

TANIA MARA VILELA ABUD

**EFEITOS DA PRESSÃO DO BALONETE DE
TUBOS TRAQUEAIS CONTENDO OU NÃO
VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO SOBRE
A MUCOSA TRAQUEAL, DURANTE
ANESTESIA COM ÓXIDO NITROSO NO CÃO**

Orientador: **Prof. Titular José Reinaldo Cerqueira Braz**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Anestesiologia da
Faculdade de Medicina de Botucatu
da UNESP, para obtenção do título
de Doutor em Anestesiologia

Botucatu
2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ELZA NUMATA

Abud, Tania Mara Vilela

Efeitos da pressão do balonete de tubos traqueais contendo ou não válvula reguladora de pressão sobre a mucosa traqueal, durante a anestesia com óxido nitroso no cão / Tania Mara Vilela Abud. – 2001.

Tese (doutoramento) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2001.

Orientador: José Reinaldo Cerqueira Braz

1. Anestesiologia experimental

CDD 717.027

Palavras-chave: Tubo traqueal com válvula reguladora de pressão; Óxido nitroso

Ao **José Carlos**, pelo amor e paciência.

Aos meus filhos, **Vinícius, Thaís e Diogo**, pela compreensão da ausência nas horas necessárias.

Aos meus pais, **Benita e Fernandino**, pelo carinho e grande preocupação de cada dia viajado.

Ao Prof. Dr. José Reinaldo Cerqueira Braz,
o meu mais sincero e profundo agradecimento
pela amizade, dedicação, seriedade e
grande incentivo em mais esta fase
de minha vida profissional e acadêmica.
Pode ter certeza que jamais esquecerei a
amizade e sabedoria a mim transmitidas.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a todos aqueles que colaboraram para a realização deste trabalho e em particular:

à **CAPES**, pela concessão de bolsa de doutorado;

à **FAPESP**, pela concessão ao meu orientador, Prof. José Reinaldo Cerqueira Braz, dos Auxílios à Pesquisa, processos nºs 96/03302-0 e 97/09982-6, e a Infra-Estrutura de Pesquisa fase 4 módulo 2 (rede de informática), processo nº 98/7742-0, que permitiu a realização da pesquisa;

aos meus amigos e colegas **Dra. Flora Margarida Barra Bizinotto** e **Dr. Mauro Cardoso**, pelo apoio e incentivo;.

ao **Prof. Dr. João Carlos Saldanha**, do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro de Uberaba, MG, pela colaboração e leitura dos exames histopatológicos;

à **Profa. Dra. Lídia Raquel de Carvalho**, do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, pela orientação e análise estatística dos resultados;

à **Profa. Titular Elisa Aparecida Gregório**, do Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, pela orientação nas análises de microscopia eletrônica;

ao Auxiliar Acadêmico **Nivalde Antônio Basso**, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, pela colaboração permanente;

aos funcionários do Laboratório Experimental do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, **Sra. Mara Elizabeth Gaiotto Seabra**, **Srs. Cristiano Correa de Oliveira** e **Jurandir Antonio**, pela colaboração na execução do trabalho experimental;

aos funcionários do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, **Sr. Danilo de Godoy**, e **Sras. Sonia Maria Martins e Silva**, **Joana Jacirene Costa Teixeira** e **Neli Aparecida Pavan**, pela atenção e colaboração a mim dispensadas;

aos **funcionários do Departamento de Patologia** da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, pela preparação e confecção das lâminas para o estudo histológico;

às funcionárias da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, Sras. **Irene Silva R. Vieira e Simone Amaral Coelho de Oliveira**, pelo apoio incondicional a mim dispensado;

ao Sr. **Francisco Barreira**, o mais fiel companheiro de viagem durante estes anos todos, que me conduziu de Uberaba a Botucatu.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA	5
2 OBJETIVOS	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Grupos Estudados	9
3.2 Seqüência Experimental	12
3.3 Atributos Estudados	17
3.3.1 Atributos para controle de experimento	17
3.3.2 Atributos para atendimento das finalidades do experimento	18
3.4 Tempos Estudados	18
3.5 Métodos Estatísticos	19
4 RESULTADOS	21
4.1 Peso dos Cães	22
4.2 Comprimento dos Cães	22
4.3 Distribuição dos Sexos dos Animais	23
4.4 Temperatura Ambiente	24
4.5 Temperatura Esofágica	25
4.6 Frequência Cardíaca	26
4.7 Pressão Arterial Média	27
4.8 Saturação de Pulso de Oxigênio	28

4.9 Pressão Expiratória Final de Dióxido de Carbono	29
4.10 Fração Inspiratória de Óxido de Nitroso	30
4.11 Pressão no Balonete do Tubo Traqueal	31
4.12 Volume de Ar injetado e Retirado no Balonete dos Tubos Traqueais	32
4.13 Estudo Histopatológico da Mucosa Traqueal	34
4.13.1 Erosão	34
4.13.2 Congestão na camada subepitelial	35
4.13.3 Polimorfonucleares na camada subepitelial	36
4.13.4 Polimorfonucleares no epitélio	37
4.14 Incidência de Alterações do Epitélio Traqueal à Microscopia Eletrônica de Varredura	42
5 DISCUSSÃO	51
5.1 Discussão da Metodologia	51
5.2 Discussão dos Resultados	53
6 CONCLUSÕES	62
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
7.1 Fontes Consultadas	70
8 APÊNDICE	71

ABUD, T.M.V. *Efeitos da pressão do balonete de tubos traqueais contendo ou não válvula reguladora de pressão sobre a mucosa traqueal, durante anestesia com óxido nitroso no cão.* Botucatu, 2001. 91p. Tese (Doutorado em Anestesiologia) – Faculdade de Medicina, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO

Justificativa: a hiperinsuflação do balonete do tubo traqueal, causada pela rápida difusão do óxido nitroso (N_2O), pode determinar lesões traqueais.

Objetivos: comparar as pressões de balonetes de tubos traqueais, contendo ou não válvula reguladora de pressão, durante anestesia com N_2O e estudar as eventuais lesões da mucosa do segmento traqueal em contato com o balonete do tubo traqueal.

Método: dezesseis cães foram submetidos à anestesia venosa com pentobarbital sódico e anestesia inalatória com N_2O ($1,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) e O_2 ($1,0 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$). Os cães foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos de acordo com o tubo traqueal utilizado: G1 (n=8) tubo traqueal convencional com balonete de baixa pressão (Portex Blue-Line, Inglaterra); G2 (n=8) tubo traqueal dotado de válvula reguladora de pressão de Lanz (Mallincrodt, EUA). Em ambos os grupos, a insuflação do balonete foi feita com ar até a pressão de $30 \text{ cm H}_2\text{O}$. A medida da pressão do balonete foi realizada através de manômetro (Mallincrodt, EUA), antes e após 60, 120 e 180 minutos do início da

inalação de óxido nitroso. Após sacrifício dos cães, foram feitas biópsias nas áreas traqueais em contato com o tubo traqueal e com o balonete para análise à microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Resultados: após a administração de N_2O , as pressões nos balonetes dos tubos traqueais aumentaram somente em G1, ultrapassando a pressão crítica de 30 cm de H_2O para o fluxo sanguíneo da mucosa traqueal, já aos 60 minutos do estudo ($p < 0,05$). Houve diferença significativa entre os grupos em todos os momentos estudados ($p < 0,05$). À MO, evidenciou-se a ocorrência, nos dois grupos, de erosão epitelial, de intenso processo inflamatório agudo, caracterizado por congestão e infiltrado de células polimorfonucleares neutrófilos, na camada subepitelial ($p < 0,05$), e entre as áreas de biópsias ($p < 0,05$). A infiltração neutrofílica foi significativamente maior na camada epitelial de cães de G1 do que na de G2 ($p < 0,05$). À MEV, evidenciaram-se lesões significativamente mais intensas em G1 do que em G2 na área do balonete ($p < 0,05$) e em relação as outras áreas do mesmo grupo ($p < 0,05$).

Conclusões: no cão, nas condições experimentais empregadas, a utilização do tubo traqueal com válvula reguladora de pressão de Lanz, em relação ao tubo traqueal desprovido dessa válvula, em presença de ventilação com fluxo de gases frescos com óxido nitroso e oxigênio, impede o aumento da pressão no balonete e diminui a ocorrência de lesões do epitélio traqueal, nas áreas em contato com o balonete.

ABUD, T.M.V. *Effects of endotracheal tubes intracuff pressures with or without pressure regulating valve on the tracheal mucosa, during anesthesia with nitrous oxide in dogs.*

ABSTRACT

Background: High endotracheal tube intracuff pressure caused by fast diffusion of nitrous oxide (N₂O) may cause mucosal tracheal lesions.

Objectives: We have studied the effects of endotracheal tubes intracuff pressures with or without pressure regulating valve on tracheal mucosa during anesthesia with N₂O.

Methods: Sixteen dogs were submitted to intravenous anesthesia with pentobarbital and inhalational anesthesia with N₂O (1.5 L.min⁻¹) and O₂ (1.0 L.min⁻¹). The dogs were randomly allocated to two groups according to the endotracheal tube: G1 (n=8) conventional endotracheal tube with low-pressure cuff (Portex Blue-line, England); G2 (n=8) endotracheal tube with pressure regulating valve of Lanz from Mallincrodt (USA). In both groups the cuff insufflation was done with air to adjust cuff pressure to 30 cm H₂O. Intracuff pressure was measured using a manometer at zero (control) and 60, 120 and 180 minutes after inhalation of the N₂O. The animals were sacrificed and biopsy specimens from areas of the trachea in contact with the endotracheal cuff were

collected for light (LM) and scanning electron microscopic (SEM) examination by a blinded observer.

Results: After N₂O inhalation endotracheal tube intracuff pressure increased only in G2, exceeding the critical pressure of 30 cm of H₂O, which is the perfusion pressure of the tracheal mucosa and submucosa ($p < 0.05$). In the both groups, the LM study showed epithelium erosion, intense inflammatory infiltration and congestion in the subepithelial layer ($p < 0.05$). Neutrophilic inflammatory migration in the epithelial layer was significantly higher in G1 than G2 ($p < 0,05$). The SEM only showed more intensive mucosal tracheal lesions in G1 than in G2 in the cuff area ($p < 0,05$) and in related to other areas in the same group ($p < 0,05$).

Conclusions: During anesthesia with nitrous oxide the use of endotracheal tube intracuff pressure with valve of Lanz, in comparison to conventional endotracheal tube cuff pressure, attenuates the alterations of the mucosa tracheal.

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Os tubos traqueais são utilizados para a manutenção da ventilação em pacientes anestesiados ou nos que apresentam alterações da consciência ou respiração.

No paciente adulto, para se evitar que ocorra vazamento durante a ventilação, devem ser utilizados tubos traqueais providos de balonete (*cuff*) na porção final do tubo, que poderá ser insuflado através do balonete de prova. O balonete insuflado mantém a pressão das vias aéreas durante a fase inspiratória da respiração artificial e, também, previne a aspiração de conteúdo gastroesofágico regurgitado.

Entretanto, a pressão do balonete do tubo traqueal é transmitida para a mucosa e parede traqueais, podendo causar isquemia dos vasos, e outras importantes alterações da mucosa, como perda ciliar (Klainer *et al.*, 1975; Martins *et al.*, 1995), ulceração, hemorragia (Martins *et al.*, 1995), estenose subglótica (Berlauk, 1986), fístula traqueoesofágica (Stauffer *et al.*, 1981), além de granulomas (Colognesi *et al.*, 1977).

