média dos animais de pequeno porte, poderia ainda ser justificada por patologias não evidenciadas externamente no parênquima e que causam alterações na conformação vascular, como as cardiomiopatias e a hipertensão pulmonar, conforme descrito por Sakarin et al. (2021). Esta é uma possibilidade, considerando que não se conhece o histórico de saúde dos animais utilizados neste estudo. Desta forma, mesmo que os pulmões estivessem macroscopicamente saudáveis, como

recomendado por Cornillie et al. (2019), para as técnicas de injeção e corrosão, a avaliação macroscópica não os isenta destas patologias.

Foi observado, entre os valores de média de diâmetros, que existe uma tendência das vias aéreas serem mais calibrosas, seguidas das veias e por fim das artérias (Figura 12). Estes achados corroboram com o que foi descrito por Horsfield et al. (1986) ao relatarem esta ordem de tamanho nos três leitos, considerando as estruturas bronco-vasculares em cães. Sabe-se que o leito arterial possui também menor plasticidade, conferindo maior resistência e menor capacidade de se dilatar quando comparado ao leito venoso, mesmo com pressões de injeção iguais. Isto se relaciona com o componente histológico de sua parede, fazendo com que as artérias possuam diâmetro externo menor e parede mais espessa, o que aumenta a resistência e dificulta sua distensão (Townsend, 2012).



**Figura 13** - Gráficos de barras representando as médias e desvios padrões dos diâmetros (cm) da traqueia, artérias, veias e brônquios de pulmões caninos, comparados entre animais de pequeno e médio porte.

## 5. CONCLUSÕES

Assim, como observado neste estudo, concluem-se:

Há pelo menos 10 segmentos no pulmão direito e 7 no pulmão esquerdo no cão, o que contesta e difere do proposto pela Nomina Anatomica Veterinaria atual. Nos lobos acessório e médio, dois segmentos foram observados, sendo o dobro de segmentos apontados na literatura.

Os segmentos pulmonares dos lobos caudais esquerdo e direito no cão podem ser delimitados pelas veias segmentares envolvendo sua artéria e brônquio correspondentes. Este padrão de delimitação não foi identificado nos demais lobos.

Observou-se que, isoladamente, a distribuição venosa não é capaz de determinar o segmento, pelo maior número de ramos. Entretanto, quando comparada aos demais leitões, se torna fundamental para identificação dos segmentos caudais e são a base para abordagens cirúrgicas menos invasivas nos pulmões caninos.

O detalhamento adicional dos segmentos, associado à anatomia morfológica convencional, portanto, pode trazer contribuições para o planejamento de abordagens individualizadas e seletivas dos pulmões de cães, a fim de reduzir o trauma associado às ressecções desnecessárias do parênquima pulmonar.

Os modelos de injeção de resina acrílica de baixa viscosidade e corrosão em solução de hidróxido de sódio 7,5% utilizados neste estudo constituem uma boa ferramenta para descrição da anatomia do órgão e permitiu a caracterização dos segmentos como unidades funcionais compostas por brônquios, artérias e veias.

## 6. REFERÊNCIAS

BANZATO, T.; ZOVI, G.; MILANI, C. Estimation of fetal lung development using quantitative analysis of ultrasonographic images in normal canine pregnancy. *Theriog.*, v.96, p.158-163, 2017.

BEDETTI, B.; BERTOLACCINI, L.; ROCCO, R. *et al.* Segmentectomy versus lobectomy for stage I non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Journ. Thor. Dis.*, North America, v.9. Junho 2017. Disponível em: <https://jtd.amegroups.com/article/view/13866> Acesso em: 15 Dez. 2022.

BERGERON, L.; TANG, M.; MORRIS, S. F. A review of vascular injection techniques for the study of perforator flaps. *Plast. Reconstr. Surg.*, v.117, p 2050–2057, 2006. DOI: 10.1097/01.prs.0000218321.36450.9b. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16651983/>. Acesso em: 10 Dez. 2022.

