

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

Paloma Helena Sanches da Silva

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SÍNTESE APÓS LOBECTOMIA
PULMONAR PARCIAL EM CÃES

Belo Horizonte

2022

Paloma Helena Sanches da Silva

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE SÍNTESE APÓS LOBECTOMIA
PULMONAR PARCIAL 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: Prof. Dr. Rodrigo dos Santos Horta.

Coorientadora: Profa. Dra. Patrícia Maria Coletto Freitas.

Belo Horizonte

2022

S586c

Silva, Paloma Helena Sanches da, 1988-

Comparação de diferentes métodos de síntese após lobectomia pulmonar parcial em cães/
Paloma Helena Sanches da Silva . – 2022.

93f.

Orientador: Rodrigo dos Santos Horta

Coorientadora: Patrícia Maria Coletto Freitas

Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre.

Bibliografias: f. 82 a 90.

1. Cão - Doenças - Teses - 2. Cão – Cirurgia - Teses – 3. Veterinária – Teses - I. Horta, Rodrigo dos Santos –II. Freitas, Patrícia Maria Coletto - III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - IV. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

PALOMA HELENA SANCHES DA SILVA

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinária.

Aprovado(a) em 16 de fevereiro de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Rodrigo dos Santos Horta - Presidente - Orientador(a)

Dr.(a). Patrícia Maria Coletto Freitas

Dr.(a). Eutálio Luiz Mariani Pimenta

Dr.(a). André Lacerda de Abreu Oliveira



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo dos Santos Horta, Servidor(a)**, em 16/02/2022, às 12:15, 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 **Patrícia Maria Coletto Freitas, Professora do Magistério Superior**, em 16/02/2022, às 19:54, 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 **Eutálio Luiz Mariani Pimenta, Servidor(a)**, em 16/02/2022, às 22:37, 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 **André Lacerda de Abreu Oliveira, Usuário Externo**, em 17/02/2022, às 02:24, 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, informando o código verificador **1231212** e o código CRC **37589122**.

DEDICATÓRIA

À Deus, aos meus pais, meu esposo, minhas irmãs, sobrinhos e minhas duas gatas, pois sem vocês, eu nada sou.

AGRADECIMENTOS

À Deus toda honra e toda glória, porque sem Ele, nada disso seria possível também em minha vida.

Aos meus pais, Lisa Helena e John William, por sempre me incentivarem a estudar, por se dedicarem para que eu pudesse ter a oportunidade de somente estudar, por sempre vibrarem a cada conquista que Deus me proporciona e por apoiarem a minha chegada até aqui. Amo demais vocês, minha base!

Ao meu esposo Rafael, pelo apoio, incentivo e paciência em compreender as muitas horas que precisei me dedicar aos estudos. Te amo!

Às minhas irmãs Lisiana e Paulinha, ao irmão caçula Flavinho e aos meus sobrinhos (os quais considero meus filhos) Luizinho, Gabriel e Ricardinho, que, mesmo distante me recebem com um sorriso no rosto e com muito amor sempre que nos reencontramos. Amo demais vocês!

Em memória ao cão mais vira-lata e amigo que tive, meu eterno Snoopy, ao mais dócil que resgatei, Oscar e às minhas gatas resgatadas, filhas de 4 patas, Marrie e Maluh pelo amor puro que sempre me deram sem nada em troca e por me fazerem sempre companhia enquanto estudava.

Ao meu querido orientador de Mestrado, professor Dr. Rodrigo Horta, com quem tive a sorte de ter como orientador assim que se tornou professor de cirurgia na UFMG. Admiro pela pessoa humilde que é mesmo sendo um profissional de vasto conhecimento (é uma enciclopédia humana, melhor oncologista que conheço!), além da rica didática. Grata por todo ensinamento e oportunidades acadêmicas, pela paciência, orientação do começo ao fim e a todo momento que precisei, amizade e por ter me dado um dos melhores temas de pesquisa que eu poderia trabalhar. Foi uma honra ter sido orientada por você, mestre!

À minha querida coorientadora de Mestrado, mas também orientadora desde que cheguei na UFMG, professora Dra. Patrícia Coletto, pessoa sensata que me inspira e que tenho um carinho especial. É a cirurgiã mulher mais completa, competente e ousada que conheço! Opera todas as cirurgias complexas de tecidos moles da veterinária. Grata por todo ensinamento e grandes oportunidades na área de cirurgia, pela assistência, pela paciência, pela amizade e por comprar voluntariamente boa parte do material do experimento desta pesquisa, não deixando faltar nada. Sou eternamente grata por acreditar em mim, até quando eu achava que não conseguiria. Sou sua fã, sempre serei!

Aos demais professores e funcionários do HV UFMG por toda ajuda e amizade, tornando meus dias sempre mais leves e animados, principalmente nos dias cansativos.

A todos os residentes da cirurgia e às minhas parceiras de pós-graduação, pela ajuda, por compartilhar conhecimento, aprendizado, apertos e também muitas risadas durante a rotina do HV UFMG, em especial à: Mariana Zanini (R2 sócia da Sandy), Amanda Paraguassú (residente mais paulistana e “international” que conheço), Mariana Figueiredo (vet zen, psicóloga nas horas vagas), Isabela Almeida (capixaba que não tem tempo ruim, vive rindo), Bruna Sena (capixaba gente boa e carinhosa), e as “Thaíses” queridas: Thaís Coelho e Thays Garreto.

Ao meu eterno e melhor professor da graduação que tive, Dr. Paulo Roberto (UFRRJ) por todo ensinamento adquirido em sala de aula e durante a monitoria de anatomia animal lá na época da graduação na UFRRJ. Por ter me mostrado o amor pela disciplina e a dedicação com excelência ao magistério. Jamais esqueci dos seus conselhos de vida.

À médica veterinária Ivi Pignolati e funcionários do CCZ de Vespasiano - MG por toda a ajuda, disposição e atenção em me receberem com tanto carinho durante o período de aquisição do meu modelo experimental.

Aos estagiários e alunos de iniciação científica da UFMG: Larissa Bueno, Lucas de Oliveira e Pedro Bronhara, por toda ajuda, companheirismo, ensinamento e amizade. Foram essenciais durante a fase experimental deste projeto e quero ver todos na residência, mestrado, doutorado...

Aos integrantes da banca de Mestrado, desde já agradeço a Professora Dra. Patrícia Coletto, Professora Dr. Suzane Lilian Beier, Professor Dr. André Lacerda e Professor Dr. Eutálio Luiz pela prontidão em aceitarem avaliar esta dissertação de mestrado. Muito obrigada!

Ao talentoso médico veterinário Rafael Augusto de Melo Vieira em colaborar com seus ilustres desenhos presentes nesta dissertação.

Aos demais familiares e amigos, que mesmo distante, compreenderam a minha dedicação aos estudos, sempre me apoiando e me recebendo bem nos reencontros.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela oportunidade concedida ao financiar toda a bolsa que foi essencial para minha manutenção durante a realização dessa pesquisa.

A todos e a tantos outros não citados aqui, mais uma vez, muito obrigada!

Epígrafe

“Nós somos aquilo que fazemos repetidamente. Excelência, então, não é um modo de agir,
mas um hábito” (Aristóteles).

Resumo

Na busca por um modelo de aerostasia que possa garantir maior segurança quanto a propriedade pneumostática após cirurgias pulmonares em cães, objetivou-se com este estudo comparar o hermetismo promovido por diferentes métodos de síntese após lobectomia parcial em lobo pulmonar caudal direito de cães utilizando 30 modelos de pulmões em blocos respiratórios cadavéricos obtidos imediatamente ou dentro de até 12 horas, após o óbito. As 30 peças anatômicas colhidas após necropsia de cães jovens, foram distribuídas igualmente em cinco grupos de acordo com o método de síntese a ser analisado, resultando em seis unidades experimentais cada. O grupo 1 (G1) foi composto por lobos pulmonares que receberam como síntese, a sutura em padrão de sapateiro associada a contínua simples; o grupo 2 (G2), a sutura em padrão contínua sobreposta associada a contínua simples; grupo 3 (G3), a sutura em padrão Reverdin; grupo 4 (G4), sutura mecânica por grampos metálicos a partir do grampeador cirúrgico linear toracoabdominal; e grupo 5 (G5), síntese com adesivo tecidual a base de um co-monômero de cianoacrilato. Após emprego da técnica cirúrgica em parênquima pulmonar e com a traqueia do bloco respiratório intubada, os pulmões foram submersos em água seguidos de insuflação com oxigênio a pressões ventilatórias positivas em níveis fisiológicos (20 cmH₂O) e suprafisiológicos para realização do teste de aerostasia e registro das pressões em que ocorriam escape aéreo, em seguida. Todos os grupos foram analisados estatisticamente e não houve diferença entre os grupos quando submetidos a níveis de pressões ventilatórias fisiológicas (até 20 cmH₂O), demonstrando adequada aerostasia. Contudo, ao avaliar tais métodos em níveis pressóricos de ventilação acima de 20 cmH₂O, constatou-se superioridade da síntese promovida pelo adesivo tecidual contendo co-monômero de cianoacrilato em relação aos grupos que receberam as suturas em padrão Reverdin e com grampos. Conclui-se, portanto, que as suturas manuais em padrões de sapateiro com contínua simples, contínua sobreposta com contínua simples e Reverdin, bem como suturas mecânicas e selante sintético são capazes de promover aerostasia após ressecção pulmonar parcial em cães, quando em pressões ventilatórias fisiológicas, e que a síntese com a cola cirúrgica sintética revelou-se superior aos métodos de síntese com padrão Reverdin e grampos metálicos, promovendo aerostasia mais segura após lobectomia pulmonar parcial de cães ao resistir a níveis suprafisiológicos de pressão ventilatória.

Palavras-chave: Pulmão. Aerostasia. Sutura. Cianoacrilato.

Abstract

In the search for a model of aerostasis that can ensure greater safety regarding the pneumostatic property after lung surgeries in dogs, the objective of this study was to compare the hermeticism promoted by different synthesis methods after partial lobectomy in the right caudal lung lobe of dogs using 30 lung models in cadaveric respiratory blocks obtained immediately or within 12 hours after death. The 30 anatomical pieces collected after necropsy of young dogs were divided equally into five groups according to the synthesis method to be analyzed, resulting in six experimental unit each. Group 1 (G1) consisted of lung lobes that received, as synthesis, the cobbler pattern associated with simple continuous suture; group 2 (G2), suture in a continuous overlapping pattern associated with simple continuous suture; group 3 (G3), suture in Reverdin pattern; group 4 (G4), mechanical suturing using metallic staples from the thoracoabdominal linear surgical stapler; and group 5 (G5), synthesis with tissue adhesive based on a cyanoacrylate comonomer. After using the surgical technique in lung parenchyma and with the trachea of the respiratory block intubated, the lungs were submerged in water followed by insufflation with oxygen at positive ventilatory pressures. at physiological (20 cmH₂O) and supraphysiological levels to perform the aerostasis test and record the pressures in which air escape occurred then. All groups were statistically analyzed and there was no difference between groups when submitted to levels of physiological ventilatory pressures (up to 20 cmH₂O), demonstrating adequate aerostasis. However, when evaluating such methods at ventilation pressure levels above 20 cmH₂O, a superiority of the synthesis promoted by the tissue adhesive containing cyanoacrylate comonomer was observed. in relation to the groups that received sutures in the Reverdin pattern and with staples. It is concluded, therefore, that manual sutures in the cobbler pattern with simple continuous, continuous overlapping with simple continuous and Reverdin, as well as mechanical sutures and synthetic sealant are able to promote aerostasis after partial lung resection in dogs, when at physiological ventilatory pressures, and that the synthesis with the synthetic surgical glue proved to be superior to the synthesis methods with Reverdin pattern and metallic staples, promoting safer aerostasis after partial lung lobectomy in dogs by resisting supraphysiological levels of ventilatory pressure.

Keywords: Lung. Aerostasis. Suture. Cyanoacrylates.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Representação esquemática da segmentação dos lobos pulmonares, árvore brônquica e linfonodos regionais dos pulmões de cão (vista dorsal), à esquerda. À direita, traqueia e árvore brônquica de cão (preparado de corrosão) (vista ventral). Adaptado de Konig; Liebch (2004). 23
- Figura 2 - Desenho ilustrativo de lobectomia pulmonar parcial e loborrafia em cães. A. Colocação de um par de pinças atraumáticas delimitando a porção a ser ressecada. B. Representação esquemática do lobo pulmonar em corte transversal demonstrando percurso da sutura contínua sobreposta no parênquima. C. Uma ou duas camadas de sutura sobre o parênquima pulmonar e linha de corte entre a segunda sutura e as pinças. D. Porção do lobo ressecado após confecção das suturas e lobo remanescente com sutura em padrão contínua simples. Fonte: Adaptado de MacPhail (2014) e Monnet (2017). 27
- Figura 3 - Demonstração da sutura manual em padrão de sapateiro ou Varchetta sendo aplicada em material esponjoso, à esquerda. Fonte: Aleixo et al. (2009). À direita, ilustração esquemática do mesmo padrão de sutura sendo realizado também com duas agulhas retas, evidenciando compressão tecidual ao longo da linha de sutura. Fonte: wellcomecollectionwebsite.org 30
- Figura 4 – A. Sutura em colchoeiro contínua horizontal proximal a pinça. B. Segunda camada de síntese em padrão de sutura contínua simples na loborrafia pulmonar humana após biópsia incisional. Fonte: Wells e Coonar (2018). 31
- Figura 5 - Demonstração esquemática do padrão de sutura contínua sobreposta em lobo pulmonar de cão após lobectomia parcial. Corte transversal do parênquima pulmonar para visualização da sobreposição que essa sutura promove durante o percurso adotado pelo fio no tecido. Fonte: Adaptado de MacPhail (2014). 32
- Figura 6 – Ilustração esquemática do padrão de sutura em Reverdin ou entrelaçada de Ford sobre o parênquima pulmonar humano. Fonte: Zigiriadis (2012). 33

Figura 7 - Configuração do grampo cirúrgico antes (a) e após (b) inserção em tecido. No tecido, não causa esmagamento por assumir aspecto de B (b). Fonte: Adaptado de Lipscomb, 2012. 34

Figura 8 - Extração do bloco respiratório inteiro de cadáver canino logo após a eutanásia. 43

Figura 9 – Demonstração do circuito respiratório utilizado para realização da pressurização pulmonar em cães. A. Manguito conectado a cilindro de oxigênio; B. Filtro HMEF com traqueia artificial servindo de conectores entre manguito, manômetro e tubo traqueal inserido no interior da traqueia de cão; C. Componentes de um esfigmomanômetro: bulbo (não utilizado) e manômetro para avaliação da pressão de ruptura em mmHg; D. Tubo endotraqueal (5.0 a 6.5 mm) com balão de controle patente para volume do cuff; E. Lacre de náilon preto 200mm x 3,5 mm em traqueia de cão para garantir vedação no circuito; F. Bloco anatômico respiratório macroscopicamente saudável de cadáver de cão obtido após eutanásia. 44

Figura 10 - Materiais utilizados no estudo experimental de síntese pulmonar após lobectomia pulmonar parcial em modelo cadavérico em cães A. Grampeador cirúrgico linear TA contendo um cartucho de cor azul (45 mm) de grampos embutido na bigorna do dispositivo, e dois cartuchos de mesma cor, livres; B. Dois cartuchos de cor azul embalados; C. Caixa contendo unidades de 0,5mL do adesivo sintético Glubran-2; D. Unidade de fio cirúrgico poliglactina 910 4-0; E. Par de luvas cirúrgicas; F. Instrumentais cirúrgicos (da esquerda para a direita, cabo de bisturi e lâmina nº 11, pinça anatômica sem dente de rato, porta agulha de Mayo Hegar, pinça hemostática Kelly, pinça vascular atraumática Satinsky; G. Lacre de náilon 200 mm x 3,5 mm; H. Paquímetro digital em estojo próprio; I. Tubos endotraqueais com cuff e seringa descartável; J. Partes do esfigmomanômetro: bulbo e manômetro; K. Mangueira de oxigênio, frasco umidificador e fluxômetro para acoplamento em cilindro de oxigênio; L. Adaptador/conector e mini traqueia artificial. 45

Figura 11 – A. Mensuração da largura do terço médio do lobo pulmonar caudal direito de cão, com uso de paquímetro digital; B. Mensuração da altura (espessura) do terço médio do lobo pulmonar caudal direito de cão, com uso de paquímetro digital. 46

Figura 12 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual de sapateiro em lobo pulmonar de cão. 47

Figura 13 – Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura sapateiro associada a contínua simples em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta) e o início da sutura sapateiro com fio Poliglactina 910 (seta branca); C. Observa-se a sutura sapateiro (seta azul) realizada no parênquima pulmonar; D. Realização da sutura contínua simples (seta amarela) aproximando as pleuras viscerais, após terminada a execução da sutura sapateiro; E e F. Observa-se o aspecto final da sutura de sapateiro fazendo compressão tecidual e bordas do parênquima remanescente coaptadas pela sutura contínua simples. 48

Figura 14 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual contínua sobreposta em lobo pulmonar de cão. 49

Figura 15 - Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura contínua sobreposta associada a contínua simples em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta) e confecção da sutura contínua sobreposta com fio Poliglactina 910 (seta branca) proximalmente a pinça; C. Observa-se a sobreposição do fio no tecido (seta azul) até a extremidade contralateral do lobo após término da sutura contínua sobreposta realizada no parênquima; D. Aspecto final da coaptação promovida pela aposição das bordas do parênquima remanescente em padrão de sutura contínua simples (seta amarela). 50

Figura 16 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual de Reverdin em lobo pulmonar de cão. 51

Figura 17 - Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura de Reverdin em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se pinçamento com uma pinça Satinsky (seta branca) no terço médio do lobo pulmonar caudal direito já seccionado e confecção do laço da sutura de Reverdin com fio Poliglactina 910 (seta amarela). C e D. Aspecto final da coaptação do parênquima e conseqüentemente da pleura visceral após confecção da sutura de Reverdin (setas pretas). 52

Figura 18 - Dispositivo de grampeador cirúrgico linear TA carregado com cartucho azul de 45 mm contendo fileira dupla de grampos de titânio em seu interior (Covidien® DST) e seus componentes. A. Mandíbulas ou garras; B. Bigorna; C. Pino de retenção retraído; D. Unidade de carregamento; E. Cartucho azul; F. Botão polegar do pino de retenção; G. Botão de liberação ou destravamento; H. Punho. 53

Figura 19 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura mecânica com uso do grampeador cirúrgico TA em lobo pulmonar de cão. 53

Figura 20 - Imagem fotográfica da síntese pulmonar utilizando grampeador cirúrgico linear TA em peça anatômica de pulmão de cão. A. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky e introdução do primeiro cartucho a partir da região lateral do lobo e 15 mm proximal a pinça seguido do encaixe do pino de retenção na bigorna (seta branca); B. Compressão do parênquima seguido do disparo dos grampos (seta preta); C. Observa-se primeira fileira dupla de grampos no parênquima (seta azul); D. Dispositivo recarregado com segundo cartucho posicionado medialmente e 5mm proximal à pinça; E. Observa-se segunda fileira dupla de grampos (asterisco preto) no parênquima após a primeira (asterisco branco); F. Aspecto final do lobo pulmonar remanescente após ressecção entre o grampeador e a segunda linha de grampos (seta amarela). 54

Figura 21 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da síntese do lobo pulmonar de cão com adesivo tecidual. 55

Figura 22 - Imagem fotográfica de selamento pulmonar utilizando adesivo sintético Glubran-2 em peça anatômica de pulmão de cão. A. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta); B. Visualização do parênquima ressecado e sem o adesivo (seta branca); C. Observa-se parênquima ressecado com presença do selante em bronquíolos (seta amarela) e micro vasos; D. Adesivo formando uma película esbranquiçada difusa sobre o parênquima ressecado durante teste de aerostasia (seta azul). 56

Figura 23 - Teste de aerostasia após confecção da sutura de sapateiro associado a contínua simples em lobo pulmonar caudal direito de cão em modelo cadavérico. Nota-se presença de bolhas de ar na linha de sutura (setas). 57

Figura 24 – Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura em sapateiro associada a contínua simples mostrando extravasamento de ar (seta) lateralmente a linha de sutura em pressão suprafisiológica a 18 mmHg (24,47 cmH₂O) durante teste de aerostasia. 63

Figura 25 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura contínua sobreposta associada a contínua simples mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 20 mmHg (27,19 cmH₂O) durante teste de aerostasia. 63

Figura 26 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura em Reverdin mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 14 mmHg (19,03 cmH₂O) durante teste de aerostasia. 64

Figura 27 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com sutura mecânica em grampos de titânio por grameador linear TA mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 19 mmHg (25,83 cmH₂O) durante teste de aerostasia. 64

Figura 28 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com adesivo sintético mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 80 mmHg (108,76 cmH₂O) em área ressecada durante teste de aerostasia. 65

Figura 29 – Gráficos com valores de média e medianas das variáveis analisadas nos diferentes métodos de síntese (G1= sapateiro + contínua simples; G2 = contínua sobreposta + contínua simples; G3 = Reverdin; G4 = grampos; G5 = adesivo sintético). Média para a variável peso corpóreo (Kg), com $p = 0,1901$ (ANOVA com Fisher ad-hoc Tukey) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável largura do lobo pulmonar (cm), com $p = 0,0637$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável não paramétrica score corporal dos animais com diferença estatística entre os grupos sapateira + contínua simples (G1) e Reverdin (G3), com $p = 0,0202$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável altura do lobo pulmonar (cm), com diferenças estatísticas entre G5 (adesivo sintético) e G4 (grampos), com $p = 0,0347$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância. 66

Figura 30 – Gráfico das medianas de pressões de ruptura (mmHg) em que ocorreram perda da aerostasia pulmonar em G1, G2, G3, G4 e G5, com $p = 0,0164$ (G1 = sapateiro + contínua simples; G2 = contínua sobreposta + contínua simples; G3 = Reverdin; G4 = grampos; G5 = adesivo sintético). Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns a nível de 5 % de significância.

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Descrição técnica das dimensões de grampeadores TA reutilizáveis e seus respectivos grampos. O asterisco (*) na coluna refere-se a largura de cartuchos disponíveis para grampeadores reutilizáveis. 35
- Quadro 2 - Métodos de síntese pulmonar utilizados no atual estudo e organizados em grupos de 1 a 5. 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável peso corpóreo (Kg).	59
Tabela 2 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável largura do lobo pulmonar (cm).	60
Tabela 3 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável escore corporal.	60
Tabela 4 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável altura do lobo pulmonar (cm).	61
Tabela 5 - Valores referentes as pressões de extravasamento em mmHg mediante tipo de síntese lobar (mmHg).	61
Tabela 6 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável pressão de ruptura.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCZ: Centro de Controle de Zoonoses

CEUA: Comissão de Ética no Uso de Animais

cm: Centímetro

cmH₂O: Centímetro de água

DCCV: Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias

EV UFMG: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais

g: Grama

HMEF: Heat and moisture Exchanger Filter

IL-8: Interleucina 8

Kg: Kilograma

M_d: Mediana

mg: Miligrama

MG: Minas Gerais

mmHg: Milímetros de mercúrio

mL: Mililitros

mm: Milímetro

MS: Metacrilosisolfolano

NBCA: n-butilcianoacrilato

%: Percentual

TA: Toracoabdominal

WSAVA: World Small Animal Veterinary Association

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Anatomia dos Pulmões	22
2.2 Fisiologia respiratória	24
2.3 Lobectomia Pulmonar	26
2.3.1 Lobectomia Pulmonar Parcial	26
2.3.2 Métodos de Síntese para Loborrafia Pulmonar	27
2.3.2.1 Sutura Manual com Fios Cirúrgicos	28
2.3.2.2 Sutura Mecânica com Grampos Cirúrgicos	33
2.3.2.3 Adesivos Teciduais Sintéticos	36
2.3.3 Complicações pós-operatórias	37
3. OBJETIVOS	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Local e período de realização do experimento	41
4.2 Animais Experimentais, Critérios de Inclusão e Exclusão	41
4.3 Preparo do Modelo Experimental e Preservação da Peça	42
4.4 Síntese Tecidual	45
4.5 Teste de Aerostasia	56
4.6 Análise Estatística	58
5. RESULTADOS	59
6. DISCUSSÃO	68
7. CONCLUSÃO	80
REFERÊNCIAS	81
ANEXOS	90

1. INTRODUÇÃO

Apesar da cirurgia de lobectomia pulmonar parcial ser bem tolerada na espécie canina, falhas inerentes à técnica de síntese podem ocorrer como vazamento de ar e consequente pneumotórax no pós-operatório (Larue *et al.*, 1987; Walshaw, 1994; Ferreira Filho *et al.*, 1997; Lansdowe *et al.*, 2005; Kosar *et al.*, 2012; Mayhew *et al.*, 2013; MacPhail, 2014; Peycke, 2015; Subotic *et al.*, 2019). Essa complicação, assim como ocorre na medicina, pode ser resolvida com uso de dreno torácico ou tornar-se um agravante aumentando a morbidade e até mesmo levar ao óbito se não corrigido em tempo hábil (MacPhail, 2014; Ziarnik *et al.*, 2015; Bleakley *et al.*, 2017).

Tradicionalmente, a loborrafia pulmonar pode ser realizada por meio de suturas manuais e grampos. Dentre as suturas manuais que podem ser empregadas ao tecido parenquimatoso dos pulmões, MacPhail (2014) e Monnet (2017) destacam o emprego de um tipo de sutura manual denominada de contínua sobreposta, cuja síntese é capaz de proporcionar não somente hemostasia, mas também pneumostasia após lobectomia pulmonar parcial em cães. Semelhantemente, no que diz respeito a indicação de rafia ao tecido pulmonar na espécie, a sutura mecânica elaborada por meio da inserção de grampos, é considerada por alguns autores, superior a sutura manual em promover um melhor controle de aerostasia (Larue *et al.*, 1987; Walshaw, 1994; Ferreira Filho *et al.*, 1997). No entanto, tais métodos de síntese parecem ter limitações e podem resultar em falha na pneumostasia (Lansdowe *et al.*, 2005; Kosar *et al.*, 2012; Mayhew *et al.*, 2013; MacPhail, 2014). Desta forma, como alternativa à síntese pulmonar convencional, uma variedade de métodos buscando aumentar a segurança do procedimento têm sido descritos. Dentre eles, destacam-se os adesivos teciduais, sobretudo aqueles de origem sintética pertencentes a classe dos cianoacrilatos. Tais selantes têm demonstrado bons resultados na pneumostasia em determinadas espécies, apesar de resultados conflitantes também serem reportados, colocando em dúvida a sua real eficiência em controlar a aerostasia pulmonar (Ishizaki *et al.*, 2005; Davoli *et al.*, 2009; Petter-Puchner *et al.*, 2010; Szkudlarek *et al.*, 2011; Kosar *et al.*, 2012; Alar *et al.*, 2013).

Contudo, apesar da ampla disponibilidade no mercado, ainda não foi reconhecido nenhum material de sutura eficiente que fosse plenamente seguro em evitar qualquer vazamento de ar, complicação fortemente investigada na medicina e não incomum em medicina veterinária, apesar das poucas pesquisas e relatos em cães. Pode-se dizer que, a falha na aerostasia pulmonar ainda é uma realidade, uma vez que todos os métodos descritos até então, eventualmente implicam em fuga de ar após o emprego da técnica de lobectomia parcial em pulmões

(Walshaw, 1994; Relave *et al.*, 2010; Pinto Filho, 2003; Hashimoto *et al.*, 2011; Kosar *et al.*, 2012; Imhoff e Monnet, 2015).