Essas complicações tiveram sua incidência diminuída após a introdução, na prática clínica, de tubos traqueais providos de balonete de elevado volume e baixa pressão (Dobrin *et al.*, 1977). Entretanto, ainda são encontradas complicações (Stauffer *et al.*, 1981), quando a pressão do balonete ultrapassa a pressão capilar traqueal, que é de 30 cm H₂O, segundo Nordin (1977), provocando isquemia traqueal proporcional à pressão exercida

pelo balonete e ao tempo de exposição.

Na anestesia, deve ser considerado que o óxido nitroso, um anestésico gasoso muito utilizado, difunde-se com facilidade para o interior do balonete do tubo traqueal, aumentando sua pressão (Stanley *et al.*, 1974), caso não sejam tomadas medidas preventivas, como a medida constante da pressão no balonete de prova do tubo (Brandt, 1991).

A pressão de contato do balonete do tubo traqueal com a mucosa traqueal, que pode parecer não ser excessiva durante curto intervalo de tempo, pode diminuir a pressão de perfusão da mucosa traqueal em situações de hipotensão arterial, choque e anemia, resultando em sérias complicações (Bunegin *et al.*, 1993).

A pressão no balonete de prova do tubo traqueal, medida indireta da pressão exercida pelo balonete à mucosa traqueal, não é determinada rotineiramente, tanto pelo anestesiológico, como pelo médico e pela enfermagem que trabalham em Centros de Terapia Intensiva. Isto ocorre não só em nosso país (Mendonça *et al.*, 1997; Braz *et al.*, 1999), como em outros países (Byrd *et al.*, 1996; Spittle e Beavis, 2001). A estimativa da pressão do balonete, através da palpação do balonete de prova, também pode não detectar pressões elevadas do mesmo (Fernandez *et al.*, 1990).

Em pesquisa recente, verificou-se que a hiperinsuflação do balonete do tubo traqueal é importante em pacientes de Unidades de Terapia Intensiva ou Sala de Recuperação Pós-Anestésica, e é ainda mais importante quando o óxido nitroso é utilizado durante a anestesia (Braz *et al.*, 1999).

Tubos traqueais dotados de sistemas que permitem a redifusão do óxido nitroso, quando a pressão do balonete ultrapassa 30

cm H₂O, foram propostos no início da década de 90 (Fisher *et al.*, 1993), mas somente mais recentemente passaram a ser disponíveis no mercado (Fill *et al.*, 1994; Bouflers *et al.*, 1996).

Atualmente, existem dois tipos de válvula reguladora de pressão, o sistema de Brandt (Brandt *et al.*, 1991), que parece funcionar adequadamente (Fill *et al.*, 1994; Bouflers *et al.*, 1996), impedindo que em pacientes sob anestesia com óxido nitroso a pressão no balonete ultrapasse a pressão crítica de 30 cm H₂O, e o de Lanz, lançado recentemente em nosso meio, embora já conhecido desde meados da década de 1970 (Carrol *et al.*, 1973) e ainda não suficientemente testado durante anestesia com óxido nitroso.

2 OBJETIVOS

Em cães sob anestesia venosa com pentobarbital sódico e ventilação controlada com fluxo de gases frescos de oxigênio e óxido nitroso, através de tubo traqueal contendo ou não válvula reguladora de pressão e com pressão inicial no balonete (30 cm de água) igual ao valor limite da pressão capilar da mucosa traqueal , os objetivos da pesquisa foram:

- verificar os níveis de pressão atingidos no balonete do tubo traqueal;
- estudar à microscopia óptica e eletrônica de varredura as eventuais lesões da mucosa do segmento traqueal em contato com o balonete do tubo traqueal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, foram utilizados 16 cães adultos de ambos os sexos, sem raça definida, com peso entre 12 e 17 kg, fornecidos pelo biotério do Campus de Botucatu da UNESP.

3.1 Grupos Estudados

Os cães foram distribuídos aleatoriamente, em dois grupos, com oito animais em cada grupo, de acordo com o tubo traqueal utilizado:

Grupo 1 (G1): ventilação com fluxo de gases frescos (FGF) constituído de oxigênio (1 L.min^{-1}) e óxido nitroso ($1,5 \text{ L.min}^{-1}$) através de tubo traqueal da Portex, modelo *blue-line*, com balonete de baixa pressão (Inglaterra), (Figura 1b).

Grupo 2 - Lanz (G2): ventilação com FGF constituído de oxigênio (1 L.min^{-1}) e óxido nitroso ($1,5 \text{ L.min}^{-1}$) através de tubo traqueal com balonete de baixa pressão da Mallinckrodt (EUA), dotado de sistema de Lanz de redifusão (Figura 1a e 2).

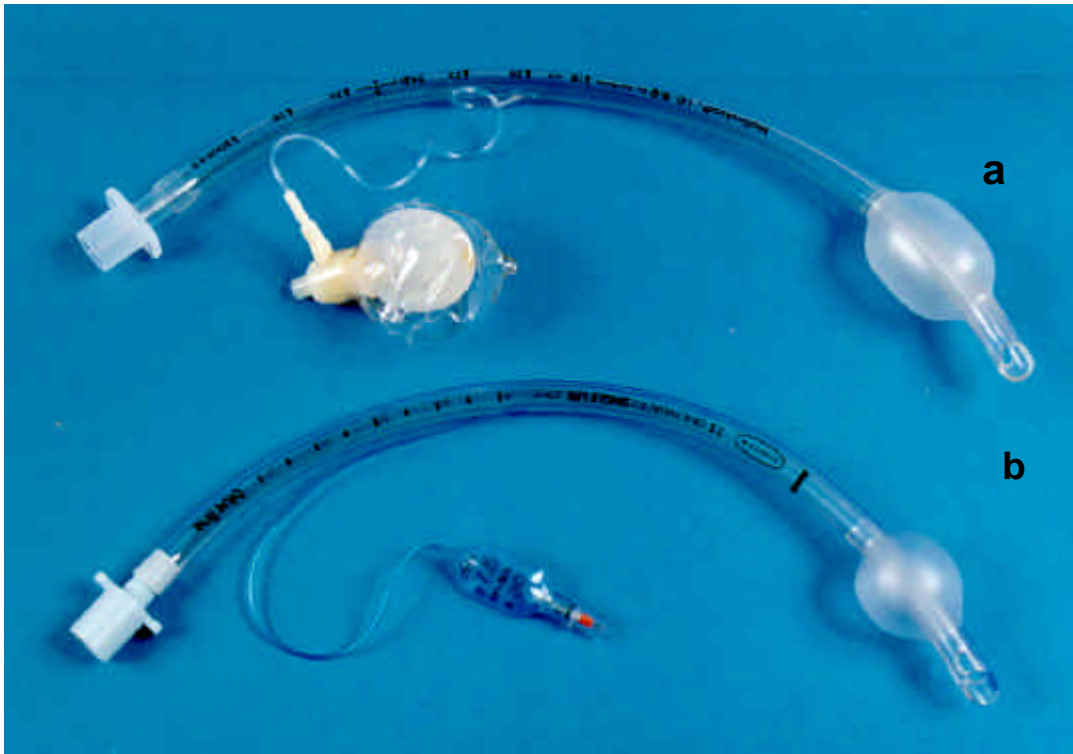


Figura 1 a) Tubo traqueal com balonete de baixa pressão e elevado volume dotado de válvula reguladora de pressão utilizado no grupo G2.
b) Tubo traqueal com balonete de baixa pressão utilizado no grupo G1.

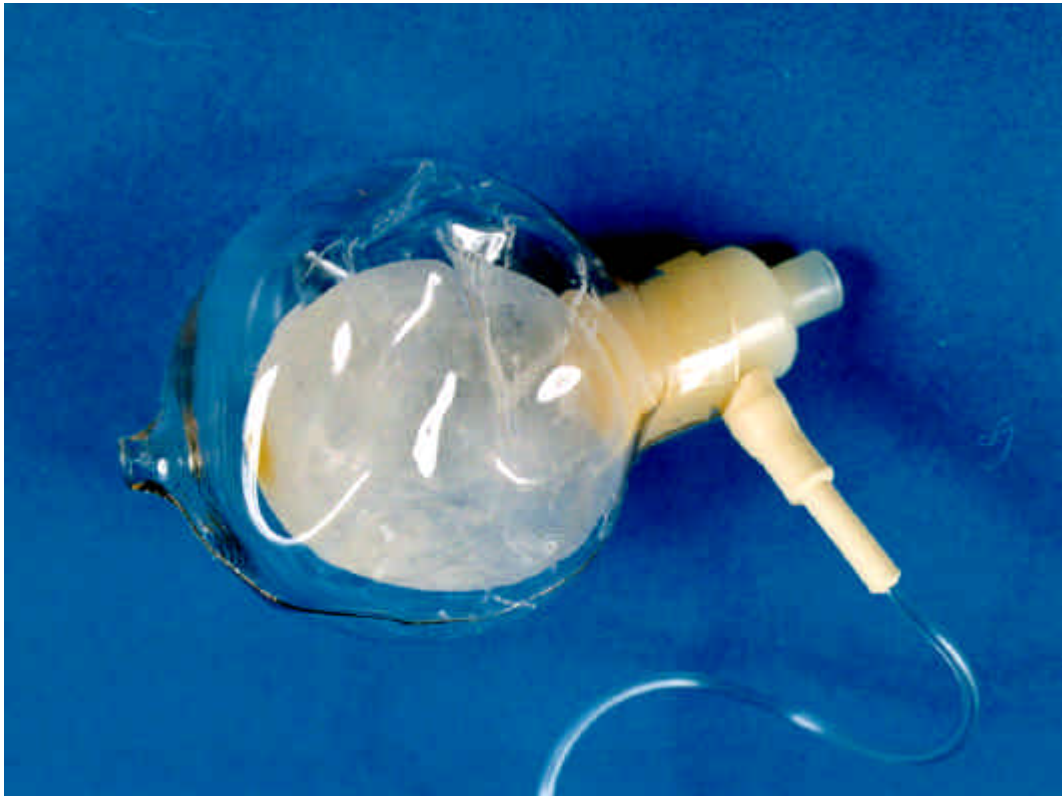


Figura 2 Válvula de redifusão de Lanz. Observa-se o balonete de elevada complacência e elevado volume no interior da cobertura transparente protetora.

Os tubos traqueais utilizados tinham o diâmetro interno de 7,5 ou 8,0 mm.

3.2 Seqüência Experimental

Após a introdução de cateter 20G em veia periférica, a indução da anestesia foi realizada com pentobarbital sódico (25 mg. kg^{-1}) seguida de infusão contínua intravenosa de Ringer com lactato ($5 \text{ ml. kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) utilizando-se bomba de infusão LifeMed Fars 500 (Brasil). Em seguida, foi feito o posicionamento do animal em posição supina em goteira de Claude Bernard. A indução anestésica foi completada com o opióide fentanila ($5 \text{ } \mu\text{g. kg}^{-1}$) e o bloqueador neuromuscular benzilato de cisatracúrio ($0,150 \text{ mg. kg}^{-1}$). A intubação traqueal foi realizada com auxílio de laringoscópio, utilizando-se tubo traqueal de acordo com o grupo ao qual pertencia o animal e com diâmetro interno proporcional à abertura glótica.