BIANCHI, P. K. F. C; JUNIOR, J. R. K.; GONÇALEZ, P. O. Distribuição intraparenquimal da artéria hepática em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). *Act Veter Bras.*, v.9, n.4, p.301-305, 2015.

BORGES, E. M; OLIVEIRA, F.S.; MACHADO, M. R. F. Segmentação anatomocirúrgica arterial dos pulmões de ovinos da raça ideal (*Ovis aires* - L.1758) *Braz. J. Vet. Res.Anim.Sci.*, v. 39, n. 6, p. 288-295, 2002.

CABELEIRA, O. M.; DOBLER, G. H.; PORTO, K. F. *et al.* Modelo anatômico da árvore brônquica pulmonar de equino pela técnica de injeção e corrosão. XXV Seminário de Iniciação Científica, Unijuí, 2017.

CARVALHO, M. A. M.; MIGLINO, M. A.; MACHADO, G. V. *et al.* Segmentação anátomo-cirúrgica arterial do rim de javali (*Sus scrofa*) adulto. *Biot.* v. 19, n.4, p.85-90, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/24220522>. Acesso em: 10 Jan. 2023.

CHAUNDHRY, R.; BORDON, B. Anatomy, Thorax, Lungs. In: *StatPearl Treasure Island*, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470197>. Acesso em 06 Mai. 2023.

CORNILLIE, P.; CASTELEYN, C.; VON HORST, C.; HENRY, R. Corrosion casting in anatomy: visualizing the architecture of hollow structures and surface details. *Anat Histol Embryol.* v. 48, n.6, p. 591-604, 2019, DOI: 10.1111/ah.12450.

CRONIN, A. M.; PUSTELNIK, S. B.; OWEN, L. *et al.* Evaluation of a pre-tied ligature loop for canine total lung lobectomy. *Vet Surg*, v. 48, n. 4, 2019. DOI: 10.1111/vsu.13194 Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/vsu.13194>. Acesso em: 29 Nov. 2022.

CURY, F. S.; CENSONI, J. B.; AMBRÓSIO, C. E. Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. *Pesq. Vet. Bras.* v.33, n.5, 2013 DOI: 10.1590/S0100-736X2013000500022 .

DANTAS, A. K. F. P.; SILVA, E. F.; NETO, R.B.S. *et al.* Morfologia e segmentação pulmonar de raposas (*Cerdocyon thous*) *Act Veter Brasi*, v.8, n.1, p.31-37, 2014.

DIDIO, L. J. A. *Tratado de Anatomia Sistemica Aplicada*. 2 ed., v. 1 e 2. São Paulo: Atheneu, p.256-257. 2002.

DYCE, K.M; SACK, W.O; WENSING, C.J.G. O Aparelho Respiratório. In: *Tratado de Anatomia Veterinária*, 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p 159-165, 2010 .

EULALIO FILHO, W. M. N.; LOURENÇO, P. E. R.; VELOSO FILHO, G. A. G. et al. Anatomia cirúrgica dos pulmões: uma revisão de literatura. *Rev. Interd.* v. 9, n. 4, p. 149-153. 2016.

GANAPATHY, A.; TANDON, R.; BAXIA, M. *et al.* Cadaveric study of lung anatomy: a sugical overview. *Journ. Med. Res. Inov.*, v.54, p.17-25, 2018.

GETTY, R. Sistema respiratório geral. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*, 5 ed. v.1 e 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p 126-135, 1986.

GIRALDI, A. C. C.; AIRES, L. P. N.; RODRIGUES, R. F. et al. Anatomia e segmentação pulmonar de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* – Linnaeus, 1758) de vida livre *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.69, n. 1, p.22-28, 2017. DOI: 10.1590/1678-4162-9197.

GORTON, A., LOTFOLLAHZADEH S. Segmental Lung Resection. In: *StatPearls Treasure Island, 2023 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567722>*. Acesso em 30 Mar. 2023.