Diante desse contexto, afirma-se a necessidade de estudos que possam investigar a real propriedade pneumostática de padrões de síntese utilizados na rafia pulmonar de cães, sob influência de pressões ventilatórias fisiológicas e suprafisiológicas. Assim, objetivou-se com este estudo comparar o hermetismo promovido por diferentes métodos de síntese após lobectomia parcial em lobo pulmonar caudal direito de cães em modelo cadavérico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia dos Pulmões

Os pulmões são órgãos pares, direito e esquerdo, constituintes do sistema respiratório. Como descrição, os pulmões apresentam um formato semi-cônico, de acordo com a Nomina Anatômica Veterinária (NAV, 2017) contendo base oblíqua (*basis pulmonis*) que está localizada caudalmente relacionando-se com a superfície torácica convexa do diafragma e ápice (*apex pulmonis*) situado cranialmente, no espaço da cúpula pleural. Cada pulmão apresenta as seguintes bordas: dorsal (*margo dorsalis*), basal (*margo basalis*) e ventral (*margo ventralis*) (Hare, 1986; König e Liebch, 2004; Evans e Lahunta, 2013; NAV, 2017). Ainda, de acordo com Evans e Lahunta (2013) e NAV (2017), é acrescentada mais uma borda denominada de borda aguda (*margo acutus*). Além das bordas, apresentam três faces: costal (*facies costalis*) que se relaciona com a parede costal da caixa torácica; face diafragmática (*facies diaphragmatica*) em sintopia com o músculo diafragma; e uma terceira face denominada medial (*facies medialis*), que por sua vez, apresenta duas partes: vertebral (*pars vertebralis*), localizada dorsalmente relacionando-se aos corpos vertebrais; e mediastinal (*pars mediastinalis*), situada ventralmente e apresentando relação com estruturas anatômicas do mediastino, como coração, esôfago, aorta entre outras estruturas anatômicas, além de exibir impressões sobre sua superfície, devido ao íntimo contato com tais componentes anatômicos. Como exemplo, há a impressão cardíaca (*impressio cardiaca*) formada pelo coração em íntimo contato com a parte ventral da face medial dos pulmões, ao nível da terceira e sexta costela (Evans e Lahunta, 2013; NAV, 2017).

Cada pulmão é subdividido em lobos a partir de fissuras interlobares que permitem a individualização, facilitando a mobilidade dos mesmos durante os movimentos respiratórios (NAV, 2017; Mendoza *et al.*, 2019). Os lobos do pulmão direito são separados por três profundas fissuras interlobares cranial e caudal, sendo o pulmão contralateral, dividido por duas fissuras (NAV, 2017; Mendoza *et al.*, 2019). Desta forma, o pulmão direito divide-se em lobos cranial, médio, caudal e acessório, sendo o esquerdo formado pelo lobo cranial com suas porções cranial e caudal, e finalmente, o lobo caudal (Figura 1). Ainda, fissuras acessórias foram identificadas e descritas na periferia dos lobos pulmonares de 55 % de pulmões caninos avaliados, consideradas como sendo variação normal na espécie (Mendoza *et al.*, 2019).

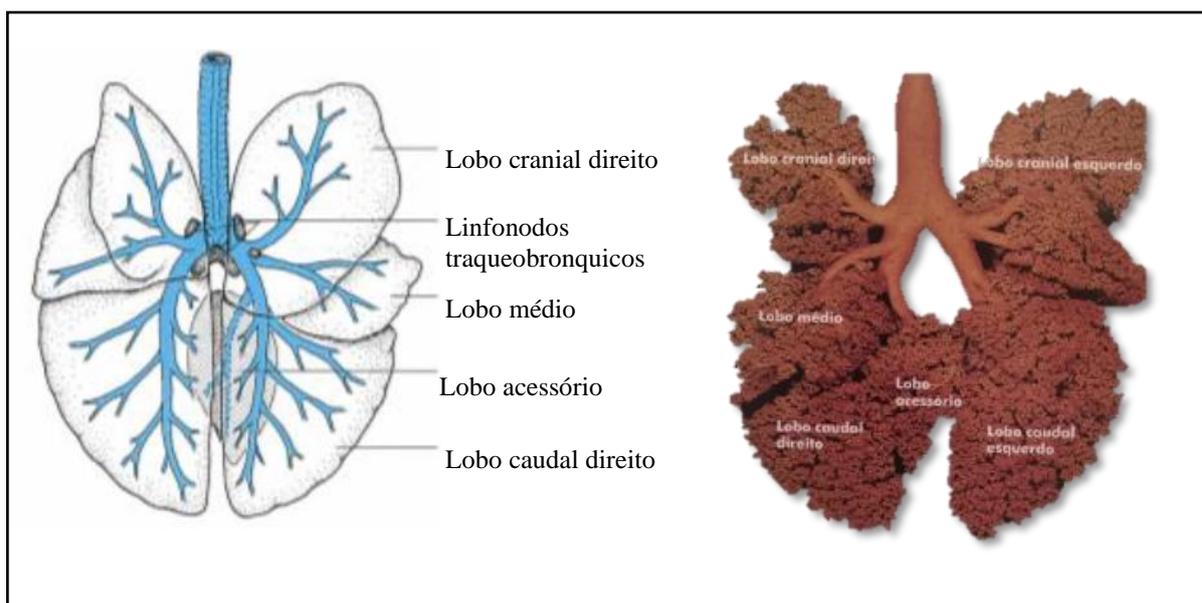


Figura 1- Representação esquemática da segmentação dos lobos pulmonares, árvore brônquica e linfonodos regionais dos pulmões de cão (vista dorsal), à esquerda. À direita, traqueia e árvore brônquica de cão (preparado de corrosão) (vista ventral). Adaptado de König; Liebch (2004).

Dorsalmente à impressão cardíaca, ainda na face medial dos pulmões, localiza-se o hilo pulmonar área esta que não tem revestimento seroso e que é caracterizada pela presença de brônquios, nervos, vasos linfáticos e sanguíneos como artérias e veias bronquiais e ramos das artérias pulmonares e veias pulmonares, estruturas que aferem e eferem à região, formando a raiz ou pedículo pulmonar (Hare, 1986; König e Liebch, 2004; Evans e Lahunta, 2013).

Os pulmões recebem sangue da artéria pulmonar, responsável por transportar sangue não oxigenado a partir do ventrículo direito do coração. Das artérias brônquicas, recebem sangue arterial, por terem esses vasos origem da aorta, das artérias intercostais e subclávicas (König e Liebch, 2004). A artéria pulmonar direita situa-se numa posição dorsal e ligeiramente caudal ao brônquio principal direito. Já a artéria pulmonar esquerda se relaciona cranialmente ao brônquio principal esquerdo (MacPhail, 2014). Ramos oriundos desta artéria, ramificam-se com a árvore brônquica até os alvéolos e assim, transportam sangue venoso até aos pulmões.

As veias pulmonares transportam sangue oxigenado dos pulmões para o átrio esquerdo (König e Liebch, 2004). A veia pulmonar direita segue um percurso craniodorsal e ventral ao brônquio de primeira ordem (Hare, 1986) enquanto a veia pulmonar esquerda assume uma posição caudoventral (König e Liebch, 2004).

A drenagem linfática da árvore brônquica e dos pulmões ocorre através de linfonodos que formam o centro linfático bronquial e são representados pelos linfonodos traqueobrônquicos

direito, esquerdo, médio e linfonodos pulmonares. Os dois primeiros localizam-se cranialmente aos brônquios apicais direito e esquerdo, respectivamente, contendo vasos aferentes recebidos dos lobos pulmonares direito e esquerdo conseqüentemente, traqueia, esôfago, aorta, mediastino, brônquios e linfonodos pulmonares. Vasos linfáticos eferentes direcionam-se aos linfonodos mediastínicos craniais e traqueobrônquicos. O linfonodo traqueobrônquico médio é maior se comparados a estes dois últimos componentes do centro linfático bronquial, estando localizado próximo às veias pulmonares e exatamente no ângulo de bifurcação da traqueia. Vasos linfáticos aferentes deste linfonodo são provenientes dos lobos caudais esquerdo e direito, lobos acessório e médio, além de esôfago, mediastino e diafragma. Finalmente, os linfonodos pulmonares estão localizados em cada lado do plano mediano, mais especificamente o esquerdo nas bifurcações dos brônquios cranial e caudal, e o direito, nos ângulos formados pelos brônquios cranial, médio e caudal. Seus vasos linfáticos aferem dos pulmões e brônquios, enquanto que os vasos eferentes direcionam-se nos linfonodos traqueobrônquicos (Hare, 1986).

Os pulmões ocupam a maior parte da cavidade torácica, sendo limitados dorsalmente pelas vértebras torácicas, ventralmente pelo esterno, lateralmente pelas costelas, e caudalmente, pelo músculo diafragmático (Hare, 1986). Internamente à caixa torácica, os pulmões são recobertos por um revestimento seroso denominado de pleura cuja importância está relacionada a manutenção da pressão negativa do tórax, fundamental para o processo respiratório (Zocchi, 2020). Ao revestir os pulmões, recebe o nome de pleura visceral, que se continua com a pleura parietal recobrindo a parede interna do tórax (Figura 3) (Hare, 1986; Evans e Lahunta, 2013). Entre esses dois folhetos, existe uma cavidade pleural que contém um líquido de lubrificação pleural, que é constantemente renovado, não drenável, importante em fornecer um acoplamento mecânico entre pulmões e parede torácica permitindo um deslizamento entre as pleuras durante a respiração (Zocchi, 2020).

2.2 Fisiologia respiratória

A integridade do aparelho respiratório é de suma importância para que o metabolismo tecidual continue ocorrendo através do fornecimento de oxigênio e da remoção constante do dióxido de carbono. A necessidade de realizar hematose é influenciada pelo metabolismo, sendo a ventilação, uma das etapas importantes do funcionamento da respiração, cujo processo compreende a inspiração e a expiração, ou seja, processos de entrada e saída de ar dos pulmões, respectivamente. Para isso, é preciso que os músculos responsáveis pela mecânica respiratória,

principalmente os músculos intercostais e diafragma consigam manter movimentos de contração e relaxamento para permitir o transporte e a troca gasosa, mesmo quando em repouso (Guyton e Hall, 2011).

Considera-se volume corrente, a quantidade de ar que entra e sai à medida que os pulmões sofrem expansão e retração, isto é, a cada movimento respiratório (Robinson, 2008; Wilson e Benumof, 2013). O volume de ar que permanece ao término da expiração normal, por sua vez, é denominado de capacidade residual funcional. Numa situação de repouso, a pressão existente na cavidade pleural, denominada de pressão intratorácica, é negativa (-5 cm H₂O) e a pressão alveolar se encontra próxima da pressão atmosférica. Ocorrendo a inspiração, o diafragma contrai e a sua cúpula é deslocada caudalmente, pois a caixa torácica expande, resultando no aumento da pressão intra-abdominal e fazendo com que a pressão intratorácica e alveolar tornem-se mais negativas em relação à pressão atmosférica, ficando em torno de -7 a -10 cm H₂O e -1 cm H₂O, respectivamente. Desta forma, com a diferença de pressão, o ar é conduzido pela porção condutora e alcança a via respiratória nos alvéolos para ocorrer a troca gasosa. Simultaneamente, os músculos intercostais externos, escaleno e serrátil ventral também se contraem auxiliando nesse processo ativo da inspiração. Em questão de segundos, ocorrendo a expiração, o diafragma relaxa, e os músculos reto abdominal e intercostais internos contraem-se, resultando na redução do volume na caixa torácica, e fazendo com que tanto a pressão intratorácica e a pressão alveolar tornem-se mais positivas. Consequentemente, o ar é forçado a sair dos pulmões para o ambiente externo (Guyton e Hall, 2011). Com a ventilação ocorrendo, renova-se constantemente o ar que entra em contato com a via respiratória (Robinson, 2008).

Define-se como complacência pulmonar a capacidade que os pulmões tem em aumentar seu volume em resposta ao aumento de pressão. Está relacionada à distensibilidade pulmonar, ou seja, às propriedades elásticas dos pulmões, e é variável conforme o momento do ciclo respiratório, sendo maior na expiração (Robinson, 2008). Os pulmões, no interior da cavidade torácica, apresentam capacidade de se expandirem e se retraírem, tendendo a colapsarem devido às forças elásticas de seu tecido, além das forças de tensão superficial do líquido que reveste as paredes internas dos alvéolos (Wilson e Benumof, 2013). A força elástica por sua vez, é explicada pela presença de elastina e fibras colágenas predominantes no parênquima pulmonar que quando retraído, essas fibras permanecem contraídas, e tornam-se menos contraídas quando os pulmões se expandem (Guyton e Hall, 2011). Além disso, a tensão superficial que ocorre nas camadas de água localizadas dentro dos alvéolos é responsável pela maior parte das forças elásticas totais dos pulmões, levando a uma maior chance de seu colapso. Entretanto, esse colapso não ocorre, devido à presença do surfactante alveolar produzido pelas células de

pneumócitos tipo II, uma substância tensoativa que atua reduzindo a tensão superficial que ocorre nas camadas de água localizadas dentro dos alvéolos, evitando seu colapso e contribuindo para o aumento da complacência pulmonar (Robinson, 2008; Olmeda *et al.*, 2017).

2.3 Lobectomia Pulmonar

A ressecção do lobo pulmonar é tecnicamente denominada de lobectomia pulmonar, a qual pode ser parcial, quando um fragmento do lobo é removido, ou total quando todo o lobo pulmonar é ressecado (MacPhail, 2014; Monnet, 2017; Monnet, 2018).

Tanto a lobectomia parcial quanto a total podem ser realizadas a partir de acessos torácicos distintos como a toracotomia intercostal, esternotomia mediana ou toracoscopia, a depender da localização e do tamanho da lesão pulmonar (Ishisaki *et al.*, 2005; Wormser *et al.*, 2014; MacPhail, 2014; Tillson, 2015; Bleakley *et al.*, 2017).

2.3.1 Lobectomia Pulmonar Parcial

Indicações para a lobectomia parcial envolvem lesões ou neofomações isoladas que estejam acometendo a periferia do lobo, seja na metade ou em até dois terços do tecido pulmonar de um lobo (MacPhail, 2014; Monnet, 2018). Lacerações graves focais (Salci *et al.*, 2010), bolhas pulmonares levando ao pneumotórax (Case *et al.*, 2014) e biópsia (Al-Hyani, 2011) são exemplos em que se pode aplicar este tipo de procedimento. Ainda, a técnica é indicada em neoplasia primária localizada periféricamente, cuja lesão acomete principalmente o pulmão direito, e mais especificamente, o lobo caudal, em pelo menos 50 % dos casos primários (Moulton *et al.*, 1981; Nagahiro *et al.* 2001; Laksito *et al.*, 2010; Marolf *et al.*, 2011; Caprioli *et al.*, 2018).

A técnica de lobectomia parcial (Figura 2) é mais simples de ser realizada que a ressecção total do lobo. A técnica cirúrgica descrita por MacPhail (2014) e Monnet (2017) consiste em expor o lobo pretendido e identificar a região do tecido pulmonar acometida. Em seguida, um par de pinças atraumáticas ou mesmo uma única pinça vascular (pinça deBakey) é inserida proximalmente a lesão pulmonar a fim de isolá-la para ressecção. Tradicionalmente, pode-se executar inicialmente uma ou duas suturas em padrão contínua sobreposta (MacPhail, 2014, Monnet, 2017), proximal às pinças, utilizando-se fio agulhado (agulha 3/8) de ponta atraumática e monofilamentar absorvível de tamanhos 3-0 ou 4-0, cerca de 4 a 6 mm. Com isso,

secciona-se o tecido pulmonar entre a (s) pinça (s) e a sutura prévia, e realiza-se uma segunda sutura em padrão contínuo simples (Kürchner) com fio monofilamentar absorvível 3-0 ou 4-0 na borda do tecido pulmonar remanescente, buscando aproximar a pleura visceral e garantir aerostasia.

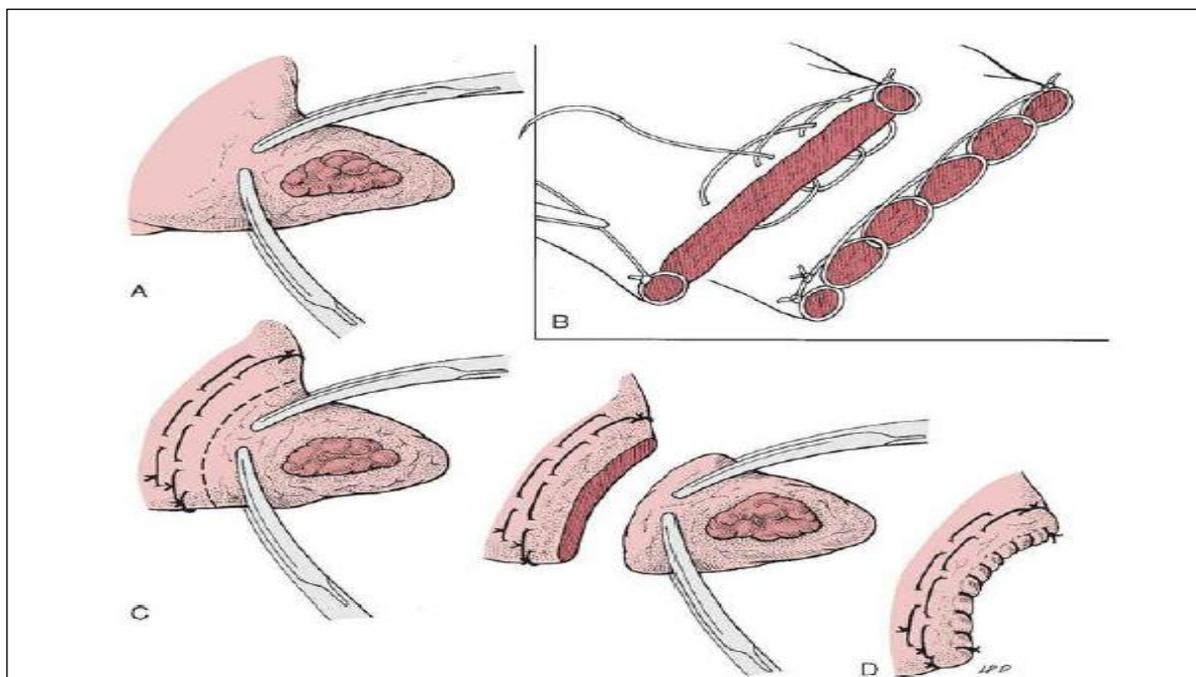


Figura 2 - Desenho ilustrativo de lobectomia pulmonar parcial e loborrafia em cães. A. Colocação de um par de pinças atraumáticas delimitando a porção a ser ressecada. B. Representação esquemática do lobo pulmonar em corte transversal demonstrando percurso da sutura contínua sobreposta no parênquima. C. Uma ou duas camadas de sutura sobre o parênquima pulmonar e linha de corte entre a segunda sutura e as pinças. D. Porção do lobo ressecado após confecção das suturas e lobo remanescente com sutura em padrão contínuo simples. Fonte: Adaptado de MacPhail (2014) e Monnet (2017).

Imediatamente após a loborrafia pulmonar, realiza-se o teste de aerostasia para avaliar a vedação da sutura ou ligadura confeccionada (MacPhail, 2014; Tillson, 2015). Este teste consiste em preencher a cavidade torácica com solução salina isotônica estéril e morna até cobrir a ligadura e sutura bronquial realizada seguida da insuflação pulmonar por ventilação a 20 cmH₂O (Tillson, 2015). A presença de bolhas de ar após pressão positiva na via aérea, detecta vazamento de ar no local da síntese (Pinto Filho, 2003; Tillson, 2015).

2.3.2 Métodos de Síntese para Loborrafia Pulmonar

Pode-se definir sutura como o ato de realizar síntese tecidual, isto é, unir ou conectar as bordas de um tecido orgânico com o auxílio de material cirúrgico (Ingracio, 2017).

Para a realização de loborrafia pulmonar podem ser utilizados fios cirúrgicos para a confecção da sutura manual (MacPhail, 2014; Monnet, 2017), grampos cirúrgicos (Larue *et al.*, 1987; Ferreira Filho *et al.*, 1997; Yoo *et al.*, 2017), adesivos teciduais como as colas sintéticas (Ishizaki *et al.*, 2005; Nalin *et al.*, 2017), entre outros como seladores vasculares (Marvel e Monnet, 2013).

Na técnica de loborrafia pulmonar, segundo Pinto Filho (2003) é importante que o padrão de síntese empregado apresente propriedade tanto hemostática quanto pneumostática, eliminando principalmente qualquer escape de ar que possa ocorrer após expansão pulmonar.

2.3.2.1 Sutura Manual com Fios Cirúrgicos

Os fios cirúrgicos representam os materiais de sutura mais frequentemente utilizados na rotina cirúrgica veterinária (MacPhail, 2014). São classificados conforme à origem, podendo ser orgânicos ou naturais e inorgânicos ou sintéticos (MacPhail, 2014; Schmiedt, 2018). Ainda, podem ser classificados de acordo com o número de filamentos em monofilamentar, quando um único fio compõe o material, ou multifilamentar, quando mais de um fio está presente, apresentando-se na forma torcida ou trançada, que por sua vez, pode ser simples ou revestida (MacPhail, 2014). Finalmente, podem ser divididos quanto a sua degradação tecidual em absorvível ou não absorvível (MacPhail, 2014; Schmiedt, 2018).

Além disso, outras propriedades são importantes em um fio de sutura, como capilaridade, determinada pelo número de filamentos (monofilamentar e multifilamentar) e revestimento, flexibilidade (maleabilidade, plasticidade; opondo-se à rigidez e memória do fio), segurança do nó (pliabilidade) e força tênsil (Arruda e Viana, 2009; MacPhail, 2014). Entretanto, vale ressaltar que não existe um tipo ideal de fio que envolve todas essas características previamente citadas, mas sim, aquele que possa reunir ao máximo, propriedades desejáveis de acordo com o tipo de tecido biológico a ser operado, bem como a técnica cirúrgica a ser trabalhada (MacPhail, 2014).

O fio cirúrgico de poliglactina 910 é um material sintético, absorvível e multifilamentar trançado (Arruda e Viana, 2009; MacPhail, 2014). Sua composição química envolve polímeros de glicolida e L-lactida (Kudur *et al.*, 2009), sendo absorvida pelo processo de hidrólise, lentamente degradada na presença de líquidos teciduais (MacPhail, 2014). No que diz respeito à força de tração sobre o nó cirúrgico, a poliglactina 910 apresenta somente um quarto de sua resistência original perdida durante os primeiros 14 dias em que é implantada no tecido, sendo

superior ao fio de poliglecaprone-25 nesse quesito (MacPhail, 2014). Somente em torno de 28 dias é que sua resistência à tração desaparece (Arruda e Viana, 2009). Com 70 dias, é absorvido completamente no organismo (MacPhail, 2014). Esse fio pode ser revestido com estearato de cálcio, proporcionando melhores características físicas, uma vez que reduz o atrito gerado durante sua passagem ao tecido, conferindo boa maleabilidade durante seu manuseio (Arruda e Viana, 2009).

A respeito das suturas manuais que podem ser empregadas na rafia do parênquima pulmonar de cães, embora considerada um método de síntese tradicional citado nos livros veterinários (MacPhail, 2014; Monnet, 2017; Monnet, 2018), poucos são os relatos que citam ou descrevem detalhadamente o uso de suturas manuais em pulmões na espécie canina, principalmente depois da introdução de grampeadores cirúrgicos na rotina cirúrgica. No estudo conduzido por Larue *et al.* (1987) com pelo menos 40 cães e gatos ao todo, submetidos a lobectomia pulmonar com grampeadores cirúrgicos como tratamento de neoplasias primárias, os autores citaram o emprego de sutura manual em parênquima pulmonar de um número reduzido de cães operados, e não observaram vazamento de ar no local em que a sutura com fio cirúrgico foi empregada. O padrão de sutura descrito no referido estudo é denominado como duas camadas de suturas espaçadas, o que muito provavelmente leva a interpretação da tradicional sutura de colchoeiro empregada nas cirurgias de pulmões humanos (Wells e Coonar, 2018) e também citada por Monnet (2018) na técnica de loborrafia pulmonar de cães. Ferreira Filho *et al.* (1997) também citam uso de dupla camada deste mesmo padrão de sutura ao avaliar sua capacidade de aerostasia quando realizada em pulmões de cães.

Um padrão de sutura manual com possibilidade de ser utilizada em tecido pulmonar embora ainda não descrito no referido órgão de cães, é a sutura de sapateiro (também denominada de Vachetta) (Figura 3), uma vez que é indicada na rafia de órgãos parenquimatosos (Aleixo *et al.*, 2009). É uma sutura que pode ser utilizada para a hemostasia desses órgãos em virtude do considerável grau de compressão que ela exerce ao aproximar o tecido durante sua passagem pelo mesmo (Aleixo *et al.*, 2009). Conforme descrita por Aleixo *et al.* (2009), geralmente é confeccionada utilizando-se um fio de sutura de ponta dupla, contendo uma agulha reta em cada extremidades. Cada uma das agulhas atravessa de forma simultânea, perpendicularmente e em direções opostas ao tecido parenquimatoso e seguem sempre no mesmo nível alternando em direções convergentes e divergentes ao longo da linha de sutura, sendo o nó atado em seu término (Aleixo *et al.*, 2009).

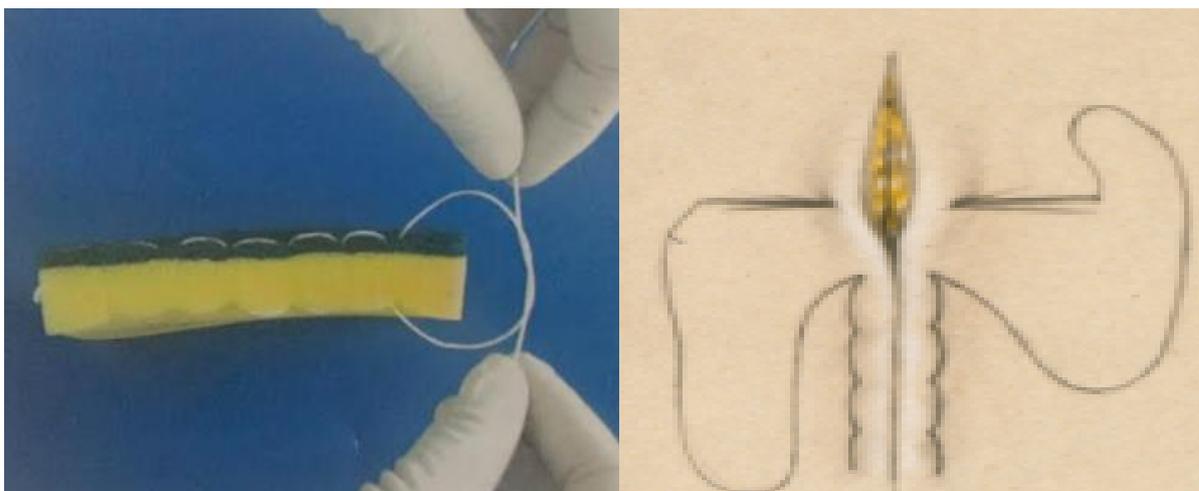


Figura 3 - Demonstração da sutura manual em padrão de sapateiro ou Varchetta sendo aplicada em material esponjoso, à esquerda. Fonte: Aleixo et al. (2009). À direita, ilustração esquemática do mesmo padrão de sutura sendo realizado também com duas agulhas retas, evidenciando compressão tecidual ao longo da linha de sutura. Fonte: wellcomecollectionwebsite.org

Pode-se dizer o percurso adotado pelo fio ao longo do tecido durante a confecção da sutura de sapateiro é semelhante ao caminho que o fio exerce na sutura em colchoeiro contínua horizontal utilizada para refia após biópsia de pulmão humano (Wells e Coonar, 2018) (Figura 4). Para esses autores, a sutura de colchoeiro contínua horizontal deve ser associada ao padrão de sutura contínua simples, porém envolvendo a pinça. A sutura colchoeiro contínua horizontal ainda pode ser empregada na loborrafia após laceração acometendo o tecido pulmonar tanto humano (Zigiriadis, 2012) quanto canino (Monnet, 2017), sobretudo na loborrafia pulmonar parcial de cães (Ferreira Filho *et al.*, 1997) e também em pulmões de ovelhas durante estudo experimental, elaborado por Kosar *et al.* (2012).