Através da válvula do balonete de prova do tubo traqueal, retirou-se todo o ar residual antes de se realizar a intubação e insuflou-se o balonete do tubo traqueal com ar, até o valor de $30 \text{ cm H}_2\text{O}$. Para a medida desta pressão e introdução ou retirada de ar do balonete, utilizou-se o manômetro digital portátil P-V Gauge da Mallinckrodt (EUA). Foi anotado o diâmetro interno do tubo traqueal utilizado e o volume de ar injetado no balonete do tubo traqueal.

Após dissecação e cateterismo da veia femoral direita, com cateter de polietileno PE 240, a anestesia foi mantida através da administração contínua de pentobarbital sódico ($5 \text{ mg.kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) e do bloqueador neuromuscular

benzilato de cisatracúrio ($2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), utilizando-se bomba de infusão contínua de dois canais modelo Anne, da Abbott (EUA).

O animal foi mantido em ventilação controlada ciclada a volume com pressão expiratória no final da expiração de $+2 \text{ cm H}_2\text{O}$, através de sistema valvular com absorção de CO_2 com fluxo de oxigênio ($1\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$) e óxido nítrico ($1,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$), utilizando-se o aparelho de anestesia Ohmeda, Excel 210 SE (EUA). Para a ventilação, utilizou-se volume corrente de $20 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ e frequência respiratória entre 10 a 15 movimentos por minuto para se manter a pressão expiratória de CO_2 (P_{ETCO_2}) ao redor de 30 mm Hg .

A monitorização foi feita através do biomonitor AS-3 da Datex – Engstrom (Finlândia), utilizando-se módulo de pressão arterial invasiva, após dissecação e cateterismo da artéria femoral direita com cateter de polietileno PE 240; módulo de ECG, com 3 cabos, na derivação DII; módulo de oximetria de pulso, com sensor colocado na língua do animal; módulo de gases e de ventilação, através de captação da amostra do ar inspirado e expirado entre a peça em Y do circuito respiratório e o tubo traqueal; módulo de temperatura, através de um sensor colocado no terço distal do esôfago e de outro sensor exposto ao meio ambiente. Os animais foram recobertos com manta especial para insuflação de ar aquecido entre 42 e 46°C , utilizando-se o aparelho WarmTouch da Mallinckrodt (EUA).

Ao término da experiência, foi anotado o volume de ar contido no balonete do tubo traqueal e realizando o sacrifício dos cães com injeção venosa excessiva de pentobarbital sódico.

A traquéia foi retirada juntamente com o tubo traqueal. Neste momento, foram realizadas quatro biópsias de 1x1 cm na área da traquéia (B) que esteve em contato com o balonete do tubo traqueal. Foram realizadas mais quatro biópsias, sendo duas na região imediatamente acima do balonete (AB) e duas imediatamente abaixo do balonete (LB), em região que se manteve em contato com tubo traqueal.

Imediatamente após a realização das biópsias, as peças foram submetidas à seqüência de preparação para a microscopia eletrônica de varredura, como segue: fixação em glutaraldeído a 2,5% em tampão fosfato 0,1 molar e pH de 7,3, por, no mínimo, 12 horas; lavagem em tampão fosfato 0,1 molar e pH de 7,3 (três lavagens de 15 minutos cada); pós-fixação em tetróxido de ósmio a 1% por uma hora, no mesmo tampão anterior e em câmara escura; lavagem em tampão fosfato (três lavagens de 15 minutos cada); desidratação da peça em série, empregando-se soluções crescentes de concentração de álcool, de 7,5% a 100% (duas trocas de 15 minutos cada); secagem das peças em aparelho de ponto crítico Balzers CPD – 0,20 (Holanda), utilizando-se dióxido de carbono líquido; montagem em base metálica com cola de prata; cobertura das peças com ouro (15 nm de ouro) em aparelho Balzers MED-010 (Holanda); exame e fotografia do material em microscópio eletrônico de varredura SEM 515 da Phillips (Holanda), sob tensão de 15KV.

Os fragmentos restantes das peças foram submetidos à seqüência de preparações para análise à microscopia óptica, ou seja: fixação em formalina a 10%, durante 48 horas; realização das biópsias nas

mesmas áreas descritas para a microscopia eletrônica, porém com fragmentos de dimensões menores, ou seja de 1 x 0,3 cm; inclusão dos fragmentos em parafina, os quais foram cortados com métodos convencionais e corados pela hematoxilina-eosina (HE).

A avaliação histológica à microscopia óptica e das biópsias à microscopia eletrônica de varredura foi feita pelo pesquisador e por patologista, sem conhecimento prévio dos grupos ou áreas aos quais pertenciam as lâminas e peças, sendo as mesmas identificadas por cão e não por grupo. Em cada amostra foram analisados os seguintes parâmetros à microscopia óptica :

Epitélio

- Erosão
- Presença de polimorfonucleares neutrófilos

Camada Subepitelial

- Congestão
- Hemorragia
- Presença de polimorfonucleares neutrófilos

Os atributos histológicos, exceto a erosão epitelial, receberam análise semiquantitativa, usando-se a pontuação de 0 a 3, dependendo da intensidade do comprometimento do corte histológico (ausente, leve, moderado ou intenso). Os dados relativos à erosão epitelial foram analisados em termos de extensão do corte histológico, como se segue:

Escore 0 – ausência de erosão em toda a extensão do corte histológico

Escore 1 – comprometimento de até 30% de extensão do corte histológico

Escore 2 – comprometimento de 31% a 60 % do corte histológico

Escore 3 – comprometimento de 61% até 100% do corte histológico

No exame à microscopia eletrônica de varredura foram analisadas as características dos cílios, como: presença (quantidade normal ou rarefação) ou ausência dos mesmos e posição (“soltos” ou “deitados”); presença e característica do muco que recobre os cílios; ausência ou presença de alterações das células epiteliais.

A intensidade de alterações do muco, cílios e células epiteliais receberam pontuação de 0 a 4 como se segue:

Grau 0: ausência de alterações dos cílios, muco ou células epiteliais.

Grau 1: sinais de ressecamento do muco, com cílios formando agrupamentos e gotas de muco com rugosidade grosseiras e/ou sulcos profundos, algumas vezes totalmente “murchas”. Ausência de alterações das células epiteliais.

Grau 2: sinais de ressecamento do muco associada à pequena perda ciliar. Ausência de alterações das células epiteliais.

Grau 3: rarefação ciliar importante associada à alterações das células epiteliais, com ruptura epitelial.

Grau 4: ruptura, desorganização e perda de epitélio traqueal.

Para a pontuação de cada área de biópsia foi considerado a média dos valores obtidos nas áreas correspondentes.

3.3 Atributos Estudados

Para atender as finalidades do experimento, os atributos foram classificados em dois grupos.

3.3.1 Atributos para controle de experimento

Peso do animal (kg)

Comprimento do animal (cm)

Sexo dos animais (M/F)

Temperatura ambiente (°C)

Temperatura esofágica (°C)

Fração inspirada de óxido nitroso (%)

Saturação de pulso de oxigênio (%)

Pressão expiratória final de CO₂ (mm Hg)

Frequência cardíaca (bat. min⁻¹)

Pressão arterial média (mm Hg)

3.3.2 Atributos para atendimento das finalidades do experimento

Medida do volume de ar injetado (ml) para obtenção da pressão no balonete do tubo traqueal de 30 cm H₂O

Medida do volume de ar retirado (ml) do balonete do tubo traqueal após 3 horas de exposição ao óxido nitroso

Pressão do balonete do tubo traqueal ao longo do experimento (cm H₂O)

Correlação entre o volume de ar retirado à pressão no balonete no tempo 180 minutos

Exame histológico à microscopia óptica do segmento traqueal em contato com o balonete e o tubo traqueal

Exame à microscopia eletrônica de varredura do segmento traqueal em contato com o balonete e o tubo traqueal

3.4 Tempos Estudados

Os dados relativos aos atributos de temperatura, hemodinâmicos, respiratórios e de pressões foram obtidos nos seguintes tempos:

0 – (controle) logo após o término da instalação completa do sistema de ventilação e do sistema de monitorização, ainda sem o uso do óxido nitroso.

60 – 60 minutos após o início da inalação do óxido nitroso.

120 – 120 minutos após o início da inalação do óxido nitroso.

180 – 180 minutos após o início da inalação do óxido nitroso.

Para a fração inspirada de óxido nitroso os dados foram obtidos aos 60, 120 e 180 minutos.

3.5 Métodos Estatísticos

Na análise estatística das variáveis que tiveram distribuição normal, foram utilizados testes paramétricos. Para o peso e comprimento dos animais foi utilizado a ANOVA e para a distribuição dos sexos foi empregado o teste exato de Fisher. Para os volumes injetados e retirados dos balonetes dos tubos traqueais foi utilizado o teste t de Student pareado para comparação das condições dentro de cada grupo e o teste t de Student para populações independentes para comparação dos grupos.

Em caso de distribuição não paramétrica, foi aplicado o teste de Mann-Whitney na comparação entre os valores dos dois grupos. Na comparação entre os valores no mesmo grupo, foi utilizado o teste de Friedman. Foi estudado, ainda, a correlação entre o volume de ar retirado e a pressão no balonete no tempo 180 minutos. Níveis de significância menores do que 0,05 foram considerados significantes.

Para os atributos que atenderam o pressuposto de normalidade, os resultados foram expressos pela média \pm desvio padrão

dos dados obtidos. Para os atributos não paramétricos, os resultados foram expressos pela mediana e os 1^{os} e 3^{os} quartis, sendo que no 1^o quartil situam-se 25% dos valores, enquanto no 3^o quartil encontram-se 75% dos valores observados.

4 RESULTADOS

4.1 Peso dos Cães

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores do peso (kg) dos cães nos grupos estudados.

Grupo	Peso (kg)
G1	15,25 ± 1,67
G2 (Lanz)	14,88 ± 1,13
Valor de p	> 0,50

Comentário geral: o peso dos cães não apresentou diferença significativa entre os grupos.

4.2 Comprimento dos Cães

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores do comprimento dos cães nos grupos estudados.

Grupo	Comprimento (cm)
G1	96,2 ± 7,7
G2 (Lanz)	97,9 ± 4,1
Valor de p	> 0,50

Comentário geral: o comprimento dos cães não apresentou diferença significativa entre os grupos.

4.3 Distribuição dos Sexos dos Animais

Tabela 3 - Distribuição dos sexos dos animais nos grupos estudados.

Sexo dos Animais				
	Macho		Fêmea	
Grupo	n	%	n	%
G1	5	62,5	3	37,5
G2 (Lanz)	4	50,0	4	50,0
Valor de p	> 0,50			

Comentário geral: não houve diferença estatisticamente significativa na distribuição do sexo dos cães nos dois grupos.

