

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

MARCELO BORGES DOS SANTOS JUNIOR

**Implante de nova prótese helicoidal de nitinol para a correção de  
colapso traqueal**

Campos dos Goytacazes

Setembro 2020

MARCELO BORGES DOS SANTOS JUNIOR

**Nova técnica para implante prótese helicoidal de nitinol para a  
correção de colapso traqueal**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal na área de Concentração de Sanidade Animal

Orientador: Prof. Dr. André Lacerda de Abreu Oliveira

CAMPOS DOS GOYTACAZES

Setembro 2020

MARCELO BORGES DOS SANTOS JUNIOR

**Nova técnica para implante prótese helicoidal de nitinol para a correção de colapso traqueal**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal na área de Concentração de Sanidade Animal

Aprovada em 02 de setembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Adriana Jardim de Almeida (Doutora, Ciência Animal – Professora associada –UENF)

---

Prof. Antonio Peixoto Albernaz (Doutor, Ciência Animal – Professor associado – UENF)

---

Prof. Felipp da Silveira Ferreira (Doutor. Ciência Animal – UENF)

---

Jussara Peters Scheffer (Doutora. Ciência Animal - UENF)

---

Prof. André Lacerda de Abreu Oliveira (Doutor, Cirurgia Geral – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor associado – UENF)

Aos meus pais, Marizete Coelho Borges e Marcelo Borges dos Santos e meu irmão Hugo Rafael Coelho Borges e minha grande amiga Adelly Caroline Mota por todo o apoio nessa fase.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, presente em todos os momentos de minha vida, sempre me guiando e dando forças para conquistar meus objetivos. Através da fé, consegui muitas realizações, dentre as quais, incluo essa fase de doutoramento.

Agradeço aos meus pais que em todos os momentos de minha vida me apoiaram em minhas decisões, sofreram junto comigo e também compartilharam minhas alegrias. Ao meu pai, exemplo de homem trabalhador, que sempre me deu motivos para continuar minha jornada. Minha amada mãe, que mesmo nos momentos de dificuldade estava pronta para me dar carinho, amor e proteção. Ao meu irmão e minha cunhada que me apoiaram em minhas decisões e especialmente a minha grande amiga Adelly por ter estado ao meu lado na maior parte do tempo, dando-me apoio para conclusão de mais uma etapa de minha vida.

A todos os coelhos que proporcionaram a realização deste experimento, tendo em vista que, sem eles, nada teria sido possível.

Aos alunos da graduação que auxiliaram durante toda a execução do projeto, desde os cuidados básicos com os animais até a execução do experimento. Sem vocês, não seria possível a obtenção destes resultados. Assim sendo, muito obrigado a cada um de vocês: Gustavo, Kelly e Júlia.

A todos os colegas e amigos da pós-graduação que me auxiliaram na execução do projeto, sem vocês o mesmo não teria acontecido. Portanto os meus mais profundos agradecimentos a cada um, e, em especial a Tainara, Luciana, Scarlath, Thiago, Paula, Livia e Isabela.

A meu orientador Prof. Dr. André Lacerda de Abreu Oliveira por ter me proporcionado a oportunidade de realizar esta pós-graduação e, claro, por todos os ensinamentos, tanto científicos como pessoais.

À direção e todos os colegas da Unidade de Experimentação Animal da Unversidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro que fizeram parte de minha formação profissional, auxiliando em distintos momentos.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense, onde concluí minha Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência animal, e pela estrutura física que possibilitou a maior parte de meu aprendizado.

Ao Conselho Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, que auxiliou na realização da Pós-Graduação por meio da bolsa concedida.

## SUMÁRIO

1. introdução .....	11
2. Justificativa .....	13
3. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo geral.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4. Revisão bibliográfica.....	15
4.1 Anatomia traqueal e etiopatogenia do colapso traqueal.....	15
4.2 Sinais clínicos e diagnóstico do colapso traqueal .....	16
4.3 Manejo medicamentoso e estadiamento do colapso traqueal.....	19
5. Material e métodos .....	22
5.1 Modelo experimental e local de realização do experimento.....	22
5.2 Protocolo anestésico .....	24
5.3 Procedimento cirúrgico .....	25
5.4 Colocação de prótese helicoidal.....	27
5.5 Protocolo antimicrobiano e analgésico .....	28
5.6 Avaliação tomográfica .....	29
5.8 Eutanásia.....	30
5.9 Achados de necropsia .....	30
5.10 Análise estatística.....	31
6 Resultados.....	32
6.1 Complicações pós-operatórias .....	32
6.2 tempos operatórios .....	38
6.3 Diâmetros traqueais.....	39
7 discussão.....	46
8 Conclusões .....	53
9 Referências.....	55

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Coelhos da raça Nova Zelândia, aclimatados individualmente no biotério da Unidade de Experimentação Animal (UEA/UENF). Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....23
- Figura 2 - Posicionamento adequado para correta exposição do campo operatório e colocação de prótese helicoidal de nitinol (Intrak®). Fonte: Arquivo Pessoal, 2016. ....25
- Figura 3 - Técnica cirúrgica para colocação de *stent* extra luminal helicoidal em coelho (InTrak®). A: Campo operatório. B: Visualização do campo operatório após incisão de pele e subcutâneo e início da divulsão dos grupos musculares. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....26
- Figura 4 - Visualização da traqueia cervical de coelhos. A: Dissecção de tecido peritraqueal. B: Retração cranial da traqueia com auxílio de pinça hemostática curva. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....27
- Figura 5 - Colocação da prótese helicoidal de nitinol em coelho (InTrak®). A: colocação de prótese extra luminal na traqueia cervical em direção caudal a entrada do tórax. B: Prótese adequadamente posicionada, detalhe para sutura (seta) confeccionada ao redor do anel traqueal e da prótese, com fio polipropileno 4-0. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.28
- Figura 6 – Imagem de traqueia obtida durante necropsia do coelho com alterações clínicas de paralisia de laringe. Nota-se rompimento de nervo laringo recorrente esquerdo (seta). Fonte: Arquivo Pessoal, 2019. ....33
- Figura 7 – Imagem de pulmão obtida durante necropsia do coelho assintomático. Nota-se granuloma pulmonar (seta), observado em um dos animais de G1. No presente animal fora isolado *Staphylococcus intermedius*. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....34
- Figura 8 – Imagem de pulmão obtida durante necropsia do coelho que veio a óbito. Nota-se Pulmão de coelho acometido por broncopneumonia (setas). Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....36
- Figura 9 – Imagem de laringe obtida durante necropsia de animal com ruídos respiratórios. Visualização macroscópica de secreção espumosa em trato respiratório de animal acometido por edema pulmonar (seta). Fonte: arquivo pessoal, 2019. ....37
- Figura 10 – Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia cervical, realizada no segundo anel traqueal, caudal a laringe. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....40
- Figura 11 - Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia na entrada do tórax, realizada em anel traqueal na altura do manúbrio. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....41



Figura 12 - Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia na intratorácica, realizada no último anel traqueal cranial a carina. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.42

Figura 13 - Imagem tomográfica, plano sagital, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Nota-se mensuração de distância de implantação da prótese helicoidal de nitinol. Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....43

Figura 14 – Reconstrução volumétrica tridimensional de imagens tomográficas com 1,25mm de espessura, obtidas pelo programa Osirix Lite® v.11.0.2. Note prótese helicoidal de nitinol implantada dentro do tórax de maneira extraluminal (seta). Fonte: Arquivo pessoal, 2019. ....44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais complicações observadas durante a experimentação.....	37
Tabela 2 - Tempos operatórios.....	39
Tabela 3 - Diâmetros mensurados a partir de exames tomográficos.....	45

## 1. INTRODUÇÃO

O colapso de traqueia (CT) é uma doença degenerativa e progressiva, que afeta principalmente *pets* de meia idade a idosos. Até o presente momento, não se sabe todo o mecanismo fisiopatológico por detrás dessa alteração, mas alguns autores já demonstraram que os anéis traqueais de animais acometidos apresentam degeneração com concomitante diminuição de glicosaminoglicanos e hipocelularidade. Tais alterações acarretam maior fragilidade cartilaginosa, e afrouxamento da membrana traqueal. Conseqüentemente, há um colapso dinâmico da traqueia (LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019).

Sabe-se que os animais mais acometidos são cães de pequeno porte, sendo algumas raças mais frequentemente observadas, tais como: shih-tzu; chihuahua; maltês; Lulu da Pomerânia; Yorkshire terrier; Pinscher. Além de maior prevalência nessas raças, observa-se ainda maior ocorrência de sinais clínicos em pacientes obesos e mais velhos (ROZANSKI, 2015; JEUNG *et al.*, 2019; LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019).

Pacientes acometidos podem apresentar distintos sinais clínicos inerentes ao trato respiratório. Contudo, a tosse seca e alta é o sinal clínico mais frequentemente observado. Além desta, intolerância a exercícios, cianose, dispneia e síncope podem se fazer presentes (LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019).

Os tratamentos medicamentosos, atualmente utilizados para o manejo de pacientes com CT visam diminuir o estresse respiratório, sendo assim, melhorar a qualidade de vida dos mesmos. São inúmeras as abordagens terapêuticas já relatadas, dentre elas a utilização de corticoesteróides, antitussígenos, broncodilatadores, antibióticos, na presença de infecção secundária e até mesmo a utilização de esteroides androgênicos como o stanozolol (ADAMAMA-MORAITOU *et al.*, 2011; KORMAN & WHITE, 2013; LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019).

Contudo o manejo terapêutico nem sempre se mostra eficaz, e o paciente continua apresentando alta frequência de sinais clínicos, sendo muitas vezes necessário manejo cirúrgico para prover melhor qualidade de vida a esses pacientes. Não há um consenso de qual é a técnica cirúrgica mais adequada para o tratamento do CT. Porém diferentes metodologias já foram descritas, desde abordagens para a

colocação de próteses de polipropileno extraluminais, previamente relatadas por HOBSON (1976), à colocação de próteses intraluminais confeccionadas a partir de nitinol (MORITZ *et al.*, 2004; BEAL, 2013; TINGA *et al.*, 2015; SUEMATSU *et al.*, 2019).

Sabe-se que poucos estudos buscaram compreender e estabelecer melhores protocolos terapêuticos para o CT em cães. Portanto, devido as altas taxas de complicações relatadas nas técnicas cirúrgicas preconizadas, bem como a biocompatibilidade do material utilizado nessas próteses, faz-se necessária a realização de novos estudos que busquem melhores taxas de sucesso e menores taxas de complicações no manejo de CT em cães, a fim de garantir melhor qualidade e expectativa de vida a estes pacientes.

Assim sendo, tem-se como hipótese deste estudo a utilização de nova prótese helicoidal de nitinol, para resolução do CT intratorácico, com consequente estabilização traqueal e menores complicações respiratórias geradas pelo CT nos pacientes acometidos. Espera-se que essa prótese mostre-se efetiva em relação à técnica operatória, bem como na redução das complicações trans ou pós operatórias.

## 2. JUSTIFICATIVA

Diferentes métodos cirúrgicos já foram previamente descritos para o CT em animais. Contudo são inúmeras as complicações existentes após realização das diferentes técnicas. Algumas dessas complicações podem e são evitadas com alguns cuidados intensivos. Ainda assim, é grande o número de óbitos de pacientes, especialmente no pós-operatório.

Destarte, visando a minimização de tais complicações e perdas, justifica-se a presente investigação como uma forma de viabilizar uma nova técnica operatória associadas ao uso de uma prótese extraluminal biocompatível de nitinol, em que pese o acesso cirúrgico cervical para a implantação da mesma no segmento torácico traqueal.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Desenvolver técnica cirúrgica para implante de prótese extraluminal intratorácica, confeccionada a partir de material biocompatível (nitinol).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a viabilidade da técnica cirúrgica para implantação intratorácica de próteses de nitinol em coelhos hípidos da raça Nova Zelândia por meio de acesso cervical.
- Avaliar a viabilidade da técnica cirúrgica para o implante intratorácico.
- Avaliar possíveis alterações clínicas induzidas nos animais após a realização da técnica cirúrgica.
- Avaliar possíveis complicações clínicas por meio de tomografia computadorizada após realização da técnica cirúrgica.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Anatomia traqueal

A traqueia é um órgão tubular semirrígido que liga o trato respiratório superior ao trato respiratório inferior. Estende-se desde a cartilagem laringiana cricóide até a carina, localizada aproximadamente entre a quarta e quinta vértebras torácicas e é composta por aproximadamente 35 anéis cartilagosos incompletos, cujo formato lembra a letra “C”. Esses anéis interligam-se ventralmente e lateralmente por ligamentos fibroelásticos anulares e dorsalmente pelo músculo traqueal (SANTOS-JUNIOR *et al.*, 2016; TAPPIN, 2016).

O aporte sanguíneo da traqueia é realizado por artérias e veias tireóideas cranial e caudal, artérias e veias broncoesofagianas e pelas jugulares internas. É inervada por componentes simpáticos, provenientes do gânglio cervical médio e do tronco simpático e por fibras parassimpáticas derivadas do nervo laríngeo recorrente (SUN *et al.*, 2008; JOHNSON & POLLARD, 2010; MAGGIORE, 2014; ALLEN, 2015; AKIL *et al.*, 2017). Vale ainda ressaltar que anatomicamente não há grandes variações entre a traqueia de diferentes mamíferos terrestres, exceto no que diz respeito a comprimento e largura.

### 4.2 Etiopatogenia do colapso traqueal

A real causa do CT não é bem elucidada. A idade para aparecimento do CT é variável e existem relatos desde animais jovens com apenas 6 meses de idade a animais idosos com mais de 10 anos de idade (TAPPIN, 2016; SUEMATSU *et al.*, 2019).

Atualmente, considera-se que o colapso traqueal pode tanto ser primário e de origem congênita, como secundário à inflamação crônica. Alguns trabalhos demonstraram que o CT está associado a maior maleabilidade dos anéis traqueais devido à redução de glicosaminoglicanos e sulfato de condroitina (JOHNSON & POLLARD, 2010).

Essas alterações acarretam mudanças da matriz traqueal com menor retenção de água e conseqüente diminuição da rigidez cartilaginosa, permitindo um “achatamento” dorso ventral das cartilagens traqueais, ou seja, colapso traqueal dinâmico (TAPPIN, 2016).