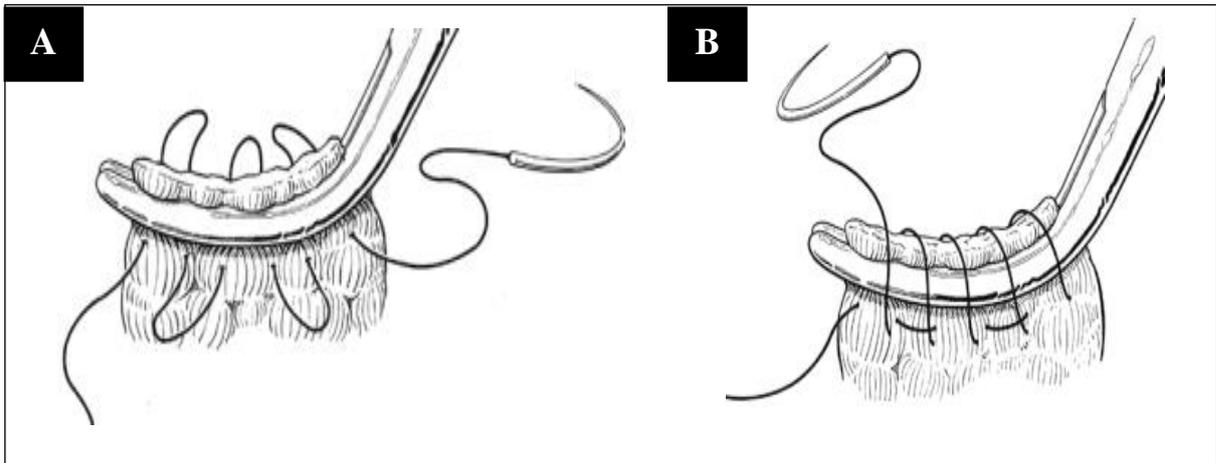


Figura 4 – A. Sutura em colchoeiro contínua horizontal proximal a pinça. B. Segunda camada de síntese em padrão de sutura contínua simples na loborrafia pulmonar humana após biópsia incisional. Fonte: Wells e Coonar (2018).

O padrão de sutura manual comumente citado na literatura veterinária para ser utilizado na loborrafia pulmonar em cães, segundo MacPhail (2014) e Monnet (2017), é a sutura contínua sobreposta associada a contínua simples, definidas como sendo pneumostática e hemostática, e, portanto, adequada para a rafia do parênquima pulmonar na espécie. Para a confecção do padrão de sutura contínua sobreposta (Figura 5), a agulha do fio cirúrgico atravessa o parênquima pulmonar em uma de suas extremidades laterais do lobo e um nó é atado no início da linha de sutura. Em seguida, a agulha avança sobre uma das superfícies do tecido, atravessa para a superfície contralateral e sofre um retrocesso, emergindo à superfície inicial na metade do percurso previamente realizado, de modo que a sutura fique sobreposta a ela mesma. Assim, é realizada continuamente até a extremidade contralateral da linha de sutura. Com esse trajeto, este padrão de sutura denominado contínua sobreposta confere uma compressão adicional ao parênquima pulmonar (MacPhail, 2014; Monnet, 2017). Os autores recomendam realizar de uma a duas camadas desta sutura no parênquima. Por fim, uma sutura contínua simples é realizada no remanescente pulmonar, aproximando-se a pleura visceral para recobrimento do parênquima exposto.

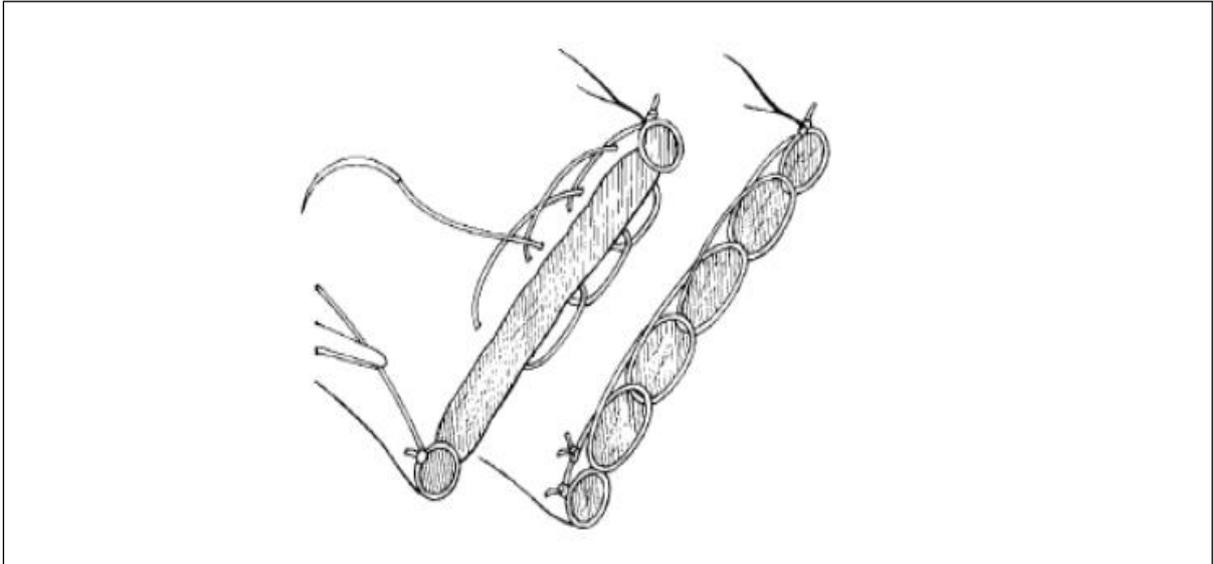


Figura 5 - Demonstração esquemática do padrão de sutura contínua sobreposta em lobo pulmonar de cão após lobectomia parcial. Corte transversal do parênquima pulmonar para visualização da sobreposição que essa sutura promove durante o percurso adotado pelo fio no tecido. Fonte: Adaptado de MacPhail (2014).

A sutura manual em padrão de Reverdin é uma sutura contínua, que recebe sinonímia de entrelaçada de Ford (MacPhail, 2014), festonada (Aleixo *et al.*, 2009) ou sutura contínua com pontos ancorados (Arruda e Viana, 2009; Latona *et al.*, 2018). É frequentemente utilizada na síntese de cirurgias de tecidos moles, promovendo estabilidade em locais de maior tensão (MacPhail, 2014). Esse padrão de sutura não é citado na literatura veterinária para loborrafia em cães após cirurgia de lobectomia pulmonar parcial, no entanto, é referenciada na literatura médica humana, como opção de rafia para lesões que cursam com lacerações em parênquima pulmonar (Zigiriadis, 2012) (Figura 6). Este modelo de sutura consiste de uma modificação da sutura contínua simples, com a diferença de que o fio passa a ser ancorado ou travado (MacPhail, 2014) na alça pré-formada depois que o mesmo é transpassado nas bordas do tecido (Latona *et al.*, 2018). A descrição baseia-se inicialmente em um ponto interrompido simples e que se continua com a entrada da agulha em uma das bordas de incisão, saindo em seguida na borda oposta e posteriormente, a agulha é passada internamente à alça ou laço criado pelo próprio fio. Isso se repete ao longo da sutura antes do nó ser atado no final da incisão (Arruda e Viana, 2009).

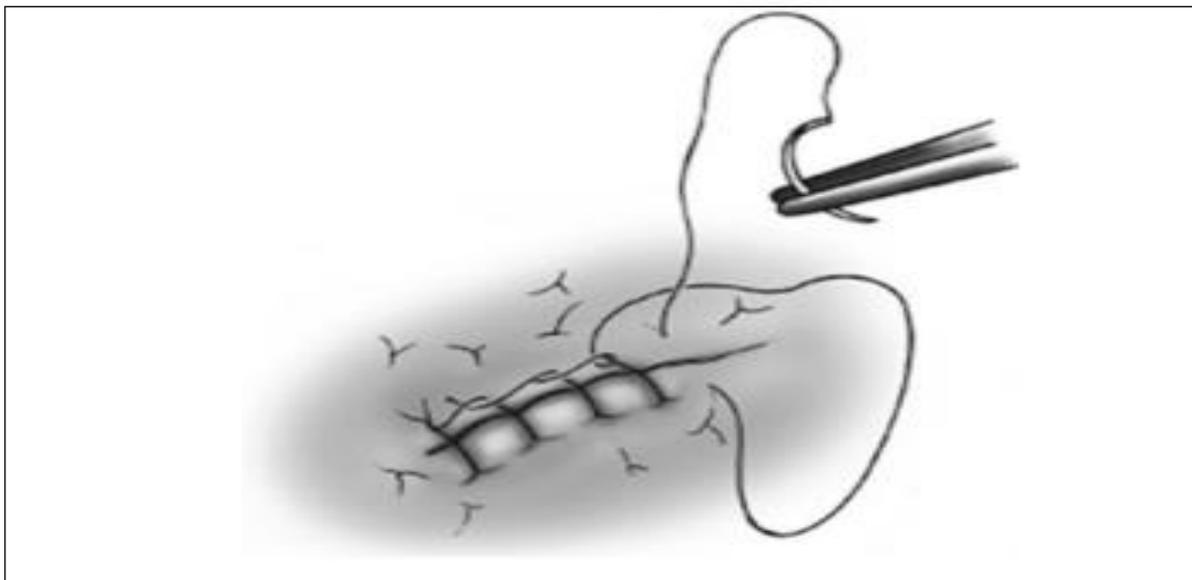


Figura 6 – Ilustração esquemática do padrão de sutura em Reverdin ou entrelaçada de Ford sobre o parênquima pulmonar humano. Fonte: Zigiriadis (2012).

2.3.2.2 Sutura Mecânica com Grampos Cirúrgicos

Os grampos são constituídos de titânio ou aço inoxidável, sendo o primeiro preferível pela sua alta biocompatibilidade (Schmiedt, 2018). Quando inseridos, dispõem-se de forma sequencial e ordenada a fim de aproximar as bordas do tecido sem interromper seu suprimento sanguíneo. Por isso, quando aplicados assumem um formato de “B” no tecido e desta forma, o grampo inserido apresentará uma determinada altura reduzida por estar fechado, assim como uma altura maior quando aberto (Figura 7). Ainda, dependendo do tipo de grampeador, assim que inseridos ao tecido, formam de duas a quatro linhas de grampos, paralelas e não coincidentes, isto é, escalonadas (Duarte e Santos, 2002; Tobias, 2007; Lipscomb, 2012; Peycke, 2015). A sutura é elaborada em dois tempos, sendo necessária uma compressão tecidual inicial, seguida de disparo dos grampos (Tobias, 2007; Lipscomb, 2012; Peycke, 2015).

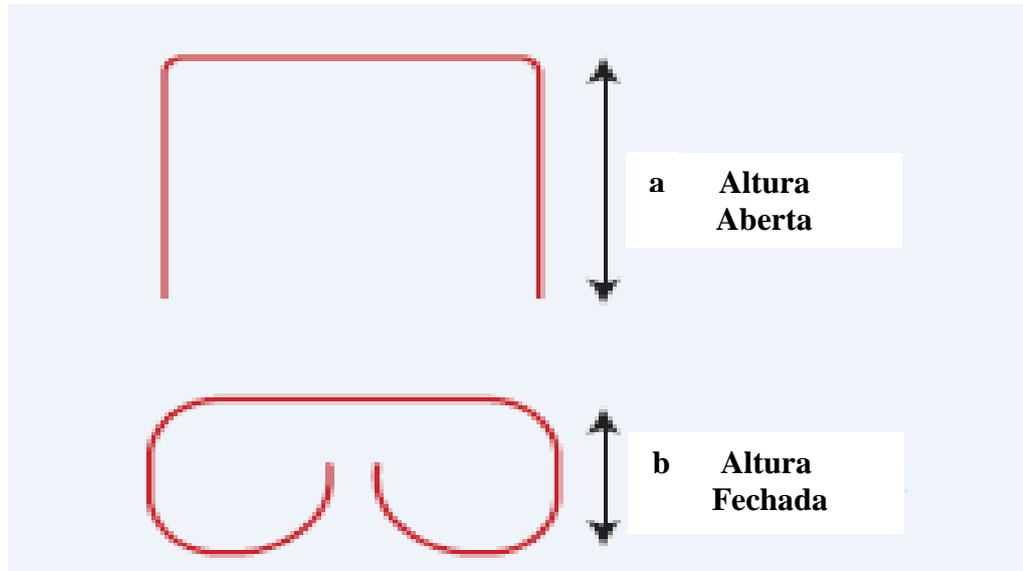


Figura 7 - Configuração do grampo cirúrgico antes (a) e após (b) inserção em tecido. No tecido, não causa esmagamento por assumir aspecto de B (b). Fonte: Adaptado de Lipscomb, 2012.

Os grampos são aplicados para síntese tecidual a partir do uso de grampeadores cirúrgicos, os quais por sua vez, podem apresentar configurações e tamanhos distintos, podendo ser do tipo linear, linear cortante ou circular, sendo os dois primeiros utilizados em procedimentos cirúrgicos pulmonares (Walshar, 1994; Duarte e Santos, 2002; Tobias 2007; Lipscomb, 2012; Peycke, 2015).

O grampeador cirúrgico linear toracoabdominal (TA), utilizado em cirurgias abertas, pode ser reutilizável variando em comprimentos de 30, 55 e 90mm de largura (Walshaw, 1994; Tobias, 2007; Lipscomb, 2012; Peycke, 2015) ou descartável, com comprimentos de 30, 45, 60 e 90 mm, sendo este, constituído em uma parte de aço inoxidável junto com ligas plásticas o que inviabiliza sua limpeza e esterilização, e por isso, de uso descartável, (Tobias, 2007; Lipscomb, 2012).

Os cartuchos utilizados nesses grampeadores são organizados em cores, contendo uma quantidade determinada de grampos em série cujos grampos apresentam tamanhos padronizados mediante a cor do cartucho (Quadro 1). Os cartuchos de cores azul e branca são os mais recomendados para lobectomia pulmonar de cães e gatos, sendo azul para lobectomia parcial e o branco principalmente para lobectomia total por grampear a porção vascular presente no hilo pulmonar, embora em ressecções parciais também já tenha sido utilizado (Tobias, 2007; Lipscomb, 2012; Boudreau *et al.*, 2013; Peycke, 2015). Segundo Walshaw (1997), grampos em cartuchos de cor verde não devem ser empregados na loborrafia pulmonar de pacientes caninos,

embora Larue *et al.* (1987) tenham utilizado em cães que apresentavam porções do parênquima pulmonar mais espessos, relatando complicações mínimas.

Quadro 1 - Descrição técnica das dimensões de grampeadores TA reutilizáveis e seus respectivos grampos. O asterisco (*) na coluna refere-se a largura de cartuchos disponíveis para grampeadores reutilizáveis.

Cor Cartucho	Dimensão do grampo mm (largura x altura)	Altura fechada mm	Diâmetro do fio metálico mm	Nº de linhas	Largura cartucho* (mm)
Branco	3.0 x 2.5	1.0	0,21	3	30
Azul	4.0 x 3.5	1.5	0,23	2	30, 55, 90
Verde	4.0 x 4.8	2.0	0,28	2	30, 55, 90

Fonte: Adaptado de Tobias (2007).

Duarte e Santos (2002) explicam que para se obter sutura funcional utilizando o grampo cirúrgico, é preciso respeitar suas configurações e variações distintas, levando em consideração a espessura do tecido orgânico em que o grampo será aplicado. Logo, deve-se atentar para largura e espessura do tecido ao qual os grampos serão inseridos ao se fazer a escolha do comprimento do cartucho e do tamanho do grampo a ser aplicado (Walshaw, 1994).

O uso de dispositivos de grampeamento na rotina cirúrgica pulmonar médica-veterinária apesar de ter aumentado, ainda é considerado pouco frequente se comparado a utilização dos mesmos na rotina de cirurgia humana (Walshaw, 1994; Wormser *et al.*, 2014; Peycke, 2015). No entanto, uma diversidade de grampeadores utilizados em cirurgias abertas convencionais ou intracorpóreas é frequentemente relatada em cirurgias pulmonares de cães e gatos, principalmente em outros países (Wormser *et al.*, 2014; Imhoff e Monnet, 2015). Larue *et al.* (1987) descreveram o uso bem sucedido deste dispositivo em lobectomias total e principalmente parcial em um grupo de 34 cães e 9 gatos com neoplasia primária. No entanto, é relatada a ocorrência de um óbito no pós-operatório mesmo com reintervenção cirúrgica e um caso de pneumotórax que foi resolvido, embora os autores recomendassem o uso de grampeadores TA em cirurgias envolvendo o parênquima pulmonar de pequenos animais. Yoo *et al.* (2017) também reportaram boa resposta em dois cães com doença neoplásica submetidos a lobectomia total e parcial com uso do grampeador cirúrgico TA, sem intercorrências no pós-operatório. No estudo elaborado por Mayhew *et al.* (2013), os 46 cães submetidos a lobectomia pulmonar com uso de grampeadores cirúrgicos toracoscópicos e extracorpóreos sobreviveram

aos procedimentos sem quaisquer complicações quanto ao uso dos grampos. Bleakley *et al.* (2017) também alegaram bons resultados com uso de grampeadores cirúrgicos TA em tecido pulmonar de 134 cães submetidos a lobectomia pulmonar devido a neoplasia, apesar de terem observado pneumotórax no pós-operatório. Vantagens adicionais obtidas pelo uso de grampeadores incluem curto tempo cirúrgico e anestésico, além de menor manipulação ao parênquima pulmonar (Ferreira Filho *et al.*, 1997).

2.3.2.3 Adesivos Teciduais Sintéticos

Os adesivos teciduais têm sido empregados como um método alternativo para síntese tecidual em substituição ou complementação às suturas convencionais (Pinto Filho, 2003; Hashimoto *et al.*, 2011; MacPhail, 2014, Schmiedt, 2018). Eles podem ser de origem biológica, tendo como exemplos fibrina, gelatina, albumina; ou sintética, como os cianoacrilatos (Ayyidiz e Ayyidiz, 2017).

No caso dos adesivos sintéticos a base de cianoacrilatos, componente químico pertencente a uma classe de monômeros, são capazes de conferir adesão aos tecidos orgânicos, conforme proposto por Coover na década de 50 (Cerdá *et al.*, 2015; Schmiedt, 2018). Foram descritos alguns tipos deste monômero líquido que diferem estruturalmente entre si, conforme o número de moléculas de carbono presentes em sua cadeia lateral e assim, influenciam diretamente no seu mecanismo de ação quando em contato com o tecido (Gueiros *et al.*, 2001; Faion *et al.*, 2011; Kitshoff *et al.*, 2018; Alvarez *et al.*, 2019; Jang e Kim, 2019).

Quando o adesivo de cianoacrilato, que está na forma líquida, entra em contato com sangue, outros fluidos e componentes corpóreos, sofre reação química de polimerização e consequentemente, forma um filme com propriedade adesiva sobre a superfície irregular tissular, liberando calor e concentrados metabólitos contendo cianoetato e formaldeído, subprodutos oriundos desta reação (Cerdá *et al.*, 2015). Dependendo do tamanho da cadeia lateral de carbonos do tipo de cianoacrilato que sofre a polimerização, reações inflamatórias podem ser desencadeadas no tecido receptor. Quanto mais curta for essa cadeia, mais rapidamente o adesivo se fixa ao tecido sofrendo rápida degradação e então, libera esses componentes tóxicos que são absorvidos rapidamente pelas células do tecido receptor, gerando reatividade local (Cerdá *et al.*, 2015). Aqueles considerados cianoacrilatos de cadeia longa, como o *n*-butil-cianoacrilato (NBCA) (Jang e Kim, 2019) e 2-octil cianoacrilato (Kitshoff *et al.*, 2018), ambos mais comumente empregados na rotina médica, ao sofrer degradação pela reação de polimerização, liberam produtos tóxicos de forma lenta, evitando seus acúmulos no tecido,

e sendo, portanto, sua toxicidade mínima ao tecido orgânico. Entretanto, Szkudlarek *et al.* (2011) ao investigarem a ação do *etil-cianoacrilato*, monômero de cadeia lateral curta, em lobectomia pulmonar parcial de ratos, observaram menor reação inflamatória na análise histológica, quando comparado aos lobos que receberam a sutura manual com fio de Poliglactina 910, ressaltando que não houve interferência importante na cicatrização e nem na conformação pulmonar dos lobos que receberam o adesivo de cianoacrilato de cadeia curta. Os adesivos de cianoacrilato, uma vez que entram em contato com a superfície biológica, resulta em reação e então selam a ferida, permitindo adesão, hemostasia e aerostasia eficiente, além de cicatrização (Toriumi *et al.*, 1990; Cerdá *et al.*, 2015; Ayyidiz e Ayyidiz, 2017).

Segundo Carvalho *et al.* (2017), que avaliaram os efeitos locais e sistêmicos do uso de cianoacrilato aplicado sobre ferida incisional criada na superfície pulmonar de coelhos, a partir das análises macroscópica, microscópica e dosagem de interleucinas, o adesivo de cianoacrilato demonstrou boa capacidade cicatricial, sem efeito tóxico e sem repercussão sistêmica, apesar da elevação temporária de interleucina 8 (IL-8). Outras propriedades como agilidade, praticidade principalmente em áreas tissulares de difícil acesso pelos métodos de sutura tradicionais, e ação antimicrobiana (Ayyidiz e Ayyidiz, 2017) tornaram do adesivo a base de NBCA, uma opção viável para a síntese de alguns tecidos biológicos localizados tanto em regiões intracorpóreas quanto extracorpóreas (Pacheco-Ceballos *et al.*, 2019). Os estudos envolvendo os adesivos sintéticos de cianoacrilato em pulmões de cães e gatos são escassos, sobretudo com NBCA utilizado na loborrafia pulmonar de cães. As poucas pesquisas com esses selantes teciduais em pulmões da espécie canina se limitam a técnicas menos invasivas ao parênquima pulmonar, sendo utilizada como modelo para investigação médica humana (Skupin *et al.*, 1987; Araki *et al.*, 2007). No entanto, parece haver um único estudo, embora com felinos, de lobectomia pulmonar parcial e síntese com a cola de NBCA. Apesar dos autores não detalharem a extensão de tecido lobar ressecado, foi demonstrada segurança pelo uso do adesivo ao promover hemostasia e pneumostasia constatada pela sobrevivência de todos os seis animais avaliados no estudo (Ishisaki *et al.* 2005).

2.3.3 Complicações pós-operatórias

Quando a intervenção cirúrgica é realizada no parênquima pulmonar, a proporção de óbitos resultante de lobectomia em cães pode chegar em média, a 6,7 % conforme demonstrado no estudo realizado por Bleakley *et al.* (2017) que compararam resultados a curto prazo de 134

cães submetidos a ressecção lobar total devido a neoformação maligna a partir da toracotomia intercostal (4,3 %; 4/93) e esternotomia mediana (12,2 %; 5/41), com $p = 0,09$.

Procedimentos cirúrgicos pulmonares realizados no homem estão relacionados a complicações importantes no pós-operatório, entre elas o vazamento de ar prolongado ou persistente, que consiste em pneumotórax residual por mais de 5 dias no pós-operatório de ressecção do tecido pulmonar. A real incidência desta complicação ainda é desconhecida, mas com relatos reportados que podem chegar até 38 % em pessoas com doenças pulmonares restritivas, obstrutivas e sobretudo quaisquer outras patologias subjacentes que podem provocar algum estresse na pleura visceral (Casha *et al.*, 2018; Petrella e Spaggiari, 2019).

Em pacientes caninos, após as cirurgias de lobectomia pulmonar, o vazamento de ar em cães pode ocorrer no local da síntese cirúrgica realizada no parênquima, segundo MacPhail (2014), implicando em pneumotórax no pós-operatório (Lipscomb *et al.*, 2003). Quando o vazamento é mínimo, pode ser clinicamente insignificante e apresentar resolução espontânea (Ishisaki *et al.*, 2005; Mayhew *et al.*, 2013; MacPhail, 2014) sem necessidade de reintervenção cirúrgica, porém implicando em um maior tempo de uso do dreno torácico e hospitalização (Larue *et al.*, 1987; Ishisaki *et al.*, 2005). Em casos mais graves, podem necessitar de reintervenção (Lipscomb *et al.*, 2003) ou culminar em óbito caso o pneumotórax for significativo (Larue *et al.*, 1987; Relave *et al.*, 2010; MacPhail, 2014; Bleakley *et al.*, 2017). Larue *et al.* (1987) observaram pneumotórax no pós-operatório em 2,7 % de cães e gatos submetidos a lobectomia pulmonar com grampeadores cirúrgicos. A causa dessa complicação pode estar associada a maiores níveis de estresse pleural ou por falha no método de síntese empregado ao parênquima após expansão pulmonar (Relave *et al.*, 2010; Marvel *et al.*, 2013; Imhoff e Monnet, 2015; Casha *et al.*, 2018) ou ainda, a falhas na ligadura de brônquios, conforme demonstrado em estudos experimentais (Cronin *et al.*, 2019). Desta forma, torna-se imprescindível uma síntese tecidual adequadamente coaptada que promova uma vedação segura garantindo o não vazamento de ar para o espaço pleural. No entanto, parece faltar estudos sobre a real prevalência e incidência dessa complicação em animais de companhia, embora recentemente Bleakley *et al.* (2017) tenha observado pneumotórax em 3 % no pós-operatório de cães com neoplasia primária submetidos a lobectomia total, o que pode ter culminado em óbito em um dos pacientes.

Ainda após as cirurgias de lobectomia, tanto o risco de barotrauma, complicação decorrente de uma pressão ventilatória agressiva ou suprafisiológica sobre o tecido pulmonar, quanto o risco de volutrauma, volume corrente fornecido durante ventilação mecânica sobre o tecido pulmonar previamente alterado, ocasionam lesão direta ao parênquima com vazamento de ar

para a cavidade pleural (Du *et al.*, 1997; Rezende, 2018). Em pulmões que apresentam complacência reduzida, maior é a vulnerabilidade de sofrerem barotrauma. Com a pressão de ar chegando aos pulmões, os alvéolos fragilizados sofrem hiperdistensão difusa, sendo rompidos e levando ao aprisionamento de ar na cavidade pleural, configurando pneumotórax fechado. Conseqüentemente, pode ocorrer compressão de grandes vasos, como veia cava caudal que tem seu retorno venoso reduzido interferindo diretamente no débito cardíaco e levando ao colapso cardiovascular. O enfisema subcutâneo também pode ser formado, uma vez que, conseqüentemente à ruptura alveolar, o ar atravessa a adventícia perivascular ocasionando um enfisema intersticial pulmonar, que por sua vez, é capaz de chegar ao mediastino resultando em pneumomediastino. Logo, o ar é descomprimido entre os planos das fâscias cervicais, alcançando o tecido subcutâneo (Ioannidis *et al.*, 2015).

3. OBJETIVOS

Avaliar e comparar propriedade pneumostática de diferentes métodos de síntese pulmonar sob influência de pressões ventilatórias fisiológicas (até 20 cmH₂O) e suprafisiológicas após cirurgias de lobectomia pulmonar parcial em modelo cadavérico de cães.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi iniciado após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob o protocolo de número 236/2020, conforme demonstrado nos anexos 01 e 02.

4.1 Local e período de realização do experimento

O projeto foi desenvolvido na sala de cirurgia experimental do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias (DCCV) da EV UFMG (Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais) sendo realizado no período de 25 de maio de 2021 a 24 agosto de 2021.