GRABHERR, S.; GRIMM, J.; BAUMANN, P. *et al.* Application of contrast media in post-mortem imaging (CT and MRI). *Radiol Med Torino*, v.120, p. 824–834. 2015

HALL, J. L.; MANNION, P.; LADLOW, J. F. Canine Intrahepatic Vasculature: Is a Functional Anatomic Model Relevant to the Dog? *Vet. Surg.* v. 44, n. 1 p. 27-34. 2014 DOI: 10.1111/j.1532-950X.2014.12209.x

HARRISON, R. J. Segmental Anatomy of the Lungs. A study of the patterns of the segmental bronchi and related pulmonary vessels. *J Anat.* v. 90, p. 158–159, 1956.

HORSFIELD, K.; K., W.; PHILLIPS, S. Diameters of arteries, veins, and airways in isolated dog lung. *The Anat Rec.* v. 216, n.3, p. 392–395. 1986. DOI:101002/ar.1092160308.

HOLT, D. E., COLE, S. G., ANDERSON, R. B. *et al.* The canine right caudal and accessory lobe pulmonary veins: revised anatomical description, clinical relevance, and



embryological implications. *Anatomia, Histologia, Embryologia: Journ Vet Med Ser C*, v. 34, n.4. p. 273–275. 2005. DOI:10.1111/j.1439-0264.2005.00610.x

ISHAQ, M. A morphological study of the lungs and bronchial tree of the dog: with a suggested system of nomenclature for bronchi. *J. Anat.* v. 131, n. 4, p. 589-610, 1980. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1233213>. Acesso em 17 Mai. 2023.

KATO, H.; OIZUMI, H.; SUZUKI, J. *et al.* Indications and technical details of sublobar resections for small-sized lung cancers based on tumor characteristics *Mini-inv, Surg.* v.5, p.5, 2021 DOI:10.20517/2574-1225.2020.98

KONIG, H.; LIEBICH, H. *Anatomia dos animais domésticos: Texto e atlas colorido.* Porto Alegre: Artmed, Vol. 2, p.97-102, 2011.

KOSHINO, T.; MURAKAMI, G.; SATO, T. J. *et al.* Configurations of the segmental and subsegmental bronchi and arteries in the right upper lobe of the human lung with special reference to their concomitant relations and double subsegmental arterial supply. *Anat. Sci. Int.*, v. 77, n. 1, p. 64-73. 2002, DOI: 10.1046/j.0022-7722.2002.00010.x

KRAMER, R.; GLASS, A. Bronchoscopic localization of lung abscess. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, v.. 41, p. 1210-1240. 1932. DOI: 10.1177/000348943204100421.

LUIZ, C. R.; MIGLINO, M. A.; SANTOS, T C. Segmentos anátomo-cirúrgicos arteriais da glândula mamária em cães (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758). *Arch. Vet. Sci.*, v.7, n.1, p.27-36, 2002.

MENDONZA, P.; GIGLIO, R.; OLMO, C. *et al.* Anatomic characterization of pulmonary accessory fissures in canine cadavers. *Anat Histol Embryol.*, v. 48, n. 2, p. 157-163, 2018.

MICHEAU, A.; HOA, D. Anatomy of the chest and the lungs: anatomical illustrations. 2022. DOI: 10.37019/e-anatomy/93511.

MORAIS-PINTO, L.; PEREIRA, V.P; VENCATO,. M.S. *et al.* Venous hepatic segmentation in dogs (*Canis lupus familiaris*L. 1758). *Anat. Histol. Embryol.* v. 50, n. 2, 2020. DOI: [10.1111/ahc.12619](https://doi.org/10.1111/ahc.12619)

NAKAZAWA, S.; SHIMIZU, K.; MOGI, A.; et al. VATS segmentectomy: past, present, and future. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.*, n.66, p.81–90, 2018. DOI:10.1007/s11748-017-0878-6

NETTUM, J. A. Combined vascular-bronchoalveolar casting using formalin-fixed canine lungs and a low viscosity silicone rubber. *The Anat Rec*, v. 243, n.4, p. 479–482. 1995 DOI: 10.1002/ar.1092430410

NORIYUKI, M; CHANG, S.S ; GOTOH M. et al., A novel method for determining adjacent lung segments with infrared thoracoscopy, *Journ Thorac Cardio Surg* v. 138, p.613-618. 2009 DOI:10.1016/j.jtcvs.2009.01.003

OLIVEIRA, F. S.; BORGES, E. M.; MACHADO, M. R. F. et al. Anatomicosurgical arterial segmentation of the cat lungs (*Felis catus domesticus*, L., 1758). *Braz. J. vet. Res. anim. Sci*, v. 38, n. 6, p. 253-257, 2001.