Alguns fatores secundários podem ainda justificar a ocorrência do CT, tais como substâncias irritantes ou doenças respiratórias crônicas que podem ser fatores desencadeantes dos sinais clínicos. Assim sendo, quanto maior a incidência dos sinais respiratórios, maior pode ser a resposta inflamatória e pior o quadro clínico do CT (BECKER *et al.*, 2012; MAGGIORE, 2014; TAPPIN, 2016).

Além disso, conforme evolução e cronicidade dos sinais clínicos, haverá um conseqüente aumento da inflamação traqueal, o que desencadeia edema traqueal, alterações e falhas do aparato mucociliar e aumento da secreção de muco com menor depuração deste (TAPPIN, 2016).

A origem do CT parece ser multifatorial e associada tanto a alterações inflamatórias crônicas, como possível componente hereditário. (SUEMATSU *et al.*, 2019; DELLA MAGGIORE, 2020).

Além de cães, o CT é também relatado em outras espécies animais, sendo comumente associado a condições congênitas, intubação endotraqueal, ventilação prolongada traumas torácicos, inflamação respiratória crônica, asma, e doença tireóidea em seres humanos (ALLEN, 2015; DELLA MAGGIORE, 2020).

O CT pode acometer tanto a porção cervical como a porção torácica da traqueia. Contudo, devido as diferentes pressões exercidas ao longo do ciclo respiratório, haverá o colapso da porção cervical durante a inspiração e torácica durante a expiração (DELLA MAGGIORE, 2020).

Além disso, quando há o acometimento dos brônquios principais o paciente apresenta o que é denominado de broncomalácia, sendo que o mesmo paciente pode apresentar tanto o CT como a broncomalácia em uma condição denominada de traqueobroncomalacia (ADAMAMA-MORAITOU *et al.*, 2012; MAGGIORE, 2014; TINGA *et al.*, 2015; DELLA MAGGIORE, 2020).

#### **4.3 Sinais clínicos e diagnóstico do colapso traqueal**



O diagnóstico baseia-se principalmente na observação dos sinais clínicos, tais como: tosse seca e alta, dispneia, cansaço fácil, cianose e síncope. O principal sinal clínico é a tosse que costuma ser mais evidente em momentos de maior euforia, bem como após ingestão de água ou compressão do pescoço de maneira forçada, ou seja, quando o paciente por algum motivo faz maior estímulo traqueal, como em momentos de excitação ou de passeio com coleira cervical. Além disso, é muito comum que a tosse ocorra após tração do pescoço durante um passeio com coleira cervical (CHICK WEISSE, 2019; SUEMATSU *et al.*, 2019; TAWFIK *et al.*, 2019; DELLA MAGGIORE, 2020).

Os sinais clínicos são geralmente persistentes e costumam acontecer por meses a anos, até o diagnóstico do paciente, visto que o tutor muitas vezes não procura auxílio médico em um primeiro momento (TAPPIN, 2016; NAVAS-BLANCO *et al.*, 2018; JEUNG *et al.*, 2019).

O CT normalmente acomete cães miniatura ou de pequeno porte com idades variadas desde 6 meses de idade a 15 anos. Os sinais clínicos tendem a piorar com a idade e, conseqüentemente, o diagnóstico é realizado (TAPPIN, 2016).

Pacientes com CT podem ainda ter acometimento de outras porções do trato respiratório, sendo muito comum a ocorrência de broncomalácia, ou seja, fragilidade dos brônquios principais, estando essa anomalia associada a 45-83% dos casos de CT (DELLA MAGGIORE, 2020).

A broncomalacia por si só é muito comumente diagnosticada em cães de diversos tamanhos, e possui alta prevalência em cães braquicefálicos, afetando até 87% destes, o que sugere causa diferente do CT, apesar geralmente serem condições associadas (ROZANSKI, 2015; DELLA MAGGIORE, 2020).

Além disso, o CT é muito comumente diagnosticado em pacientes com bronquite eosinofílica ou bronquite crônica. Assim sendo, a ocorrência de tosse e sinais clínicos respiratórios após contato com substâncias irritantes ao trato respiratório, ou seja, alterações alérgicas que corroboram para piora do quadro de inflamação brônquica e conseqüente aparecimento ou piora dos sinais clínicos.

Quadros de cianose ou síncope são menos comuns, mas podem se fazer presentes no decorrer da doença, uma vez que alterações respiratórias crônicas podem levar a quadros de hipertensão pulmonar devido as lesões. Assim sendo,

sinais inerentes a hipertensão pulmonar podem acometer os pacientes, além disso, podem ocorrer quadros obstrutivos das vias aéreas devido à inflamação recorrente (REINERO *et al.*, 2020).

Durante avaliação física de pacientes com CT, é muito comum a ausculta de alterações respiratórias inflamatórias, tais como estertores secos, bem como presença de sibilos, especialmente em pacientes com maior acometimento da traqueia cervical. Contudo é sempre importante a diferenciação desses sons de outras prováveis anomalias respiratórias como a paralisia de laringe que pode estar presente em até 60% dos casos (DELLA MAGGIORE, 2020).

Além disso, esses pacientes costumam apresentar normopneia à discreto aumento do esforço respiratório. Durante palpação traqueal, especialmente em pacientes com CT cervical, é comum o chamado reflexo de tosse positivo devido à maior inflamação na região da traqueia cervical. O esforço respiratório e os ruídos respiratórios por si só podem ser mais exacerbados durante a inspiração, quando há acometimento da traqueia cervical ou durante a expiração quando há acometimento da traqueia torácica (CHICK WEISSE, 2019; SUEMATSU *et al.*, 2019; TAWFIK *et al.*, 2019).

Os principais métodos diagnósticos para o CT envolvem exames de imagem, tal como a radiografia torácica. Para melhor diagnóstico é importante a realização da radiografia nos diferentes momentos respiratórios, tanto na inspiração como na expiração, uma vez que a maior pressão inspiratória facilitará o aparecimento do colapso cervical, bem como a maior pressão intratorácica durante a expiração auxiliará no aparecimento do colapso intratorácico. Além disso, pode-se ainda utilizar técnica de compressão traqueal com pera de borracha para facilitar o diagnóstico de CT cervicais (LINDL BYLICKI *et al.*, 2015).

Contudo vale ressaltar que, para a correta obtenção das imagens, o paciente precisará, na maioria das vezes, ser anestesiado, uma vez que o fator excitação naturalmente aumenta a frequência respiratória, dificultando ou impossibilitando a obtenção das imagens nas diferentes fases respiratórias (DELLA MAGGIORE, 2020).

Além da radiografia, outros métodos de imagem podem auxiliar no diagnóstico definitivo do CT, como a fluoroscopia que é um método de radiografia

dinâmico, o que possibilita a visualização do trato respiratório tanto na inspiração como na expiração (MACREADY *et al.*, 2007; WILLIAMS *et al.*, 2016; LEE *et al.*, 2017b).

A utilização de ultrassonografia cervical para o diagnóstico de CT também já foi relatada. Contudo poucos autores mostraram uma boa correlação, uma vez que a presença de ar na traqueia acaba por atrapalhar a obtenção das imagens e dificulta o diagnóstico (RUDORF *et al.*, 1997; EOM *et al.*, 2008).

Além desses, a realização de traqueobroncoscopia pode ser definitiva no diagnóstico do CT, bem como a presença de broncomalacia de pacientes broncopatas. A partir da visualização traqueoscópica, será possível, também, identificar maior inflamação bem como acúmulo de secreções traqueais que podem corroborar para piora do quadro clínico (BASSO *et al.*, 2008; JOHNSON *et al.*, 2015; LINDL BYLICKI *et al.*, 2015; LOKHANDE *et al.*, 2018).

Por fim, existe ainda a possibilidade de identificação do CT a partir da tomografia computadorizada, esse é o principal método utilizado em seres humanos, por ser capaz de adquirir maior quantidade de imagens radiográficas com pequenas espessuras de cortes, ou seja, é possível a aquisição de maior informação em vários cortes radiográficos que diferenciam-se uns dos outros por poucos milímetros, essas imagens podem então ser utilizadas para reconstruções tridimensionais, auxiliando inclusive no planejamento cirúrgico (WILLIAMS *et al.*, 2016; LEE *et al.*, 2017a; CLARKE, 2018; DELLA MAGGIORE, 2020).

#### **4.4 Manejo medicamentoso e estadiamento do colapso traqueal**

O CT pode ser subdividido em quatro estádios, são eles: Estádio 1, pacientes que possuem diminuição do lúmen traqueal de até 25%; Estádio 2, pacientes que possuem diminuição do lúmen traqueal entre 25-50%; Estádio 3, pacientes com diminuição do lúmen traqueal entre 50-75%; estágio 4, paciente com diminuição do lúmen traqueal superior a 75% (DELLA MAGGIORE, 2020).

Vários são os medicamentos para o manejo terapêutico do CT. Na maioria dos casos, associações entre antitussígenos, broncodiladores e antiinflamatórios esteroidais são utilizados com bons resultados. Contudo muitos pacientes, especialmente quando possuem a doença em estádios mais avançados não respondem bem ao tratamento, sendo, portanto, necessário manejo cirúrgico para garantir qualidade de vida (JEUNG *et al.*, 2019; LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019; DELLA MAGGIORE, 2020).

A tosse é a principal responsável pelo desconforto respiratório dos pacientes. Sabe-se que diversos mecanismos podem induzir o aparecimento da tosse, especialmente a presença de substâncias broncoconstritoras tais como: acetilcolina, histamina, serotonina, leucotrienos e prostaglandinas, que são estimuladas em inflamações crônicas ou em respostas alérgicas como nos pacientes com bronquite eosinofílica (ALIPRANDI *et al.*, 2002; MANNINI *et al.*, 2017).

Assim sendo, a utilização de medicamentos broncodilatadores como a teofilina, uma metilxantina, desempenha importante papel no controle desse sinal clínico. Além disso, corticoesteroides auxiliam por diminuir a resposta inflamatória e consequentemente reduz a tosse e a progressão do CT. Contudo vale ressaltar que corticoesteroides bem como metilxantinas não são isentos de efeitos deletérios a longo prazo (TAPPIN, 2016; JEUNG *et al.*, 2019; DELLA MAGGIORE, 2020).

A utilização de corticoesteroides inalados, como o dipropionato de beclometasona ou a fluticasona, apresentam menores efeitos colaterais e melhor resposta terapêutica por terem uma ação local. Sabe-se ainda que a utilização de corticoesteróide inalado é mais eficaz no controle de inflamações respiratórias do que medicamentos sistêmicos. Além disso, há menor absorção sistêmica e consequentemente menores efeitos colaterais quando comparado a corticoesteroides orais (BEXFIELD *et al.*, 2006; MAGGIORE, 2014; ROZANSKI, 2014; TAPPIN, 2016)

#### **4.5 Manejo cirúrgico do CT**

Pacientes que não obtêm resultado satisfatório com o manejo medicamentoso, e pacientes com CT mais avançados, estágio 3 e 4, são candidatos para a realização do manejo cirúrgico. Há diferentes técnicas previamente relatadas para a correção do CT. Desde técnicas na qual colocam-se próteses intraluminais, ou seja, no interior da traqueia, a próteses extraluminais (TANGNER & HOBSON, 1982; AYRES & HOLMBERG, 1999; JOHNSON, 2000; JOHNSON & POLLARD, 2010).

A colocação de anéis extraluminais, confeccionados a partir de seringas de 3mL e implantados ao redor da traqueia, foi o primeiro manejo cirúrgico relatado por HOBSON (1976) para a correção do CT. Desde então, muitos trabalhos mostraram a viabilidade e complicações observadas nos pacientes que receberam tais anéis. Bem como a taxa sobrevivência e qualidade de vida desses pacientes (TANGNER & HOBSON, 1982; CHISNELL & PARDO, 2014; TINGA *et al.*, 2015)

Um dos grandes problemas associados à técnica de implante de anéis extraluminais, previamente relatado, era a confecção desses anéis, realizada a partir do corte de seringas, o que compromete o quesito biocompatibilidade e padronização do implante. Assim sendo, começaram-se a produção e comercialização de anéis específicos para o manejo do CT (C-shaped extraluminal ring prostheses, New Generation Devices, Glenrock, NJ<sup>®</sup>). Contudo tais anéis são recomendados apenas para a correção do CT cervicais, e a biocompatibilidade do material utilizado ainda é discutível (CHISNELL & PARDO, 2014).

Sabe-se que a diminuição do lúmen traqueal ocorre devido a um achatamento dorso-ventral dos anéis traqueais, ou seja, para que aconteça tal diminuição, faz-se necessário um deslocamento lateral dos anéis traqueais. Portanto, além da utilização de anéis extraluminais, há relatos da utilização de prótese extraluminal helicoidal ou em espiral, que objetiva a diminuição do achatamento traqueal, uma vez que promove uma maior sustentação da traqueia e, conseqüente, melhor qualidade de vida (KIRBY *et al.*, 1991; COYNE *et al.*, 1993; LOPEZ-MINGUEZ *et al.*, 2019; SUEMATSU *et al.*, 2019).

Além da utilização de próteses extraluminais, há a possibilidade de utilização de *stents* intraluminais autoexpansíveis, confeccionados de uma liga metálica. Essas próteses conferem sustentação à traqueia, de dentro para fora,

impedindo, portanto, a diminuição do lúmen traqueal (CHISNELL & PARDO, 2014; NAVAS-BLANCO *et al.*, 2018).

Essas próteses são confeccionadas de nitinol, material biocompatível amplamente utilizado em outros implantes, tais como: filtros de veias cavas e próteses cardíacas. Além disso, o nitinol é uma liga de níquel e titânio o que confere melhor capacidade de deformação ao metal, ou seja, o mesmo tem boa capacidade de estiramento sem prejuízo de sua função.(KIM *et al.*, 2008; SURA & KRAHWINKEL, 2008; DURANT *et al.*, 2012; BERANEK *et al.*, 2014).

Como a técnica para o implante dos *stents* intraluminais é menos invasiva, quando comparada às técnicas extraluminais, esse manejo cirúrgico é o mais utilizado atualmente. Contudo, quando levamos em conta as complicações que podem ser geradas pela presença de uma prótese em contato com a mucosa traqueal, os pacientes parecem ter maior quantidade de complicações e menor qualidade de vida do que os pacientes manejados por técnicas extraluminais (CHISNELL & PARDO, 2014; CHICK WEISSE, 2019).