4.2 Animais Experimentais, Critérios de Inclusão e Exclusão

O n amostral utilizado neste estudo, foi de 30 cadáveres de cães (*Canis familiaris*) provenientes do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de Vespasiano/MG, após eutanásia devido ao diagnóstico de leishmaniose. Foram selecionados cães de pequeno a médio porte, machos ou fêmeas, sem raça definida, pesando entre 5 a 10 kg, e jovens entre 1 a 5 anos de idade, de escore corpóreo variado seguindo a escala de 1 a 9 (escore 5 considerado ótimo), segundo WSAVA (2011). Foram excluídos os cães que apresentavam histórico prévio de patologias envolvendo o aparelho respiratório e/ou quaisquer lesões macroscópicas visualizadas durante o exame necroscópico para obtenção do bloco respiratório. Ainda, foram desconsiderados os animais com óbito decorrido em tempo superior a 12 horas e congelados, considerando possibilidade de influência do efeito *post mortem*.

Como forma de melhorar a estimativa do erro experimental, foi realizado inicialmente um projeto piloto envolvendo seis cadáveres de cães, cujos lobos caudais direito e esquerdo (totalizando 12 lobos pulmonares) foram utilizados para treinamento das técnicas de síntese descritas no Quadro 2. A respeito da confecção das suturas manuais neste estudo piloto, foram utilizados dois tipos de fios cirúrgicos diferentes quanto ao número de filamentos em sua constituição, no intuito de padronizar qual fio seria escolhido pelo cirurgião para a confecção das suturas manuais no experimento posteriormente. Desta forma, o fio monofilamentar de Poliglecaprone 25 e o fio multifilamentar de Poliglactina 910 (revestido), ambos de tamanho 4-0 foram testados no parênquima pulmonar. Optou-se e portanto, ficou estabelecido uso do fio de Poliglactina 910 4-0 para realização das suturas manuais no lobo pulmonar.

Os cães foram organizados em cinco grupos, conforme descrito no quadro 3, contendo seis cadáveres cada, sendo assim constituídos os grupos G1 (n=6), G2 (n=6), G3 (n=6), G4 (n=6) e G5 (n=6). A seleção dos grupos experimentais foi inteiramente casualizada, respeitando-se assim um dos princípios básicos e obrigatórios da experimentação animal (Sampaio, 2002). Desta forma, semanalmente, foram utilizados no experimento três ou quatro blocos pulmonares, cujos métodos de síntese foram selecionados e confeccionados mediante sorteio entre os grupos.

Todos os procedimentos de lobectomia e loborrafia foi realizado por um único cirurgião de tecidos moles.

Quadro 2 - Métodos de síntese pulmonar utilizados no atual estudo e organizados em grupos de 1 a 5.

Grupos <i>n total: 30</i>	Métodos de síntese lobar pulmonar
G1 n=6	Loborrafia em padrão de sutura de sapateira ou Vachetta, associada a contínua simples
G2 n=6	Loborrafia em padrão de sutura contínua sobreposta associada a contínua simples
G3 n=6	Loborrafia em padrão de sutura Reverdin
G4 n=6	Loborrafia com grampos metálicos – 2 cartuchos de cor azul TA de 45 mm
G5 n=6	Loborrafia com adesivo sintético de Glubran-2 [®] composto de <i>n-butilcianoacrilato</i> (NBCA) e <i>metacrilolisolfolano</i> (MS)

Fonte: Autoria própria

4.3 Preparo do Modelo Experimental e Preservação da Peça

Imediatamente após a eutanásia, foi realizado o exame necroscópico para obtenção do bloco respiratório em uma peça única (Figura 8). Nestes blocos, estavam inclusos laringe, traqueia, brônquios e pulmões intactos. Em seguida, ao ser extraído, foi inspecionado quanto à presença de lesão macroscópica em pulmões e em anexos. Na ausência de anormalidades, a peça anatômica foi acondicionada em caixa térmica sob refrigeração para ser transportada, ainda no mesmo dia, até a sala de cirurgia experimental da EV-UFMG para dar continuidade ao experimento. A obtenção do bloco fresco até o início da técnica de lobectomia parcial, seguida

de loborrafia e aerostasia foi realizada dentro de até 12 horas, como recomendado por Marvel e Monnet (2013) e Cronin *et al.* (2019).



Figura 8 - Extração do bloco respiratório inteiro de cadáver canino logo após a eutanásia.

Foram preparados, ao todo, 30 blocos respiratórios removidos de cadáveres caninos. Após remoção recente da peça do cadáver, um tubo traqueal de tamanho apropriado foi inserido na laringe e traqueia da peça e fixado no local com um laço de náilon para garantir uma vedação segura. Em seguida, este tubo foi conectado a um manômetro calibrado para aferição da pressão ventilatória (Figura 9) mediante fornecimento de oxigênio a 100%, com volume de 2L registrado no fluxômetro. A realização da pressão positiva com oxigênio a 100% serviu para mimetizar a ventilação pulmonar, embora em animais *in vivo*, a concentração de oxigênio fornecida seja inferior ao valor ofertado para insuflação neste experimento. Todas as peças pulmonares, antes de serem submetidas a lobectomia parcial, foram infladas de forma lenta até a uma pressão ventilatória de 10 mmHg, e desinfladas em seguida, como forma de evitar interferência por alguma área com atelectasia, sendo ainda nesse momento verificado se havia

alguma ruptura que pudesse gerar um vazamento, como recomendado por Kosar *et al.* (2012), Marvel e Monnet (2013), Imhoff e Monnet (2015).

O lobo pulmonar caudal direito foi o segmento pulmonar escolhido, sendo mensurado em seu terço médio previamente a realização da técnica de lobectomia parcial, seguida da avaliação da síntese tecidual uma vez que é referenciado na literatura como um dos lobos pulmonares com maior acometimento por neoplasia primária em cães (Marolf *et al.*, 2011; Caprioli *et al.*, 2018).

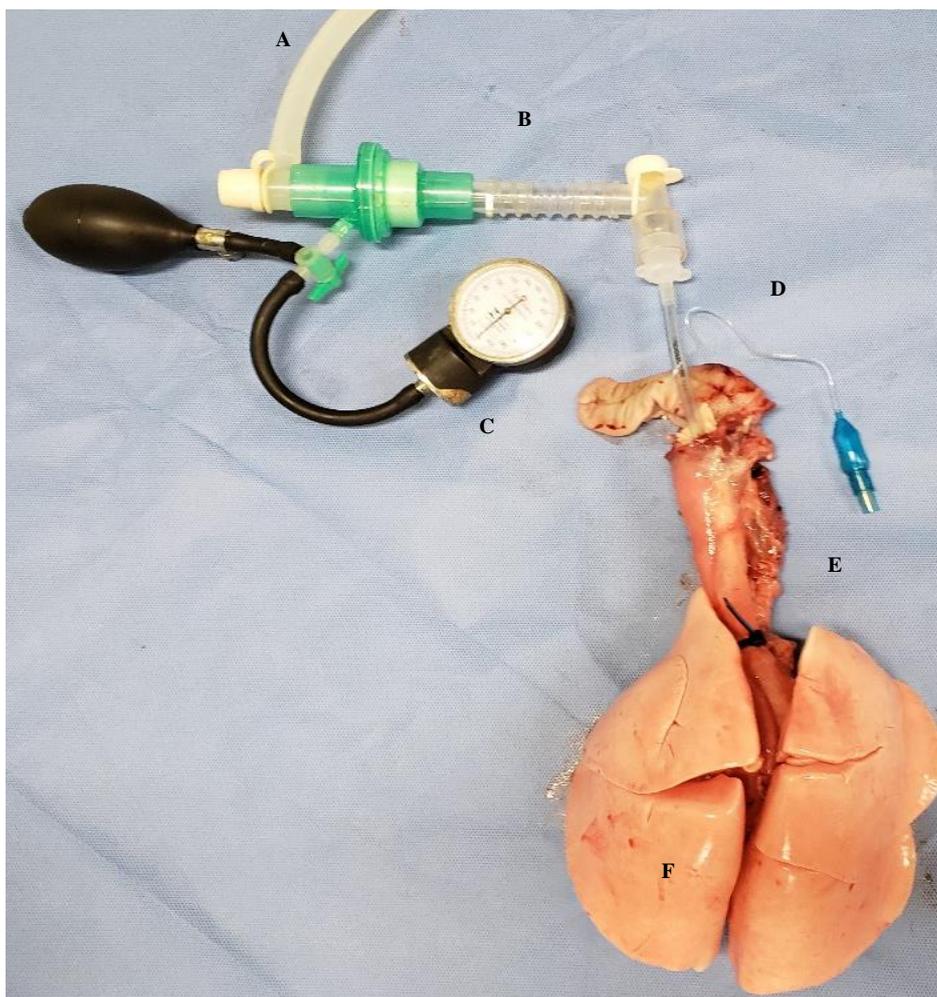


Figura 9 – Demonstração do circuito respiratório utilizado para realização da pressurização pulmonar em cães. A. Manguito conectado a cilindro de oxigênio; B. Filtro HMEF com traqueia artificial servindo de conectores entre manguito, manômetro e tubo traqueal inserido no interior da traqueia de cão; C. Componentes de um esfigmomanômetro: bulbo (não utilizado) e manômetro para avaliação da pressão de ruptura em mmHg; D. Tubo endotraqueal (5.0 a 6.5 mm) com balão de controle patente para volume do *cuff*; E. Lacre de náilon preto 200mm x 3,5 mm em traqueia de cão para garantir vedação no circuito; F. Bloco anatômico respiratório macroscopicamente saudável de cadáver de cão obtido após eutanásia.

4.4 Síntese Tecidual

Para a síntese tecidual, todos os materiais foram organizados para posterior utilização (Figura 10).

Antes da realização da lobectomia parcial, os pulmões caudais direitos foram mensurados por meio de um paquímetro, sendo obtida a largura e a altura (espessura) (Figura 11) da porção do parênquima do seu terço médio.

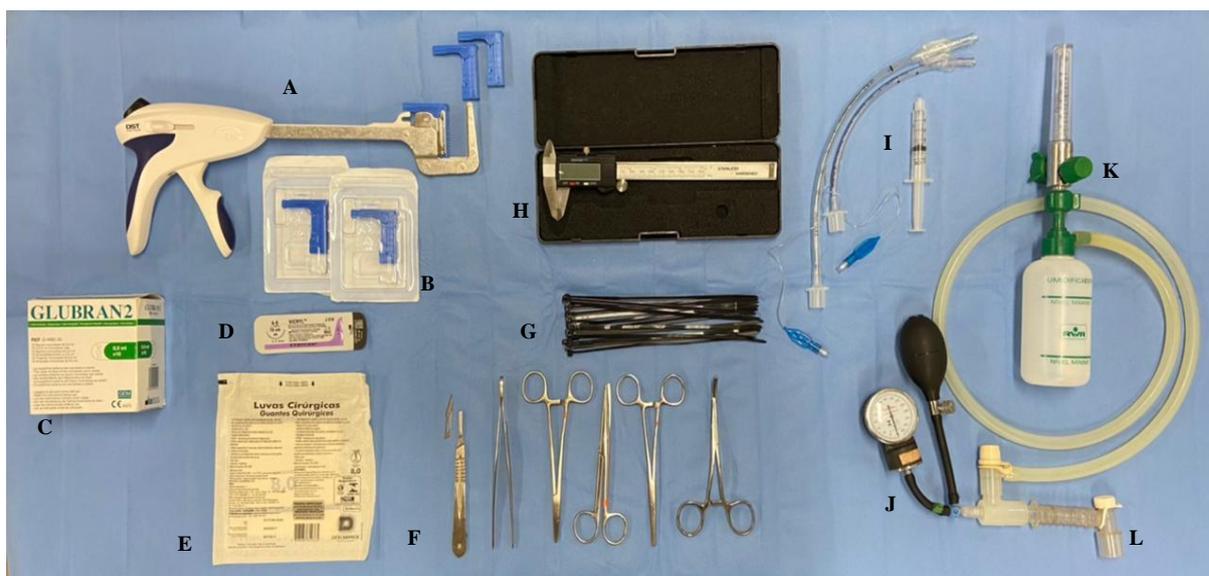


Figura 10 - Materiais utilizados no estudo experimental de síntese pulmonar após lobectomia pulmonar parcial em modelo cadavérico em cães A. Grampeador cirúrgico linear TA contendo um cartucho de cor azul (45 mm) de grampos embutido na bigorna do dispositivo, e dois cartuchos de mesma cor, livres; B. Dois cartuchos de cor azul embalados; C. Caixa contendo unidades de 0,5mL do adesivo sintético Glubran-2; D. Unidade de fio cirúrgico poliglactina 910 4-0; E. Par de luvas cirúrgicas; F. Instrumentais cirúrgicos (da esquerda para a direita, cabo de bisturi e lâmina nº 11, pinça anatômica sem dente de rato, porta agulha de Mayo Hegar, pinça hemostática Kelly, pinça vascular atraumática Satinsky; G. Lacre de náilon 200 mm x 3,5 mm; H. Paquímetro digital em estojo próprio; I. Tubos endotraqueais com *cuff* e seringa descartável; J. Partes do esfigmomanômetro: bulbo e manômetro; K. Mangueira de oxigênio, frasco umidificador e fluxômetro para acoplamento em cilindro de oxigênio; L. Adaptador/conector e mini traqueia artificial.

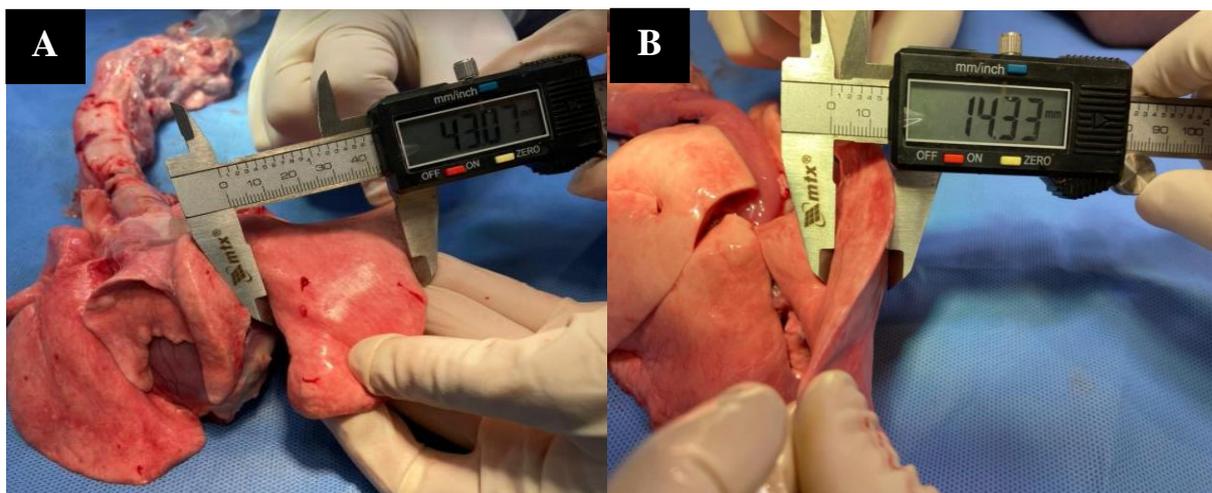


Figura 11 – A. Mensuração da largura do terço médio do lobo pulmonar caudal direito de cão, com uso de paquímetro digital; B. Mensuração da altura (espessura) do terço médio do lobo pulmonar caudal direito de cão, com uso de paquímetro digital.

Para a síntese manual do tecido pulmonar, foram realizadas as suturas com fio cirúrgico multifilamentar absorvível sintético de Poliglactina 910 com cobertura de poliglactina 370 + estearato de cálcio (Vicryl® Revestido) de tamanho 4-0 e agulha ½ circular, calibre de 22 mm e de ponta cilíndrica. Os padrões de suturas manuais realizados nos grupos G1-G3, foram:

- Nas peças pulmonares do grupo G1, a loborrafia foi realizada utilizando-se sutura de sapateiro (Vachetta) adaptado de Aleixo *et al.* (2009) com única agulha em fio cirúrgico associada a contínua simples para aproximação da pleura visceral (Figuras 12 e 13);
- Nas peças pulmonares do grupo G2, a loborrafia foi realizada utilizando-se sutura contínua sobreposta associada a contínua simples (MacPhail, 2014) (Figuras 14 e 15);
- Nas peças pulmonares do grupo G3, a loborrafia foi realizada utilizando-se sutura em Reverdin (Entrelaçado Ford ou Festonada) (Zigiriadis, 2012; MacPhail, 2014) (Figuras 16 e 17).

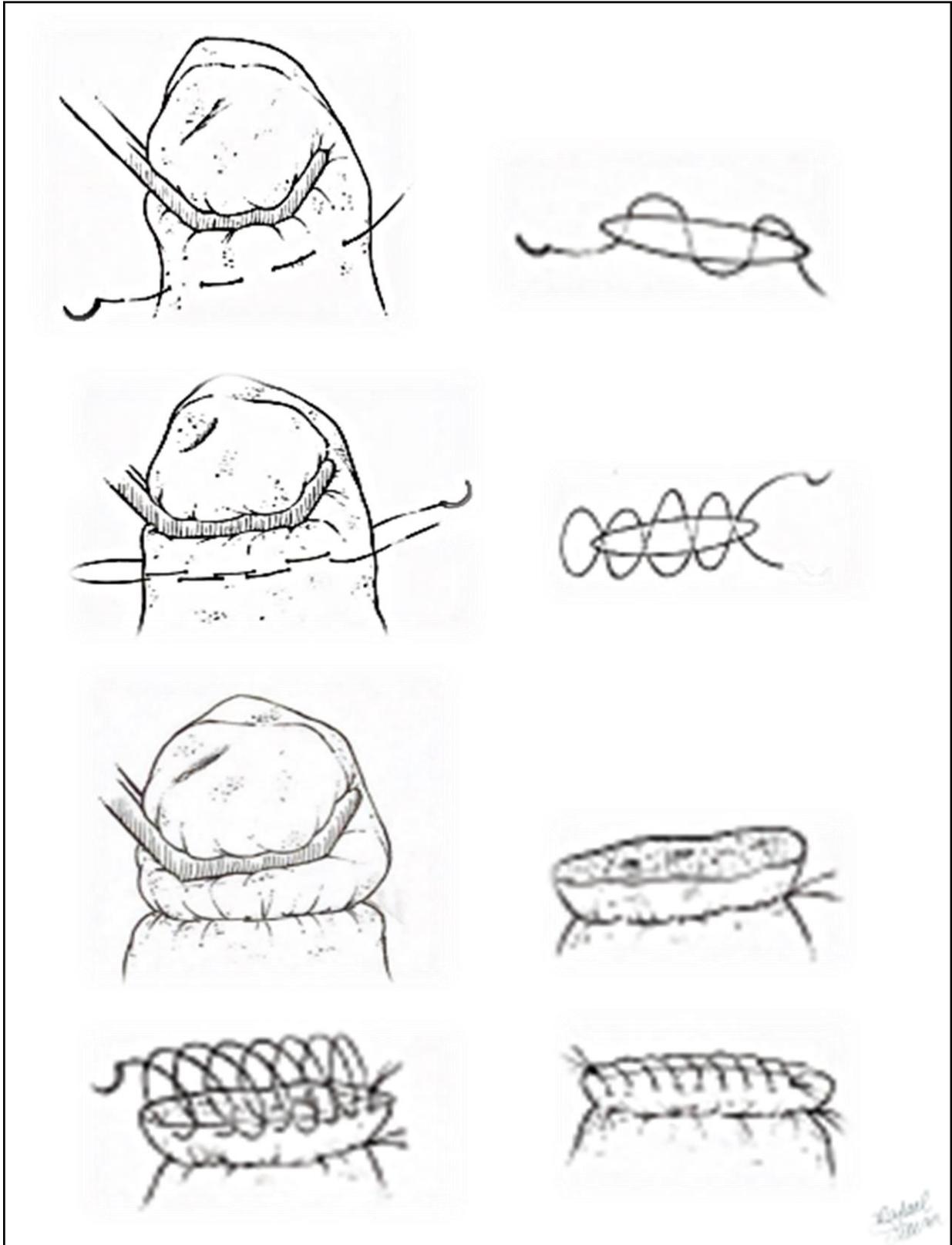


Figura 12 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual de sapateiro em lobo pulmonar de cão.

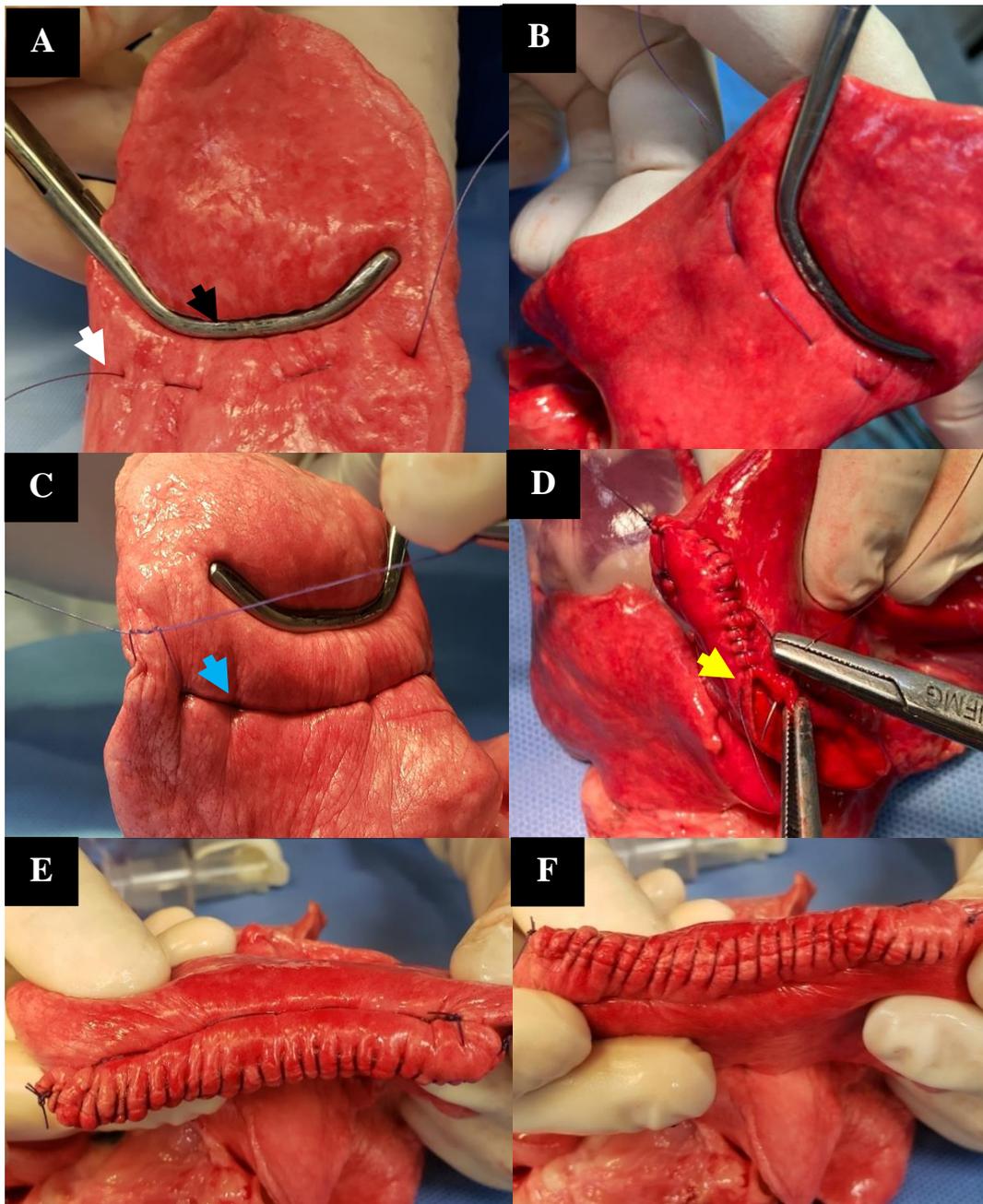


Figura 13 – Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura sapateiro associada a contínua simples em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta) e o início da sutura sapateiro com fio Poliglactina 910 (seta branca); C. Observa-se a sutura sapateiro (seta azul) realizada no parênquima pulmonar; D. Realização da sutura contínua simples (seta amarela) aproximando as pleuras viscerais, após terminada a execução da sutura sapateiro; E e F. Observa-se o aspecto final da sutura de sapateiro fazendo compressão tecidual e bordas do parênquima remanescente coaptadas pela sutura contínua simples.

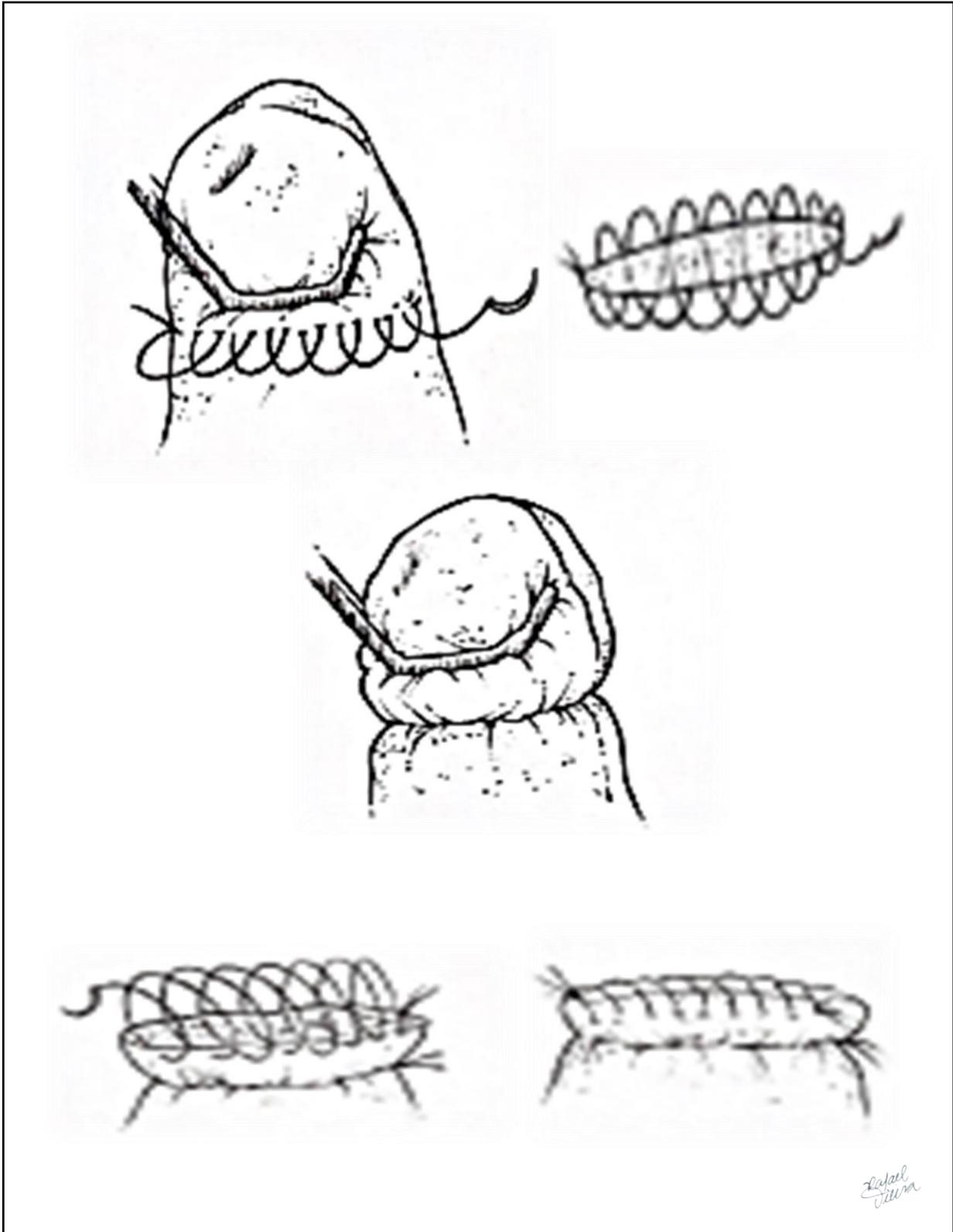


Figura 14 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual contínua sobreposta em lobo pulmonar de cão.