4.4 Temperatura Ambiente

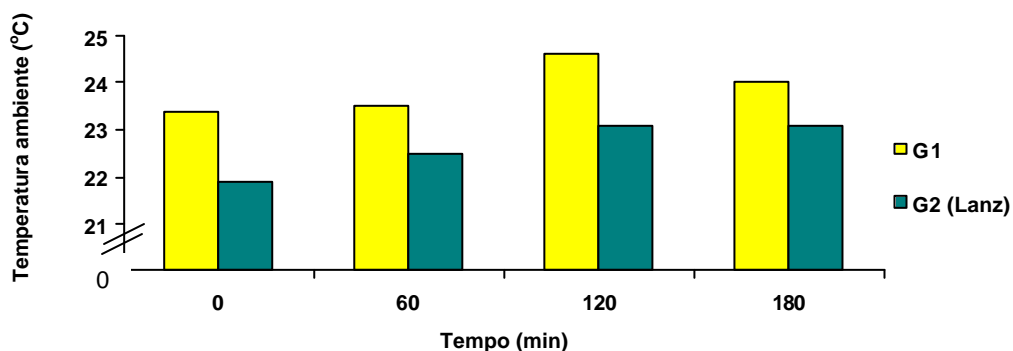
Tabela 4 – Mediana, 1º(Q1) e 3º(Q3) quartis dos valores de temperatura ambiente (°C), segundo tempo e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	23,4 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	21,7	24,3	21,9 a A	21,4	23,7
60	23,5 a A	21,6	24,5	22,5 a A	22,0	24,3
120	24,6 a A	22,7	25,2	23,1 a A	22,1	24,5
180	24,0 a A	21,3	25,1	23,1 a A	21,9	24,6

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra maiúscula, dentro de cada momento, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 3 – Mediana dos valores da temperatura ambiente nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: A temperatura ambiente não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.5 Temperatura Esofágica

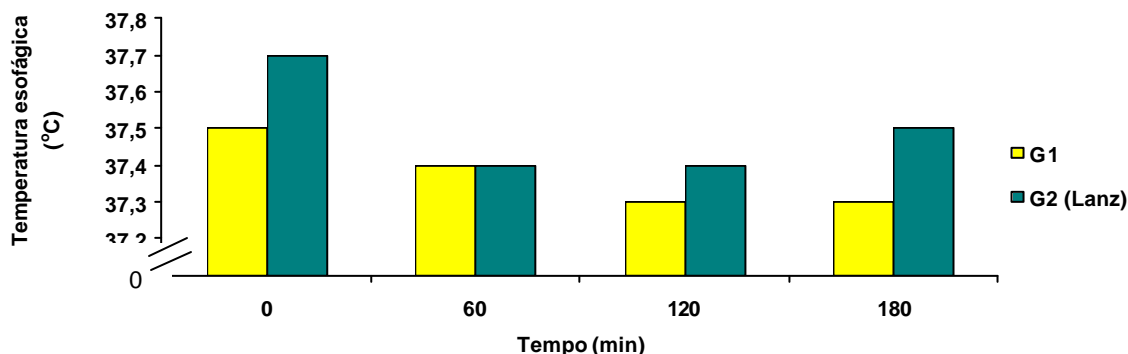
Tabela 5 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da temperatura esofágica (°C), segundo tempo e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	37,5 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	36,5	37,9	37,6 a A	37,3	38,1
60	37,4 a A	36,5	38,2	37,4 a A	36,8	38,0
120	37,3 a A	36,4	38,6	37,4 a A	36,9	38,1
180	37,3 a A	36,6	38,3	37,5 a A	37,0	38,2

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra maiúscula dentro de cada tempo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 4 – Mediana dos valores da temperatura esofágica nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: A temperatura esofágica não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.6 Frequência Cardíaca

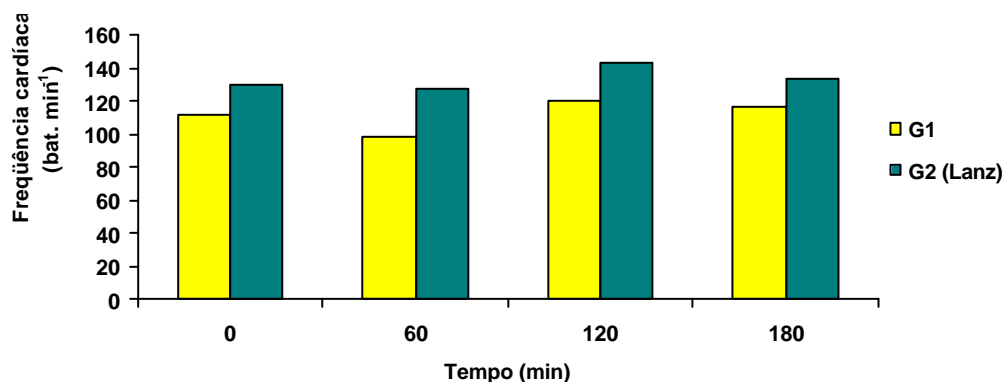
Tabela 6 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da frequência cardíaca (bat. min⁻¹), segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	111 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	87	124	130a A	106	140
60	99 a A	89	135	127a A	120	142
120	120 a A	97	161	143a A	128	150
180	116 a A	101	152	133a A	123	148

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 5 – Mediana dos valores de frequência cardíaca nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: A frequência cardíaca não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.7 Pressão Arterial Média

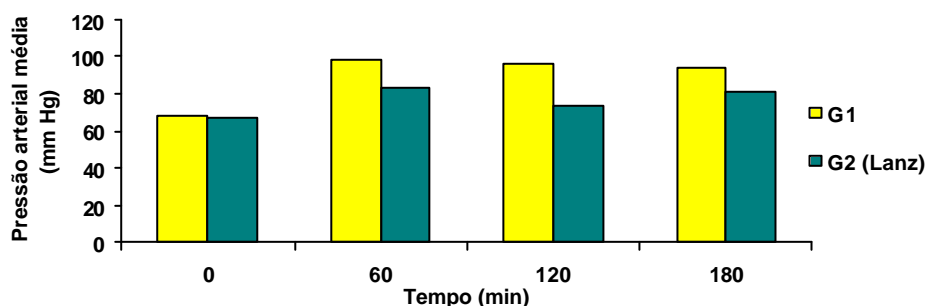
Tabela 7 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da pressão arterial média (mm Hg), segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	68,5 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	62,0	75,5	67,0 a A	58,5	70,5
60	98,0 b A	90,0	101,0	83,0 b A	68,5	103,5
120	96,0 b A	77,0	101,0	73,5 b A	64,5	98,0
180	94,0 b A	84,5	104,5	81,5 b A	73,5	94,0

(1) Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula dentro de cada grupo, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

(2) Grupos dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 6 – Mediana dos valores da pressão arterial média nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: a pressão arterial média não apresentou diferença significativa entre os grupos, mas houve aumento significativo de seus valores a partir de 60 minutos, nos dois grupos.

4.8 Saturação de Pulso de Oxigênio

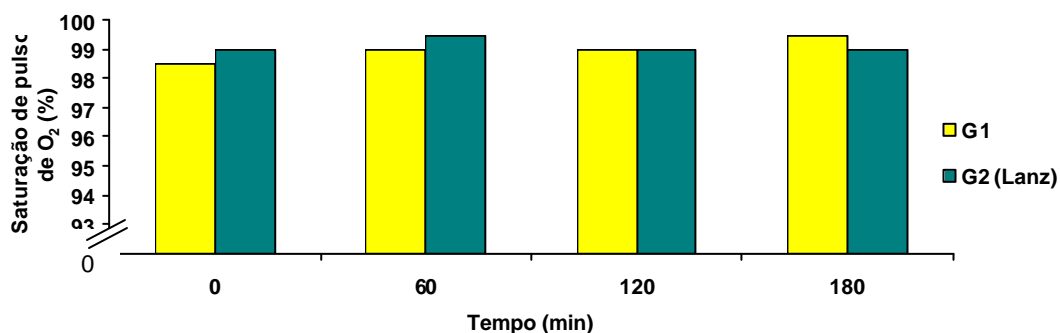
Tabela 8 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da saturação de pulso de oxigênio (%), segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	98,5 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	98,0	100,0	99,0 a A	98,5	99,5
60	99,0 a A	99,0	100,0	99,5 a A	99,0	100,0
120	99,0 a A	99,0	99,5	99,0 a A	98,5	100,0
180	99,5 a A	99,0	100,0	99,0 a A	98,5	99,5

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

⁽²⁾ Grupos dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

Figura 7 – Mediana dos valores da saturação de pulso de oxigênio nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: a saturação de pulso de oxigênio não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.9 Pressão Expiratória Final de Dióxido de Carbono

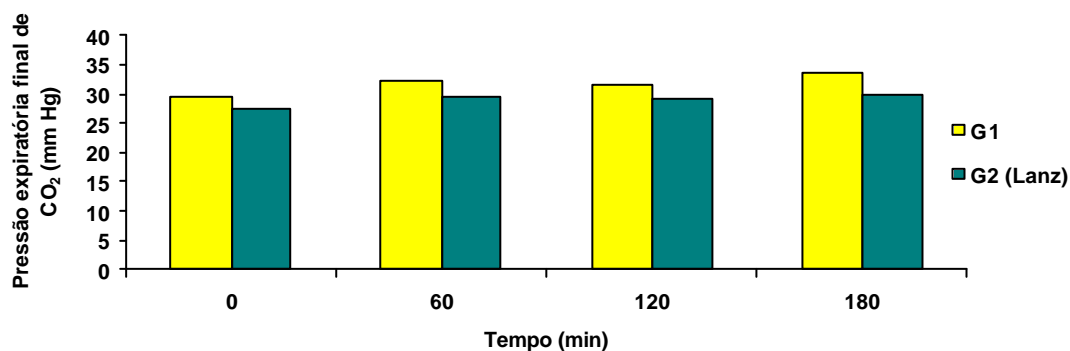
Tabela 9 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da pressão expiratória final de CO₂ (mm Hg), segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	29,5 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	26,5	33,0	27,5 a A	22,5	34,0
60	32,0 a A	29,0	35,0	29,5 a A	28,0	30,5
120	31,5 a A	28,5	34,5	29,0 a A	27,5	30,0
180	33,5 a A	30,5	35,5	30,0 a A	29,0	31,0

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 8 – Mediana dos valores da pressão expiratória final de CO₂ nos momentos de cada grupo estudado.



Comentário geral: a pressão expiratória final de CO₂ não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.10 Fração Inspiratória de Óxido Nitroso

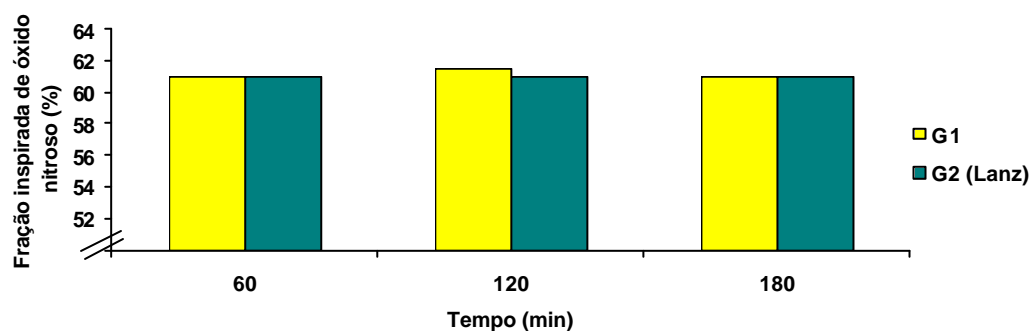
Tabela 10 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da fração inspirada de óxido nitroso (%), segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
60	61,0 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	60,0	61,5	61,0 a A	60,5	61,0
120	61,5 a A	60,5	63,0	61,0 a A	60,0	61,0
180	61,0 a A	61,0	62,5	61,0 a A	60,0	61,5

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de mesma letra minúscula dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Figura 9 – Mediana dos valores da fração inspirada de óxido nitroso nos tempos estudados de cada grupo.