Assim sendo, diferentes próteses e aprimoramento de técnicas vem sendo desenvolvidas a fim de melhores resultados no manejo do CT, uma vez que essa é uma doença recorrente e que prejudica a qualidade de vida dos pacientes, especialmente de meia idade a idosos (ROSENHECK *et al.*, 2017; SUEMATSU *et al.*, 2019; VIOLETTE *et al.*, 2019).

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Modelo experimental e local de realização do experimento**

O protocolo experimental deste estudo foi previamente submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF sob o número de protocolo 467. O ensaio foi realizado em 12 coelhos (*Oryctolagus cuniculus*), da raça Nova Zelândia

provenientes de biotério experimental da Unidade de Experimentação Animal (UEA-UENF).

Os animais foram utilizados como modelo experimental visto que são animais dóceis e de fácil manejo, bem como possuem semelhanças anatômicas do trato respiratório, comparadas aos cães, guardadas as devidas proporções de tamanhos.

Os animais selecionados eram todos adultos, fêmeas e pesavam entre 2,74 e 4,2kg, passaram previamente por avaliação clínica, para comprovação de sua higidez e foram aclimatados, individualmente, em gaiolas de arame como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 - Coelhos da raça Nova Zelândia, aclimatados individualmente no biotério da Unidade de Experimentação Animal (UEA/UENF). Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Todos os animais receberam água e ração comercial balanceada adequadamente à espécie, *ad libitum*, feno como auxílio na diminuição do estresse

dos animais e receberam atenção e cuidado médico veterinário durante todo o período experimental.

Os coelhos foram igualmente subdivididos em dois grupos experimentais, após seleção aleatória: Grupo 1 ou falso operado (SHAM); Grupo 2 ou operado. Todos foram pesados e monitorados individualmente para identificação de possíveis alterações comportamentais que pudessem ser sinais de estresse, dor ou doença.

Todos os animais foram manejados diariamente por pessoas treinadas e capacitadas. Além disso, toda a metodologia empregada obedeceu aos preceitos da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório.

## **5.2 Protocolo anestésico**

Inicialmente todos os animais receberam medicação pré-anestésica (MPA) constituída por cetamina ( $40 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e cloridrato de xilazina ( $5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), administrado por via intramuscular. Após período de 15 minutos, foram realizadas tricotomias e posterior antissepsia, com solução alcoólica de Clorexidina 0,5%, do pavilhão auricular esquerdo, local onde foi realizado acesso venoso periférico, com auxílio de cateter 22 Gauge (22G) para posterior indução anestésica e realização de demais medicamentos, conforme houvesse necessidade.

A indução anestésica foi realizada com propofol ( $5 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) por via endovenosa e, os animais foram posteriormente mantidos com isoflurano.

A manutenção foi realizada com máscara inalatória, sendo vaporizado isoflurano (2-3,5v%) e oxigênio (2L/min), durante todo o procedimento cirúrgico. Ao término do procedimento cirúrgico a vaporização de isoflurano era interrompida, e o animal era mantido apenas com vaporização de oxigênio até a completa recuperação anestésica.



### 5.3 Procedimento cirúrgico

Os procedimentos cirúrgicos foram realizados no centro cirúrgico, previamente desinfetado e preparado, do Setor de Técnicas Cirúrgicas do Hospital Veterinário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF.

Todos os animais foram previamente preparados em sala específica e, após realização de MPA e canulação, todos os animais foram posicionados em decúbito dorsal para realização de tricotomia em região ventral do pescoço.

A tricotomia estendeu-se desde o aspecto caudal da mandíbula até o manúbrio dos animais, estendendo-se lateralmente por toda a região cervical, a fim de garantir boa antissepsia, e campo operatório amplo.

Posteriormente à correta tricotomia e constatação de plano anestésico, os animais foram adequadamente posicionados em decúbito dorsal, fora posicionado pano de campo dobrado dorsalmente ao pescoço dos animais, para melhor exposição do campo operatório assim como exemplificado na Figura 2.

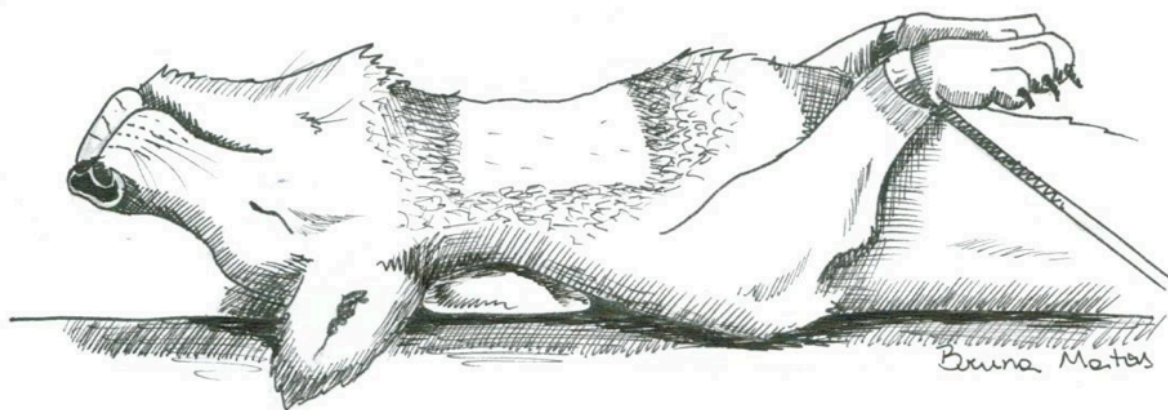


Figura 2 - Posicionamento adequado para correta exposição do campo operatório e colocação de prótese helicoidal de nitinol (Intrak®). Fonte: Arquivo Pessoal, 2016.

Após correto posicionamento, realizou-se prévia antissepsia com auxílio de solução de Clorexidine 4% degermante e posteriormente, realizada de maneira asséptica, utilizou-se solução alcoólica de Clorexidina 0,5%.

Por conseguinte, procedeu-se com a colocação de panos de campo para correto isolamento do campo operatório. A incisão de pele e tecido subcutâneo foi posteriormente realizada, com auxílio de lâmina de bisturi nº21, estendendo-se desde a cartilagem cricóide até a entrada do tórax dos animais.

Após incisão de pele e tecido subcutâneo, foi realizada divulsão dos músculos esternohioideo e esternocefálico até correta visualização traqueal como pode ser observado na Figura 3.

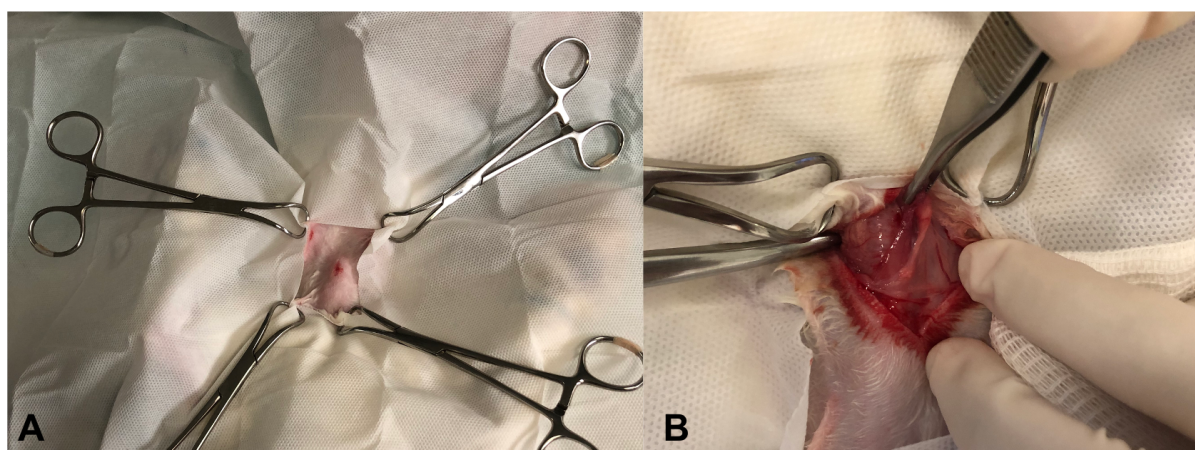


Figura 3 - Técnica cirúrgica para colocação de *stent* extra luminal helicoidal em coelho (InTrak®). A: Campo operatório. B: Visualização do campo operatório após incisão de pele e subcutâneo e início da divulsão dos grupos musculares. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Uma vez identificada a traqueia, procedeu-se com dissecção do tecido peritraqueal, com auxílio de tesoura de Metzemaum, até completa exposição da traqueia cervical, sempre com especial cuidado para não haver lesão dos nervos laringorecorrentes e tão pouco da própria traqueia, como pode ser observado na Figura 4A.

Depois da correta exposição traqueal e com auxílio de pinça hemostática curva, procedeu-se com cuidadosa tração cranial da traqueia para realizar dissecção

do tecido peritraqueal na entrada do tórax, sempre com cuidadosa manipulação e correta visualização das estruturas adjacentes a traqueia, como pode ser observado na Figura 4B. Por fim procedeu-se com dissecação digital às cegas até correta palpação da região mediastinal dos animais.

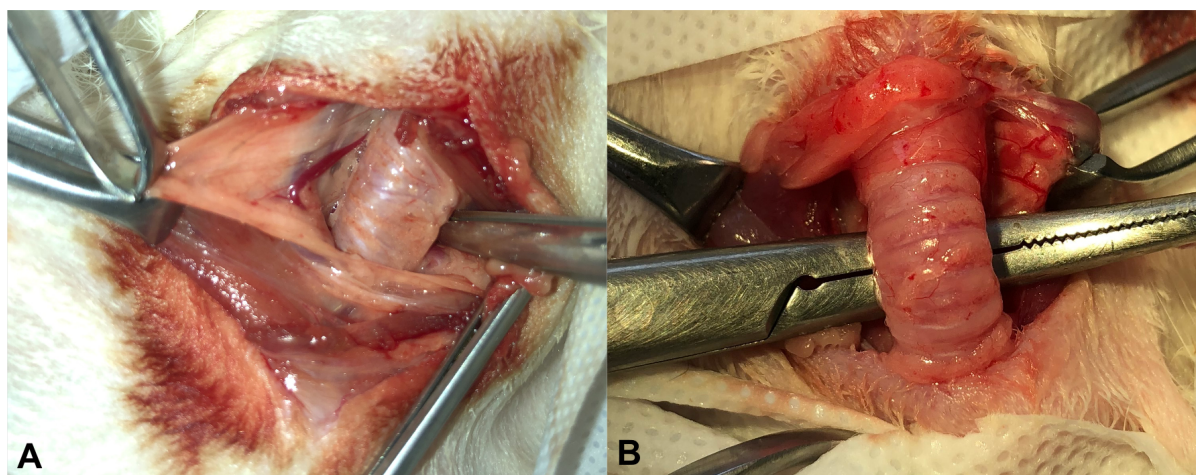


Figura 4 - Visualização da traqueia cervical de coelhos. A: Dissecação de tecido peritraqueal. B: Retração cranial da traqueia com auxílio de pinça hemostática curva. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

#### 5.4 Colocação de prótese helicoidal

Após corretas dissecação e identificação da região mediastinal por parte do cirurgião responsável, procedeu-se com a colocação de prótese helicoidal extraluminal, confeccionada de Nitinol com 0,7mm de espessura, 6mm de largura e 42mm de comprimento (InTrak® A7-0642-7V). Somente os animais do Grupo 2 receberam a prótese.

As próteses foram todas posicionadas a partir do terceiro anel traqueal e em movimentos circulatorios em direção caudal, Figura 5A. Após total colocação ao redor da traqueia, elas foram deslocadas, de maneira cautelosa, pelo cirurgião, para o interior do tórax e após posicionadas adequadamente, na região mediastinal, foram fixadas.

Para fixação, utilizou-se fio polipropileno 4-0 e confeccionaram-se duas suturas, ao redor do anel traqueal e prótese, uma em uma região mais cranial e uma em uma região caudal, visando o não deslocamento da prótese na cavidade mediastinal.

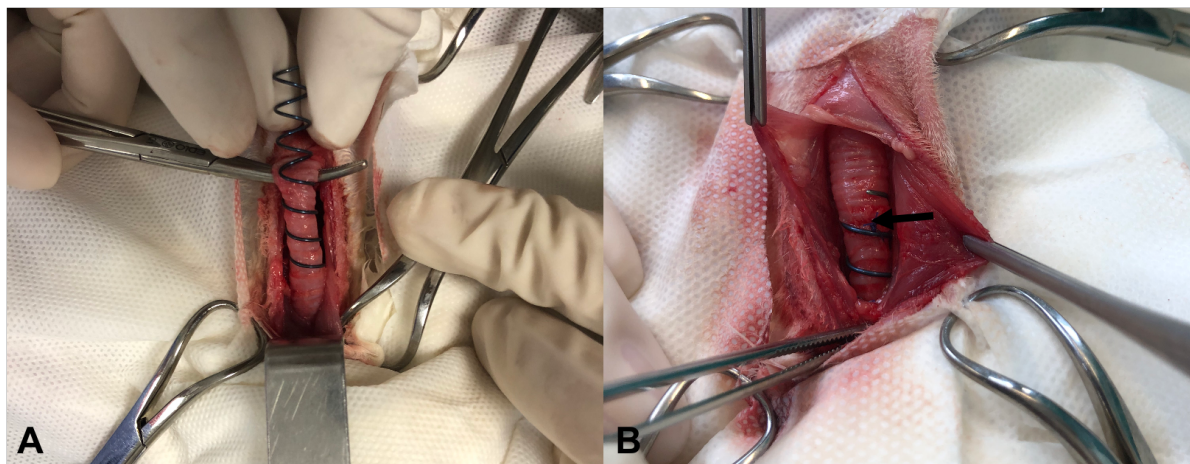


Figura 5 - Colocação da prótese helicoidal de nitinol em coelho (InTrak®). A: colocação de prótese extra luminal na traqueia cervical em direção caudal a entrada do tórax. B: Prótese adequadamente posicionada, detalhe para sutura (seta) confeccionada ao redor do anel traqueal e da prótese, com fio polipropileno 4-0. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Após correta fixação da prótese, foi realizada a rafia com sutura contínua simples das fáscias musculares dos músculos esternohioideo e esternocéfálico, com posterior redução de tecido subcutâneo com padrão de Cushing e rafia de pele com sutura contínua simples.