OLIVEIRA, G. B; OLIVEIRA, R.E.M; FERNANDES F.V. et al. Lobação, árvore brônquica e vascularização do pulmão de catetos (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758) *Rev. Caat.Mossoró*, v. 28, n. 1, p. 247 – 255, 2015.

ORTON, E. C; MONNET, E. *Small Animal Thoracic Surgery- Lung*. p.129–137. 2017. DOI:1002/9781118943427.ch15

PENNO, A. K.; CARVALHO, M. A. M.; NETO, A. C. A. et al. Lobação, ramificação brônquica e distribuição arterial no pulmão da cutia (*Dasyprocta* sp., Mammalia - Rodentia) *Braz J Vet Res Anim Sci*, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 331-336, 2005.

POERSCH, L. Preparação de coração e pulmões utilizando repleção por acrílico auto polimerizante seguido de corrosão em diferentes espécies animais. *Trabalho de conclusão de curso*. Graduação em medicina veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

RECKZIEGEL, S. H.; ARAÚJO, A. C. P.; VOLL, J. et al. Preparação de peças anatômicas de coração e pulmões utilizando repleção por acrílico auto polimerizante seguido de corrosão em diferentes espécies animais. In: *O Estudo da Anatomia Simples e Dinâmico* v 3. cap 19 p.143-152. Atena Editora, Ponta Grossa, 2019. DOI: 10.22533/at.ed.43019250919

RENARD, Y.; HOSSU, G.; CHEN, B. *et al.* A guide for effective anatomical vascularization studies: useful ex vivo methods for both CT and MRI imaging before dissection. *J. Anat* v. 132, p. 15-25, 2018. DOI: 10.1111/joa.12718

RODRIGUES, H. 2010. *Técnicas Anatômicas*. 4º ed. GM Gráfica e Editora, Vitória, ES. 269p. 2010.

RUEDA-ESTEBAN, R. J.; MCCORMICKR J. S. L; JAVIER, R. *et al.* Corrosion Casting, a Known Technique for the Study and Teaching of Vascular and Duct Structure in *Anatomy. Int. J. Morphol.*, Temuco , v. 35, n. 3, p. 1147-1153, 2017. DOI: 10.4067/S0717-95022017000300053.

SAJI, H.; OKADA, M.; TSUBOI, M. *et al.* Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial. *Lancet*. v. 399, n.10335, p.1607–1617, 2022. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)02333-3

SAKARIN, S.; RUNGSIPIPAT, A.; SURACHETPONG, S. D. Histopathological changes of pulmonary vascular remodeling in dogs affected with pulmonary hypertension secondary to degenerative mitral valve disease. *J Vet Cardiol* v. 36, p.141–152, 2021. DOI: 10.1016/j.jvc.2021.06.005

SANTOS, I. L.V. L.; SILVA, C. R. C. *O estudo de anatomia simples e dinâmico*. Atena editora. v. 3. Ponta Grossa, Paraná, 2019.

SARDUY, S.S.; MATOS, M. D. Segmentación broncopulmonar: norma anatómica en el hombre adulto. *Arch. Méd. Camagüey*, v. 12, n. 6. 2008 . Disponível em <http://scielo.sld.cu/scielo>. Acesso em 20 jun. 2021.

SCHONS, L. C.; WOECICHOSHI, A. S.; CHITOLINA, T.; *et al.* Modelo anômico da árvore brônquica de canino por técnica de injeção e corrosão. XXV Seminário de Iniciação Científica, Unijuí, 2017.