Comentário geral: a fração inspirada de óxido nitroso não apresentou diferença significativa entre os grupos e os tempos em cada grupo.

4.11 Pressão no Balonete do Tubo Traqueal

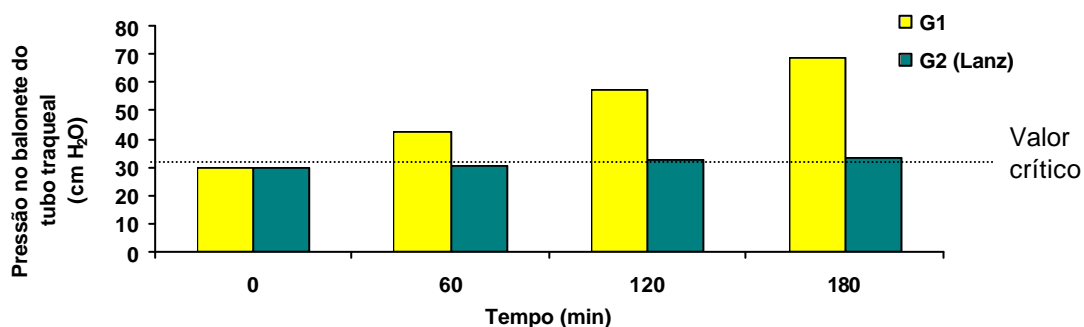
Tabela 11 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores de pressão (cm H₂O) no balonete do tubo traqueal, segundo momento e grupo.

Tempo (min)	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
0	30,0 a ⁽¹⁾ B	30,0	30,0	29,5 a A ⁽²⁾	28,5	30,0
60	42,5 b B	40,0	44,0	30,5 a A	28,5	31,5
120	57,0 c B	56,0	64,5	32,5 a A	28,0	33,5
180	69,0 d B	65,5	73,5	33,0 a A	27,5	34,5

⁽¹⁾ Tempos representados pelas medianas, seguidos de letras minúsculas diferentes, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos, dentro de cada tempo, representados por medianas seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Figura 10 – Mediana dos valores da pressão do balonete do tubo traqueal nos tempos estudados de cada grupo e indicação do valor crítico da pressão de mucosa (30 cm H₂O)



Comentário geral: os valores da pressão do balonete dos tubos traqueais apresentaram diferença significativa entre os grupos em todos os tempos estudados a partir da inalação do N₂O. Em G2 não houve alteração significativa dos seus valores, mas em G1 houve aumento significativo dos seus valores em todos os momentos estudados.

4.12 Volume de Ar Injetado e Retirado no Balonete dos Tubos Traqueais

Tabela 12 – Média e desvio padrão dos volumes de ar injetado e retirado no balonete dos tubos traqueais segundo o grupo estudado.

Volume de ar (ml)	G1		G2 (Lanz)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Injetado	9,6 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	± 2,2	24,2 a B	± 2,5
Retirado	14,6 b A	± 3,2	26,9 b B	± 3,2

⁽¹⁾ Médias seguidas de diferentes letras minúsculas, dentro de cada grupo, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

⁽²⁾ Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas dentro de cada condição na comparação dos grupos, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Comentário geral: o volume de ar injetado e retirado no grupo com válvula de redifusão (G2) foi significativamente maior do que em G1. Houve aumento significativo do volume de ar no balonete dos dois grupos ao longo do experimento.

Não houve correlação significativa entre o volume retirado do balonete e a pressão no balonete do tubo traqueal no final do experimento em G1 ($r=0,36310$; $p=0,3767$) (Figura 11) e G2 ($r=0,03319$; $p=0,9378$) (Figura 12).

Figura 11 – Diagrama de dispersão relativa ao volume retirado e a pressão no balonete no tempo 180 min para o grupo G1.

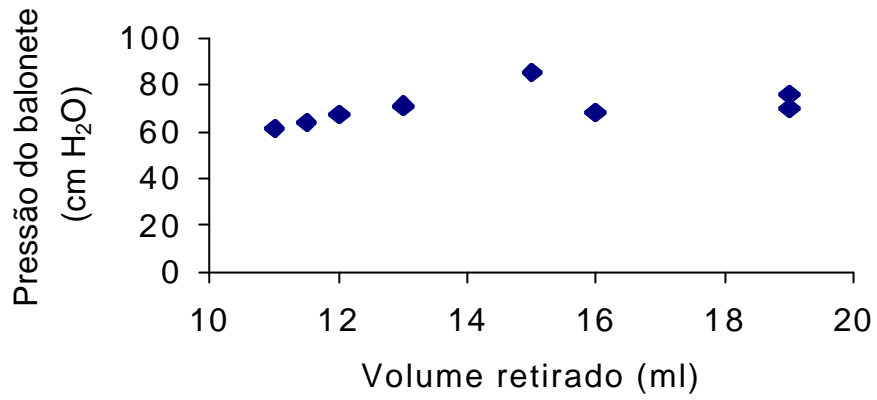
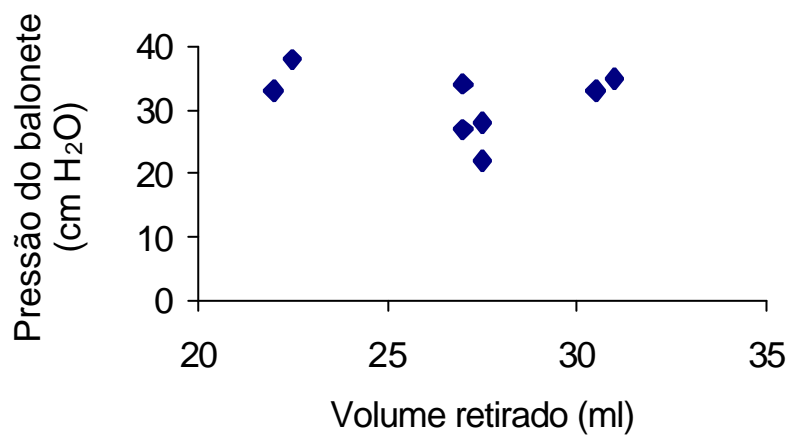


Figura 12 – Diagrama de dispersão relativa do volume retirado e a pressão no balonete 180 min para o grupo G2.



4.13 Estudo Histopatológico da Mucosa Traqueal

4.13.1 Erosão da mucosa traqueal

Tabela 13 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores referentes à erosão da mucosa traqueal segundo área de biópsia e grupo estudado.

Área	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	1º Q	3º Q	Mediana	1º Q	3º Q
Acima do balonete (A B)	1,0 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,5	1,5	1,0 a ⁽¹⁾ A	0,0	1,0
Balonete (B)	2,0 a A	1,0	3,0	1,0 a A	0,0	2,0
Abaixo do balonete (LB)	1,0 a A	0,0	1,0	0,5 a A	0,0	1,0

⁽¹⁾ Áreas representadas pelas medianas seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas seguidos de mesma letra maiúscula, dentro de cada área, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

Comentário geral: apesar de a erosão da mucosa traqueal ter sido mais intensa em G1 na área do balonete, não houve diferença significativa entre as mesmas áreas dos grupos e dentro de cada grupo.

4.13.2. Congestão da Camada Subepitelial da Mucosa Traqueal

Tabela 14 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores referentes à congestão da camada subepitelial da mucosa traqueal segundo área de biópsia e grupo estudado.

Área	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	1º Q	3º Q	Mediana	1º Q	3º Q
Acima do balonete (A B)	2,0 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	1,0	2,0	1,5 a A	1,0	2,5
Balonete (B)	1,5 a A	1,0	2,0	2,0 a A	1,0	2,0
Abaixo do balonete (LB)	2,0 a A	1,5	2,5	2,0 a A	1,0	2,0

⁽¹⁾ Áreas representadas pelas medianas seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas seguidos de mesma letra maiúscula, dentro de cada área, não diferem estatisticamente ($p>0,05$).

Comentário geral: a congestão da camada subepitelial da mucosa traqueal foi de intensidade leve a moderada e não apresentou diferença significativa entre as mesmas áreas dos grupos e dentro de cada grupo.

4.13.3. Polimorfonucleares na Camada Subepitelial da Mucosa Traqueal

Tabela 15 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores referentes à presença de polimorfonucleares no subepitélio da mucosa traqueal segundo área de biópsia e grupo estudado.

Área	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	1º Q	3º Q	Mediana	1º Q	3º Q
Acima do balonete (A B)	3,0 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	1,5	3,0	1,5 a ⁽¹⁾ A	0,5	2,0
Balonete (B)	3,0 a A	3,0	3,0	2,0 a A	1,0	3,0
Abaixo do balonete (LB)	2,0 a A	1,0	3,0	2,0 a A	1,5	2,5

⁽¹⁾ Áreas representadas pelas medianas seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas seguidos de mesma letra maiúscula, dentro de cada área, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Comentário geral: apesar da presença de polimorfonucleares neutrófilos na camada subepitelial ter sido maior em G1, especialmente na área do balonete, quando alcançou intensidade máxima, não houve diferença significativa entre as mesmas áreas dos grupos e dentro de cada grupo.

4.13.4 Polimorfonucleares no Epitélio da Mucosa Traqueal

Tabela 16 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores referentes à polimorfonucleares no epitélio da mucosa traqueal segundo área de biópsia e grupo estudado.

Área	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	1º Q	3º Q	Mediana	1º Q	3º Q
Acima do balonete (A B)	1,0 a ⁽¹⁾ A	0,5	2,5	1,0 a ⁽¹⁾ A	0,0	2,5
Balonete (B)	3,0 a B	2,5	3,0	1,0 a A	0,5	2,0
Abaixo do balonete (LB)	1,0 a A	1,0	2,0	1,0 a A	0,0	1,0

⁽¹⁾ Áreas representadas pelas medianas seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada grupo, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas seguidos de diferentes letras maiúsculas, dentro de cada área, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Comentário geral: a infiltração de polimorfonucleares neutrófilos no epitélio da mucosa traqueal não apresentou diferença significativa entre as áreas do mesmo grupo, mas foi significativamente maior na área do balonete de G1 em relação a G2, onde apresentou intensidade máxima.

A seguir são apresentadas algumas figuras obtidas à microscopia óptica de áreas da mucosa traqueal nos dois grupos estudados, observando-se: mucosa traqueal normal (Figura 13); erosão de mucosa traqueal e congestão da camada subepitelial (Figura 14); infiltração de polimorfonucleares neutrófilos na camada subepitelial e permeando o epitélio (Figura 15); congestão e migração de neutrófilos no interstício da camada subepitelial (Figura 16).

Figura 13 - Mucosa traqueal normal de cão de G2 na área em contato com o tubo traqueal. Notar a presença intercalada de células mucossecretoras (seta) (20X Hematoxilina-Eosina - HE).

Figura 14 - Presença de erosão da mucosa traqueal (seta menor) e congestão da camada subepitelial (seta maior) na área da mucosa traqueal em contato com balonete em G1 (20X HE)

Figura 15 - Presença de neutrófilos na camada subepitelial (seta) e permeando o epitélio (seta) de cão de G1 na área da mucosa traqueal em contato com o balonete (40X HE).