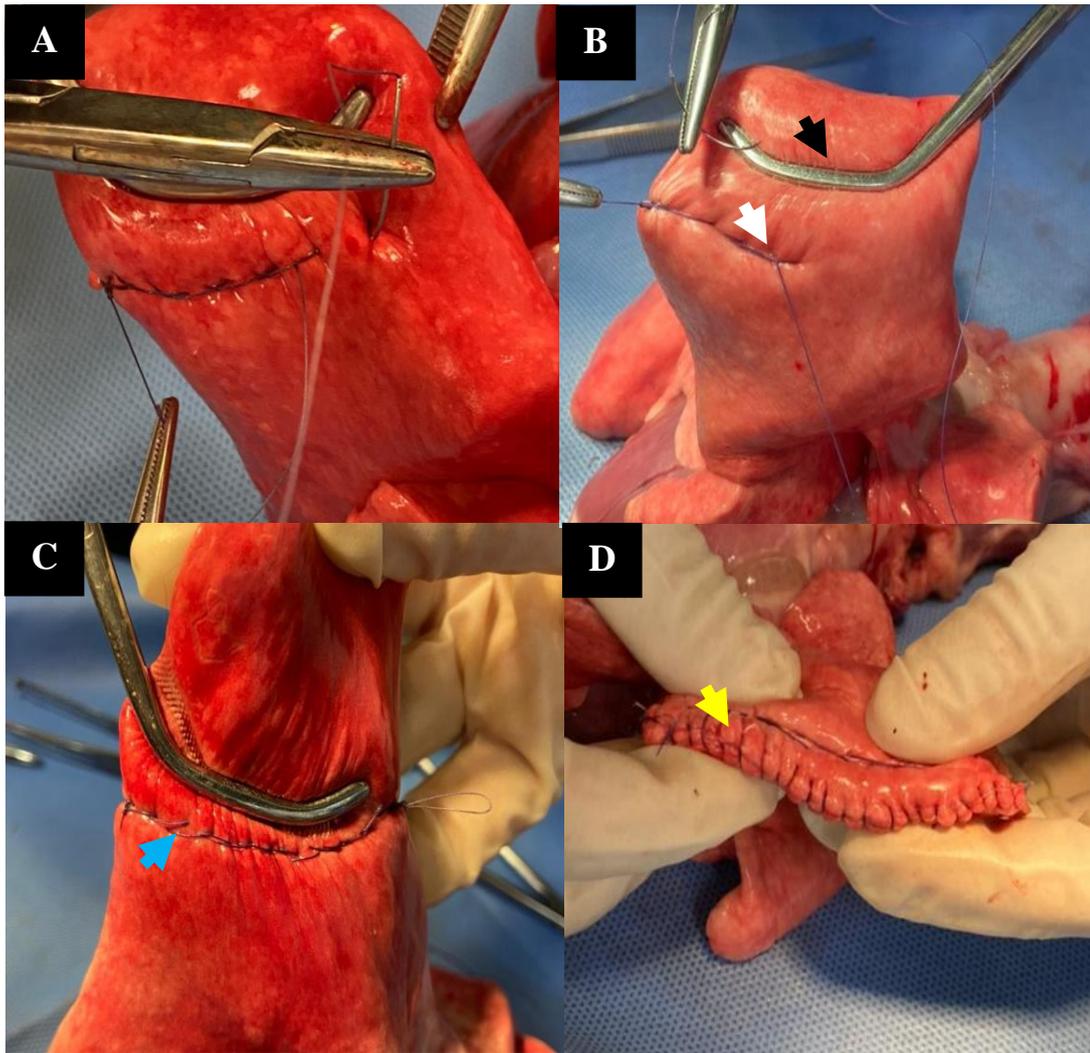


Figura 15 - Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura contínua sobreposta associada a contínua simples em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta) e confecção da sutura contínua sobreposta com fio Poliglactina 910 (seta branca) proximalmente a pinça; C. Observa-se a sobreposição do fio no tecido (seta azul) até a extremidade contralateral do lobo após término da sutura contínua sobreposta realizada no parênquima; D. Aspecto final da coaptação promovida pela aposição das bordas do parênquima remanescente em padrão de sutura contínua simples (seta amarela).

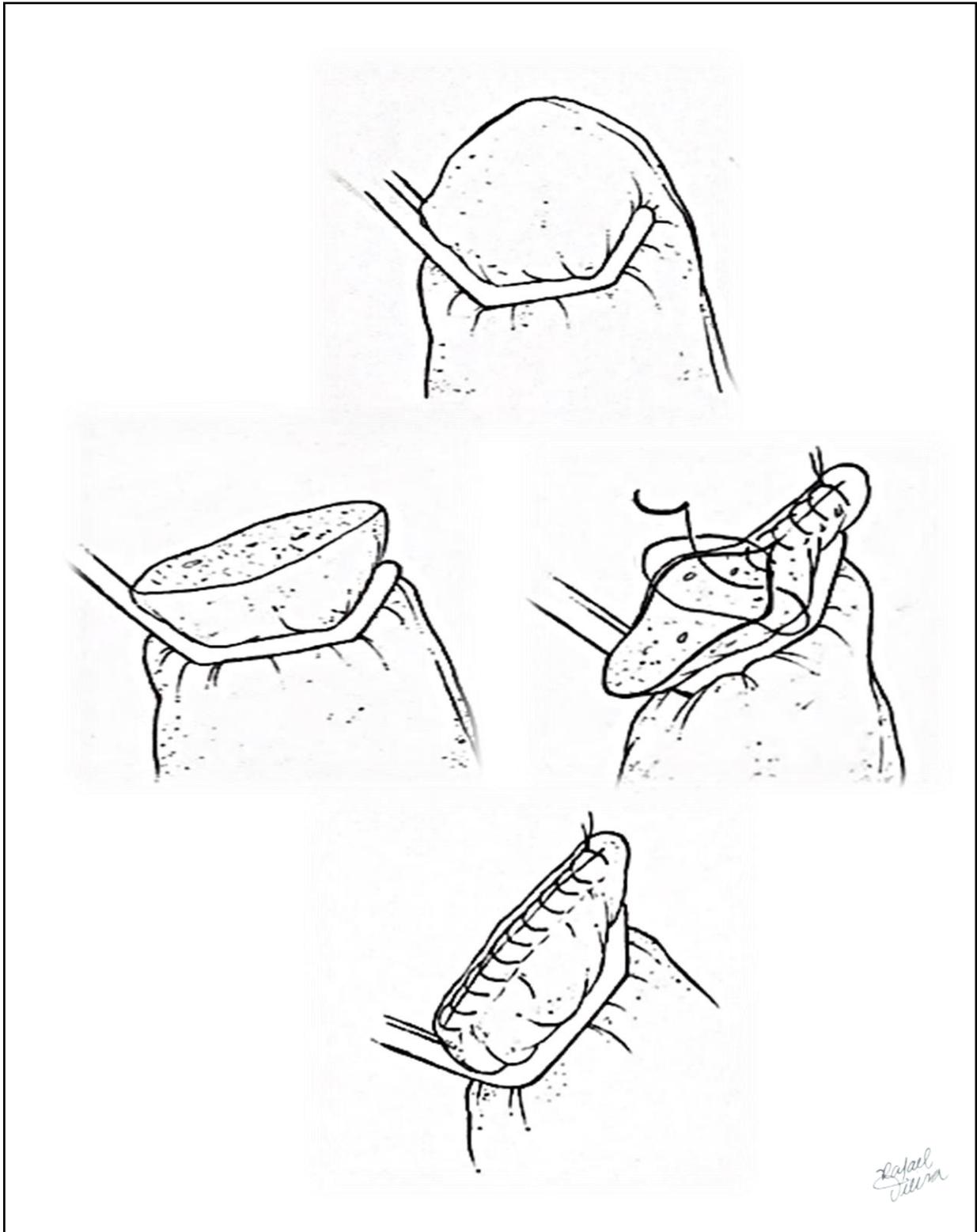


Figura 16 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura manual de Reverdin em lobo pulmonar de cão.

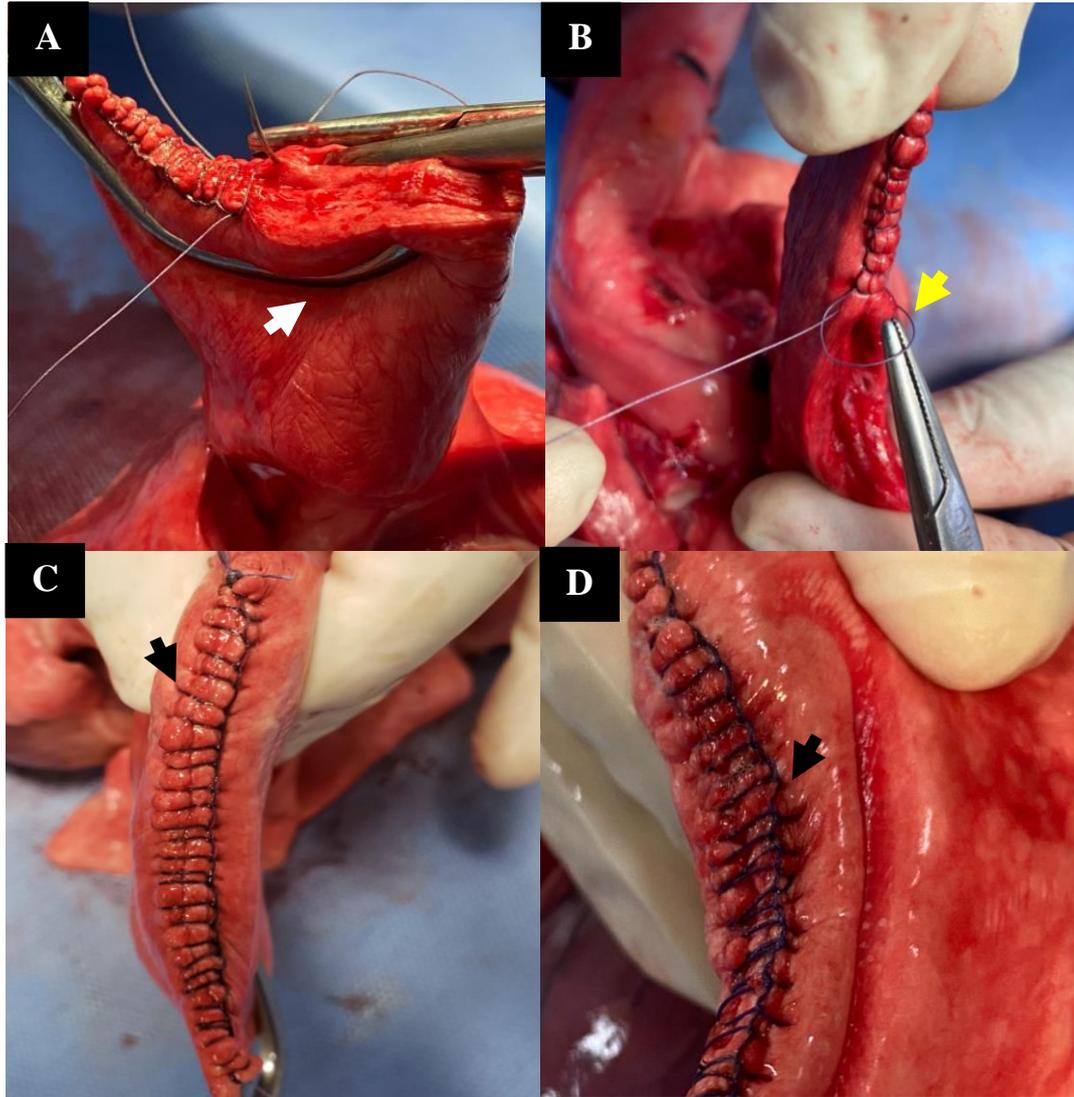


Figura 17 - Imagem fotográfica de rafia pulmonar utilizando sutura de Reverdin em peça anatômica de pulmão de cão. A e B. Observa-se pinçamento com uma pinça Satinsky (seta branca) no terço médio do lobo pulmonar caudal direito já seccionado e confecção do laço da sutura de Reverdin com fio Poliglactina 910 (seta amarela). C e D. Aspecto final da coaptação do parênquima e consequentemente da pleura visceral após confecção da sutura de Reverdin (setas pretas).

Para a síntese mecânica (grupo G4) utilizou-se o grampeador cirúrgico linear TA de 45 mm (Figura 18) para inserção dos grampos no tecido pulmonar. Cada lobo pulmonar recebeu dois cartuchos de grampos cuja largura total de cada cartucho era de 45 mm, sendo que o primeiro cartucho foi inserido a partir da região lateral do lobo e aproximadamente 15 mm proximal a pinça atraumática, e o segundo cartucho, posicionado medialmente e pelo menos 5mm proximal à pinça (Figuras 19 e 20). Desta forma, foi possível assegurar grampeamento de toda a área tecidual desejada. Após compressão e disparo do grampeador, a porção do tecido lobar desejada

foi ressecada com uma lâmina de bisturi nº11 distalmente (0,5 cm) à linha de grampos inserida (Figura 25) (Lipscomb, 2012).



Figura 18 - Dispositivo de grampeador cirúrgico linear TA carregado com cartucho azul de 45 mm contendo fileira dupla de grampos de titânio em seu interior (Covidien® DST) e seus componentes. A. Mandíbulas ou garras; B. Bigorna; C. Pino de retenção retraído; D. Unidade de carregamento; E. Cartucho azul; F. Botão polegar do pino de retenção; G. Botão de liberação ou destravamento; H. Punho.

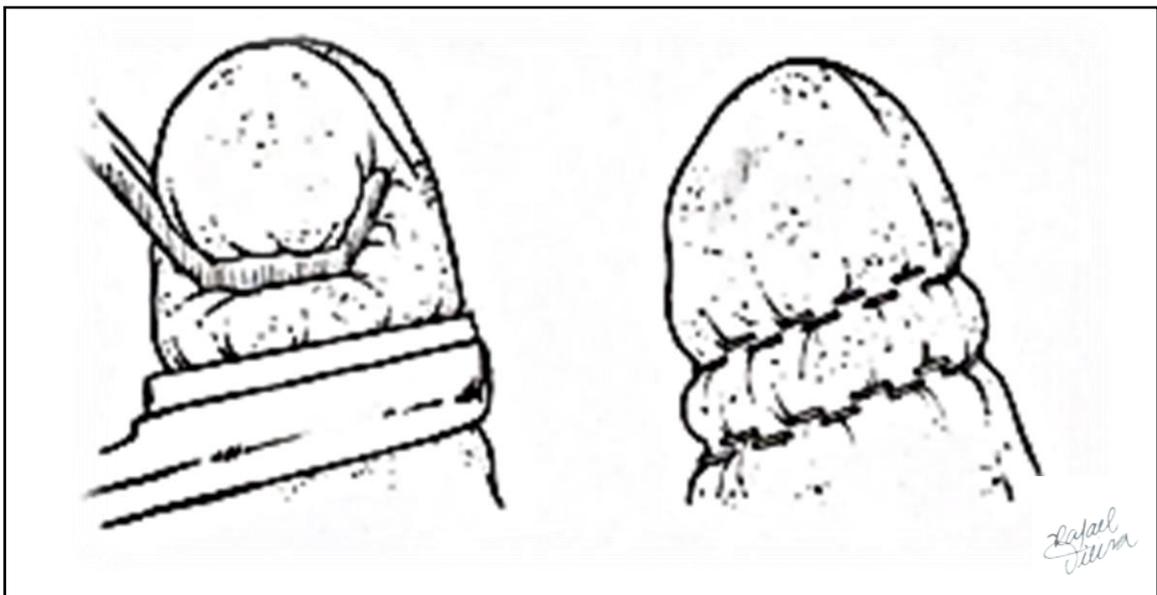


Figura 19 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da sutura mecânica com uso do grampeador cirúrgico TA em lobo pulmonar de cão.

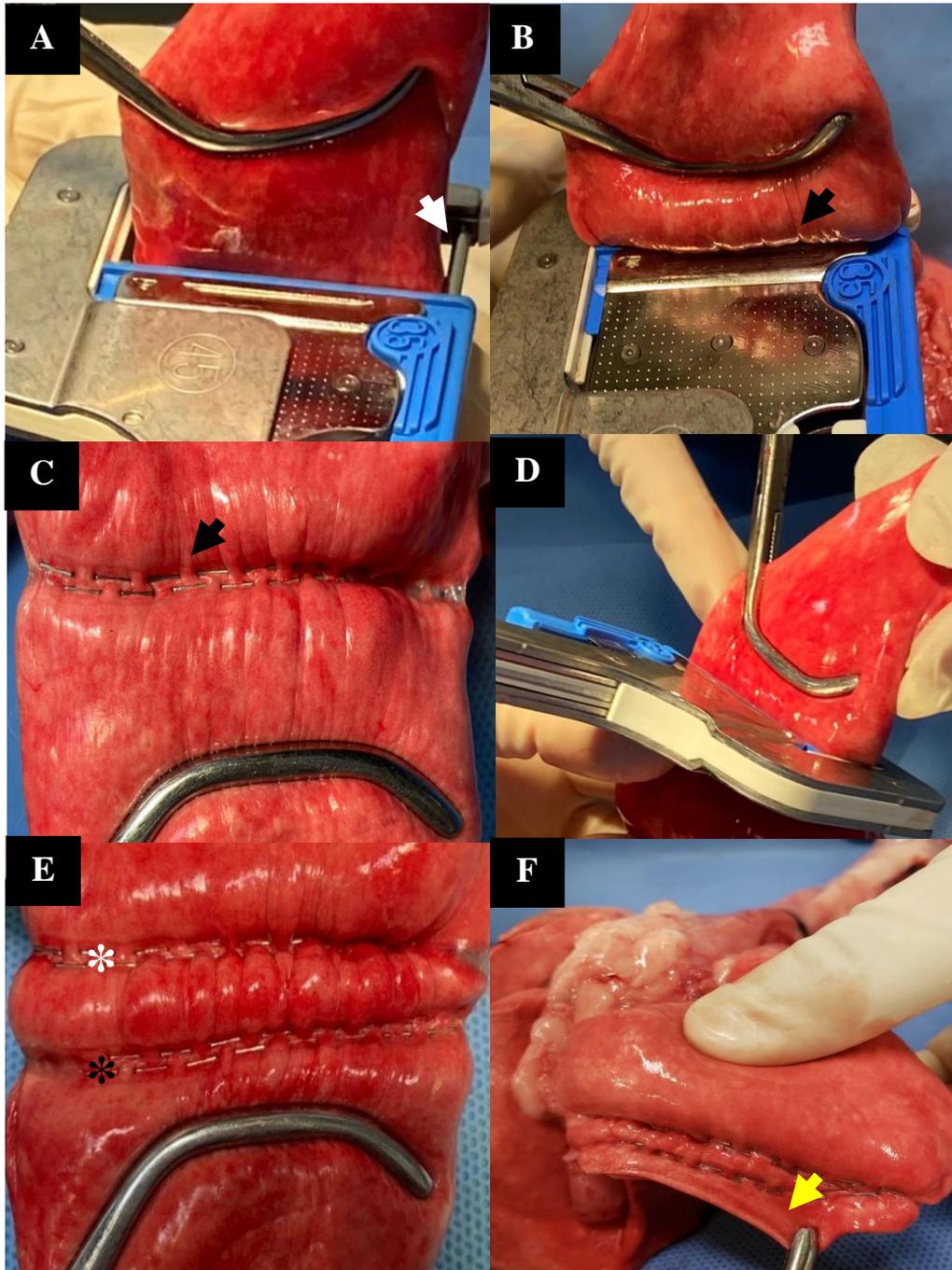


Figura 20 - Imagem fotográfica da síntese pulmonar utilizando grampeador cirúrgico linear TA em peça anatômica de pulmão de cão. A. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky e introdução do primeiro cartucho a partir da região lateral do lobo e 15 mm proximal a pinça seguido do encaixe do pino de retenção na bigorna (seta branca); B. Compressão do parênquima seguido do disparo dos grampos (seta preta); C. Observa-se primeira fileira dupla de grampos no parênquima (seta azul); D. Dispositivo recarregado com segundo cartucho posicionado medialmente e 5mm proximal à pinça; E. Observa-se segunda fileira dupla de grampos (asterisco preto) no parênquima após a primeira (asterisco branco); F. Aspecto final do lobo pulmonar remanescente após ressecção entre o grampeador e a segunda linha de grampos (seta amarela).

Para a síntese lobar com adesivo tecidual sintético (grupo G5), foi utilizado o produto Glubran-2[®] cuja base química é composta dos monômeros de NBCA e MS (Figuras 21 e 22). Após ressecção pulmonar, espalhou-se 1,0mL do produto sobre o parênquima pulmonar, aguardando-se sua secagem para realização do teste de aerostasia (Alar *et al.*, 2013). O selante foi distribuído na área lobar ressecada, na seguinte ordem: sobre os pequenos orifícios correspondentes ao lúmen de bronquíolos seccionados transversalmente; nas porções do parênquima ressecado adjacentes aos bronquíolos seccionados e finalmente, nas margens da área ressecada, isto é, na transição entre as regiões dos tecidos ressecado e não ressecado.

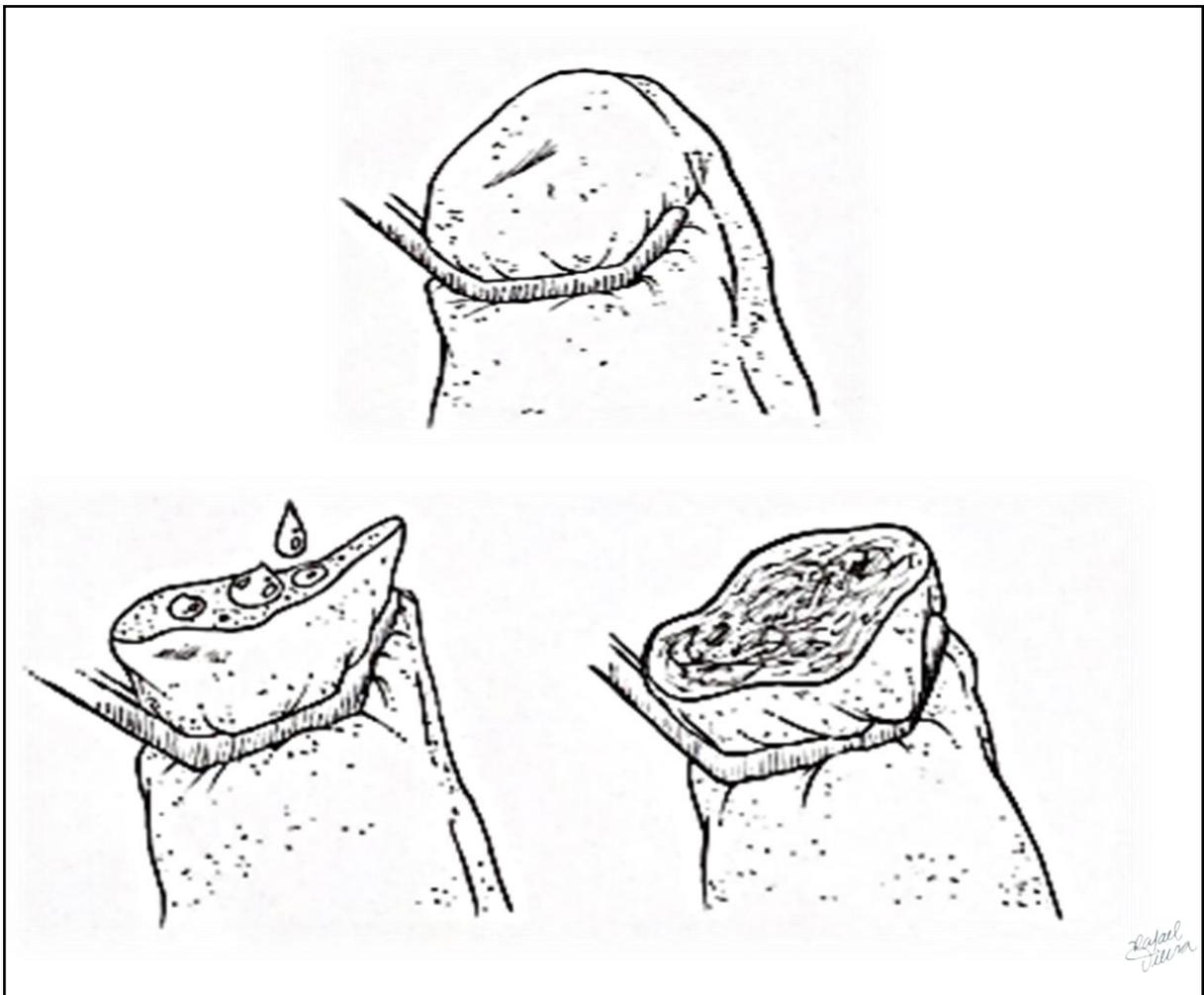


Figura 21 - Desenhos ilustrativos demonstrando as etapas para confecção da síntese do lobo pulmonar de cão com adesivo tecidual.

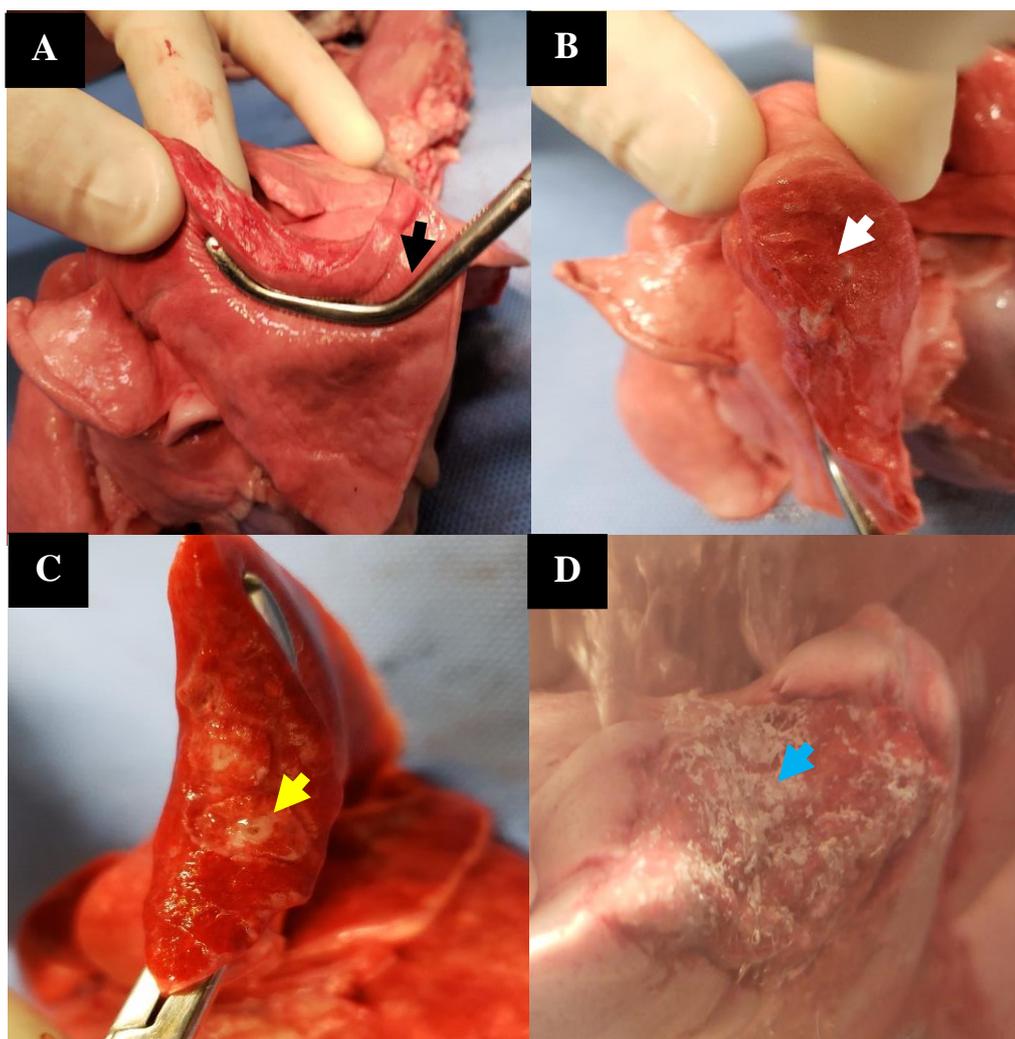


Figura 22 - Imagem fotográfica de selamento pulmonar utilizando adesivo sintético Glubran-2 em peça anatômica de pulmão de cão. A. Observa-se o pinçamento no terço médio do lobo pulmonar caudal direito com uma pinça Satinsky (seta preta); B. Visualização do parênquima ressecado e sem o adesivo (seta branca); C. Observa-se parênquima ressecado com presença do selante em bronquíolos (seta amarela) e micro vasos; D. Adesivo formando uma película esbranquiçada difusa sobre o parênquima ressecado durante teste de aerostasia (seta azul).