### 5.5 Protocolo antimicrobiano e analgésico

Todos os animais, de ambos grupos, receberam terapia antimicrobiana no pós-cirúrgico, fora utilizado enrofloxacina na dose de 8 mg.kg<sup>-1</sup> SID, administrado por via oral por período de 5 dias.

Para analgesia, utilizou-se dipirona 12 mg.kg<sup>-1</sup> BID por 5 dias, associado a tramadol 5 mg.kg<sup>-1</sup> BID por 5 dias e cetoprofeno 1 mg.kg<sup>-1</sup> SID por 3 dias, todos os medicamentos analgésicos foram administrados por via oral.

## **5.6 Avaliação tomográfica**

Todos os animais foram submetidos a exame tomográfico imediatamente após o ato operatório e 14 dias após. Os exames tomográficos foram realizados para identificar possíveis complicações inerentes ao ato operatório, no primeiro momento, ou complicações tardias que pudessem ter sido geradas pela presença da prótese em um segundo momento, bem como o correto posicionamento da prótese e/ou seu deslocamento nos animais pertencentes ao Grupo 2.

Para realização de tomografia computadorizada, todos os animais foram anestesiados, seguindo o mesmo protocolo de anestesia previamente descrito. A aquisição das imagens foi realizada com auxílio de tomógrafo Lightspeed<sup>®</sup>, com 32 canais, da GE Healthcare<sup>®</sup>, foram realizadas projeções de pescoço e tórax, em cortes axiais, coronais, sagitais e reconstrução de volume em 3 dimensões, com 1,25 milímetros de espessura em cada imagem.

Todas as imagens foram reconstruídas pelo programa Osirix Lite<sup>®</sup> v.11.0.2 e analisadas por observador experiente em diagnóstico por imagem. O padrão de presença ou não de complicações foi observado, bem como mensurações do diâmetro traqueal em três diferentes porções da traqueia: Traqueia cervical (segundo anel traqueal, caudal a laringe); Entrada do tórax (anel traqueal na altura do manúbrio); Torácica (último anel traqueal cranial a Carina). Os diâmetros de todos os seguimentos foram mensurados tanto na altura como no comprimento, em cada um dos momentos experimentais.

Além desses, no Grupo 2, obteve-se mensuração da distância de colocação da prótese, ou seja, o quanto a prótese adentrou a região mediastinal. Para isso, procedeu-se com mensuração desde o manúbrio até a ponta distal da prótese inserida.

### **5.8 Eutanásia**

A eutanásia dos animais foi realizada no décimo quarto dia pós cirúrgico, após realização da tomografia. Para tanto, todos os animais foram pré-medicados com cetamina ( $40 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e cloridrato de xilazina ( $5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), administrado por via intramuscular. Após período de 15 minutos, foram canulados e induzidos com propofol ( $5 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) por via endovenosa para realização de exame tomográfico.

Após realização de tomografia, aproximadamente 5 minutos, procedeu-se com nova administração de propofol, sobredose. Após constatação de plano anestésico profundo, procedeu-se com a administração endovenosa de 5 mL de cloreto de potássio 19,1%. Imediatamente após a eutanásia, todos os animais foram submetidos a necropsia para identificação de possíveis alterações.

### **5.9 Achados de necropsia**

Durante a realização de necropsia, toda a região de pescoço, região mediastinal e torácica foram avaliadas com cautela, a fim de identificar possíveis complicações que possam ter ocorrido nos animais. A traqueia foi analisada quanto a sua forma e presença de alterações macroscópicas.

### 5.10 Análise estatística

Para avaliação das complicações observadas durante a experimentação, tais como: óbito, paralisia de laringe, pneumotórax, granuloma pulmonar, pneumonia, ruído respiratório e edema pulmonar, bem como para avaliação dos tempos experimentais: tempo total de anestesia, incisão, dissecação da traqueia, colocação da prótese, e rafia, foi realizada análise utilizando a teoria dos modelos lineares generalizados – Tabelas 1 e 2, sendo utilizadas as distribuição Binária, com uso do procedimento GLIMMIX do software Statistical Analysis System (SAS System, Inc., Cary, NC, USA), e em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey (5%).

Já para as variáveis peso, diâmetros da traqueia cervical, diâmetro da traqueia intratorácica, diâmetro da carina e distância da prótese – Tabela 3, foram avaliadas com uso de modelos mistos com o procedimento PROC MIXED do *software* Statistical Analysis System (SAS System, Inc., Cary, NC, USA), e, em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey 5%.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Complicações pós-operatórias

Foram observadas diferentes complicações pós-operatórias nos animais utilizados no presente estudo. Tais como: edema pulmonar; granuloma pulmonar; óbito; paralisia de laringe; pneumonia; pneumotórax; ruído respiratório.

Durante período experimental, 25% dos animais (n=5) vieram a óbito no pós-operatório, sendo desses cinco animais, dois pertenciam a G1 e três pertenciam a G2. Nem todos os óbitos puderam ser correlacionados com uma causa específica, mas alguns estavam correlacionados a complicações respiratórias, tais como: paralisia de laringe, pneumonia e edema pulmonar. Não houve diferença estatística entre o número de óbitos observados entre G1 e G2.

Paralisia de laringe foi outra complicação observada em 16,66% dos animais (n=2), sendo um de G1 e um de G2. Ambos vieram a óbito, porém, em diferentes momentos, sendo o animal pertencente a G2 vindo a óbito no nono dia pós-operatório, e o animal pertencente a G1 vindo a óbito no quarto dia pós-operatório. No presente estudo, a paralisia de laringe fora devido a rompimento do nervo laringo recorrente, o que pôde ser observado durante necropsia dos animais, melhor ilustrado na Figura 6.



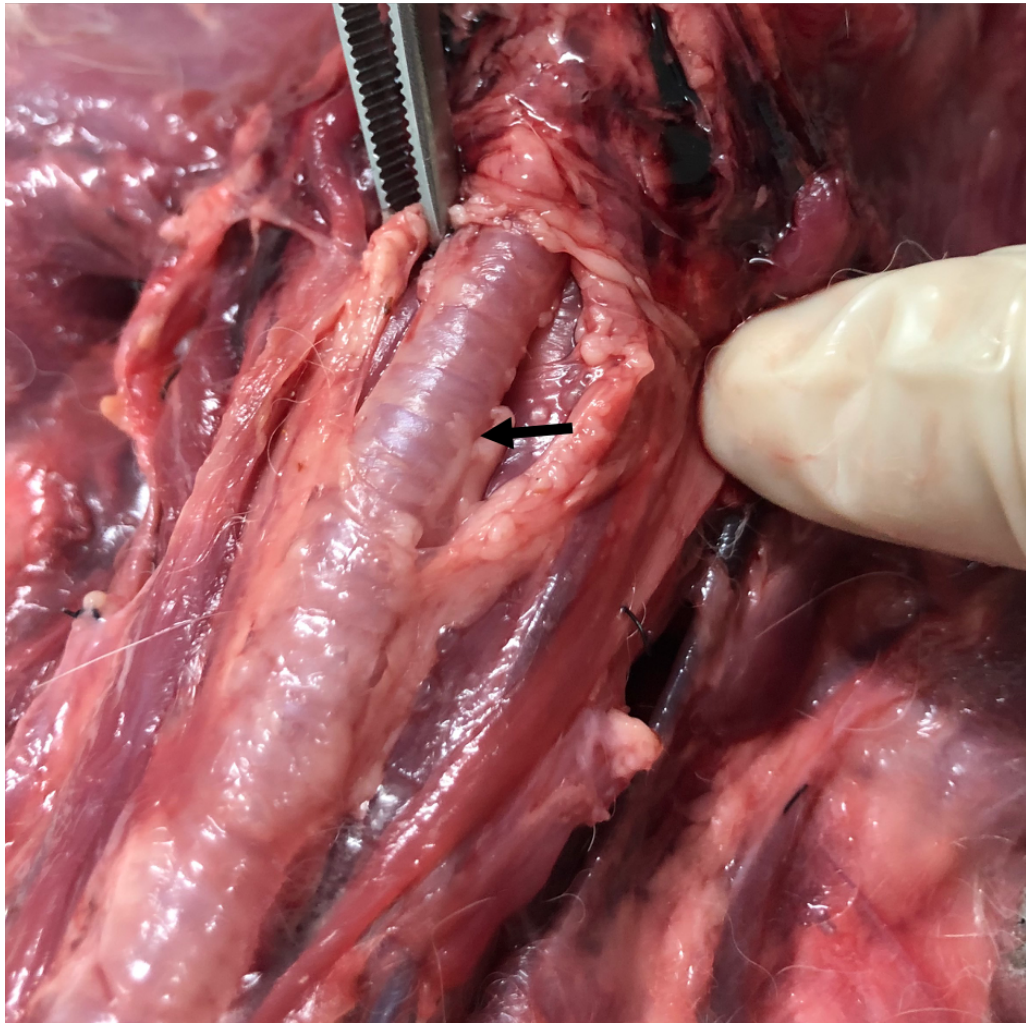


Figura 6 – Imagem de traqueia obtida durante necropsia do coelho com alterações clínicas de paralisia de laringe. Nota-se rompimento de nervo laringo recorrente esquerdo (seta). Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Outra complicação observada no presente estudo foi a ocorrência de pneumotórax, presente em 25% dos animais avaliados (n=3). Desses, dois animais eram pertencentes a G1 e um pertencente a G2. Um dos animais pertencentes a G1 também desenvolveu paralisia de laringe e veio a óbito devido às complicações, o outro não apresentou nenhuma outra complicação exceto o pneumotórax. Já o animal pertencente a G2 também apresentou pneumonia e veio a óbito por conta das complicações.

A formação de granuloma pulmonar foi observada em 16,66% dos animais testados (n=2), sendo um pertencente a G1, e um animal pertencente a G2. Em ambos pacientes, fora coletada amostra para análise de cultura e antibiograma e fora isolado *Staphylococcus intermedius* e *Staphylococcus sp.* No antibiograma, os microorganismos isolados demonstraram fraca resistência sendo sensíveis à maioria dos antibióticos testados, inclusive a enrofloxacina, antibiótico utilizado no pós-operatório de todos os animais do presente estudo. Nenhum dos animais, nos quais fora observado o granuloma, veio a óbito, sendo, portanto, um achado necroscópico. A visualização macroscópica do granuloma pulmonar pode ser apreciada na Figura 7.

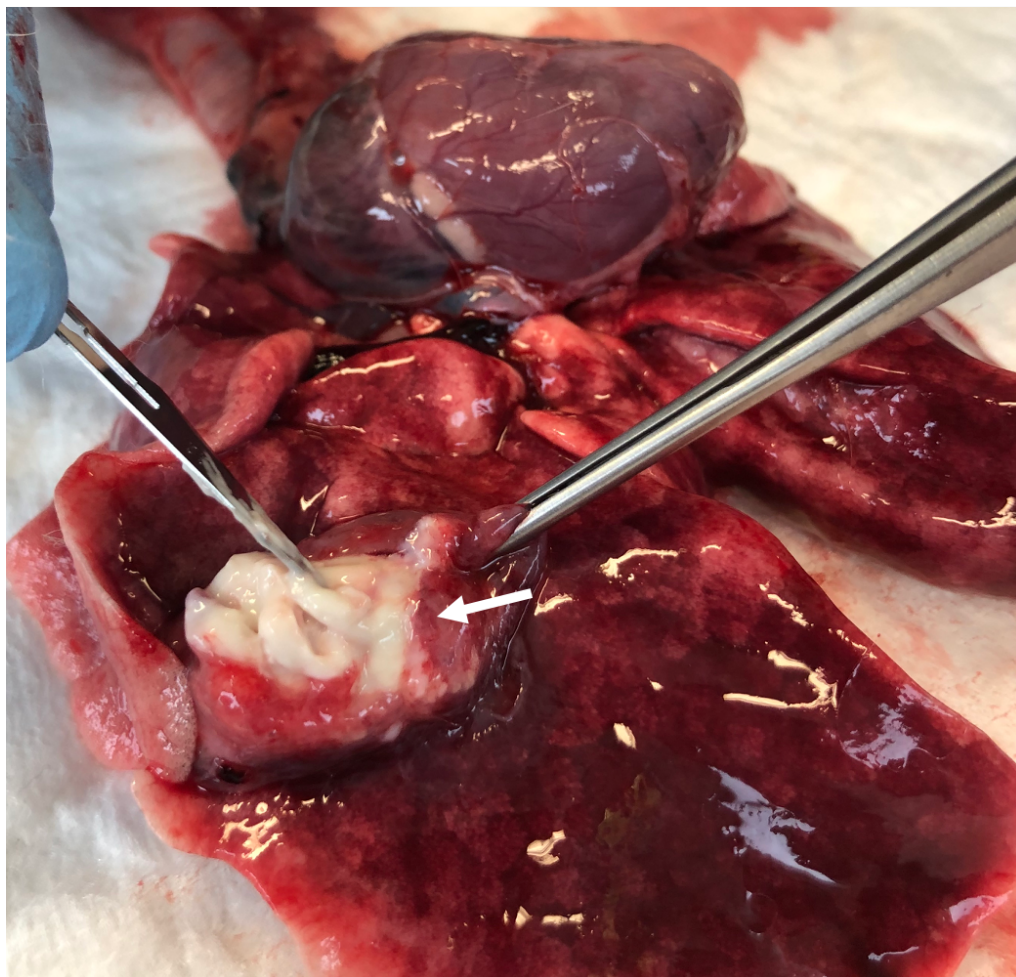


Figura 7 – Imagem de pulmão obtida durante necropsia do coelho assintomático. Nota-se granuloma pulmonar (seta), observado em um dos animais de G1. No

presente animal fora isolado *Staphylococcus intermedius*. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Um dos animais utilizados na experimentação (8,33%) apresentou pneumonia, sendo esse animal pertencente a G1 e veio a óbito, Figura 8. Já ruídos respiratórios se fizeram presentes em 25% dos animais (n=3), um desses animais pertencia a G1, e os outros dois a G2. O coelho pertencente a G1, e um dos coelhos pertencentes a G2, que apresentava ruído respiratório, possuía paralisia de laringe, o outro animal pertencente a G2 desenvolveu também granuloma pulmonar e edema pulmonar.