Figura 16 – Congestão e migração de neutrófilos (seta maior) e presença de neutrófilos no interstício da camada subepitelial (seta menor) de cão de G2 (Lanz), na área da mucosa traqueal em contato com o balonete (40X HE).

4.14 Incidência de Alterações do Epitélio Traqueal à Microscopia Eletrônica de Varredura

Tabela 17 – Mediana, 1º (Q1) e 3º (Q3) quartis dos valores da incidência de alterações à microscopia eletrônica de varredura, segundo grupo e área.

Área	G1			G2 (Lanz)		
	Mediana	1º Q	3º Q	Mediana	1º Q	3º Q
Acima do balonete (A B)	1,5 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	1,25	1,5	1,5 a A	1,0	2,0
Balonete (B)	2,9 b A	2,12	3,1	1,9 a B	1,25	2,5
Abaixo do balonete (LB)	1,25 a A	1,0	2,25	1,0 a A	1,0	2,0

⁽¹⁾ Áreas representadas pelas medianas seguidas de letras minúsculas diferentes, dentro de cada grupo, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

⁽²⁾ Grupos representados pelas medianas seguidos de letras maiúsculas diferentes, na comparação das áreas, diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Comentário geral: as alterações do epitélio traqueal à microscopia eletrônica de varredura da área do balonete foram significativamente maiores em G1 do que em G2. Em G1, as alterações foram significativamente maiores na área do balonete em relação às outras áreas, enquanto em G2 não houve alteração significativa entre as áreas.

A seguir, são apresentadas figuras mostrando a incidência das alterações do epitélio traqueal à microscopia eletrônica de varredura (MEV) por área e grupo (Figuras 17 a 19) e figuras da microscopia eletrônica de varredura da mucosa traqueal mostrando: alterações de grau 1, com cílios formando grupamentos e gotas de muco com rugosidades na superfície (Figuras 20 e 21); grau 2, com perda ciliar importante (Figura 22); grau 3, com rarefação ciliar e ruptura do epitélio celular (Figura 23); e grau 4, com ruptura, desorganização e perda do epitélio traqueal (Figuras 24 e 25).

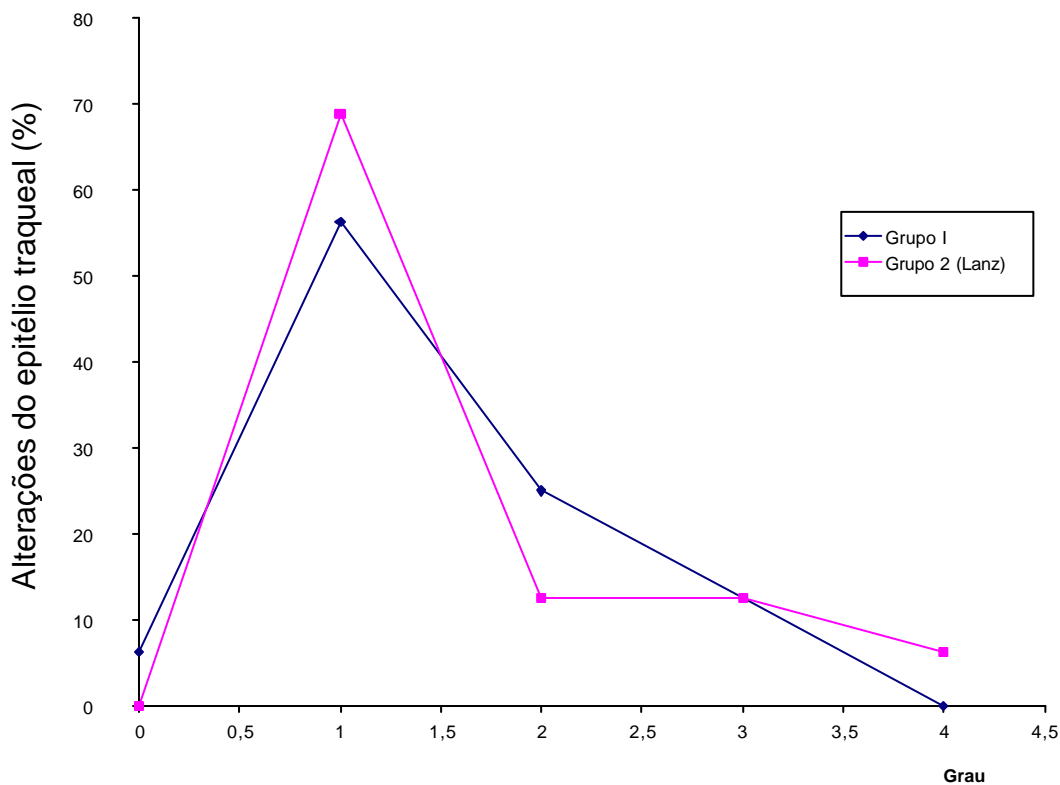


Figura 17 – Incidência das alterações à MEV do epitélio traqueal na área acima do balonete (AB) nos dois grupos estudados.

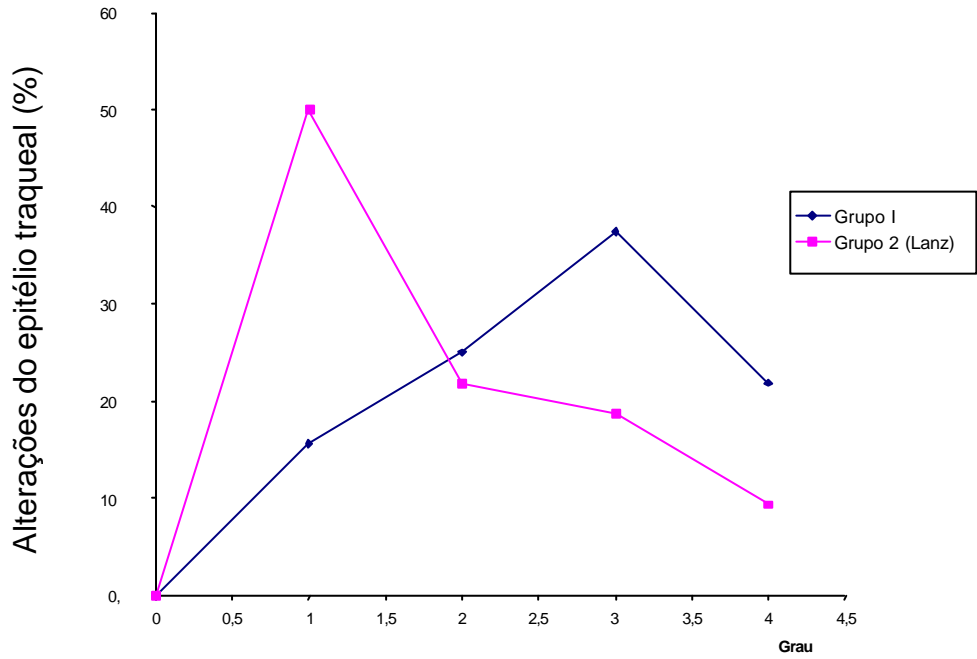


Figura 18 – Incidência das alterações à MEV do epitélio traqueal na área do balonete (B) nos dois grupos estudados.

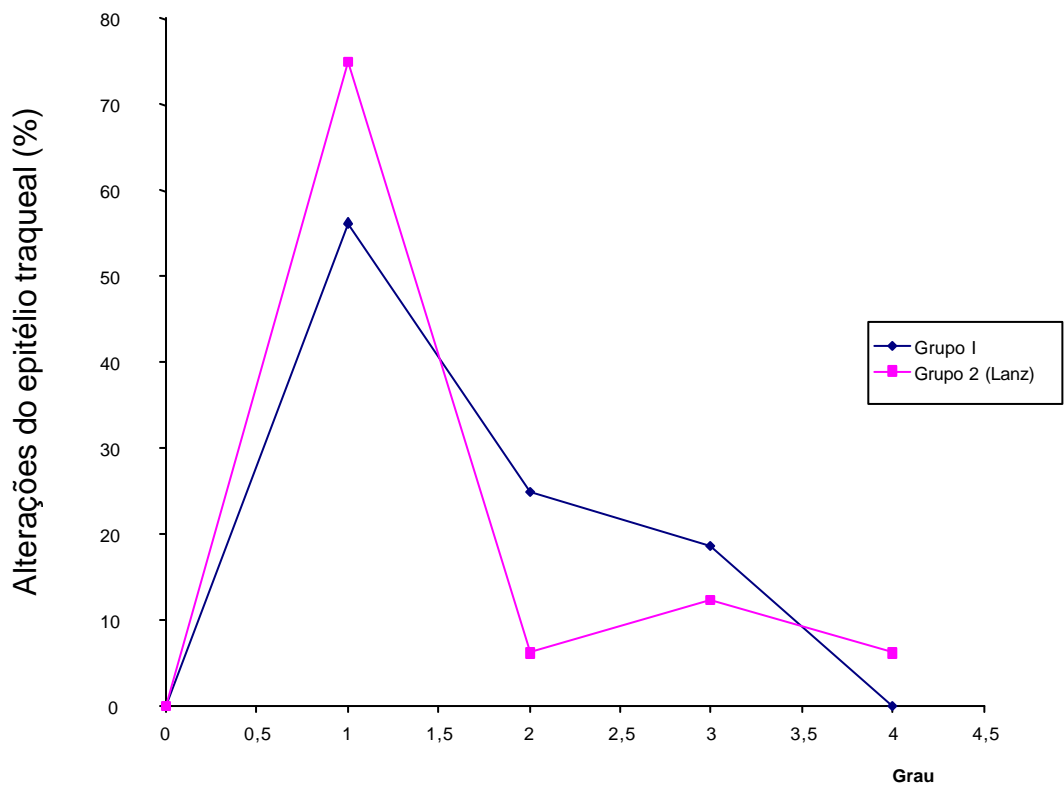


Figura 19 – Incidência das alterações à MEV do epitélio traqueal na área abaixo do balonete (LB) nos dois grupos estudados.

Figura 20 – Área da mucosa traqueal, que esteve em contato com o balonete (AB), de cão de G2, mostrando à MEV cilios formando grupamentos e gotas de muco com rugosidades na superfície (alteração grau 1) (1860X).

Figura 21 – Maior aumento da figura 20, com mucosa traqueal, que esteve em contato com o balonete (AB), de cão de G2 (Lanz) mostrando à MEV cílios formando grupamentos e gotas de muco com rugosidade e irregularidades na superfície (4245X).

Figura 22 – Área da mucosa traqueal que esteve em contato com o balonete (B), de cão de G1 mostrando à MEV perda ciliar importante e cílios formando grupamentos (alteração grau 2) (1860X).

Figura 23 – Área da mucosa traqueal que esteve em contato com o balonete, de cão do grupo G1, na qual se observa à MEV verdadeira “devastação” da mucosa traqueal, com intensa perda ciliar e ruptura do epitélio celular (alteração grau 3) (1860X).

Figura 24 – Área da mucosa traqueal que esteve em contato com o balonete de cân de G1, mostrando à MEV ruptura, desorganização e perda de epitélio traqueal (alteração grau 4) (1860X).