4.5 Teste de Aerostasia

Na tentativa de mimetizar a situação *in vivo* para o modelo cadavérico canino, o teste de aerostasia (Figura 23) foi realizado a partir de um recipiente de plástico transparente, 40 cm x 28 cm x 24 cm, preenchido com água até sua borda, que serviu para submergir os pulmões, e, portanto, o lobo pulmonar previamente submetido à loborrafia. Sendo assim, previamente a rafia lobar, o manômetro e o gás oxigênio foram acoplados ao tubo endotraqueal e este por sua vez, já inserido à laringe e traqueia da peça anatômica. Após confecção do método de síntese

no lobo e com os pulmões submersos a 10 cm de água, foi então realizada insuflação pulmonar com oxigênio a 100% e com volume de 2L registrado em fluxômetro, resultando em pressões positivas graduais em mmHg (Cronin *et al.*, 2019). Durante a insuflação todos os modelos foram filmados permitindo o registro exato do vazamento de ar, demonstrado pela formação de bolhas à superfície da sutura (Tillson, 2015). Considerou-se ruptura somente quando bolhas de ar eram visualizadas ao nível das linhas de suturas manuais, mecânicas e na superfície do corte quando o adesivo tecidual fora utilizado. Conseqüentemente, foi registrada a pressão de ruptura e a ocorrência de vazamento em pressão fisiológica em mmHg (até 14,7 mmHg, valor este equivalente a 20 cmH₂O) e suprafisiológica. Após o registro, os valores de pressão de ruptura detectados em mmHg foram convertidos a cmH₂O.



Figura 23 - Teste de aerostasia após confecção da sutura de sapateiro associada a contínua simples em lobo pulmonar caudal direito de cão em modelo cadavérico. Nota-se presença de bolhas de ar na linha de sutura (setas).

4.6 Análise Estatística

As análises foram realizadas pelo software GraphPadPrism v. 6.02 e foram consideradas significativas as diferenças com $p < 0,05$. A partir de um modelo inteiramente casualizado foi realizada a divisão dos blocos pulmonares em cinco grupos com 6 unidades experimentais cada. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade das variáveis estudadas. A homogeneidade dos grupos foi avaliada comparando o peso corpóreo, escore corporal, altura e largura do lobo pulmonar caudal direito. A comparação das médias entre os grupos, da variável paramétrica com distribuição normal (peso corpóreo), foi realizada pela ANOVA e teste de Fisher ad-hocTukey. A comparação das medianas, para a variável não paramétrica (escore corporal) e para aquelas com distribuição não normal (altura e largura do lobo), foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis ad-hocDunns. A pressão relacionada ao escape de ar também apresentou distribuição não normal e, portanto, as medianas entre os grupos foram comparadas pelo mesmo teste. Ainda, os grupos foram comparados quanto a variável pneumostática, isto é, se há ou não escape de ar, sob pressões ventilatórias fisiológicas consideradas até 20 cmH₂O, utilizando o teste de Kurskall-Wallis ad-hocDunns. O teste exato de Fisher foi utilizado também para avaliação da dispersão de frequências em relação a ruptura sob pressão fisiológica de acordo com o método de síntese.

5. RESULTADOS

Os 30 blocos respiratórios de cães utilizados neste experimento foram distribuídos em cinco grupos de igual número conforme os métodos de síntese realizados. Os grupos analisados mostraram-se homogêneos quanto ao peso corporal ($p = 0,1901$) (Tabela 1) e largura do lobo pulmonar ($p = 0,0637$) (Tabela 2). Entretanto, diferiram quanto à mediana obtida para o escore corpóreo ($p = 0,0202$) (Tabela 3) e altura do lobo pulmonar ($p = 0,0347$) (Tabela 4).

Em relação ao escore corpóreo dos animais utilizados neste estudo, houve diferença estatística somente entre as medianas dos grupos G1 (sapateiro associada a contínua simples) e G3 (Reverdin).

A altura do lobo pulmonar diferiu somente entre os grupos G4 (grampos) e G5 (adesivo sintético).

Tabela 1 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável peso corpóreo (Kg).

Grupos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de confiança 95 %	
				Inferior	Superior
G1 (sapateiro + contínua simples)	8.500 ^a	8.450	1.361	7.072	9.928
G2 (contínua sobreposta + contínua simples)	7.867 ^a	7.750	1.125	6.686	9.047
G3 (Reverdin)	6.958 ^a	6.800	1.066	5.840	8.077
G4 (grampos)	6.900 ^a	6.575	1.834	4.975	8.825
G5 (adesivo sintético)	7.392 ^a	7.125	0.6982	6.659	8.124

Não houve diferença entre os grupos analisados, com $p = 0,1901$ (ANOVA com Fisher ad-hoc Tukey). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (nível de 5 % de significância).

Tabela 2 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável largura do lobo pulmonar (cm).

Grupos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de confiança 95 %	
				Inferior	Superior
G1 (sapateiro + contínua simples)	46.47	45.52 ^a	3.784	42.50	50.44
G2 (contínua sobreposta + contínua simples)	45.04	43.06 ^a	3.746	41.11	48.97
G3 (Reverdin)	45.70	44.95 ^a	6.027	39.37	52.02
G4 (grampos)	41.38	42.27 ^a	4.477	36.68	46.08
G5 (adesivo sintético)	55.40	54.65 ^a	9.088	45.86	64.93

Não houve diferença entre os grupos analisados, com $p = 0,0637$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns). Medianas seguidas de letras iguais não diferem entre si (nível de 5 % de significância).

Tabela 3 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável escore corporal.

Grupos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de confiança 95 %	
				Inferior	Superior
G1 (sapateiro + contínua simples)	5.000	5.000 ^a	1.414	3.516	6.484
G2 (contínua sobreposta + contínua simples)	3.500	3.500 ^{ab}	1.049	2.399	4.601
G3 (Reverdin)	2.333	2.500 ^b	0.8165	1.476	3.190
G4 (grampos)	3.333	4.000 ^{ab}	1.033	2.249	4.417
G5 (adesivo sintético)	2.833	3.000 ^{ab}	1.169	1.606	4.060

Medianas seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, diferem entre si com $p = 0,0202$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância.

Tabela 4 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável altura do lobo pulmonar (cm).

Grupos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de confiança 95 %	
				Inferior	Superior
G1 (sapateiro + contínua simples)	15.90	15.89 ^{ab}	5.072	10.58	21.22
G2 (contínua sobreposta + contínua simples)	13.46	13.07 ^{ab}	1.975	11.39	15.53
G3 (Reverdin)	14.36	12.40 ^{ab}	4.001	10.17	18.56
G4 (grampos)	12.48	12.12 ^a	1.376	11.03	13.92
G5 (adesivo sintético)	18.79	19.47 ^b	2.803	15.85	21.73

Medianas seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, diferem entre si com $p = 0,0347$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância.

A pressão em mmHg necessária para promover extravasamento do lobo pulmonar variou de acordo com o tipo de síntese, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores referentes as pressões de extravasamento em mmHg mediante tipo de síntese lobar.

	Sapateiro + contínua simples G1	Contínua sobreposta + contínua simples G2	Reverdin G3	Grampos G4	Adesivo sintético G5
Lobo Pulmonar 1	20	18	15	10	60
Lobo Pulmonar 2	20	20	24	22	40
Lobo Pulmonar 3	18	20	14	19	20
Lobo Pulmonar 4	30	23	19	14	40
Lobo Pulmonar 5	14	16	14	18	40
Lobo Pulmonar 6	20	20	21	20	80

Apesar de algumas unidades experimentais demonstrarem ruptura em pressões fisiológicas nos grupos G1, G3 e G4, não houve diferença entre os grupos ($p = 0,3263$).

A pressão de ruptura no lobo pulmonar suturado com Reverdin e com grampeador TA foi inferior àquela promovida pelo adesivo sintético, com $p = 0,0164$ (Tabela 6). Apesar de não ter ocorrido ruptura sob pressão fisiológica (até 20 cmH₂O ou até 14,7 mmHg) nos lobos pulmonares do G2, utilizando a sutura contínua sobreposta + contínua simples (0/6), e G5, utilizando o adesivo sintético (0/6), foi observada falha na aerostasia nos grupos G1, com a sutura de sapateiro + contínua simples (1/6), G3, com Reverdin (2/6), e G4 com os grampos (2/6). Entretanto, não foi observada diferença estatística entre os grupos quanto a ruptura sob pressão fisiológica ($p = 0,2873$).

Tabela 6 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável pressão de ruptura.

Grupos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de confiança 95 %	
				Inferior	Superior
G1 (Sapateiro + contínua simples)	20.33	20.00 ^{ab}	5.279	14.79	25.87
G2 (Contínua sobreposta + contínua simples)	19.50	20.00 ^{ab}	2.345	17.04	21.96
G3 (Reverdin)	17.83	17.00 ^a	4.167	13.46	22.21
G4 (Grampos)	17.17	18.50 ^a	4.401	12.55	21.78
G5 (Adesivo sintético)	46.67	40.00 ^b	20.66	24.99	68.34

Medianas seguidas de letras distintas, em uma mesma coluna, diferem entre si com $p = 0,0164$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância.

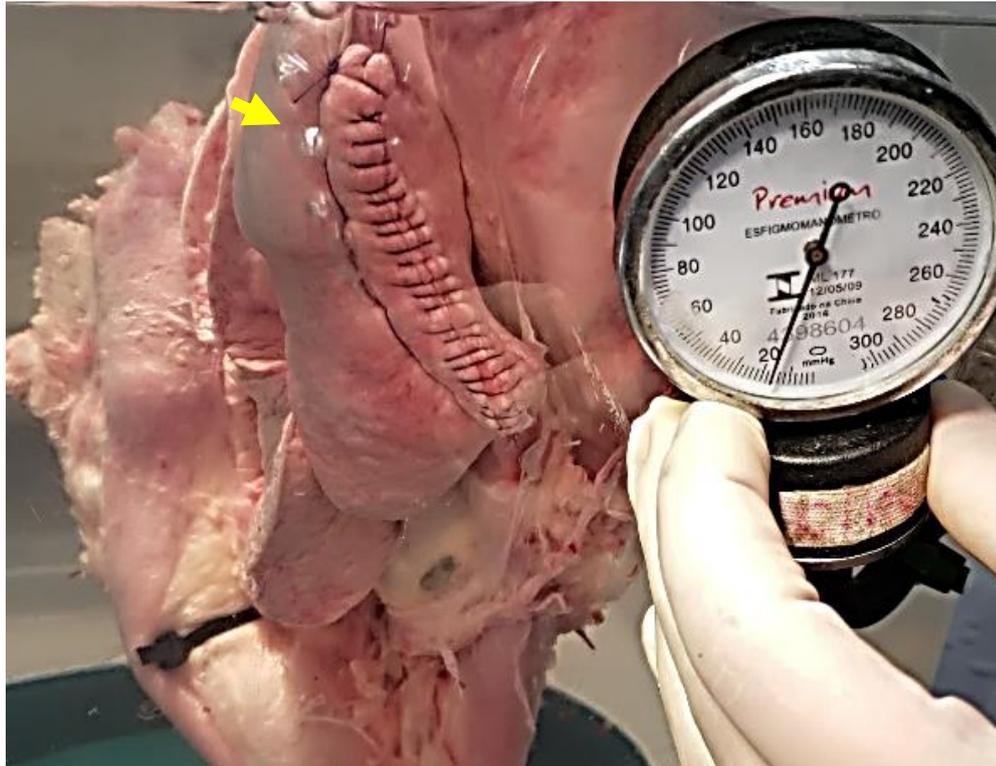


Figura 24 – Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura em sapateiro associada a contínua simples mostrando extravasamento de ar (seta) lateralmente a linha de sutura em pressão suprafisiológica a 18 mmHg (24,47 cmH₂O) durante teste de aerostasia.

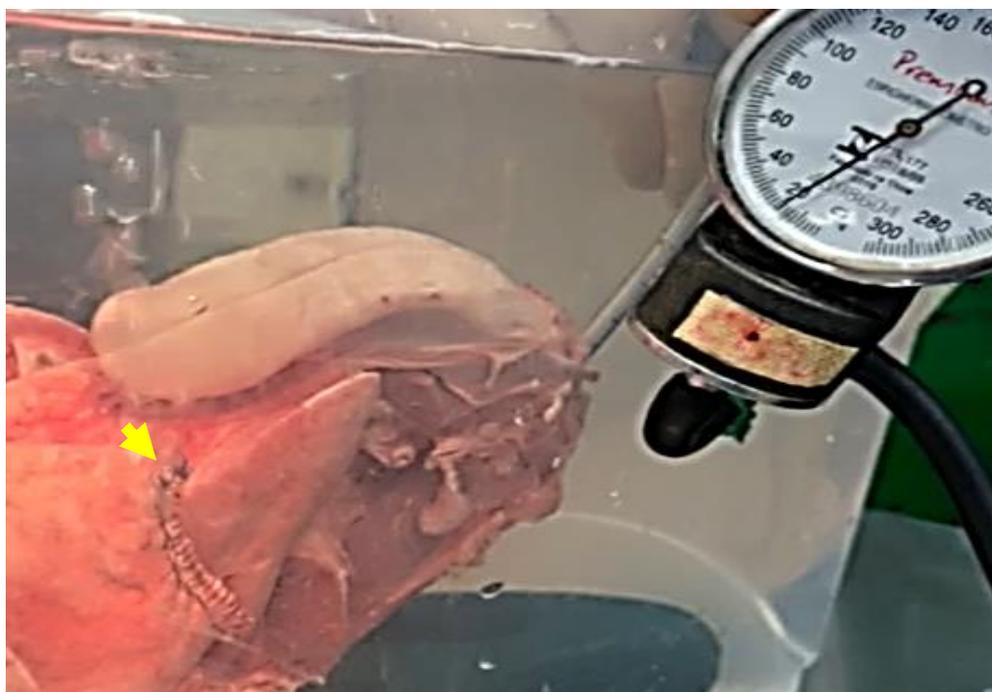


Figura 25 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura contínua sobreposta associada a contínua simples mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 20 mmHg (27,19 cmH₂O) durante teste de aerostasia.

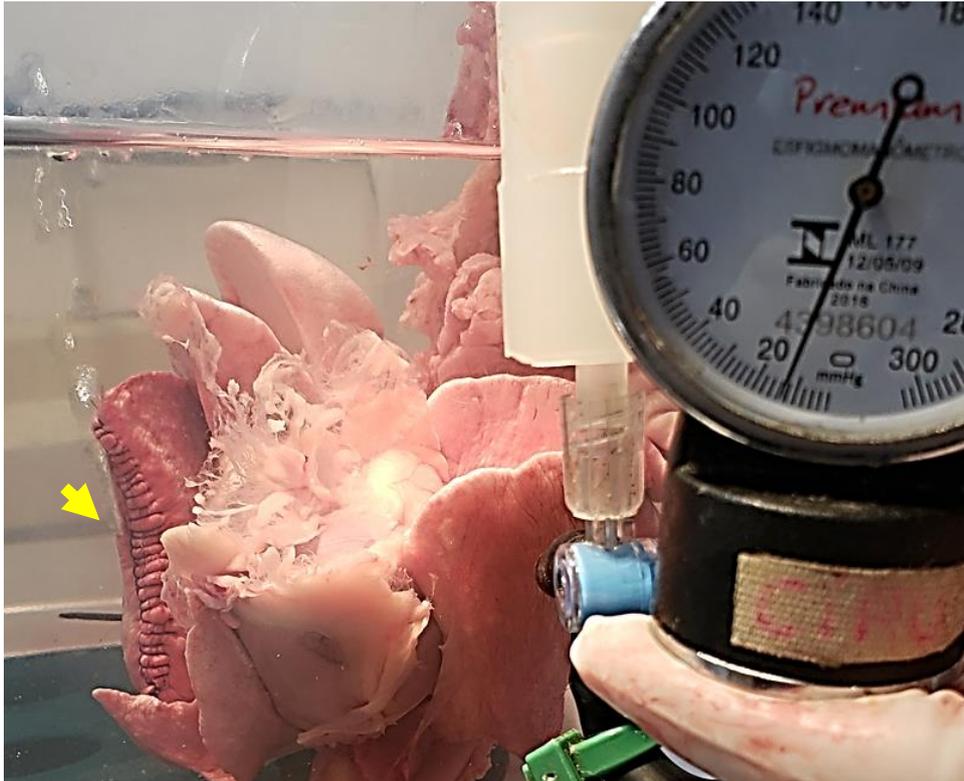


Figura 26 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com padrão de sutura em Reverdin mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 14 mmHg (19,03 cmH₂O) durante teste de aerostasia.



Figura 27 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com sutura mecânica em grampos de titânio por grampeador linear TA mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 19 mmHg (25,83 cmH₂O) durante teste de aerostasia.

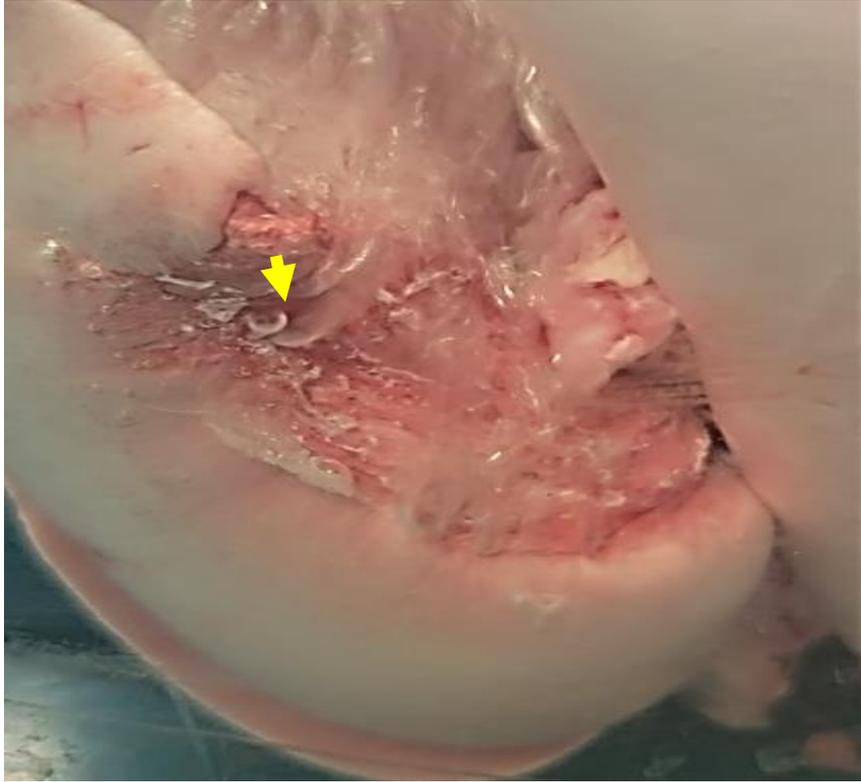


Figura 28 - Imagem fotográfica do lobo pulmonar caudal direito de cão com adesivo sintético mostrando extravasamento de ar (seta) em pressão suprafisiológica a 80 mmHg (108,76 cmH₂O) em área ressecada durante teste de aerostasia.

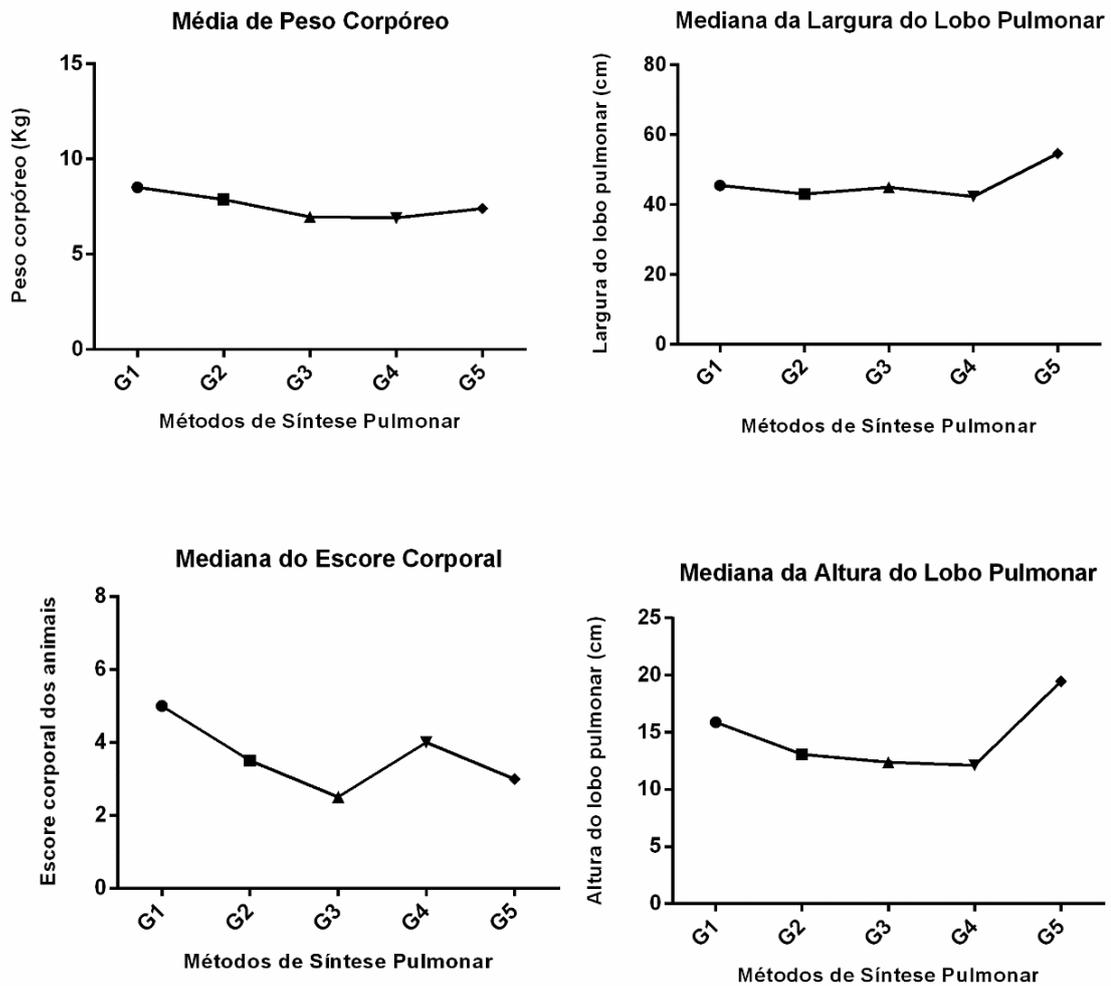


Figura 29 – Gráficos com valores de média e medianas das variáveis analisadas nos diferentes métodos de síntese (G1= sapateiro + contínua simples; G2 = contínua sobreposta + contínua simples; G3 = Reverdin; G4 = grampos; G5 = adesivo sintético). Média para a variável peso corpóreo (Kg), com $p = 0,1901$ (ANOVA com Fisher ad-hoc Tukey) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável largura do lobo pulmonar (cm), com $p = 0,0637$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável não paramétrica escore corporal dos animais com diferença estatística entre os grupos sapateira + contínua simples (G1) e Reverdin (G3), com $p = 0,0202$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância. Medianas para a variável altura do lobo pulmonar (cm), com diferenças estatísticas entre G5 (adesivo sintético) e G4 (grampos), com $p = 0,0347$ (Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns) a nível de 5 % de significância.

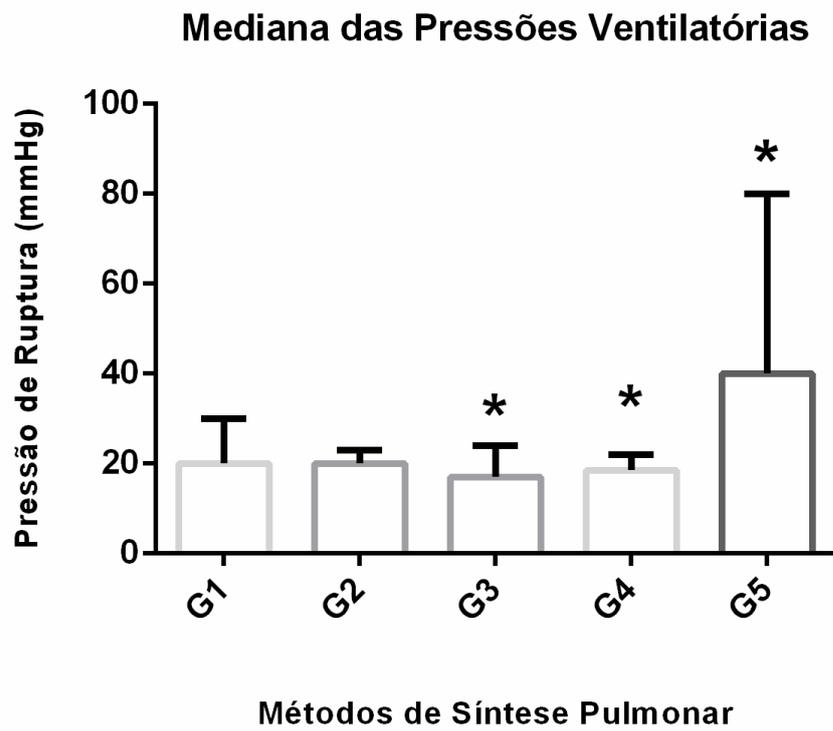


Figura 30 – Gráfico das medianas de pressões de ruptura (mmHg) em que ocorreram perda da aerostasia pulmonar em G1, G2, G3, G4 e G5, com $p = 0,0164$ (G1 = sapateiro + contínua simples; G2 = contínua sobreposta + contínua simples; G3 = Reverdin; G4 = grampos; G5 = adesivo sintético). Kruskal-Wallis ad-hoc Dunns a nível de 5 % de significância.

6. DISCUSSÃO

Os diferentes métodos de síntese demonstrados não apresentaram diferença quanto a eficiência em garantir aerostasia adequada sob pressão fisiológica (até 20 cmH₂O ou até 14,7 mmHg), corroborando assim, com alguns resultados semelhantes de outros estudos em cães e em outras espécies (Pinto Filho, 2003; Davoli *et al.*, 2009; Marvel e Monnet, 2013; Allama e Elaziz, 2019). Entretanto, houve diferença na mediana de pressão de ruptura, que atingiu valores superiores em G5 (adesivo sintético) em relação a G3 (sutura Reverdin) e G4 (grampos). A síntese realizada com o adesivo sintético composto por um co-monômero de cianoacrilato foi superior aos métodos aplicados em G3 e G4 provavelmente por particularidades do tipo de adesivo tecidual sobre as suturas manual e mecânica, que serão discutidas ao longo do texto (Kull *et al.*, 2009; Kosar *et al.*, 2012; Tantraworasin *et al.*, 2013).