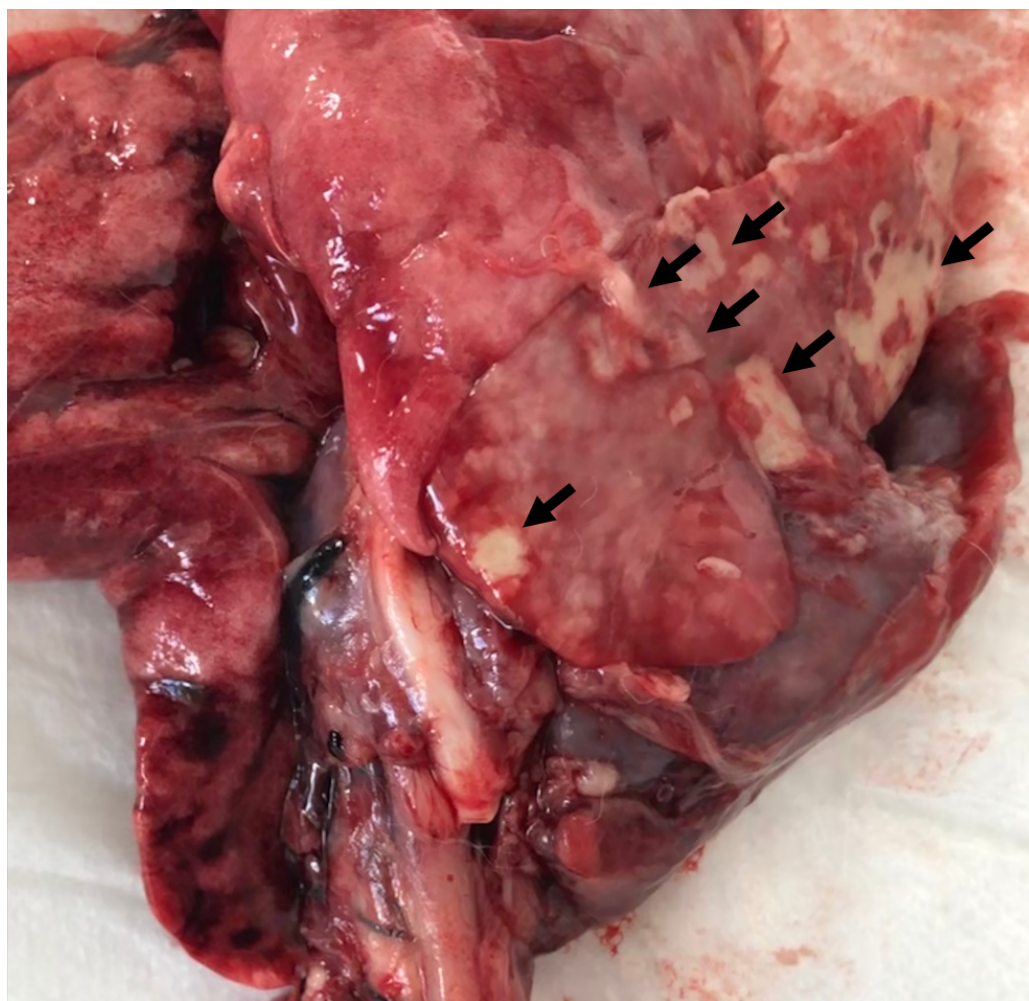


Figura 8 – Imagem de pulmão obtida durante necropsia do coelho que veio a óbito. Nota-se Pulmão de coelho acometido por broncopneumonia (setas). Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Apenas um animal pertencente a **G2** (8,33%) desenvolveu edema pulmonar, figura 9, tendo este mesmo animal desenvolvido granuloma pulmonar e ruídos respiratórios.



Figura 9 – Imagem de laringe obtida durante necropsia de animal com ruídos respiratórios. Visualização macroscópica de secreção espumosa em trato respiratório de animal acometido por edema pulmonar (seta). Fonte: arquivo pessoal, 2019.

Como pode-se observar na Tabela 1 para as variáveis, complicações pós-operatórias, não houve diferença estatísticas entre os grupos G1 e G2.

Tabela 1 – Principais complicações observadas durante a experimentação.

Complicações observadas	Grupos	Frequência	Erro padrão	p valor
Óbito	G1	0,3333	0,1925	0,5732
	G2	0,5	0,2041	
Paralisa de laringe	G1	0,1667	0,1521	1
	G2	0,1667	0,1521	
Pneumotórax	G1	0,3333	0,1925	0,5265
	G2	0,1667	0,1521	

Granuloma Pulmonar	G1	0,1667	0,1521	1
	G2	0,1667	0,1521	
Pneumonia	G1	$1,283 \cdot 10^{-6}$	$4,62 \cdot 10^{-4}$	0,9742
	G2	0,1667	0,1521	
Ruído respiratório	G1	0,1667	0,1521	0,5265
	G2	0,3333	0,1925	
Edema pulmonar	G1	$1,283 \cdot 10^{-6}$	$4,62 \cdot 10^{-4}$	0,9742
	G2	0,1667	0,1521	

## 6.2 tempos operatórios

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tempos operatórios, Tabela 2. Contudo pode-se perceber que, do primeiro procedimento ao último, houve diminuição gradual do tempo operatório, isso se faz justificável pela curva de aprendizado do cirurgião. Assim sendo o tempo total de cirurgia variou entre 8-25 minutos para G1 e 16-24 minutos para G2, sendo o maior tempo em G2 justificável pela colocação da prótese, algo não realizado em G1.

Quando analisamos o tempo de colocação da prótese em G2, houve uma média de 5,667 minutos com tempos variáveis entre 5-7 minutos, o que mostra a sua viabilidade de implante, uma vez que a colocação minuciosa no interior do tórax, a fim de evitar lesões, não se demonstrou um procedimento demorado, mesmo em uma espécie de menor porte como a utilizada no presente estudo.

O tempo de incisão correspondeu ao início da incisão da pele até a identificação da traqueia, a média entre os grupos foi de 3,8333 minutos para G1 e 4,5 minutos para G2, sendo o tempo variável entre 2-6 minutos para o G1 e 3-9 minutos para G2. Vale ressaltar que o animal com maior tempo de incisão foi, também, o primeiro animal utilizado no projeto, e houve diminuição progressiva, e o animal cujo menor tempo de incisão foi observado, foi o último animal operado.

A disseção da traqueia correspondeu ao momento no qual a traqueia foi identificada e iniciou-se a disseção do tecido peritraqueal, até o momento da colocação da prótese em G2, ou início da rafia em G1. Assim como para os demais tempos operatórios, não houve diferença estatística sendo a média em G1 de 4,8333 minutos e 6,1667 minutos em G2, com variação de 3-7 minutos para G1 e 3-10 minutos para G2.

Por fim o tempo de rafia variou de 3-10 minutos em G1 e 3-5 minutos em G2, sendo a média de G1 de 5 minutos e 4,1667 minutos em G2.

Tabela 2 - Tempos operatórios.

Tempos experimentais	Grupos	Frequência	Erro padrão	p valor
Tempo total de anestesia	G1	43,8333	4,8216	0,5033
	G2	48,8333	5,3715	
Incisão	G1	3,8333	0,6054	0,4892
	G2	4,5	0,7107	
Disseção da traqueia	G1	4,8333	0,7132	0,7559
	G2	5,1667	0,7624	
Colocação da prótese	G2	5,6667	0,2978	
Rafia	G1	5	0,7113	0,3861
	G2	4,1667	0,5928	

### 6.3 Diâmetros traqueais

Durante experimentação, buscou-se realizar exames tomográficos a fim de identificar possíveis complicações respiratórias inerentes ao procedimento cirúrgico, bem como variações nos diâmetros traqueais que pudessem ocorrer secundariamente a presença da prótese.

Na traqueia cervical, mensurações de altura e largura foram obtidas no segundo anel traqueal, caudal a laringe, Figura 10.

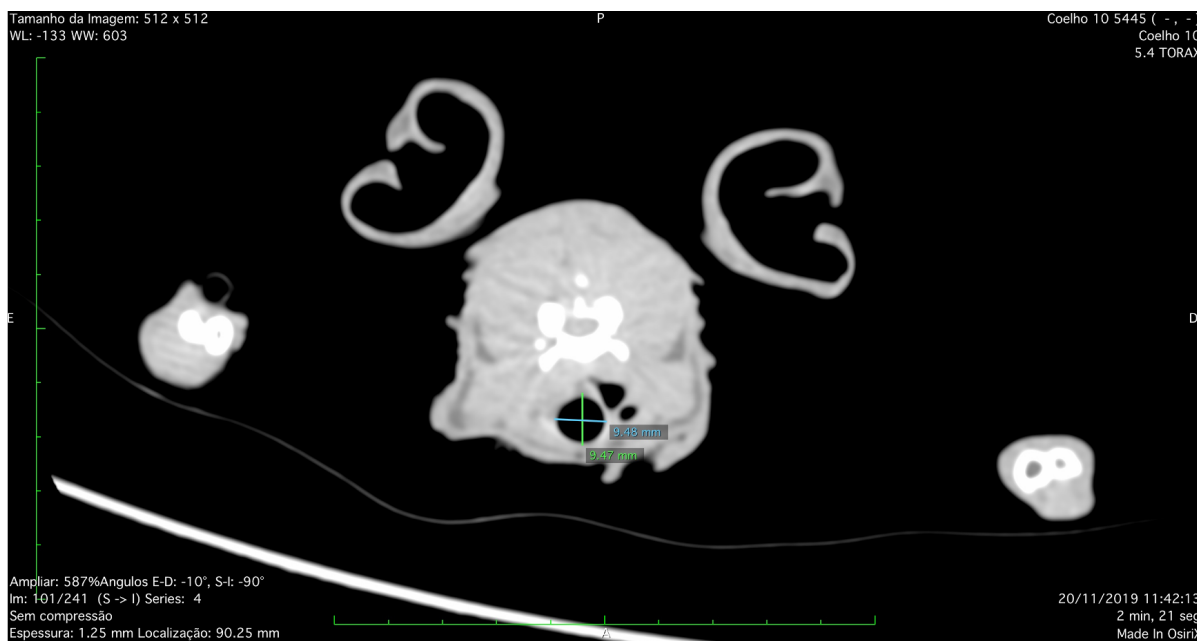


Figura 10 – Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia cervical, realizada no segundo anel traqueal, caudal a laringe. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Quando levamos em consideração a altura mensurada nos anéis cervicais observou-se média de 8,02mm em G1 e 7,05mm em G2, sendo observada diferença entre os grupos ( $p=0,0399$ ). Já quando analisamos a largura dos anéis traqueais a média para G1 foi de 7,02mm e 5,86mm para G2, havendo diferença estatística entre os grupos ( $p=0,0016$ ).

Na entrada do tórax também obtiveram-se medidas de altura e largura para os anéis traqueais, tendo sido padronizado a mensuração no anel traqueal na altura do manúbrio dos animais, Figura 11.



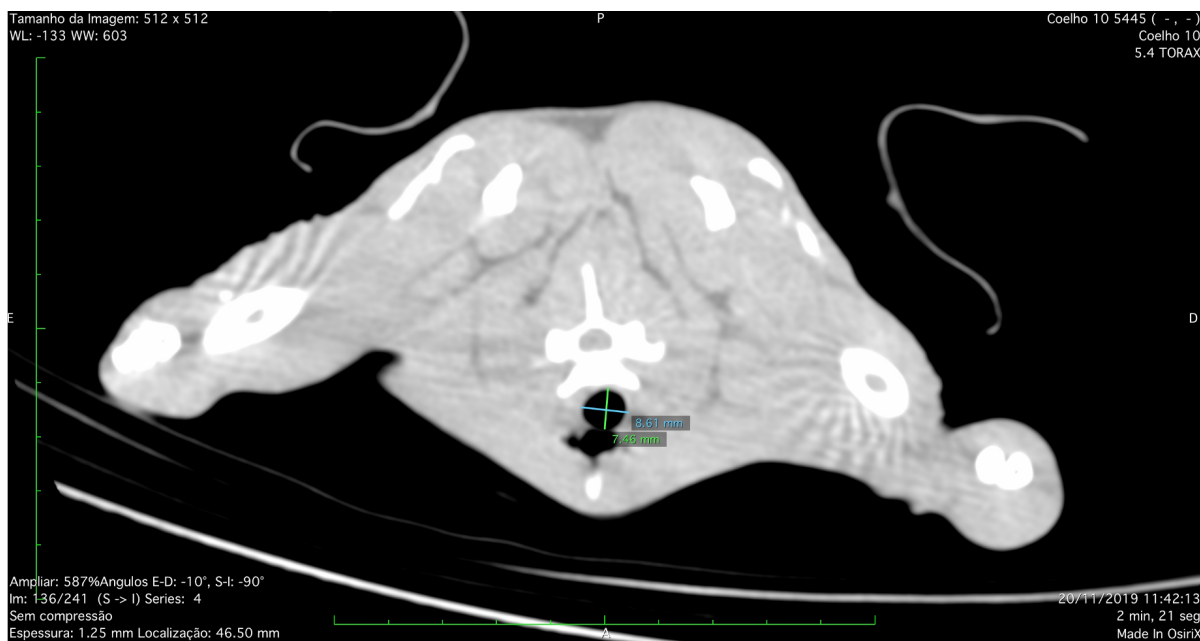


Figura 11 - Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia na entrada do tórax, realizadas em anel traqueal na altura do manúbrio. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Quando levamos em consideração a altura mensurada nos anéis intratorácicos, entrada do tórax, observaram-se médias de 6,79mm em G1 e 4,66mm em G2, sendo observada diferença entre os grupos ( $p < 0,0001$ ). Já quando analisamos a largura dos anéis traqueais a média para G1 foi de 7,00mm e 4,83mm para G2, havendo diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,0001$ ).

Já a traqueia intratorácica foi mensurada ao nível do último anel traqueal cranial a carina, Figura 12.