Figura 25 – Área de mucosa traqueal, que esteve em contato com o balonete, de cão de G2 (Lanz), mostrando área de transição, com epitélio “normal” à direita, com cílios aparentemente íntegros e cílios formando grupamentos e com algumas gotas de muco, enquanto à esquerda observa-se intensa perda de cílios com ruptura e perda de células epiteliais (890X).

5 DISCUSSÃO

5.1 Discussão da Metodologia

Os animais, nos dois grupos experimentais, foram anestesiados com pentobarbital sódico, que, nas doses utilizadas, demonstrou ser droga segura, determinando plano anestésico adequado. Como se verificou no decorrer do experimento, os atributos hemodinâmicos não apresentaram alterações significantes, com exceção da pressão arterial média, que diminuiu no primeiro momento estudado (Tabela 7; Figura 6).

Segundo Massone (1999), a utilização de pentobarbital na indução anestésica determina repercussão hemodinâmica caracterizada por diminuição da pressão arterial média, durante os primeiros 15 minutos após a injeção da droga, com retorno gradual dos valores pressóricos nos minutos seguintes, principalmente quando a droga é utilizada em infusão contínua. Os autores atribuem este resultado ao mecanismo compensatório entre a

diminuição do débito cardíaco e o aumento da resistência vascular sistêmica (Nash *et al.*, 1956; Gilmore, 1965).

A manutenção de boas condições cardiocirculatórias durante o experimento deve ser ressaltada, pois a pressão de perfusão capilar da mucosa traqueal pode estar diminuída em situação de hipotensão arterial prolongada, aumentando a chance de ocorrer lesão da mucosa traqueal,

mesmo se empregando a pressão adequada no balonete.

Todos os animais foram mantidos com a mistura de oxigênio e óxido nitroso, empregando-se ventilação controlada ciclada a volume em circuito circular com absorvedor de CO₂. Pelos atributos de pressão expiratória final de CO₂ (Tabela 9; Figura 8) e de saturação de pulso de O₂ (Tabela 8; Figura 7) estudados, houve a manutenção de ventilação e oxigenação adequadas durante todo o experimento.

Por outro lado, o circuito ventilatório e o alto fluxo de gases frescos empregados fizeram com que ocorresse diminuição da umidificação da mistura inalada, que se refletiu em alterações importantes do muco e dos cílios do epitélio traqueal (Tabela 17 e Figuras 20 a 22). Utilizando o mesmo circuito ventilatório e elevado fluxo de gases frescos durante três horas, Bisinotto *et al.* (1999) verificaram diminuição importante da umidificação relativa e absoluta do ar inalado, que se refletiu em alterações significativas do muco e dos cílios do epitélio traqueal do cão, que foram atenuados com o uso de permutador de calor e umidade.

A temperatura central dos animais foi bem mantida (Tabela 5; Figura 4), mostrando a eficiência do sistema de aquecimento por insuflação de ar aquecido utilizado durante o experimento, e a importância da manutenção da temperatura ambiente em níveis adequados (entre 21 e 24°C) (Tabela 4; Figura 3) .

5.2 Discussão dos Resultados

O estudo confirmou a ocorrência de aumento da pressão no balonete do tubo traqueal no grupo G1, ao se utilizar o óxido nitroso durante a anestesia, que ultrapassou a pressão capilar traqueal limite de 30 cm H₂O, já a partir do segundo tempo do estudo (60 minutos) (Tabela 11; Figura 10), como demonstrado também por outros autores (Stanley *et al.*, 1974; Brandt *et al.*, 1991; Le Du, 1998; Braz *et al.*, 1999). Essa constatação reforça, mais uma vez, a importância da medida e do controle da pressão no balonete do tubo traqueal, particularmente quando se emprega o óxido nitroso durante a anestesia.

Por outro lado, no grupo G2, onde foi utilizado tubo traqueal provido de válvula de Lanz, não ocorreu aumento significativo da pressão no balonete com o emprego do óxido nitroso (Tabela 11; Figura 10), demonstrando a eficácia da válvula na manutenção da pressão no balonete, embora em alguns cães, a pressão no balonete ultrapasse ligeiramente a pressão crítica de 30 cm de água.

O balonete do tubo traqueal provido de válvula de Lanz é de baixa pressão e elevado volume. Em consequência, os valores utilizados para insuflação do balonete foram elevados (média de 24,2 ml \pm 2,5 ml) (Tabela 12). Já os valores encontrados para insuflação do balonete no tubo traqueal de G1 foram bem menores (9,6 \pm 2,2 ml), demonstrando que o mesmo é de médio volume, pois existem tubos traqueais com balonete de elevado volume (acima de 20 ml), que são considerados os melhores, por determinarem pressão no balonete que se distribui em maior extensão sobre a mucosa traqueal, e,

em consequência, são potencialmente menos lesivos à mucosa traqueal (Hannallah & Suyderhoud, 1996).

O aumento da temperatura do balonete do tubo traqueal, quando posicionado na traquéia, aumenta sua complacência (Souza Neto *et al.*, 1999), o que pode ter contribuído para a diminuição inicial da pressão no balonete, em alguns experimentos. Por outro lado, o ar insuflado no balonete é aquecido na traquéia, ao passar da temperatura ambiente para a temperatura corporal, o que poderia aumentar sua pressão. Entretanto, a elevação da temperatura de 15 ml de gás de 20°C para 37° C aumenta o volume do balonete somente em 0,87 ml (Lumb *et al.*, 1992).

A válvula de Lanz é um dispositivo que impede o aumento da pressão no balonete do tubo traqueal causado pela passagem de óxido nítrico ao interior do balonete, devido à elevada difusibilidade desse gás, ou por excesso de volume de ar eventualmente insuflado no mesmo, através da válvula de insuflação de ar, como pode ocorrer em Unidade de

Terapia Intensiva (Braz *et al.*, 1999). Assim, o excesso de ar ou de óxido nítrico no balonete ao ultrapassar a pressão limite do dispositivo de Lanz, ao redor de 30 cm H₂O, passa através da linha de insuflação de ar ao balonete inflável de elevada complacência, que apresenta uma cobertura protetora transparente (Figura 2). A capacidade desse balonete inflável é grande, ao redor de 60 ml.

Como a válvula de Lanz regula a pressão do balonete do tubo traqueal através da expansão ou contração do balão de elevada

complacência, este último nunca deve ficar comprimido pela cobertura protetora. Além disso, em Unidades de Terapia Intensiva ou Salas de Recuperação Pós-Anestésica, o balonete deve ser colocado em posição tal que impeça que os movimentos do paciente provoquem sua compressão.

Relato sobre as primeiras avaliações clínicas em três pacientes que permaneceram sob intubação com tubo traqueal provido de válvula de Lanz durante 45, 47 e 250 dias, respectivamente, não foram encontradas alterações e complicações locais ao exame endoscópico da traquéia com fibra óptica (Magoven *et al.*, 1972). Os mesmos autores após exame à microscopia óptica da traquéia de cães que permaneceram sob intubação traqueal com tubo provido de válvula de Lanz por 3 a 30 dias, relataram apenas a ocorrência de aumento da descamação epitelial, sem necrose ou destruição tecidual, com as glândulas da submucosa e cartilagens apresentando aspectos de normalidade.

Como já era esperado em G1, na área do balonete, ocorreram importantes lesões ciliares e do epitélio da mucosa traqueal (Tabelas 13 e 17; Figuras 14, 18, 22, 23 e 24), que foram muito mais importantes do que em G2.

Por outro lado, apesar de a pressão no balonete do tubo traqueal de G2 (Lanz) ter sido menor do que a de G1 ao longo do experimento, houve alterações importantes do epitélio da mucosa traqueal, em alguns cães de G2, como a ocorrência de erosão de média intensidade à microscopia óptica (Tabela 13) e alterações ciliares e do epitélio à microscopia eletrônica de varredura (Tabela 17; Figuras 18 e 25).

Esses achados nos fazem considerar que o valor crítico

de 30 cm de água para a pressão no balonete, para se evitar a ocorrência de lesões do epitélio da mucosa traqueal, é um valor ainda elevado e que se devem utilizar valores menores da pressão no balonete.

Alguns autores consideram que o volume de ar que deve ser introduzido no balonete do tubo traqueal deve ser apenas o suficiente para que não ocorra perda de volume corrente durante a fase inspiratória da respiração traqueal, e, por outro lado, impeça a aspiração de conteúdo gastroesofágico regurgitado (Hannallh & Suyderhoud, 1996).

O “selo” determinado por balonetes de tubos traqueais, com características de grande volume e baixa pressão, pode ser adequado para impedir a “fuga” do volume de ar inspirado, mas não necessariamente impede a aspiração de conteúdo líquido (Pavlin *et al*, 1975). Por causa do seu grande diâmetro quando em repouso, dobras podem se formar no balonete que, ao ser insuflado pode predispor à formação de pequenas dobras, que podem predispor à aspiração de conteúdo faríngeo.

Vários outros fatores podem impedir ou aumentar a formação de dobras no balonete do tubo traqueal. Assim, a relação entre o diâmetro do balonete e o da traquéia, deverá ser a mais próxima possível (Mehta e Myat, 1984), para impedir a formação de dobras, que também diminui com a insuflação do balonete com elevada pressão, mas aumenta quando a parede do balonete é fina e menos flexível, condições que aumentam o diâmetro interno das dobras (Petring, 1986).

Segundo Lomholdt, 1971, a pressão mínima exercida pelo balonete sobre a mucosa traqueal para prevenir a aspiração é igual a pressão hidrostática da coluna de vômito, sangue ou líquidos, que pode preencher a

boca, faringe e traqueia acima do balonete. Essa pressão hidrostática depende da distância vertical entre a parte superior do balonete e a boca, que se altera com a posição do paciente, sendo de 10 a 15 cm na posição supina e de 10 a 20 cm na posição ereta. Como medida de segurança, o autor recomenda que seja colocada uma pressão mais elevada, ao redor de 5 cm de água, em relação a esses valores, o que resulta em 20 cm de água na posição supina e 25 cm de água na posição ereta.

Entretanto, ainda existe muita controversa a respeito do nível ideal da pressão no balonete. Para alguns autores, ela é de 25 cm de água (Bernhard *et al.*, 1979), mas outros autores (Seegobin e Van Hasselt, 1986) referem que a pressão no balonete de 25 cm de água determina incidência de 100% de aspiração de corante instilado através das cordas vocais na traquéia, após a realização de intubação traqueal com tubo com balonete de grande volume. A broncoscopia por fibra óptica mostrou que à passagem de corante ocorreu através das dobras criadas pelo excesso de material do balonete. Mesmo aumentando-se a pressão no balonete para 50 cm de água, ainda houve aspiração do corante.

Alguns modelos da válvula de Lanz, como o por nós utilizado, apresentam pressão limite entre 25 e 32 cm H₂O, com o balonete do tubo traqueal apresentando 30 mm de diâmetro. Quando o diâmetro do balonete do tubo é de 34 mm, em uma configuração cilíndrica, é possível a diminuição da pressão limite para 22-25 cm H₂O, sem a ocorrência de escapes ventilatórios (Carrol *et al.*, 1973). Caso fosse utilizado esse modelo da válvula de Lanz, nossos resultados à microscopia óptica e eletrônica de varredura poderiam ser diferentes? Acreditamos que mais estudos são necessários nessa área.