SCRIVANI, P. V, PERCIVAL, A. Anatomic study of the canine bronchial tree using silicone casts, radiography, and CT. *Vet Radiol Ultrasound*. 2023; 64: 36– 41. DOI: 0.1111/vru.13141

SEALY, W. C., CONNALLY, S. R.; DALTON, M. L. (1993). Naming the bronchopulmonary segments and the development of pulmonary surgery. *Ann. Thorac. Surg.* v. 55, n.1, p.184–188. 2018. DOI: 10.1016/0003-4975(93)90507

SILVA, D. B.; LOULY, C. C. B.; CARDOSO, J. R. et al. Comparação entre as técnicas anatômicas de formolização, glicerinação e preenchimento/corrosão no sistema respiratório de cães. *Colloquium Agrariae*, v. 13, n.2, p. 124-128. 2017 DOI: 10.5747/ca.2017.v13.nesp2.000217

SINGH, A.; SINGH G.; NAGPAL, S. K. Bronchopulmonary tree and segments of the lung of bufflao calves. *Haryana Vet.*, v.45, p.29-34. 2006.

SIPRIANI, T., GRANDI, F., DA SILVA, L. et al. Pulmonary Maturation in Canine Foetuses From Early Pregnancy to Parturition. *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 137–140.2009. doi:10.1111/j.1439-0531.2009.01446.x

SOUTO, C.; MARTIN, C.; FERRANTE, B. et al. Métodos de diagnóstico por imagem para avaliação traqueal em pequenos animais. *Rev. Acad. Ciênc. Anim.* v. 13. p.111-117. 2016. DOI: 10.7213/academica.13.FC.AO12.

STOECKER, C; WELTER, S.; MOLTZ, J.H. *et al.* Determination of lung segments in computed tomography images using the Euclidean distance to the pulmonary artery. *Med Phys*, v. 40, n.9, 2013. DOI: 10.1118/1.4818017

SURESH, K.; SHIMODA, L. A.. Lung circulation. *Compr. Physiol.* v. 6, n. 2, p. 897–943, 2020. DOI:10.1002/cphy.c140049.

TONELLI, L. Basi anatomiche per lo studio sperimentale della patologia segmentaria: la morfologia dell'albero bronchiale e la disposizione dei segmenti pulmonari nel cane. *Archivio Chir. Torace*, v. 7, p. 117-158. 1951.

TOREZANI, L. C.; PEREIRA JR., J. G.; KAISER, B. B. et al. Tracheal Collapse in Dogs. *Open Access Libr*, v.8, p. 1-8. 2021 DOI: 10.4236/oalib.1107257.

TOUNKHRUA, C.; RATANAYOTHA, A. .; RATANALEKHA, R. et al. Tissue Elimination of Large Vascular Corrosion Casting for Anatomy Education. *Siriraj Med J*, v. 74, n. 11, p. 754–759, 2022. DOI: 10.33192/Smj.2022.89.

TOWNSLEY, M. I. Structure and composition of pulmonary arteries, capillaries, and veins. *Compr Physiol.* v. 2, n.1, p.675-709, 2012 DOI:10.1002/cphy.c100081.

TUCKER, J. L., KREMENTZ, E. T. (1957). Anatomical corrosion specimens. I. Heart-lung models prepared from dogs. *The Anat. Rec.*, v. 127, n. 4, p. 655–665. DOI:10.1002/ar.1091270403

UGALDE, P.; CAMARGO, J. J.; DESLAURIERS, J. Lobes, fissures, and bronchopulmonary segments. *Thorac. Surg. Clin*, v. 17, n. 4, p. 587–599, 2007. DOI:10.1016/j.thorsurg.2006.12.008

WANG, J.; XINFENG X.; WEI, W. *et al.* Modified method for distinguishing the intersegmental border for lung segmentectomy. *Thorac. Cancer*, v. 14. 2017 DOI:10.1111/1759-7714.12540.

WINCKELMANS, T.; DECALWÉ, H.; DE LEYN, P. Segmentectomy or lobectomy for early-stage non-small-cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.*, v. 23, 2020.