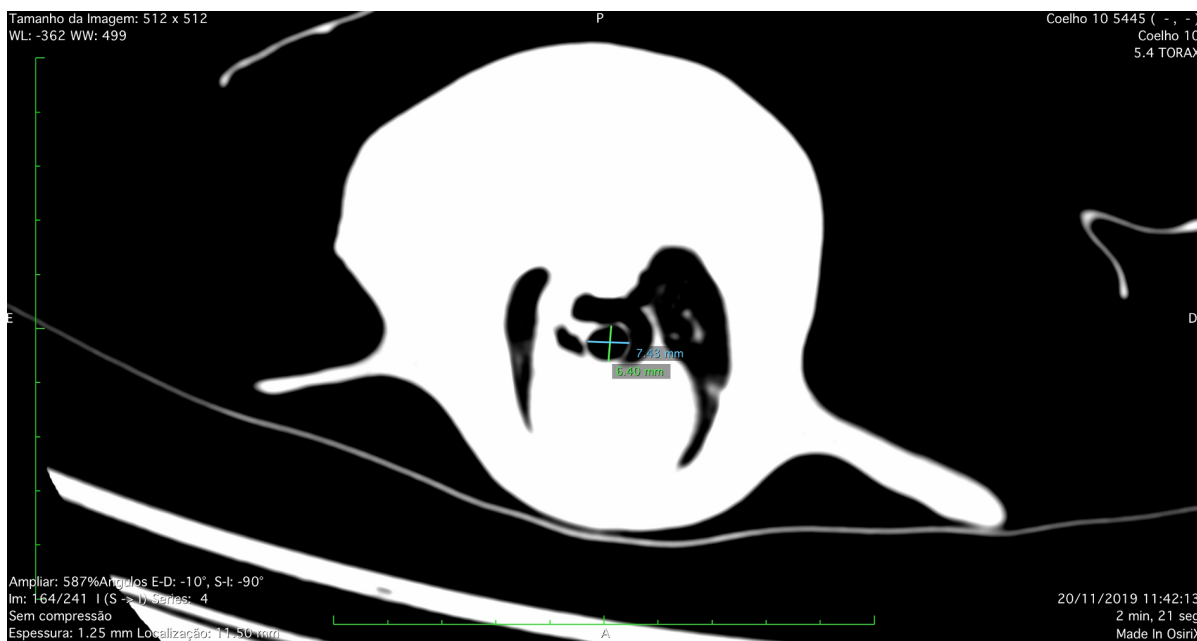


Figura 12 - Imagem tomográfica, plano frontal, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Notam-se mensurações de altura (linha verde) e largura (linha azul) de traqueia na intratorácica, realizada no último anel traqueal cranial a carina. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Quando levamos em consideração a altura mensurada nos anéis intratorácicos, cranial a carina, observou-se média de 6,13mm em G1 e 5,84mm em G2, não sendo observada diferença entre os grupos ( $p=0,5053$ ). Já quando analisamos a largura dos anéis traqueais a média para G1, foi de 7,00mm e 6,75mm para G2, também não sendo observada diferença estatística entre os grupos ( $p=0,6456$ ).

Além desses, no Grupo 2, obteve-se mensuração da distância de colocação da prótese, ou seja, o quanto a prótese adentrou a região mediastinal. Para isso, procedeu-se com mensuração desde o manúbrio até a ponta distal da prótese inserida, Figura 13.

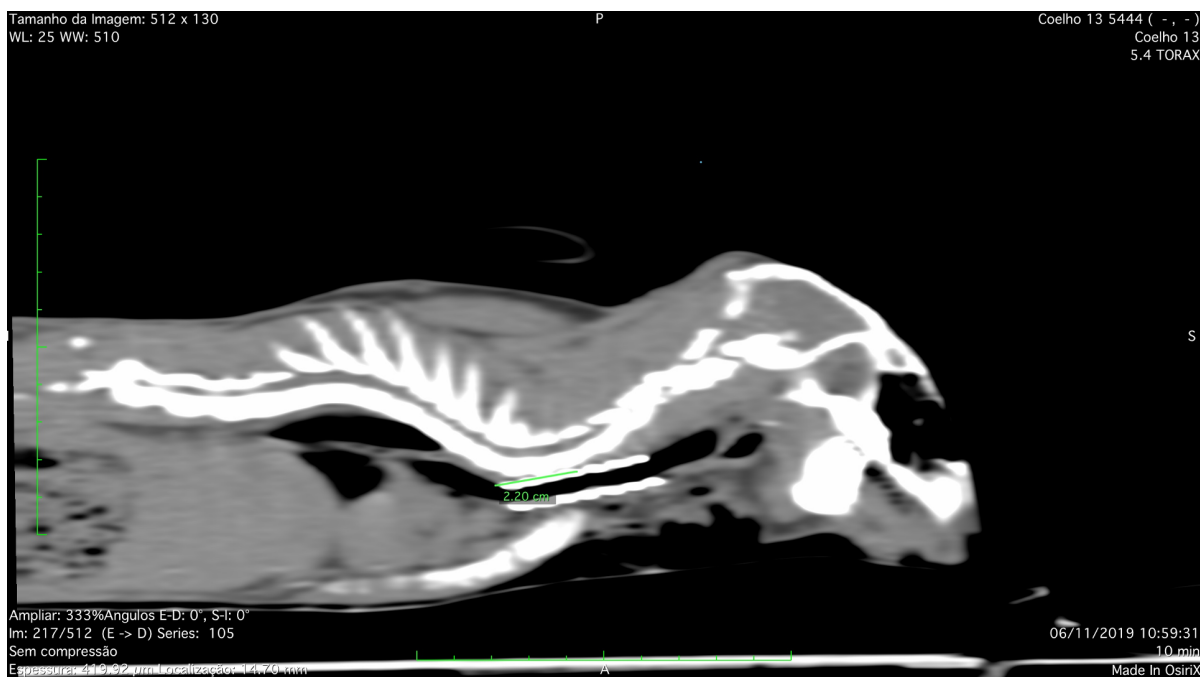


Figura 13 - Imagem tomográfica, plano sagital, de trato respiratório superior obtida em coelho da raça Nova Zelândia. Nota-se mensuração de distância de implantação da prótese helicoidal de nitinol. Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

A distância de implantação da prótese helicoidal variou entre 15,7-21,6mm no primeiro momento, pós-operatório imediato e 18-24,9mm no segundo momento, décimo quarto dia pós-operatório.

Já para identificação do correto posicionamento intratorácico da prótese de nitinol foram realizadas reconstruções tridimensionais em plano sagital, Figura 14.

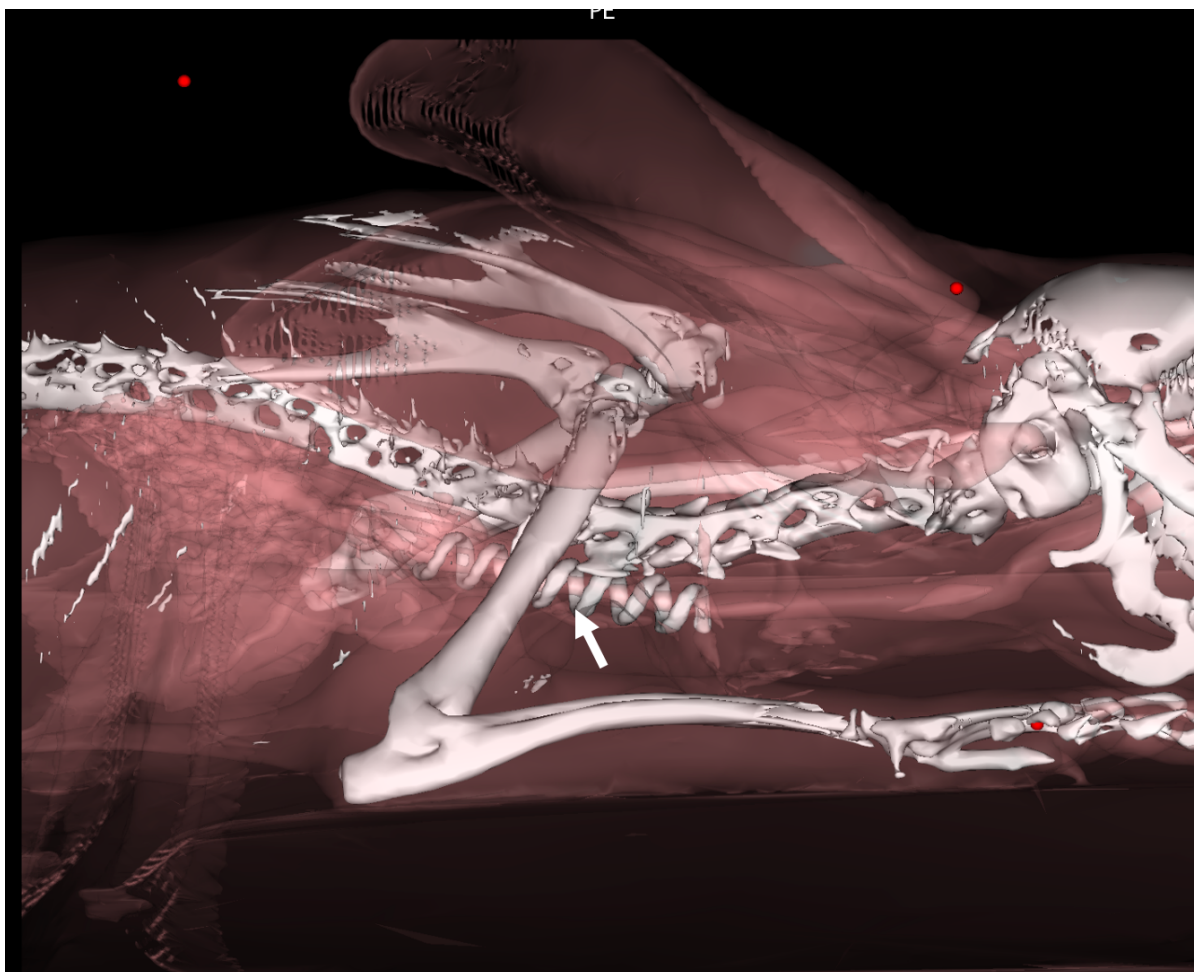


Figura 14 – Reconstrução volumétrica tridimensional de imagens tomográficas com 1,25mm de espessura, obtidas pelo programa Osirix Lite® v.11.0.2. Note prótese helicoidal de nitinol implantada dentro do tórax de maneira extraluminal (seta). Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Todos os parâmetros obtidos a partir de exames tomográficos e aqui apresentados, podem ser apreciados na Tabela 3.

Tabela 3 - Diâmetros mensurados a partir de exames tomográficos.

Tempos experimentais	Grupos	Frequência	Erro padrão	p valor
Diâmetro TC <sub>h</sub>	G1	8,0233	0,303	0,0399
	G2	7,0547	0,3178	
Diâmetro TC <sub>l</sub>	G1	7,0258	0,2177	0,0016
	G2	5,8668	0,2284	
Diâmetro TET <sub>h</sub>	G1	6,7925	0,2171	<.0001
	G2	4,664	0,2277	
Diâmetro TET <sub>l</sub>	G1	7,0017	0,1865	<.0001
	G2	4,8308	0,1956	
Diâmetro TT <sub>h</sub>	G1	6,1358	0,298	0,5053
	G2	5,8427	0,3125	
Diâmetro TT <sub>l</sub>	G1	7,0017	0,3615	0,6456
	G2	6,7568	0,3792	
Distância prótese	G2	20,1483	0,9669	

TC – Traqueia em sua porção cervical. TET - Traqueia na entrada do tórax. TT- Traqueia em sua porção torácica. <sub>h</sub> – valor obtido de altura para cada segmento específico. <sub>l</sub> - valor obtido de comprimento para cada segmento específico.

## 7 DISCUSSÃO

A mortalidade foi de 33,33% para G1 e 50,0% para G2, não havendo, porém, diferença estatísticas entre os grupos. Esses dados comparados aos observadas em outras espécies, como cães submetidos à colocação de prótese extraluminal, é nominalmente superior. Esse resultado, entretanto, pode ser atribuído ao fato de que o presente estudo priorizou a colocação de uma nova prótese intratorácica, enquanto os demais, a prótese foi introduzida apenas na região cervical ou até a entrada do tórax, que configura um procedimento com menores taxas de complicações e conseqüentemente, menor mortalidade (9-26%), uma vez que as complicações ocorrem com maior frequência nos casos de procedimentos que necessitam chegar até a traqueia torácica (AYRES & HOLMBERG, 1999; JOHNSON, 2000; CHISNELL & PARDO, 2014; TINGA *et al.*, 2015).

Considerando o estudo realizado por SUEMATSU *et al.* (2019), é possível observar que a taxa de mortalidade foi de 24%. Esses autores implantaram prótese, também confeccionada em espiral, porém somente até a segunda costela em cães portadores de CT, o que pode justificar a menor taxa de mortalidade, uma vez que não chegaram até a carina como no presente trabalho.

Assim sendo, o aprimoramento da técnica para implante extraluminal intratorácico fora nosso principal objetivo. Pôde-se, portanto, perceber que a dissecação digital, às cegas, da região mediastinal, pode estar correlacionada com a ocorrência das complicações observadas no presente estudo, visto que exige muita cautela do cirurgião. As complicações ocorreram especialmente nos primeiros animais, que foram aleatoriamente selecionados e operados, tanto do grupo SHAM como do grupo operado, o que corrobora com a evolução da destreza para a realização da técnica operatória adequada.

Segundo CHISNELL & PARDO (2014) 47% dos cães operados para CT, com anéis extraluminais, desenvolveram algum tipo de complicação pós-operatória. Já 42% dos animais avaliados por TINGA *et al.* (2015) também apresentaram algum tipo de complicação.

No nosso estudo, 50% dos animais pertencentes a G1 e 50% dos animais pertencentes a G2 desenvolveram alguma alteração respiratória pós-operatória, não

havendo diferença estatística entre os grupos. Observamos diferentes complicações tais como: edema pulmonar; granuloma pulmonar; óbito; paralisia de laringe; pneumonia; pneumotórax; ruídos respiratórios. Algumas dessas complicações também já foram relatadas em outros estudos (AYRES & HOLMBERG, 1999; CHISNELL & PARDO, 2014; TINGA *et al.*, 2015; SUEMATSU *et al.*, 2019).

Das complicações observadas, a paralisia de laringe é bastante relatada na literatura, quando se fala de colocação de prótese extraluminal (BECKER *et al.*, 2012; DELLA MAGGIORE, 2020). Tal complicação foi também observada em 2 animais do presente estudo (16,66%), sendo um animal pertencente a G1 e o outro a G2. Esse fato se deve principalmente a técnica cirúrgica em si, visto que lesões aos nervos laringo recorrente direito ou esquerdo podem acontecer, durante execução do procedimento, não sendo, portanto, secundário a prótese utilizada.

Pôde-se perceber que durante a dissecação digital da traqueia intratorácica, região mediastinal, é possível que o cirurgião lesione o nervo laringo recorrente, justificando a ocorrência dos quadros de paralisia de laringe iatrogênica. Assim sendo, é importante que o cirurgião esteja preparado para realizar o procedimento cirúrgico a fim de evitar tal complicação.