No que diz respeito as variáveis dos grupos analisados, não houve diferenças entre as médias de peso corpóreo (Figura 29) e medianas de largura do lobo pulmonar (Figura 29) entre os grupos estudados. Entretanto, houve diferença estatística entre as medianas de escore corporal dos animais (Figura 29) utilizados para obtenção dos pulmões, entre G1 ($M_d = 5.000$) e G3 ($M_d = 2.500$). O modelo animal utilizado, apesar de macroscopicamente normal, foi obtido de animais portadores de leishmaniose em sua maioria sintomáticos, e inevitavelmente apresentando condição corporal variada entre os grupos. Os valores do escore corpóreo de G3 foram inferiores (1-3), enquanto no G1, foram melhores (3-7), apesar de dois lobos serem pertencentes a cães com escore sub-ótimo, conforme a classificação estabelecida pela WSAVA (2011). Entretanto, apesar da diferença estatística observada nesta variável, não houve interferência na propriedade pneumostática desses grupos, uma vez que não diferiram estatisticamente quando submetidos a pressões ventilatórias fisiológicas.

A mediana da altura do lobo pulmonar (Figura 29) também variou entre G4 ($M_d = 12.12$ cm) e G5 ($M_d = 19.47$ cm). Espera-se que o parênquima pulmonar ressecado com maior altura, seja mais espesso, e, portanto, maior área de superfície a ser ocluída pelo material de síntese, considerando simultaneamente que não houve diferenças significativas entre as medianas de larguras dos lobos ressecados dos grupos. Esta observação associada ao fato de que G5 apresentou superioridade na mediana de ruptura sob pressões suprafisiológicas em comparação a mediana obtida pelo G4, reforça que mesmo com uma área maior de superfície a ser selada, o adesivo sintético ainda sim foi capaz de resistir a altas pressões ventilatórias, garantindo maior segurança pneumostática que o grupo de lobos que recebeu os grampos.

A pressão ventilatória fisiológica definida neste estudo foi de até 20 cmH₂O (o mesmo que até 14,7 mmHg). De acordo com a pressão preconizada pelas diretrizes veterinárias, níveis pressóricos sobre o tecido pulmonar podem ser de 15 a 25 cmH₂O (Blumenthal *et al.*, 1998). No entanto, valores de pressão de 15 a 20 cmH₂O foram recomendadas para animais de pequeno porte, em condições normais de mecânica respiratória (Hartsfield, 2007; Castro, 2011). Marvel e Monnet (2013) definiram como sendo seguro, quando aerostasia avaliada após biópsia pulmonar em cães *ex vivo* apresentassem ruptura em lobos pressurizados com valores superiores a 20 cmH₂O. Imhoff e Monnet (2015) também consideraram uma aerostasia inadequada quando observaram vazamento de ar em lobos pulmonares de cães ocorrendo em pressão ventilatória igual ou inferior a 20 cmH₂O ao realizarem um estudo experimental avaliando diferentes modelos de grampeadores cirúrgicos. Tillson (2015) sugere uma pressão de 20 cmH₂O para avaliar se há vazamento de ar logo após a lobectomia pulmonar em cães. Desta forma, o método de síntese empregado precisaria resistir a uma pressão ventilatória das vias aéreas de até 20 cmH₂O para evitar escape de ar e ser assim, considerado eficaz na aerostasia pulmonar. Todos os métodos utilizados para síntese que foram investigados neste estudo em pulmões de cães, foram satisfatórios em resistir à pressão ventilatória fisiológica estabelecida.

Uma das suturas manuais empregada e analisada neste estudo, foi a sutura de sapateiro que assegurou boa vedação em quase todos os lobos pulmonares em que foi utilizada (Figura 24), estando os pulmões sob influência de pressões ventilatórias fisiológicas, embora apenas um lobo tenha apresentando escape aéreo, no qual foi observado vazamento em uma região lateral, ao nível do terço médio da linha de sutura, quando a pressão foi de 14 mmHg (= 19,03 cmH₂O). Uma pequena porção do parênquima sem a cobertura do fio poderia resultar no vazamento de ar identificado, uma vez que o escape ocorrido no único lobo do grupo foi pontual. No entanto, segundo Aleixo *et al.* (2019) a sutura de sapateiro é considerada tipicamente hemostática justamente por exercer compressão parenquimatosa pela evidente aproximação tecidual, e logo dificilmente esta seria uma causa pelo vazamento detectado, até mesmo pelo fato de ter sido observada saída de ar no local em que continha o fio de sutura, corroborando possivelmente com a descrição de Kosar *et al.* (2012) ao avaliarem a sutura de colchoeiro em dupla camada em pulmões de ovelhas após ressecção parcial de um dos lobos. Os autores observaram vazamento de ar considerado mínimo ao longo do parênquima quando os pulmões foram inflados a 40 mmHg e explicou ser decorrente dos locais percorridos pela agulha. Desta forma, provavelmente o pequeno vazamento detectado em um dos seis lobos que receberam a sutura sapateiro, pode ter ocorrido pela passagem da agulha no tecido mesmo que somente em um ponto, uma vez que a pressão ainda era de 14 mmHg (19,03 cmH₂O) mas que, apesar de não

ter sido avaliado, provavelmente haveria escape ao longo de toda a linha de sutura ao chegar em 40 mmHg, conforme observado por Kosar *et al.* (2012). Contudo, não houve diferenças estatísticas entre os lobos analisados no presente estudo, e a aerostasia bem sucedida observada neste grupo pode ser atribuída ao aumento da superfície de contato tecidual provocado por este padrão de sutura o que garantiu vedação suficiente para impedir o risco de extravasamento de ar dentro de pressões ventilatórias fisiológicas.

Outra sutura manual que foi investigada, foi a sutura contínua sobreposta, referenciada por MacPhail (2014) e Monnet (2017) para síntese pulmonar após lobectomia parcial em cães e gatos. Este padrão de sutura manual é representado pela sobreposição ao longo do percurso que essa sutura promove sobre o tecido durante sua passagem resultando em compressão adicional ao parênquima, o que pode ter garantido que todos os lobos pulmonares em que foi empregada não tivessem apresentado vazamento de ar quando estavam sob influência de pressões ventilatórias fisiológicas, cuja ruptura ocorreu somente em níveis suprafisiológicos (Figura 25). Esta boa vedação faz jus a definição feita por Monnet (2017) ao caracterizá-la como sendo uma sutura pneumostática, corroborando com os resultados observados neste estudo.

A terceira sutura manual analisada, padrão Reverdin, caracterizada por ser uma sutura contínua modificada e frequentemente utilizada na síntese de cirurgias de tecidos moles quando há tensão (MacPhail, 2014), demonstrou também uma boa capacidade de oclusão no teste de aerostasia, embora dois lobos tenham apresentado vazamento de ar quando em pressões ventilatórias ainda fisiológicas, mas que mesmo assim, não evidenciou diferenças entre os grupos. Vale ressaltar que até então, não há na literatura veterinária referências quanto ao uso do padrão de sutura Reverdin em loborrafia após ressecção parcial do parênquima pulmonar em cães. No entanto, é citada na literatura médica humana, como padrão de sutura indicado para correção de lacerações em parênquima pulmonar uma vez que o percurso percorrido pelo fio ao longo do tecido promove boa aproximação de suas bordas, e, portanto, hemostasia (Zigiriadis, 2012). Considerando o bom resultado observado nos lobos pulmonares em que foi empregada, e que ao promover hemostasia, essa sutura aproxima as margens do tecido, auxiliando também em uma possível vedação hermética, e que, para sua confecção no tecido pulmonar após a ressecção, não necessitou ser complementada com um segundo padrão para aproximação da pleura visceral, a síntese em Reverdin poderia ser uma opção viável e segura a ser utilizada na loborrafia após lobectomia pulmonar parcial em cães, apesar da ausência de estudos com esta sutura na técnica *in vivo*.

Os dois lobos pulmonares que receberam a síntese em Reverdin e falharam em manter a pneumostasia quando a pressão ventilatória alcançou o valor de 19,03 cmH₂O (Figura 26),

apresentaram fuga do ar de forma semelhante. Em ambos, ao longo da linha de sutura, foi observada ausência de vazamento exceto em único ponto de extravasamento lateral à linha de sutura devido ao surgimento de uma pequena laceração no lobo após insuflação pulmonar. De acordo com Arruda e Viana (2009) e Latona *et al.* (2018), este modelo de sutura manual dificilmente afrouxa quando há tensão tecidual, o que reforça seu uso em locais com maior tensão. No momento em que a pressão ventilatória foi sendo elevada, a tensão tecidual no lobo provavelmente foi maior em um determinado ponto o que pode ter provocado uma laceração pontual mesmo que pequena, e consequente extravasamento de ar no local em um parênquima que normalmente tem aspecto friável, fragilizado (Szkudlarek *et al.*, 2011).

No grupo de lobos pulmonares em que a sutura mecânica foi realizada com grampos metálicos a partir do grampeador cirúrgico linear TA (Figura 27), os resultados mostraram boa resposta quanto a pneumostasia na linha de sutura, sem diferença em relação aos demais grupos, embora em dois lobos tenham culminado em falha pelo escape de ar evidenciado lateralmente na linha de grampos, ainda em pressões ventilatórias fisiológicas a 13,59 cmH₂O e 19,03 cmH₂O. O hermetismo efetivo promovido pela síntese mecânica e observado neste presente estudo experimental, foi também reportado por outros autores. Larue *et al.* (1987) demonstraram o uso bem sucedido e seguro de grampos em pulmões de quase 40 animais representados por cães e gatos submetidos à cirurgia de lobectomia pulmonar para o tratamento de diferentes afecções acometendo o referido órgão, embora dois pacientes tenham apresentado pneumotórax no pós-operatório. Marvel e Monnet (2013) observaram mediana da ruptura de pressão das vias aéreas ocorrendo a 28 cmH₂O em lobo pulmonar *ex vivo* de cães, porém utilizando grampeador endoscópio EndoGIA 45 mm. Em outro estudo, utilizando também grampeador na toracoscopia realizado por Wormser *et al.* (2014), os autores submetem oito cães a lobectomias pulmonares parcial e total, e apesar da pressão de insuflação pulmonar não ter sido citada, todos os animais tiveram alta médica sem intercorrências intraoperatórias após a loborrafia com grampos cirúrgicos. Ferreira Filho *et al.* (1997) ao compararem dois principais métodos convencionais de síntese pulmonar após lobectomia parcial em oito cães, observou superioridade da sutura mecânica sobre a sutura manual com fio não absorvível, alegando entre outras vantagens, um melhor controle da aerostase ao se utilizar o grampeador cirúrgico na loborrafia pulmonar. A justificativa dos autores relaciona a maneira como os grampos se distribuem de forma padronizada ao serem inseridos no parênquima, diferentemente da síntese manual cuja disposição e força inserida na sutura realizada pelo cirurgião, tendem a ser variáveis e podem interferir na vedação tecidual. Tantraworasin *et al.* (2013) também defenderam eficiência dos grampos cirúrgicos sobre a sutura manual na síntese pulmonar de

pacientes humanos após observarem menor vazamento de ar no pós-operatório com uso do grampeador. Os autores alegam que a sutura manual é dependente da experiência do cirurgião, além de implicar em maior trauma provocado pela passagem da agulha no parênquima. Contudo, no presente estudo, não houve diferença estatística quanto a eficiência de aerostasia entre as suturas manuais e a sutura mecânica.

Ainda no atual estudo, a pneumostasia obtida pela sutura mecânica também pode ter sido relacionada a atenção que se teve ao garantir que a porção do parênquima em que seriam inseridos os grampos, recebesse compressão pelos mesmos, uma vez que Walshaw (1994) afirma ser comum o risco de vazamento nas extremidades da linha do grampo devido ao grampeamento incompleto. Para evitar vazamento de ar por falta de grampos inseridos, utilizou-se dois cartuchos de cor azul com largura total de 45 mm cada, e contendo fileira dupla de grampos, sendo a dimensão largura x altura, de cada um desses grampos quando abertos, de 4.0 x 3.5 mm. Ambos cartuchos foram inseridos em direções opostas ao lobo, como forma de garantir que as extremidades laterais do parênquima a ser grampeado estivessem cobertas por grampos, evitando-se assim vazamento de ar nessas regiões do lobo, uma vez que nenhuma área ficou descoberta. A presença de um cartucho de maior largura, como o de 60 mm, substituiria o uso dos dois cartuchos utilizados no estudo.

Um fato curioso observado neste experimento e que deve ser ressaltado, parece ter contrariado ao que normalmente é recomendado na literatura veterinária quando se trabalha com grampos cirúrgicos em parênquima pulmonar, em que a escolha da altura dos grampos para garantir a confecção de uma síntese mecânica perfeita, tem que ser condizente com a espessura do tecido ao qual os grampos serão inseridos (Walshaw, 1994). Conforme citado por Tobias (2007) e também pelo fabricante do material utilizado neste estudo, o cartucho azul do grampeador linear TA apresenta grampos com altura de 3.5 mm quando abertos, sendo reduzida para 1,5 mm quando fechados ao serem inseridos ao tecido. Tal informação chama a atenção uma vez que no estudo aqui conduzido, foram utilizados lobos pulmonares com diferentes valores de altura ou espessura do parênquima sendo a menor delas em 10,89 mm e a maior em 14,33 mm no grupo que recebeu a sutura mecânica, o que significa que foram valores superiores as alturas padronizadas nos grampos utilizados. Desta forma, com uma inserção incompleta do grampo sobre o parênquima, resultaria em parte do tecido sem a compressão mecânica e portanto, esperaríamos detectar uma falha na propriedade pneumostática, o que surpreendentemente não ocorreu, uma vez que os seis lobos não apresentaram diferenças quanto a esta variável avaliada em pressões fisiológicas.

Entretanto, o uso adequado e exclusivo de grampos na loborrafia pulmonar de cães, ainda que mostre qualidade na pneumostasia, não exclui o risco de permitir algum vazamento de ar durante a inflação pulmonar transoperatória e, portanto, alguma falha pode ser esperada ao longo da linha da sutura mecânica, como observado nos dois lobos do grupo que recebeu este tipo de síntese. Essa observação do escape de ar no local do grampo durante o teste de aerostasia, mesmo sob pressões ventilatórias fisiológicas foi documentada em outros estudos com pulmões de cães (Imhoff e Monnet, 2015). No estudo conduzido por Imhoff e Monnet (2015), três diferentes modelos de grampeadores cirúrgicos foram utilizados na loborrafia pulmonar de cadáveres caninos, com pressão de ruptura na linha de grampo ocorrendo em pressões iguais ou inferiores a 20 cmH₂O em alguns deles. Essa mesma observação de vazamento ao longo da linha de grampos foi feita por Marvel e Monnet (2013), ao utilizarem grampeador endoscópico EndoGia 45 mm para biópsia de lobo pulmonar de cães *ex vivo* e compararem com dispositivos seladores vasculares e suturas, afirmando o escape ser decorrente do trauma promovido pelos grampos, embora neste estudo, o tipo de implante foi considerado seguro pelo valor da mediana de pressão de ruptura não ter resultado em pressões inferiores a 20 cmH₂O. Hashimoto *et al.* (2011) afirma ainda que no momento de insuflação, logo após a rafia tecidual, o próprio grampo já inserido pode lacerar o tecido pulmonar resultando em orifícios mais largos e conseqüente escape de ar mesmo em pressões em torno de 20 a 25 cmH₂O, justificando assim o que pode ter acontecido com os dois lobos no presente estudo. Os próprios autores Ferreira Filho *et al.* (1997) apesar de afirmarem superioridade da sutura mecânica, relataram que um dos lobos pulmonares dos cães estudados necessitaram de uma sutura manual de reforço para controlar vazamento e sangramento no parênquima após uso do grampeador utilizado para loborrafia pulmonar parcial. O reforço pontual na linha de grampo também é recomendado por Walshaw (1994) e por Tobias (2007) com grampeamento adicional ou pela própria confecção da sutura manual sobre a área que demonstra fuga de ar. Complementar a linha de grampo com outros componentes cirúrgicos servindo de reforço à síntese mecânica poderia garantir melhor resistência à pressão de ruptura em níveis seguros de pressão ventilatória, esperando pressão de ruptura somente em níveis maiores, segundo Pinto Filho (2003), Roberson *et al.* (1998) e Hashimoto *et al.* (2011). No entanto, o atual estudo limitou-se a avaliação apenas de tratamentos individuais sobre os diferentes métodos de síntese, não sendo, portanto, avaliados em associação.

A adesividade eficiente fornecida pelo selante cirúrgico Glubran-2[®] utilizado para a síntese lobar em um dos grupos analisados não resultou em falha na aerostasia em nenhum dos seis pulmões quando submetidos a pressão ventilatória fisiológica e ainda foi capaz de demonstrar

maior segurança ao controlar o vazamento de ar ocorrendo ruptura somente quando exposto a pressões suprafisiológicas. Corroborando com estes achados, um estudo experimental com pulmões de coelhos, conduzido por Cagirici *et al.* (2007), utilizando o selante que contém apenas NBCA, um dos monômeros presente em Glubran-2[®], os autores demonstraram que dos 12 lobos pulmonares submetidos a ressecção em cunha, todos eles apresentaram vazamento de ar somente em pressões ventilatórias suprafisiológicas, sendo a menor pressão de ruptura registrada em 25 cmH₂O, menor até que a pressão de ruptura observada no atual estudo cujo valor foi de 27,19 cmH₂O, demonstrando assim, maior segurança após a loborráfia pulmonar.

O selante Glubran-2[®] é um dos representantes comerciais de NBCA, importante adesivo cirúrgico biodegradável sintético, sendo modificado pela adição do monômero de MS. Tem tido ampla utilização na medicina, como em cirurgias urológicas, ginecológicas, digestivas, neurológicas, cardiovasculares e torácicas por desempenhar ações hemostática, adesiva e aerostática, atuando de forma segura quando aplicado em diferentes tecidos orgânicos (Kull *et al.*, 2009; Ayyidiz e Ayyidiz, 2017; Valentim Filho *et al.*, 2021). Contudo, até então, não foram descritos e nem publicados relatórios utilizando o co-monômero Glubran-2[®] ou outro adesivo sintético que fosse composto pelo mesmo monômero de cianoacrilato em cirurgias envolvendo a ressecção pulmonar parcial em cães, exceto em pulmões de felinos, suínos, coelhos, ovelhas e seres humanos, cujas pesquisas mostram resultados semelhantes ao que foi encontrado no presente estudo com pulmões caninos (Ishizaki *et al.*, 2005; Cagirici *et al.*, 2007; Davoli *et al.*, 2009; Petter-Puchner *et al.*, 2010; Kosar *et al.*, 2012; Allama e Elaziz, 2019).

Estudos utilizando o adesivo sintético Glubran-2[®] em pulmões afirmam seu efeito de vedação hermética local na síntese pulmonar (Davoli *et al.*, 2009; Allama e Elaziz, 2019), embora alguns outros relatam controvérsia sobre sua eficácia, com resultados conflitantes (Alar *et al.*, 2013). No estudo conduzido por Davoli *et al.* (2009) utilizando como modelo experimental, 15 suínos submetidos a lobectomia pulmonar parcial, foi observado que o grupo que recebeu somente Glubran-2 (5/15), seguidos de expansão com pressão expiratória positiva de 10 cmH₂O no período intraoperatório, apresentaram vedação imediata e segura. No entanto, em 3 animais que receberam exclusivamente a cola cirúrgica, pneumotórax foi instalado no pós-operatório, mas com reversão do quadro e sobrevivência em todos os casos. É possível que tais resultados possam ter sido influenciados por alguma doença respiratória crônica inespecífica e subclínica, constatada em exames tanto macro quanto microscópicos dos animais utilizados na pesquisa, o que poderia contribuir pela falha apresentada neste grupo, embora estatisticamente não houvesse diferença entre os grupos avaliados, segundo os autores da pesquisa realizada. Em outro estudo, porém retrospectivo, não randomizado, desenvolvido por

Allama e Elaziz (2019), Glubran-2[®] foi um dos selantes sintéticos avaliados em pulmões de pessoas que apresentavam extravasamento de ar intraoperatório logo após síntese por métodos tradicionais. Apesar de não diferirem estatisticamente entre si, todos os selantes, inclusive Glubran-2[®] apresentaram uma tendência a controlar melhor o vazamento de ar durante a cirurgia. Entretanto, em 33 pacientes humanos submetidos à ressecção para carcinoma pulmonar de células não pequenas, o adesivo tecidual não reduziu o vazamento de ar prolongado no pós-operatório e ainda contribuiu para um maior custo cirúrgico que os 36 pacientes do grupo controle em que o adesivo não foi utilizado. Contudo, os autores alegam o número baixo das amostras analisadas o que pode não ter resultado em um melhor desfecho favorável a eficácia superior da cola cirúrgica (Alar *et al.*, 2013).

No estudo conduzido por Ishizaki *et al.* (2005), utilizando seis gatas híbridas submetidas a toracotomia intercostal para lobectomia pulmonar parcial, além do efeito hemostático também demonstrado, comprovou-se uma vedação hermética segura garantida após loborrafia parcial com uso de NBCA. Os resultados foram satisfatórios, apesar de não ter sido relatada a pressão ventilatória utilizada para avaliar a pneumostasia no transcirúrgico e nem a extensão de parênquima ressecado. No entanto, em virtude da recuperação clínica e dos resultados histopatológicos obtidos por biópsia dos fragmentos contendo o adesivo três semanas após a cirurgia, concluiu-se que este tipo de cianoacrilato seria um método alternativo seguro para loborrafia pulmonar parcial em gatos. A partir de exames radiográficos, pneumotórax foi observado em de 4 pacientes no pós-operatório imediato, e em 1 paciente no pós-operatório mediato (no segundo dia após a cirurgia) mas foi considerado residual, sem impacto clínico aos pacientes. A oclusão funcional no parênquima pulmonar promovida pelo selante é representada pela formação de uma fina película elástica de resistência elevada que se molda sobre o tecido, e torna a região tecidual firme dentro de 60 a 90 segundos, resultante da reação de polimerização exotérmica que o adesivo sofre ao interagir com a superfície orgânica úmida, onde estabelece ligações extremamente fortes com as proteínas teciduais garantindo boa vedação e resistência ao tecido pulmonar no local em que foi aplicado (Davoli *et al.*, 2009; Kull *et al.*, 2009; Carvalho *et al.* 2017). No experimento com pulmões de coelhos em que efeitos locais e sistêmicos foram investigados após uso do selante sintético de cianoacrilato. Carvalho *et al.* (2017) observaram macroscopicamente que a porção do parênquima pulmonar que recebeu o selante, encontrava-se com textura alterada e de consistência endurecida contendo o adesivo estável há quase um mês depois de ser aplicado, o que reforça a manutenção oclusiva e resistência deste produto na aerostasia pulmonar.

Neste atual estudo, apesar de não ter sido observada diferença entre os grupos quanto à ruptura sob pressão fisiológica, o selamento promovido pelo adesivo sintético contendo NBCA foi capaz de assegurar uma aerostasia eficiente em níveis pressóricos de ventilação suprafisiológica após lobectomia parcial em cães com pressão de ruptura superior à observada nos grupos G3 (Reverdin) e G4 (grampos). Pôde-se notar que todos os lobos do G5 que receberam Glubran-2[®] apresentaram pressão de ruptura somente quando marcaram 20 mmHg ou maior que 27,19 cmH₂O, sendo esta a menor pressão suprafisiológica registrada, e a maior em 80 mmHg (Figura 28) (108,76 cmH₂O). Resultado semelhante foi observado por Cagirici *et al.* (2007) os quais demonstraram através de um estudo experimental com 12 pulmões de coelhos, segurança elevada ao se utilizar o adesivo sintético na lobectomia parcial, cuja eficiência em manter aerostasia foi comprovada pelo extravasamento de ar somente em pressões ventilatórias maiores. De todos os pulmões avaliados, os registros mostraram pressões de ruptura que variaram entre 18,38 a 40,45 mmHg (25 a 55 cmH₂O). No presente estudo aqui discutido, dois dos seis lobos que receberam o selante sintético, apresentaram pressão de ruptura (60 e 80 mmHg) acima da pressão máxima registrada por Cagirici *et al.* (2007), cujo valor foi de 55 cmH₂O, evidenciando assim, mais uma vez a segurança elevada em se utilizar o adesivo sintético de cianoacrilato em cirurgia pulmonar. Outros resultados até mais semelhantes também foram reportados a partir de um estudo experimental realizado por Kosar *et al.* (2012) ao utilizarem o mesmo tipo de selante na síntese lobar de 20 pulmões de ovelhas e inflá-los a pressões suprafisiológicas de 40, 60 e 80 mmHg. Os autores notaram que a maioria dos lobos não apresentaram vazamento de ar na região selada pelo adesivo, exceto um percentual menor de 20 % dos lobos que resultaram em falha da aerostasia, cujo escore de intensidade classificado foi considerado mínimo.

Dos seis lobos em que o selante foi aplicado e que apresentaram pressão de ruptura somente em níveis pressóricos ventilatórios elevados, um deles alcançou pressão máxima de ruptura em 80 mmHg (108,76 cmH₂O), sendo 5,4 vezes superior à pressão determinada como fisiológica neste estudo. Kosar *et al.* (2012) relataram resultados ainda mais impressionantes com o uso do adesivo sintético no parênquima pulmonar de ovelhas ao notar que mesmo após expandir os pulmões a uma pressão positiva de 80 mmHg, 80 % deles garantiram uma manutenção da aerostasia, o que reforça o emprego extremamente seguro quanto a pneumostasia em se utilizar o adesivo de cianoacrilato apenas como único método de síntese pulmonar.

No presente estudo, os lobos pulmonares caninos dos 3 grupos que receberam as diferentes suturas manuais (sapateira com contínua simples, contínua sobreposta com contínua simples e Reverdin) confeccionadas com o mesmo tipo de fio cirúrgico, não foram capazes de manter

aerostasia em níveis pressóricos de 40 mmHg, assim como demonstrado por Kosar *et al.* (2012), uma vez que todos eles romperam em valores menores que esta pressão. No entanto, destas suturas manuais, somente o grupo que recebeu a sutura em Reverdin apresentou diferença inferior significativa em relação ao grupo que recebeu o adesivo sintético. O escape de ar observado na linha de sutura manual mostrou ser oriundo do local por onde a agulha passava no parênquima, corroborando com a mesma observação relatada por Kosar *et al.* (2012). Os autores concluíram que a aerostasia promovida pela síntese efetuada pela sutura manual cujo padrão empregado na análise foi dupla camada de colchoeiro contínua horizontal confeccionada com fio de Poliglactina 910, mesmo fio utilizado nas suturas manuais deste presente estudo, foi inferior à síntese exercida pelo adesivo sintético de cianoacrilato, em todos os 20 pulmões de ovelhas avaliados à pressão ventilatória elevada.

No atual estudo, a excelente eficácia em manter a aerostasia pulmonar em níveis elevados de pressão nas vias aéreas demonstrada pelo adesivo sintético de cianoacrilato presente em Glubran-2[®], foi significativamente maior não somente à sutura manual de Reverdin, mas também superior à sutura mecânica por grampos (Figura 30).

A excelente vedação mantida pelo adesivo sintético pode ser explicada pela baixa viscosidade do selante quando em fase líquida, o que implica em um preenchimento e consequente adesão do mesmo em lacunas pequenas do parênquima pulmonar que outros métodos como as suturas manuais com fio cirúrgico e a síntese mecânica com grampos metálicos não conseguiriam alcançar (Kull *et al.*, 2009). Ainda, o que a torna superior em manter uma melhor aerostasia é o fato de que, durante sua aplicação, o selante sendo líquido, não lesiona o parênquima pulmonar, diferente da sutura manual, que ao ser confeccionada a partir do fio cirúrgico, resulta em trauma tecidual provocado pela agulha, conforme já explicado por Tantraworasin *et al.* (2013) e observado por Kosar *et al.* (2012). Da mesma forma, os grampos também resultam em trauma tecidual, mesmo que mínimo, quando são inseridos no parênquima, podendo resultar em vazamento de ar (Marvel e Monnet, 2013).