Como demonstrado na Figura 6, em um dos coelhos que apresentaram quadro de paralisia de laringe, foi possível a identificação do local de lesão ao nervo laringo recorrente. Nesse animal, identificou-se rompimento do nervo laringo recorrente esquerdo na entrada do tórax, mediastino cranial. Tal complicação já fora relatada por outros autores em torno de 10-30% dos pacientes operados com próteses extraluminais (BECKER *et al.*, 2012; TINGA *et al.*, 2015).

Segundo o relatado por CHISNELL & PARDO (2014), paralisia de laringe iatrogênica se fez presente em 9% (n=2) dos animais operados no pós-operatório recente, e outros dois animais apresentaram paralisia de laringe tardia, 3 meses e 5 anos após o procedimento cirúrgico, assim sendo 17% dos animais desenvolveram paralisia de laringe em algum momento pós-operatório.

Já em estudo mais recente, SUEMATSU *et al.* (2019) relatam que a taxa de ocorrência de paralisia de laringe foi de 2%, tendo sido observada tal complicação 12 dias após o procedimento cirúrgico, ou seja, possivelmente secundário à presença

da prótese em questão, por irritação ao nervo laringo recorrente secundário à presença da prótese, algo não observado em nosso estudo.

Além disso, alguns autores relatam ainda a permanência de sinais clínicos respiratórios tais como tosse, mesmo após a colocação da prótese extraluminal (SUEMATSU *et al.*, 2019). Não observamos esse tipo de sinal clínico, uma vez que utilizamos outra espécie, bem como animais hípidos. Contudo sinais clínicos respiratórios, secundários às complicações foram observados no pós-operatório imediato, tais como ruídos respiratórios.

Os ruídos respiratórios englobaram sons de sibilos, roncos e estridores audíveis sem a necessidade de ausculta pulmonar. Todavia os animais que apresentaram essas alterações foram os mesmos a apresentar paralisia de laringe, pneumonia ou edema pulmonar, que são complicações que podem afetar pacientes broncopatas de maneira secundária, como no presente caso. Isso se justifica pela maior inflamação do trato respiratório, devido à presença de bronquite, colapso de traqueia entre outros processos crônicos (LESNIKOWSKI *et al.*, 2020).

Levando em consideração os grupos, observaram-se 16,66% de animais com ruídos respiratórios em G1 (n=1) e 33,33% em G2 (n=2). Analisando os animais isoladamente, o mesmo animal que apresentou ruídos pulmonares em G1 apresentou também pneumotórax no pós-operatório imediato, resolvido por toracocentese, paralisia de laringe e veio a óbito por conta das complicações respiratórias devido à paralisia de laringe. Já em G2 um dos animais, também, apresentou paralisia de laringe e veio a óbito por conta das alterações respiratórias, enquanto o segundo desenvolveu quadro de granuloma pulmonar e edema pulmonar, contudo não veio a óbito por estas complicações. Apesar de o número de animais com complicações em G2 ter sido maior que em G1, não houve diferença estatísticas entre os grupos.

Já quando levamos em consideração a ocorrência de edema pulmonar, apenas um animal pertencente a G2 (16,66%) desenvolveu essa complicação. Esse mesmo animal também apresentou ruído respiratório e granuloma pulmonar na avaliação necroscópica, mas não veio a óbito por estas complicações.

Todos os animais foram submetidos à exame tomográfico no pós-operatório imediato e 14 dias após a cirurgia, momento *ante-mortem*. Tal análise visou identificar complicações respiratórias pós-operatórias, bem como a análise de



colocação da prótese traqueal. A partir da tomografia, fora possível identificar a presença de pneumotórax, no pós-operatório imediato, em 25% dos animais, sendo 33,33% pertencentes ao G1, e 16,66% pertencentes a G2. Após identificação do problema, todos os animais foram submetidos a toracocentese. Assim sendo, nenhum dos animais veio a óbito devido a essa complicação.

A ocorrência de pneumotórax não é algo relatado em outros trabalhos, esse fato muito provavelmente, se deve a não colocação de outras próteses na traqueia torácica, sendo implantada apenas até a entrada do tórax como relatado por SUEMATSU *et al.* (2019).

No entanto, a necessidade de correção de casos de colapso intratorácico se faz de extrema importância, uma vez que os paciente que apresentam esse tipo de colapso, possuem menor qualidade de vida, e até o presente momento, esses pacientes são normalmente manejados com próteses intraluminais (CHICK WEISSE, 2019; VIOLETTE *et al.*, 2019). Vale ainda ressaltar que a presença das complicações observadas serve de alerta ao cirurgião para que se tome todos os cuidados necessários a fim de evitá-las, uma vez que são alterações importantes, apesar de não terem apresentado significância estatística.

O tempo operatório em G2, animais implantados, variou entre 16 e 24 minutos, diferente do já relatado por outros autores como SUEMATSU *et al.* (2019) no qual o tempo operatório variou entre 120-150 minutos, essa grande diferença pode ser justificável pelo tipo de prótese utilizada bem como pela experiência do cirurgião, uma vez que foi nítida a evolução para implante do primeiro animal ao último animal implantado. Outra situação que vale a pena ser destacada é o fato de termos utilizado coelhos, e, no trabalho citado, o implante ter sido realizado em cães, ou seja, com nítidas diferenças anatômicas. Quando levamos em consideração apenas a colocação da prótese, o tempo necessário para o implante variou entre 5 e 7 minutos, o que demonstra a viabilidade de execução da técnica, e implante da prótese extraluminar intratorácica, desde que seja realizada com cautela.

Diferente do relatado por SUEMATSU *et al.* (2019), complicações inerentes à vascularização traqueal, tais como lesão vascular e necrose traqueal secundária à isquemia, não foram observadas em coelhos. Em concordância com esses autores CHISNELL & PARDO (2014), reforçam que tais complicações podem ocorrer devido a irrigação traqueal, uma vez que a dissecação necessária para o implante de prótese

helicoidal promove lesão em pelo menos um dos pedículos responsáveis pela irrigação traqueal, o que pode gerar as complicações referenciadas.

Contudo, em discordância, técnica similar a realizada no presente estudo, já fora relatada por outros autores em cães, e os mesmos não relatam as mesmas complicações. (KIRBY *et al.*, 1991; BUBACK *et al.*, 1996; AYRES & HOLMBERG, 1999; BECKER *et al.*, 2012). Assim sendo, acredita-se que com a dissecação minuciosa e correta manipulação traqueal é possível realizar o implante de prótese extraluminal intratorácica.

Se faz importante ressaltar ainda que, no presente trabalho, o implante extraluminal foi realizado até a traqueia torácica, próximo a carina, de coelhos, diferente dos trabalhos apurados na literatura, que implantaram *stents* extraluminais apenas até a entrada do tórax e em diferentes espécies. Assim sendo, acredita-se que parte das complicações observada no presente estudo pode ser melhor correlacionadas com as complicações observadas em animais operados com implantes que também chegam à traqueia torácica, contudo, com próteses intraluminais, uma vez que não há estudos mostrando próteses extraluminais com os mesmo objetivo, até o presente momento (JOHNSON, 2000; SUN *et al.*, 2008; SURA & KRAHWINKEL, 2008; DURANT *et al.*, 2012; CHISNELL & PARDO, 2014; NAVAS-BLANCO *et al.*, 2018).

No entanto, as complicações que acometem pacientes operados com próteses intraluminais, são muitas vezes diferentes das complicações observadas em próteses extraluminais. Na colocação de próteses ou *stents* intraluminais observam-se principalmente complicações de fratura dessa prótese e conseqüentemente complicações respiratórias secundárias a estas fraturas, bem como o problema de deslocamento do *stent*, uma vez que o mesmo não é fixado à traqueia com auxílio de sutura, mas apenas por contato e pequena compressão à mucosa traqueal (MITTLEMAN *et al.*, 2004; WOO *et al.*, 2007; SUN *et al.*, 2008; SURA & KRAHWINKEL, 2008; DURANT *et al.*, 2012; BEAL, 2013; BERANEK *et al.*, 2014; ROSENHECK *et al.*, 2017; LESNIKOWSKI *et al.*, 2020).

A complicação deslocamento do *stent* intraluminal é uma consequência que poderia ser transposta para o presente trabalho, uma vez que a prótese intratorácica extraluminal, também pode se deslocar, visto que o tecido peritraqueal fora dissecado. Assim sendo, analisando a distância de implante das próteses em G2, parâmetro

obtido a partir de exames tomográficos, infere-se que, no pós-operatório imediato, as próteses foram implantadas há 15,7-21,6mm de profundidade, enquanto no momento ante-mortem, as próteses encontravam-se entre 18,5-24,9mm de profundidade. Analisando isoladamente, percebe-se que houve deslocamento da prótese, mesmo tendo a mesma sido fixada com suturas em sua região cranial e distal. Contudo não houve variação estatística considerável.

Além disso, quando levamos em consideração o tempo total de anestesia no presente estudo, houve variação entre 24-74 minutos, com média de 43,8 minutos em G1 e 48,83 minutos em G2. Esse tempo é diferente do observado por CHISNELL & PARDO (2014) entre 65-180 minutos e média de 120 minutos, isso se deve principalmente ao fato de, no referenciado estudo, as próteses extraluminais possuíram uma diferente conformação, e exigiram maior quantidade de sutura para fixação, ou seja, maior tempo para execução da técnica. Além disso, vale ainda reiterar que os autores não implantaram próteses intratorácicas, ou seja, no presente trabalho, o tempo total de anestesia, e conseqüentemente de cirurgia foi menor, apesar de a prótese ter sido implantada dentro do tórax dos animais em questão.

Considerando as variáveis de tamanho do lúmen traqueal, obtidas a partir de valores de comprimento e altura em diferentes segmentos da traqueia, pode-se inferir que as médias observadas para todos os parâmetros nos diversos segmentos tenderam a ser menores em G2, isso se deve, provavelmente, à presença da prótese, uma vez que ela tende a induzir uma sustentação da estrutura traqueal por contato extraluminal. Todavia não encontramos outros trabalhos que tenham se preocupado e identificar variações de diâmetros traqueais, não sendo possível a comparação dos resultados aqui obtidos.

Ainda assim, analisando separadamente os segmentos traqueais, pudemos observar que houve diferença estatística entre os grupos, para as mensurações obtidas na traqueia cervical e entrada do tórax, mas não para a traqueia intratorácica. Essa diferença possivelmente se deve a maior movimentação de cada região, uma vez que a traqueia intratorácica, tende a movimentar-se menos que a traqueia cervical e na entrada do tórax.

Vale ressaltar ainda que a traqueia intratorácica é adaptada a condições de pressão externa, diferentes de suas porções mais craniais, uma vez que, mesmo no espaço mediastinal, há pressão negativa. Isso pode também, justificar essa menor

diferença de compressão, na traqueia intratorácica, quando comparado as outras porções traqueais analisadas.

Portanto podemos inferir que a presença da prótese extraluminal, assim como as outras próteses já existentes no mercado, não visam curar o CT, mas sim fornecer qualidade de vida. Isso se deve ao fato de as diferentes próteses conferirem sustentação ao aparato traqueal e, mesmo havendo diminuição induzida do lúmen traqueal, tal diminuição se mostra benéfica, uma vez que impede o colapso dinâmico, ou seja, a traqueia por receber uma maior sustentação e não ter grande movimentação, conseqüentemente diminui apresenta menor processo inflamatório, que é o responsável pelos sinais clínicos no pacientes.

Aparentemente, a ausência de material não autólogo em contato com a mucosa traqueal, como no caso de *stents* intraluminais, parece promover menor resposta inflamatória e conseqüentemente menor intensidade e frequência de sinais clínicos no paciente, o que corrobora para a possibilidade de implantes extraluminais serem melhores, para a qualidade de vida do paciente. Todavia novos estudos com maiores grupos de animais e um maior tempo de acompanhamento se fazem necessários.

A utilização de coelhos, como modelos experimentais, mostrou-se satisfatória para a execução da técnica, uma vez que não há grandes variações anatômicas de traqueia, quando comparado a outras espécies. Além disso, sabe-se que os animais principalmente acometidos por CT, são cães de pequeno porte pertencentes a raças miniatura tais como o yorkshire terrier, ou seja, guardadas as suas devidas proporções, são animais com porte e peso similares aos coelhos utilizados, porém com maior diâmetro traqueal.

No presente estudo, apesar de os animais serem hípidos e não possuírem anomalias crônicas, a manipulação dos animais e realização do procedimento cirúrgico podem ter sido os principais predisponentes para o aparecimento das complicações inerentes ao sistema respiratório. Visto que, o estresse pode levar a um quadro de imunossupressão e predispor os animais a maior resposta inflamatória e/ou infecções secundárias.

O número de animais utilizados para a realização do estudo foi pequeno o que pode ter comprometido o percentual de complicações observadas e

consequentemente corroborar para os maiores índices de complicações quando comparado a outros trabalhos.

## 8 CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que a manipulação minuciosa, necessária no coelho não se mostrou um empecilho para a realização da técnica, ou seja, a mesma possui boa aplicabilidade à espécie canina.

Além disso, os tempos operatórios mostram-se satisfatórios para a realização da presente técnica, o que pode auxiliar em um melhor pós-operatório, uma vez que fora necessário menor tempo anestésico. Além disso, demonstra também a facilidade de execução da técnica, mostrando a sua boa repetitividade e consequente aplicabilidade clínica. Fazem-se necessários, portanto, novos estudos e em implantes na espécie animal mais acometida pelo CT, os cães.

Assim sendo, acredita-se que com um maior número de animais poderia obter-se menor quantidade de complicações, uma vez que as principais complicações foram observadas nos primeiros animais operados, ou seja, a evolução no quesito curva de aprendizado da equipe cirúrgica pode ter corroborado para as altas taxas de complicações.

Vale reforçar ainda que a maioria das complicações ocorreram devido ao implante às cegas da prótese até a carina dos animais. Diferente dos demais estudos que utilizam próteses extraluminais até a altura da primeira ou segunda costelas.

Contudo outros trabalhos similares, com implantes extraluminais intratorácicos, não foram encontrados em nossas pesquisas, o que reforça a necessidade de novos estudos para melhor elucidação e resolução do CT intratorácico, uma vez que esses pacientes apresentam menor qualidade de vida, quando comparados a pacientes com CT cervical.

O deslocamento da prótese traqueal, apesar de não significativo no presente caso, pode ser uma complicação considerável. Portanto uma melhor fixação, talvez com mais pontos de sutura à prótese, pode evitar esta complicação.

Por fim a habilidade de identificar a região da carina do paciente deve ser minuciosamente desenvolvida pelo cirurgião, uma vez que muitos CT podem chegar até este local, ou até caudal a ele. Assim sendo, um bom conhecimento anatômico bem como boa sensibilidade na palpação transoperatória se faz necessário. Todavia a utilização de outros métodos auxiliares, tais como fluoroscopia, podem melhorar ainda mais o correto implante da prótese.

## 9 REFERÊNCIAS

ADAMAMA-MORAITOU, K. K.; PARDALI, D.; ATHANASIOU, L. V.; PRASSINOS, N. N.; KRITSEPI, M.; RALLIS, T. S. Conservative Management of Canine Tracheal Collapse with Stanazolol: A Double Blinded, Placebo Control Clinical Trial. **International Journal of Immunopathology and Pharmacology**, v. 24, n. 1, p. 111-118, 2011.

ADAMAMA-MORAITOU, K. K.; PARDALI, D.; DAY, M. J.; PRASSINOS, N. N.; KRITSEPI-KONSTANTINO, M.; PATSIKAS, M. N.; RALLIS, T. S. Canine bronchomalacia: A clinicopathological study of 18 cases diagnosed by endoscopy. **The Veterinary Journal**, v. 191, n. 2, p. 261-266, 2012.

AKIL, F.; YOLLU, U.; AYRAL, M.; TURGUT, F.; YENER, M. The Anatomical Relationship Between Recurrent Laryngeal Nerve and First Tracheal Ring in Males and Females. **Clinical and Experimental Otorhinolaryngology**, v. 10, n. 1, p. 104-108, 2017.

ALIPRANDI, P.; CIMA, L.; CARRARA, M. Therapeutic use of levocloperastine as an antitussive agent. **Clinical drug investigation**, v. 22, n. 4, p. 209-220, 2002.

ALLEN, M. S. Surgery of the Trachea. **The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 48, n. 4, p. 231-237, 2015.

AYRES, S. A.; HOLMBERG, D. L. Surgical treatment of tracheal collapse using pliable total ring prostheses: results in one experimental and 4 clinical cases. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 40, n. 11, p. 787-791, 1999.

BASSO, P. C.; ALCÂNTARA BARCELLOS, H. H.; VELOSO BRUN, M.; RODRIGUES, L. B.; BORTOLINI, C. E.; MELATTI, L.; SCALCO NETO, J. F.; VINÍCIUS BASTIANI, P.; DE FARIA VALLE, S.; RUSCHEL DOS SANTOS, L. Lavado traqueobrônquico auxiliado por endoscópio rígido ou por tubo endotraqueal em cães. **Ciencia Rural**, v. 38, n. p. 723+, 2008.

BEAL, M. W. Tracheal Stent Placement for the Emergency Management of Tracheal Collapse in Dogs. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 28, n. 3, p. 106-111, 2013.

BECKER, W. M.; BEAL, M.; STANLEY, B. J.; HAUPTMAN, J. G. Survival after Surgery for Tracheal Collapse and the Effect of Intrathoracic Collapse on Survival. **Veterinary Surgery**, v. 41, n. 4, p. 501-506, 2012.

BERANEK, J.; JARESOVA, H.; RYTZ, U. Use of nitinol self-expandable stents in 26 dogs with tracheal collapse. **Schweiz Arch Tierheilkd**, v. 156, n. 2, p. 91-98, 2014.

BEXFIELD, N. H.; FOALE, R. D.; DAVISON, L. J.; WATSON, P. J.; SKELLY, B. J.; HERRTAGE, M. E. Management of 13 cases of canine respiratory disease using inhaled corticosteroids. **Journal of Small Animal Practice**, v. 47, n. 7, p. 377-382, 2006.

BUBACK, J. L.; BOOTHE, H. W.; HOBSON, H. P. Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983-1993). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 208, n. 3, p. 380-384, 1996.

CHICK WEISSE, A. B., NATHANIEL VIOLETTE, RENEE MCDOUGALL, KEN LAMB Short-, intermediate-, and long-term results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 254, n. 3, p. 380-392, 2019.

CHISNELL, H. K.; PARDO, A. D. Long-Term Outcome, Complications and Disease Progression in 23 Dogs After Placement of Tracheal Ring Prostheses for Treatment of Extrathoracic Tracheal Collapse. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 1, p. 103-113, 2014.

CLARKE, D. L. Interventional Radiology Management of Tracheal and Bronchial Collapse. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 48, n. 5, p. 765-779, 2018.

COYNE, B. E.; FINGLAND, R. B.; KENNEDY, G. A.; DEBOWES, R. M. Clinical and Pathologic Effects of a Modified Technique for Application of Spiral Prostheses to the Cervical Trachea of Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 22, n. 4, p. 269-275, 1993.

DELLA MAGGIORE, A. An Update on Tracheal and Airway Collapse in Dogs. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 50, n. 2, p. 419-430, 2020.

DURANT, A. M.; SURA, P.; ROHRBACH, B.; BOHLING, M. W. Use of Nitinol Stents for End-Stage Tracheal Collapse in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 41, n. 7, p. 807-817, 2012.

EOM, K.; MOON, K.; SEONG, Y.; OH, T.; YI, S.; LEE, K.; JANG, K. Ultrasonographic evaluation of tracheal collapse in dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 9, n. 4, p. 401-405, 2008.

HOBSON, H. Total ring prosthesis for the surgical correction of collapsed trachea. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. n. p. 1976.

JEUNG, S.-Y.; SOHN, S.-J.; AN, J.-H.; CHAE, H.-K.; LI, Q.; CHOI, M.; YOON, J.; SONG, W.-J.; YOUN, H.-Y. A retrospective study of theophylline-based therapy with tracheal collapse in small-breed dogs: 47 cases (2013–2017). **Journal of Veterinary Science**, v. 20, n. 5, p. 2019.

JOHNSON, L. Tracheal Collapse: Diagnosis and Medical and Surgical Treatment. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 30, n. 6, p. 1253-1266, 2000.



JOHNSON, L. R.; POLLARD, R. E. Tracheal Collapse and Bronchomalacia in Dogs: 58 Cases (7/2001–1/2008). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, n. 2, p. 298-305, 2010.

JOHNSON, L. R.; SINGH, M. K.; POLLARD, R. E. Agreement Among Radiographs, Fluoroscopy and Bronchoscopy in Documentation of Airway Collapse in Dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 29, n. 6, p. 1619-1626, 2015.

KIM, J.-Y.; HAN, H.-J.; YUN, H.-Y.; LEE, B.; JANG, H.-Y.; EOM, K.-D.; PARK, H.-M.; JEONG, S.-W. The Safety and efficacy of a new self-expandable intratracheal nitinol stent for the tracheal collapse in dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 9, n. 1, p. 91-93, 2008.

KIRBY, B. M.; BJORLING, D. E.; RANKIN, J. H. G.; PHERNETTON, T. M. The Effects of Surgical Isolation and Application of Polypropylene Spiral Prostheses on Tracheal Blood Flow. **Veterinary Surgery**, v. 20, n. 1, p. 49-54, 1991.

KORMAN, R. M.; WHITE, J. D. Feline CKD: Current therapies – what is achievable? **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 15, n. 1 suppl, p. 29-44, 2013.

LEE, J.; YUN, S.; LEE, I.; CHOI, M.; YOON, J. Fluoroscopic characteristics of tracheal collapse and cervical lung herniation in dogs: 222 cases (2012-2015). **J Vet Sci**, v. 18, n. 4, p. 499-505, 2017a.

LEE, J.; YUN, S.; LEE, I.; CHOI, M.; YOON, J. Fluoroscopic characteristics of tracheal collapse and cervical lung herniation in dogs: 222 cases (2012–2015). **Journal of veterinary science**, v. 18, n. 4, p. 499-505, 2017b.

LESNIKOWSKI, S.; WEISSE, C.; BERENT, A.; LE ROUX, A.; TOZIER, E. Bacterial infection before and after stent placement in dogs with tracheal collapse syndrome. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. n. p. 2020.

LINDL BYLICKI, B. J.; JOHNSON, L. R.; POLLARD, R. E. COMPARISON OF THE RADIOGRAPHIC AND TRACHEOSCOPIC APPEARANCE OF THE DORSAL TRACHEAL MEMBRANE IN LARGE AND SMALL BREED DOGS. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 56, n. 6, p. 602-608, 2015.

LOKHANDE, D. U.; SARKATE, L. B.; YADAV, G. U. Endoscopic Study of Normal Trachea and Bronchus through Tracheobronchoscope in 60 Healthy Dogs. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 11, p. 1340-1345, 2018.

LOPEZ-MINGUEZ, S.; SERRANO-CASORRAN, C.; GUIROLA, J. A.; RODRIGUEZ-ZAPATER, S.; BONASTRE, C.; DE GREGORIO, M. A. New tracheal stainless steel stent pilot study: twelve month follow-up in a rabbit model. **PeerJ**, v. 7, n. p. e7797, 2019.

MACREADY, D. M.; JOHNSON, L. R.; POLLARD, R. E. Fluoroscopic and radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs: 62 cases (2001–2006). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 230, n. 12, p. 1870-1876, 2007.

MAGGIORE, A. D. Tracheal and Airway Collapse in Dogs. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 44, n. 1, p. 117-127, 2014.

MANNINI, C.; LAVORINI, F.; ZANASI, A.; SAIBENE, F.; LANATA, L.; FONTANA, G. A Randomized Clinical Trial Comparing the Effects of Antitussive Agents on Respiratory Center Output in Patients With Chronic Cough. **Chest**, v. 151, n. 6, p. 1288-1294, 2017.

MITTLEMAN, E.; WEISSE, C.; MEHLER, S. J.; LEE, J. A. Fracture of an endoluminal nitinol stent used in the treatment of tracheal collapse in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 225, n. 8, p. 1217-1221, 2004.

MORITZ, A.; SCHNEIDER, M.; BAUER, N. Management of Advanced Tracheal Collapse in Dogs Using Intraluminal Self-Expanding Biliary Wallstents. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 18, n. 1, p. 31-42, 2004.

NAVAS-BLANCO, J.; UDUMAN, J.; DIAZ-MENDOZA, J. Emergent airway management in a patient with in situ tracheal stent: A lesson learned. **Saudi Journal of Anaesthesia**, v. 12, n. 4, p. 626-628, 2018.

REINERO, C.; VISSER, L. C.; KELLIHAN, H. B.; MASSEAU, I.; ROZANSKI, E.; CLERCX, C.; WILLIAMS, K.; ABBOTT, J.; BORGARELLI, M.; SCANSEN, B. A. ACVIM consensus statement guidelines for the diagnosis, classification, treatment, and monitoring of pulmonary hypertension in dogs. **J Vet Intern Med**, v. 34, n. 2, p. 549-573, 2020.

ROSENHECK, S.; DAVIS, G.; SAMMARCO, C. D.; BASTIAN, R. Effect of Variations in Stent Placement on Outcome of Endoluminal Stenting for Canine Tracheal Collapse. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 53, n. 3, p. 150-158, 2017.

ROZANSKI, E. Canine Chronic Bronchitis. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 44, n. 1, p. 107-116, 2014.

ROZANSKI, E. Breed-Specific Respiratory Disease In Dogs: From Bulldogs To Terriers. **Today's Veterinary Practice**, v. 5, n. 3, p. 28-33, 2015.

RUDORF, H.; HERRTAGE, M. E.; WHITE, R. A. S. Use of ultrasonography in the diagnosis of tracheal collapse. **Journal of Small Animal Practice**, v. 38, n. 11, p. 513-518, 1997.

SANTOS-JUNIOR, M. B. D.; RUIZ, S. M.; OLIVEIRA, A. L. D. A.; ROZA, M. R. D. Colapso de tráquea en caninos  
¿Cómo diagnosticar y tratar? **Clínica Práctica**, v. 4, n. p. 19 - 23, 2016.

SUEMATSU, M.; SUEMATSU, H.; MINAMOTO, T.; MACHIDA, N.; HIRAO, D.; FUJIKI, M. Long-term outcomes of 54 dogs with tracheal collapse treated with a continuous extraluminal tracheal prosthesis. **Veterinary Surgery**, v. n. p. 2019.

SUN, F.; USÓN, J.; EZQUERRA, J.; CRISÓSTOMO, V.; LUIS, L.; MAYNAR, M. Endotracheal stenting therapy in dogs with tracheal collapse. **The Veterinary Journal**, v. 175, n. 2, p. 186-193, 2008.

SURA, P. A.; KRAHWINKEL, D. J. Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001–2004). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 232, n. 2, p. 228-236, 2008.

TANGNER, C. H.; HOBSON, H. P. A Retrospective Study of 20 Surgically Managed Cases of Collapsed Trachea. **Veterinary Surgery**, v. 11, n. 4, p. 146-149, 1982.

TAPPIN, S. W. Canine tracheal collapse. **Journal of Small Animal Practice**, v. 57, n. 1, p. 9-17, 2016.

TAWFIK, A.; EBADA, H. A.; EL-FATTAH, A. M. A.; KAMAL, E. Surgical management of suprastomal tracheal collapse in children. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 118, n. p. 188-191, 2019.

TINGA, S.; THIEMAN MANKIN, K. M.; PEYCKE, L. E.; COHEN, N. D. Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal Stents for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 7, p. 858-865, 2015.

VIOLETTE, N. P.; WEISSE, C.; BERENT, A. C.; LAMB, K. E. Correlations among tracheal dimensions, tracheal stent dimensions, and major complications after endoluminal stenting of tracheal collapse syndrome in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 33, n. 5, p. 2209-2216, 2019.

WILLIAMS, J. M.; KREBS, I. A.; RIEDESEL, E. A.; ZHAO, Q. COMPARISON OF FLUOROSCOPY AND COMPUTED TOMOGRAPHY FOR TRACHEAL LUMEN DIAMETER MEASUREMENT AND DETERMINATION OF INTRALUMINAL STENT SIZE IN HEALTHY DOGS. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 57, n. 3, p. 269-275, 2016.

WOO, H.-M.; KIM, M.-J.; LEE, S.-G.; NAM, H.-S.; KWAK, H.-H.; LEE, J.-S.; PARK, I.-C.; HYUN, C. Intraluminal tracheal stent fracture in a Yorkshire terrier. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 48, n. 10, p. 1063-1066, 2007.