Uma observação importante sobre o uso do adesivo sintético utilizado neste estudo e que não foi comentada e nem citada no experimento *ex vivo* realizado por Kosar *et al.* (2012) com pulmões de ovelhas, é o fato de que em função da demora de secagem (pelo menos 10 a 15 minutos) do selante em todos os seis lobos em que foi aplicado, e por mais cuidado que se tivesse ao aplicá-lo somente na área do parênquima ressecado, era inevitável garantir que não drenasse algum conteúdo mínimo do selante ainda na fase líquida para áreas não desejáveis, isto é, em áreas não ressecadas localizadas proximalmente à área de síntese. O grande problema disso é que, quando o selante sofria polimerização, adquirindo a forma de adesivo, traumatizava

a superfície pulmonar não ressecada conforme os pulmões eram pressurizados com pressões mais altas, resultando em vazamentos de ar pontuais por onde o produto havia escorrido. No entanto, de acordo com Kull *et al.* (2009) e Davoli *et al.* (2009), em condições de temperaturas adequadas e na presença de iniciadores como o sangue ou outro fluido orgânico, o tempo de secagem de NBCA é instantâneo, ocorrendo reação de polimerização exotérmica, e em um minuto e meio no máximo, transforma-se em uma película firme e resistente sobre o tecido, o que dificilmente levaria a um risco de drenar para superfície pulmonar adjacente não ressecada. No experimento, o tempo elevado para secagem não evitou a formação do adesivo, mas implicou em atraso da reação de polimerização do selante necessária para sua adesão facilitando sua drenagem por áreas não desejáveis do tecido pulmonar.

Uma limitação deste estudo, deve-se aos fatos de que os lobos pulmonares estudados como modelo experimental desta pesquisa, além de serem provenientes de cães *ex vivo*, tais pulmões foram avaliados fora da cavidade torácica, condição esta que inviabiliza uma distensão e retração pulmonar adequadas durante o ciclo respiratório (Robinson, 2008; Wilson e Benumof, 2013). Desta forma, pode-se dizer que nestas condições, impossibilita-se uma avaliação clínica e precisa dos métodos de síntese submetidos a repetições ou variações de pressões ventilatórias, se fossem com animais vivos ou com os pulmões alojados no interior do tórax. Por mais que se tivesse o cuidado de selecionar e utilizar somente pulmões macroscopicamente normais extraídos da caixa torácica e realizar o experimento dentro de poucas horas após o óbito, ainda sim, isso não seria possível. Logo, a segurança e manutenção da aerostasia constatada pelo adesivo tecidual quando em pressões ventilatórias elevadas em relação a sutura manual de revedin e grampos, e principalmente a segurança observada em todos os métodos que se mostraram resistentes a pressões de vias aéreas fisiológicas, não podem ser extrapoladas para avaliar um real impacto clínico em cães vivos.

Outra limitação deve-se ao fato de que as peças anatômicas utilizadas foram obtidas com base macroscópica de pulmões aparentemente normais, porém provenientes de animais com diagnóstico de Leishmaniose. Já se sabe que eventuais lesões microscópicas pulmonares podem estar presentes, uma vez que a disseminação do agente causador da *Leishmania* sp neste órgão poderia provocar infiltração inflamatória peribrônquica e proliferação de fibroblastos em tecido pulmonar, além de edema e congestão em parede alveolar, em níveis leves a graves e de extensão focal ou difusa, tanto em animais sintomáticos quanto assintomáticos, e que poderiam ser evidenciados histologicamente, informações estas não adquiridas neste estudo (Alves *et al.*, 2010). Isso significa que falhas na aerostasia em pressões mais baixas poderiam ser esperadas e também justificariam o que ocorreu com alguns lobos dos grupos das suturas manuais de

sapateiro, Reverdin e sutura mecânica com grampo, embora ainda sim, não tenham apresentado diferenças significativas com os demais grupos na eficiência da aerostasia. Tais alterações a nível microscópico, sendo por *Leishmania* sp ou alguma doença respiratória subclínica, poderiam interferir na complacência pulmonar e na vedação adequada, resultando em ruptura em pressões mais baixas, conforme observado em alguns lobos deste estudo (Alves *et al.*, 2010; Relave *et al.*, 2010; Marvel e Monnet, 2013).

7. CONCLUSÃO

Diante da análise dos resultados encontrados no modelo experimental deste estudo, após lobectomia parcial em terço médio do lobo pulmonar caudal direito de cães *ex vivo*, confirma-se:

- Propriedade pneumostática pelos seguintes métodos de síntese pulmonar avaliados: suturas manuais em padrão de sapateiro associada a contínua simples, contínua sobreposta associada a contínua simples e Reverdin, além da sutura mecânica promovida pelo grampeador cirúrgico linear TA 45 mm e do adesivo cirúrgico tecidual Glubran-2[®], não apresentando diferenças entre si em resistir a pressões ventilatórias fisiológicas (20 cmH₂O).

- Maior eficiência em garantir aerostasia sob influência de pressões ventilatórias supra-fisiológicas (superiores a 20 cmH₂O) demonstrada pelo adesivo cirúrgico tecidual Glubran-2[®], superior às suturas em padrão Reverdin e mecânica promovida pelo grampeador cirúrgico linear TA 45 mm, mas sem diferença em relação às suturas manuais de sapateiro associada a contínua simples e a contínua sobreposta também associada a contínua simples.

REFERÊNCIAS

- ALAR, T.; CEYLAN, K.; DUMAN, E. *et al.* Is Acrylate Co-monomer (Glubran-2) Useful in the Prevention of Prolonged Air Leaks After Pulmonary Lobectomy? *Indian J Surg.*, v. 75, n. 5, p. 373-376, 2013.
- ALEIXO, G.; TUDURY, E.; POTIER, G. Síntese. In: TUDURY, E.; POTIER, G. *Tratado de Técnica Cirúrgica Veterinária*. São Paulo: Med Vet, 2009. Cap. 10, p.141-157.
- AL-HYANI, O.H. A comparative study for lung biopsy in dogs. *Iraqi J Vet Sci.*, v. 25, n. 1, p.35-40, 2011.
- ALLAMA, A.; ABD ELAZIZ, M. Using tissue glues for decreasing alveolar air leak in thoracic surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.*, v. 27, n. 5, p. 369-373, 2019.
- ALVAREZ, F.; RIVERO, A.; LÓPEZ, J. *et al.* Feasibility of Large Gastrotomy Closure Using a Flexible Tissue Glue Based on N-Butyl-2-Cyanoacrylate: Experimental Study in Pigs. *J Gastrointest Surg*, v. 23, n. 1, p. 247–255, 2019.
- ALVES, G.; PINHO, F.; SILVA, S. *et al.* Cardiac and pulmonary alterations in symptomatic and asymptomatic dogs infected naturally with *Leishmania (Leishmania) chagasi*. *Braz J Med Biol Res.*, v. 43, n. 3, p. 310-315, 2010.
- ARAKI, M.; TAO, H.; SATO, T. *et al.* Creation of a uniform pleural defect model for the study of lung sealants. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, v. 134, n. 1, p. 145-151, 2007.
- ARRUDA, M.; VIANA, B. Sutura Cirúrgica. In: _____. *Suturas Cirúrgicas*. Fortaleza: Premium, 2009, p.15-29.
- AYYILDIZ, S.; AYYILDIZ, A. Cyanoacrylic tissue glues: Biochemical properties and their usage in urology. *Turk J Urol.*, v. 43, n. 1, p.14-24, 2017.
- BLEAKLEY, S.; DUNCAN, C.; MONNET E. Thoracoscopic Lung Lobectomy for Primary Lung Tumors in 13 Dogs. *Vet Surg.*, v. 44, n. 8, p. 1029-35, 2015.
- BLEAKLEY, S.; PHIPPS, K.; PETROVSKY, B. *et al.* Median sternotomy versus intercostal thoracotomy for lung lobectomy: A comparison of short-term outcome in 134 dogs. *Vet Surg.*, v. 47, n. 1, p. 104-113, 2017.

BLUMENTHAL, S.; SKOULA, C.; GORDON, B. Relationship between inspiratory pressure and tidal volume in the anesthetized canine. *Lab Anim Sci.*, v. 48, n. 1, p. 69-73, 1998.

BOUDREAU, B.; NELSON, L.; CAREY, S. *et al.* Spontaneous pneumothorax secondary to reactive bronchopneumopathy in a dog. *J Am Vet Med Assoc.*, v. 242, n. 5, p. 658–662, 2013.

CAGIRICI, U.; CETIN, Y.; CAKAN, A. *et al.* Experimental use of N-butyl cyanoacrylate tissue adhesive on lung parenchyma after pulmonary resection. *Thorac Cardiovasc Surg.*, v. 55, n. 3, p.180-188, 2007.

CAPRIOLI, R.; ARGENTA, F.; HAMMERSCHMITT, M. *et al.* Achados patológicos e imunohistoquímicos de neoplasmas pulmonares primários em caninos na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 38, n. 6, p. 1151-1158, 2018.

CARVALHO, M.; MARCHI, E.; FRUCHI, A. *et al.* Local and systemic effects of fibrin and cyanoacrylate adhesives on lung lesions in rabbits. *Clinics*, v.72, n. 10, p. 624-628, 2017.

CASE, J.; MAYHEW, P.; SINGH, A. Evaluation of video-assisted thoracic surgery for treatment of spontaneous pneumothorax and pulmonary bullae in dogs. *Vet. Surg.* v. 44, p. 31-38, 2014.

CASHA, A.; BERTOLACCINI, L.; CAMILLERI, L. *et al.* Pathophysiological mechanism of post-lobectomy air leaks. *J Thorac Dis.*, v. 10, n. 6, p. 3689-3700, 2018.

CASTRO, M. *Princípios Básicos da Ventilação Mecânica em Cães*. 2011. 33f. Monografia (Curso de Pós-graduação Lato sensu em Residência em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CERDÁ, D.; BALLESTER, A.; VALERO, A. *et al.* Use of cyanoacrylate adhesives in general surgery. *Surg Today*. v. 45, n. 1, p.939-956, 2015.

COOVER, H.; JOYNER, F.; SHEARER, J. *et al.* Chemistry and performance of cyanoacrylate adhesive. *J Soc Plast Eng.* v. 15, n. 1, p. 413-417, 1959.

CRONIN, A.; PUSTELNIK, S.; OWEN, L. *et al.* Evaluation of a pre-tied ligature loop for canine total lung lobectomy. *Vet Surg.*, v. 48, n.4 p.570-577, 2019.

DAVOLI, F.; SELITRI, F.; BRANDOLINI, J. *et al.* Use of coagulant spray glue (Glubran 2) for aerostatic purposes in pulmonary parenchyma resections in pigs: a preliminary study. *Eur Surg Res.*, v. 43, n. 4, p. 360-364, 2009.

DU, H.; YAMADA, Y.; ORII, R. *et al.* Beneficial effects of the prone position on the incidence of barotrauma in oleic acid-induced lung injury under continuous positive pressure ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand.*, v. 41, n. 6, p. 701-707, 1997.

DUARTE, A.; SANTOS, E. Suturas mecânicas. *Rev. Col. Bras. Cir.*, v. 29, n. 5, p. 300-303, 2002.

EVANS, H.; LAHUNTA, A. The Respiratory System. In: _____. *Miller's Anatomy of the Dog*. 4. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders, 2013. Cap. 8, p. 342-359.

FAION, A.; DIOGO FILHO, A.; ALCANTARA, T. *et al.* Ethyl2-cyanoacrylate as a sealant after partial cecum resection in *rattus norvegicus albinus*. *Rev Col Bras Cir.*, v. 38, n. 1, p. 45–53, 2011.

FERREIRA FILHO, J.; JUNIOR, N.; TORTELLY, R. *et al.* Comparação entre sutura convencional com fio de poliéster e sutura com grampos de aço inoxidáveis na lobectomia parcial pulmonar. Estudo experimental em cães (*Canis familiaris*). *R. bras. Ci. Vet.*, v.4, n.3, p.127-130, 1997

GUEIROS, V.; BORGES, A.; SILVA, J. *et. al.* Utilização do adesivo metil-2-cianoacrilato e fio de náilon na reparação de feridas cutâneas de cães e gatos. *Cienc Rural*. v. 31, n. 2, p. 285-289, 2001.

GUYTON, A.; HALL, J. Ventilação Pulmonar. In: _____. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Cap. 37, p.489-500.

HARE, W. Sistema Respiratório do Carnívoro. In: SISSON, S.; GROSSMAN, J.; GETTY, R. *Anatomia dos animais domésticos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. Vol.2, Cap. 52, p.472-1474.

HARTSFIELD, S. Airway management and ventilation. In: TRANQUILLI, W.; THURMAN, J.; GRIMM, K. (editors). *Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 4. ed. USA: Blackwell Publishing, 2007. p. 495–531.

HASHIMOTO, A.; KUWABARA, M.; HIRASAKI, Y. *et al.* Reduction of air leaks in a canine model of pulmonary resection with a new staple-line buttress. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, v. 142, n. 2, p. 366–371, 2011.

IMHOFF, D.; MONNET E. Inflation Pressures for Ex Vivo Lung Biopsies After Application of Graduated Compression Staples. *Vet Surg.*, v. 45, n. 1, p. 79-82, 2016.

INGRACIO, A. *Técnicas Cirúrgicas. Suturas e nós cirúrgicos*. Caxias do Sul: EDUCS editora, 2017. Disponível em <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-tecnica-cirurgica_2.pdf> Acesso: 12 mar. 2020.

IOANNIDIS, G.; LAZARIDIS, G.; BAKA, S. *et al.* Barotrauma and pneumothorax. *J Thorac Dis.*, v.7, p.S38-S43, 2015.

ISHIZAKI, M.; REIS, A.; SALOMÃO JÚNIOR, E. *et al.* O n-butil cianoacrilato na lobectomia pulmonar parcial em felinos. Estudo experimental. *Cienc Rural*, v. 35, n. 1, p. 109-115, 2005.

JANG, J.; KIM, J. Cyanoacrylate tissue adhesive for the management of corneal perforation in dogs: a report of three cases. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, v. 43, n. 5, p. 698-705, 2019.

KITSHOFF, A.; LOUWAGIE, J.; OR M. *et al.* Biomechanical properties of celiotomy wounds closed with tape and cyanoacrylate versus intradermal sutures. *Vet Surg.*, v. 47, n. 8, p.1087-1093, 2018.

KONIG, H.; LIEBICH, H. *Anatomia dos animais domésticos: Texto e atlas colorido*. Porto Alegre: Artmed, 2004. Vol. 2, Cap. 8, p.97-102.

KOSAR, A.; KAPICIBASI, H.; ALPAY, A. *et al.* The Experimental Use of N-Butyl Cyanoacrylate Tissue Adhesive in Pulmonary Wedge Resections. *Heart, Lung Circ.*, v. 21, n. 11, p.711–714, 2012.

KUDUR, M.; SATHISH, B.; SRIPATHI, H. *et al.* Sutures and suturing techniques. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.*, v.75, p.425-434, 2009.

KULL, S.; MARTINELLI, I.; BRIGANTI, E. *et al.* Glubran2 surgical glue: in vitro evaluation of adhesive and mechanical properties. *J Surg Res.*, v.157, n. 1, p. 15-21, 2009.

LAKSITO, M.; CHAMBERS, B.; YATES, G. Thoracoscopic-assisted lung lobectomy in the dog: report of two cases. *Aust Vet J.*, v.88, n.7, p. 263-267, 2010.

LANSDOWE, J.; MOENNET, E.; TWEDT, D. *et al.* Thoracoscopic lung lobectomy for treatment of lung tumors in dogs. *Vet Surg.*, v.34, n.5, p.530-535, 2005.

LARUE, S.; WITHROW, S.; WYKES, P. Lung Resection Using Surgical Staples in Dogs and Cats. *Vet Surg.*, v.16, n.3, p.238–240, 1987.

LATONA, J.; TANNOURI, S. Fundamentals of Sutures, Needles, Knot Tying, and Suturing Technique. In: PALAZZO, F.; PUCCI, M. *Fundamentals of General Surgery*. USA: Springer, 2018. p.39-63. Disponível em: < <http://doi.org/10.1007/978-3-319-75656-1>> Acessado em 16 abr. 2020.

LIPSCOMB, V. Surgical staplers: toy or tool? *In Practice*, v. 34, n. 8, p. 472–479, 2012.

LIPSCOMB, V.; HARDIE, R.; DUBIELZIG, R. Spontaneous Pneumothorax Caused by Pulmonary Blebs and Bullae in 12 Dogs. *J Am Anim Hosp Assoc.*, v. 39, n. 5, p. 435–445, 2003.

MaCPHAIL, C. Biomateriais, Suturas e Hemostasias. In: FOSSUM, Thereza. *Cirurgia de Pequenos Animais*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. Cap. 8, p.222-265.

MaCPHAIL, C. Cirurgia do Sistema Respiratório Inferior. In: FOSSUM, T. *Cirurgia de Pequenos Animais*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. Cap 30, p.2703-2794.

MAROLF, A.; GIBBONS, D.; PODELL, B. *et al.* Computed tomographic appearance of primary lung tumors in dogs. *Vet Radiol Ultrasound.*, v. 52, n. 2, p. 168-172, 2011.

MARVEL, S.; MONNET, E. Ex Vivo Evaluation of Canine Lung Biopsy. *Vet Surg.*, n.42, p. 473–477, 2013.

MAYHEW, P.; HUNT, G.; STEFFEY, M. *et al.* Evaluation of short-term outcome after lung lobectomy for resection of primary lung tumors via video-assisted thoracoscopic surgery or open thoracotomy in medium- to large-breed dogs. *J Am Vet Med Assoc.*, v. 243, n. 5, p. 681-688, 2013.

MENDOZA, 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, 2019.

MONNET, E. Lungs. In: ORTON, C; MONNET, E. *Small Animal Thoracic Surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins, 2018. Cap 15, p.129-137.

MONNET, E. Lungs. In: TOBIAS, K.; JOHNSTON, S. *Veterinary surgery small animal*. 3.ed. St. Louis: Elsevier, 2017. Vol.1, Cap.103, p.1983-1999.

MOULTON, J.; VON TSCHARNER, C.; SCHNEIDE, R. Classification of Lung Carcinomas in the Dog and Cat. *Vet. Pathol.*, v. 18, n. 1, p. 513-528, 1981.

NAGAIHIRO, I.; ANDOU, A.; AOE, M. *et al.* Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: a comparison of VATS and conventional procedure. *Ann Thorac Surg.*, v. 72, n. 2, p. 362–365, 2001.

NALIN, R.; CAVALHO, M.; VECINA, M. Selantes e adesivos tissulares utilizados em ressecções pulmonares e suas repercussões no período pós-operatório. *J Health Sci Inst.*, v.35, n.1, p.38-43, 2017.

NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA. 6ª edição. Ithaca: Word Association of Veterinary Anatomists, 2017. Disponível em: <<http://www.wava-amav.org/wava-documents.html>>. Acesso: 13 jun. 2021.

OLMEDA, B.; MARTINEZ-CALLE, M.; PÉREZ-GIL, J. Pulmonary surfactant metabolism in the alveolar airspace: Biogenesis, extracellular conversions, recycling. *Ann Anat.*, v. 209, p. 78–92, 2017.

PACHECO-CEBALLOS, M.; TORRES-VELÁZQUEZ, M.; OROPEZA-MARTÍNEZ, I. *et al.* Comparison of healing times between N-butyl cyanoacrylate and polyglycolic acid in canines subjected to sterilization. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, v. 66, n. 1, p. 35-42, 2019.

PETRELLA, F.; SPAGGIARI, L. Prolonged air leak after pulmonary lobectomy. *J Thorac Dis.*, (Suppl 15):S1976-S1978, 2019.

PETTER-PUCHNER, A.; SIMUNEK, M.; REDL, H. *et al.* A comparison of a cyanoacrylate [corrected] glue (Glubran) vs. fibrin sealant (Tisseel) in experimental models of partial pulmonary resection and lung incision [corrected] in rabbits. *J Invest Surg.*, v. 23, n. 1, p. 40-47, 2010.

PEYCKE, L. Facilitation of Soft Tissue Surgery: Surgical Staplers and Vessel Sealing Devices. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, v. 45, n. 3, p. 451-461, 2015.

PINTO FILHO, D. Estudo sobre a eficácia da aerostasia pulmonar, em modelo animal, utilizando diferentes tipos de suturas. *J. Pneumologia*, v. 29, n. 5, p. 295-301, 2003.

SAMPAIO, I. Estudo de dispersão de frequência. In: _____. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2002. p.107-121.

RELAVE, F.; DAVID, F.; LECLÈRE, M. *et al.* Thoracoscopic lung biopsies in heaves-affected horses using a bipolar tissue sealing system. *Vet Surg.*, v. 39, n. 7, p.839-846, 2010.

REZENDE, M. Pulmonary barotrauma e pneumothorax during anesthesia. *Clinician's Brief*, p. 68-71, 2018. Disponível em: <<https://www.cliniciansbrief.com/article/pulmonary-barotrauma-pneumothorax-during-anesthesia>>. Acesso em 5 abr. 2020.

ROBERSON, L.; NETHERLAND, E.; DHILLON, R. *et al.* Air leaks after surgical stapling in lung resection: a comparison between stapling alone and stapling with staple-line reinforcement materials in a canine model. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, v. 116, n. 2, p. 353-354, 1998.

ROBINSON, N. Função respiratória. In: CUNNINGHAM, J.; KLEIN, B. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p.571-608.

SALCI, H.; BAYRAM, A.; CELIMLI, N. *et al.* Evaluation of thoracic trauma in dogs and cats: a review of seventeen cases. *Iran J Vet Res.*, v. 11, n. 4, 2010.

SCHMIEDT, C. Suture Material, Tissue Staplers, Ligation Devices, and Closure Methods. In: TOBIAS, Karen; JOHNSTON, Spencer. *Veterinary surgery small animal*. 3.ed. St. Louis: Elsevier, 2018. Cap. 16, p.210-224.

SKUPIN, A.; GOMEZ, F.; HUSAIN, M. *et al.* Complications of transthoracic needle biopsy decreased with isobutyl 2-cyanoacrylate: a pilot study. *Ann Thorac Surg.*, v. 43, n. 4, p. 406-408, 1987.

SUBOTIC, D.; HOJSKI, A.; WIESE, M.; LARDINOIS, D. Use of staplers and adverse events in thoracic surgery. *J Thorac Dis*, v. 11, n. 9, p. 216-221, 2019.

SURGICAL STITCHES AND KNOTS. Coloured pencil drawing. In: Wellcome Collection Website. London, 2021. Disponível em: <<https://wellcomecollection.org/works/xn6wtqvp>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

SZKUDLAREK, A.; SINCERO, P.; SOUSA, R. *et al.* Adesivo cirúrgico de etil-2-cianoacrilato em lobectomia parcial em ratos. *J Bras Pneumol.*, v. 37, n. 6, p. 729-734, 2011.

TANTRAWORASIN, A.; SEATEANG, S.; BUNCHUNG MONGKOL, N. Staplers versus hand-sewing for pulmonary lobectomy: randomized controlled trial. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals.*, v. 22, n. 3, p. 309-314, 2013.

TILLSON, D. Thoracic Surgery; Important Considerations and Practical Steps. *Vet Clin North Am: Small Anim Pract.*, v. 45, n. 3, p. 489-506, 2015.

TOBIAS, K. Surgical Stapling Devices in Veterinary Medicine: A Review. *Vet Surg.*, v. 36, n.4, p. 341–349, 2007.

TORIUMI, D.; RASLAN, W.; FRIEDMAN, M. *et al.* Histotoxicity of cyanoacrylate tissue adhesives. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.*, v. 116, n. 5, p. 546-550, 1990.

VALENTIM, F.; PARDINHO, L.; AVENA, K. *et al.* Uso da cola de cianoacrilato como alternativa em procedimentos cirúrgicos: uma revisão integrativa. *Res Soc Dev.*, v. 10, n. 2, e28310212592, 2021.

WALSHAW, R. Stapling Techniques in Pulmonary Surgery. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v.24, n.2, p.335–366, 1994.

WELLS, F.; COONAR, A. Surgical Lung Biopsy. In:____. *Thoracic Surgery Techniques*. Cambridge: Springer, 2018. p.103-104.

WILSON, W.; BENUMOF, J. Physiology of the Airway. In: HAGBERG, Carin. *Benumof and Hagberg's Airway Management*. USA: Saunders, 2013. p.118-158.e4. Disponível em: <doi:10.1016/b978-1-4377-2764-7.00005-1> Acesso: 26 dez. 2021.

WORMSER, C.; SINGHAL, S.; HOLT, D. *et al.* Thoracoscopic-assisted pulmonary surgery for partial and complete lung lobectomy in dogs and cats: 11 cases (2008–2013). *J Am Vet Med Assoc.*, v. 245, n. 9, p. 1036-1041, 2014.

WSAVA, World Animal Veterinary Association. Guideline Body Condition Score. Global nutrition committee. 2011. Disponível em: <<https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/01/Body-Condition-Score-Dog.pdf>>. Acesso: 05 jan. 2022.

YOO, S.; KIM, D.; KIM, K. *et al.* Lung Lobectomy Using a Thoracoabdominal Stapler for Primary Lung Tumor in Two Dogs. *J Vet Clin.*, v. 34, n. 1, p. 50-53, 2017.

ZIARNIK, E.; GROGAN, E. Postlobectomy Early Complications. *Thorac Surg Clin*, v. 25, n. 3, p. 355–364, 2015.

ZIGIRIADIS, E. Pulmonary and Bronchotracheal Trauma. In: VELMAHOS, G. DEGIANNIS, E.; DOLL, D. *Penetrating Trauma: A Practical Guide on Operative Technique and Peri-Operative Management*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2012. p.259-267. Disponível em: <<https://www.springer.com/gp/book/9783662498576>>. Acesso: 10 jun. 2020.

ZOCCHI, L. Physiology and pathophysiology of pleural fluid turnover. *Eur Respir J.*, v. 20, n. 6, p.1545-1558, 2002.

ANEXOS

ANEXO 01 – Documento Protocolo Comissão de ética no Uso Animal (CEUA)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Prezado(a):

Esta é uma mensagem automática do sistema Solicite CEUA que indica mudança na situação de uma solicitação.

Protocolo CEUA: 236/2020
Título do projeto: Estudo comparativo da aerostasia promovida por diferentes métodos de síntese após lobectomia pulmonar parcial em cães – Modelo cadavérico (Projeto de Pesquisa)
Finalidade: Pesquisa
Pesquisador responsável: Rodrigo dos Santos Horta
Unidade: Escola de Veterinária
Departamento: Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária

Situação atual: [Decisão Final - Aprovado](#)

Aprovado na reunião on-line do dia 07/12/2020. Validade: 07/12/2020 à 06/12/2025
Belo Horizonte, 07/12/2020.

Atenciosamente,

Sistema Solicite CEUA UFMG
https://aplicativos.ufmg.br/solicite_ceua/

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3409-4516
www.ufmg.br/bioetica/ceua - cetea@prpq.ufmg.br

ANEXO 02 – Certificado CEUA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Estudo comparativo da aerostasia promovida por diferentes métodos de síntese após lobectomia pulmonar parcial em cães – Modelo cadavérico (Projeto de Pesquisa)", protocolo do CEUA: 236/2020 sob a responsabilidade de Rodrigo dos Santos Horta que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 07/12/2020.

Vigência da Autorização	07/12/2020 a 06/12/2025
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5
Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5
Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5
Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5
Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5

Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / SEM RAÇA DEFINIDA
Nº de animais	5
Peso/Idade	15kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	HV UFMG/ CCZ BH

Considerações posteriores:

07/12/2020	Aprovado na reunião on-line do dia 07/12/2020. Validade: 07/12/2020 à 06/12/2025
------------	---

Belo Horizonte, 07/12/2020.

Atenciosamente,

Sistema Solicite CEUA UFMG
https://aplicativos.ufmg.br/solicite_ceua/

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3409-4516
www.ufmg.br/bioetica/ceua - cetea@prpq.ufmg.br