Em consequência da presença do tubo traqueal, independentemente do grupo estudado, ocorreu intensa reação inflamatória em toda a mucosa traqueal, com aumento da presença de polimorfonucleares na camada subepitelial (Tabela 15; Figuras 15 e 16) e principalmente no epitélio (Tabela 16), ainda mais evidentes em G1 (Figura 15).

A presença de congestão na camada subepitelial também foi semelhante nos dois grupos (Tabela 14; Figuras 14 e 16), sendo, na maioria das vezes, de fraca a média intensidade.

Deve-se ressaltar que mesmo mantendo-se a pressão no balonete do tubo traqueal ao redor de 30 cm H₂O, com o emprego da válvula de Lanz, no mesmo nível, portanto, da pressão capilar arterial traqueal, pode ter ocorrido algum grau de obstrução do fluxo dos vasos venosos e linfáticos da traquéia, porque a pressão venosa final do leito capilar traqueal é de, aproximadamente, 12 mm Hg (16 cm H₂O) e a linfática de 3 - 5 mm Hg (Nordin *et al.*,1977), o que poderia provocar, respectivamente, congestão e edema traqueais. Entretanto, se a pressão no balonete for mantida abaixo de 20 cm H₂O, há risco de não se assegurar um perfeito “selo” das vias aéreas durante a ventilação com pressão positiva, podendo ocorrer escape do ar inspirado e possível aspiração de material regurgitado do esôfago.

Em pesquisa recente (Tu *et al.*, 1999), verificou-se em pacientes anestesiados com óxido nitroso, que a insuflação do balonete do tubo traqueal com mistura gasosa de igual composição da mistura inalada previne o aumento da pressão no balonete e reduz a ocorrência de lesões traqueais, vistas ao exame com fibra óptica no momento da extubação traqueal, caracterizadas por erosão epitelial e/ou hemorragia. Assim, a

ocorrência de alterações traqueais grau 3 (máximo) foi encontrada em 40% dos pacientes do grupo controle e em 9% dos pacientes do grupo cujo balonete foi insuflado com a mistura N_2O/O_2 .

Outro aspecto a ser ressaltado é o custo dos tubos traqueais com válvula de Lanz, que é maior do que os de uso habitual.

Para diminuição da pressão no balonete do tubo traqueal, pelo emprego associado do óxido nitroso durante a anestesia, têm sido utilizados outros tipos de válvulas que permitem a redifusão, como a de Brandt, também com resultados satisfatórios (Fill *et al.*, 1994; Bouflers *et al.*, 1996). Outras alternativas têm sido utilizadas, como o emprego do balonete cuja textura impede a difusão do óxido nitroso para o seu interior (Fujiwara *et al.*, 1995), a insuflação do balonete com mistura de óxido nitroso e oxigênio, em concentrações semelhantes às que são utilizadas durante a anestesia (Tu *et al.*, 1999; Raeder *et al.*, 1985; Lineberg *et al.*, 1991; Karasawa *et al.*, 2001) ou mesmo o seu preenchimento com soro fisiológico (Dutoit-Marco, *et al.*, 1987) ou com anestésico local (lidocaína) em volume suficiente para determinar uma pressão no balonete de 20 cm H_2O , embora nessa situação exista possibilidade, em caso de ruptura do balonete, de liberação de líquido na traquéia e brônquios. Nas situações de insuflação do balonete com a mistura de N_2O e O_2 , há o perigo de desinsuflação do balonete devido a difusão do N_2O nitroso para fora do balonete ao final da operação quando normalmente se interrompe o fluxo de N_2O e a ventilação do paciente passa a ser feita somente com fluxo de O_2 (Nomura *et al.*, 1999).

Nessa situação, aumenta o risco de escape do ar inspirado e de aspiração pulmonar. Na presente pesquisa, todos os cuidados que

poderiam modificar a pressão no balonete do tubo traqueal foram tomados. Assim, a distribuição do sexo foi similar nos grupos. No macho, a traquéia é mais frequentemente assimétrica e com configuração mais triangular do que a da fêmea (Mehta *et al.*, 1984). Alterações no tônus muscular do pescoço e tórax também poderiam alterar a pressão no balonete. Houve bloqueio neuromuscular durante toda a anestesia nos dois grupos, através do emprego de bloqueador neuromuscular.

Nos dois grupos não houve correlação significativa entre o volume retirado e a pressão final no balonete do tubo traqueal (Figuras 11 e 12). Isto já era esperado em G2, pelas características da válvula de Lanz. Entretanto foi uma relativa surpresa a sua ocorrência em G1. O fato de termos utilizado tubos traqueais sempre com diâmetro de 7,5 ou 8,0 mm provavelmente influenciou esse resultado, pois em alguns animais o diâmetro do tubo pode ter sido pequeno em relação ao diâmetro da traquéia, obrigando a injeção de maiores volumes de ar para se atingir a pressão desejada.

Nessa situação, o balonete do tubo traqueal embora com características de baixa pressão, pode tornar-se de elevada pressão, com qualquer aumento de seu volume determinando grande aumento da pressão no balonete, por causa de maior estiramento de sua parede.

As lesões epiteliais que foram encontradas em áreas da mucosa traqueal que não ficaram em contato com o balonete, mas permaneceram em contato com a parede do tubo traqueal, reforçam a idéia de que a passagem e a presença do tubo traqueal já é suficiente para determinar pequenas lesões epiteliais e reforçam a necessidade de que a passagem do tubo traqueal seja a mais suave possível e que a sua fixação seja bem

feita para se evitar pequenos deslocamentos do tubo traqueal, que podem determinar lesões traumáticas da mucosa traqueal.

6 CONCLUSÕES

No cão, nas condições experimentais empregadas, a utilização do tubo traqueal com válvula reguladora de pressão de Lanz, em relação ao tubo traqueal desprovido dessa válvula, compressão inicial no balonete de 30 cm H₂O e em presença de ventilação com fluxo de gases frescos com óxido nítrico e oxigênio:

- impede o aumento da pressão no balonete;
- diminui a ocorrência de lesões do epitélio da mucosa traqueal nas áreas em contato com o balonete.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERLAUK, J. Prolonged endotracheal intubation vs tracheostomy. *Crit. Care Med.*, v. 14, p.742-6, 1986.

BERNHARD, W.N., COTTRELL, J.E., SIVAKURAMARAN, C., *et al.* Adjustment of intracuff pressure to prevent aspiration. *Anesthesiology*, v.50, p.363-9, 1979.

BISINOTTO, F.M.B., BRAZ, J.R.C., MARTINS, R.H.G., *et al.* Tacheobronchial consequences of the use of heat and moisture exchangers in dogs. *Can. J. Anesth.*, v. 46, p.893-903, 1999.

BOUFLERS, E., MENU, H., GÉRARD, A., *et al.* Étude comparative des pressions au niveau du ballonnet témoin de deux types de sondes d'intubation. *Cahiers Anesthesiol.*, v. 44, p.499-502, 1996.

BRANDT, L. Prevention of nitrous oxide induced increase in endotracheal tube cuff pressure. *Anesth. Analg.*, v. 72, p.262-70, 1991.

BRAZ, J.R.C., NAVARRO, L.H.C., TAKATA, I.H., *et al.* Endotracheal tube cuff pressure: need for precise measurement. *São Paulo Med. J.*, v.117, p.243-

7, 1999.

BUNEGIN, L., ALBIN, S.M., SMITH, B.R. Canine tracheal blood flow after endotracheal tube cuff inflation during normotension and hypotension. *Anesth. Analg.*, v. 76, p.1083-90, 1993.

BYRD, R., MASCIA, F.M. What is the endotracheal tube cuff pressure in the cross-section of intubated patients? *Anesthesiology*, v. 85, p.982, 1996.

CARROL, R.G, KAMEN, J.M., GRENVIK, A., *et al.* Recommended performance specifications for cuffed endotracheal and tracheostomy tubes: A joint statement of investigators, inventors and manufactures. *Crit. Care Med.*, v. 1, p.155-8, 1973.

COLOGNESI, JR., VIANNA, P.T.G., BRAZ, J.R.C., *et al.* Granuloma de laringe pós-intubação traqueal. Apresentação de um caso. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, v. 27, p.106-11, 1977.

DOBRIN, P., CANFIELD, T. Cuffed endotracheal tubes: mucosal pressures and tracheal wall blood flow. *Am. J. Surg.*, v. 133, p.562-8, 1977.

DUTOIT-MARCO, M.L., SCHEVANDER, D. Complications laryngées de l'intubation endotrachéale. *Ann. Fr. Anesth. Réanim.*, v.6, p.182-94, 1987.

FERNANDEZ, R., BLANCH, L., MANCEBO, J., *et al.* Endotracheal tube cuff pressure assessment: Pitfalls of finger estimation and need for objective measurement. *Crit. Care Med.*, v. 18, p.1423-6, 1990.

FILL, D.M., DOSCH, M.P., BRUNI, R.M. Rediffusion of nitrous oxide prevents increase in endotracheal tube cuff pressure. *J. Am. Assoc. Nurse Anesth.*, v. 62, p.62-77, 1994.

FISHER, L.D., BELLE, G.V. *Bioestatistics*. A methodology for the health sciences. New York: Wiley, 1993, 991p.

FUJIWARA, M., MIZOGUCHI, H., KAWAMURA, J., *et al.* A new endotracheal tube with a cuff impervious to nitrous oxide: constancy of cuff pressure and volume. *Anesth. Analg.*, v. 81, p.1084-6, 1995.

GILMORE, J.P. Pentobarbital sodium anesthesia in dog. *Am. J. Physiol.*, v.209, p.404-8, 1995.

HANNALLAH, M.S., SUYDERHOUD, J.P. Endotracheal tube and respiratory care. In: BENUMOF, J.L. *Airway management*. Principles and practice. St Louis: Mossy, 1996 p.763-88.

KARASAWA, F., TOKUNAGA, M., ARAMAKI, Y., *et al.* An assesment of a

method of inflating cuffs with a nitrous oxide gas mixture to prevent an increase in intracuff pressure in five different tracheal tube designs. *Anaesthesia*, v.56, p.155-9, 2001.

KLAINER, S.A., TURNDORF, H., WU, H.W. Surface alterations due to endotracheal intubation. *Am. J. Med.*, v. 58, p.674-83, 1975.

LE DU, I., FAUCHEUSE, M. LURTON, Y., *et al.* Pressions exercées sur la trachée par ballonets des sondes d'intubation en présence de protoxyde d'azote. *Ann. Fr. Anesth. Réanim.*, v. 17, p.32-40, 1998.

LINEBERG, C.K., JOHNSON, M.D. A method for preventing endotracheal tube cuff overdistension caused by nitrous oxide diffusion. *Anesth. Analg.*, v. 72, p.839-45, 1991.

LOMHOLDT, N. A new tracheostomy tube: theoretical considerations on minimum cuff pressure. *Acta Anaesthesiol. Scand*, suppl. 44, p.6-9, 1971.

LUMB, A.B., WRIGLEY, M.W. The effect of nitrous oxide on laryngeal mask cuff pressure. *Anaesthesia*, v. 47, p.320-3, 1992.

MAGOVEN, G.J., SHIVELY, J.G., FECHT, D., *et al.* The clinical and experimental evaluation of controlled-pressure intratracheal cuff. *J. Thorac.*

Cardiovasc. Surg., v. 64, p.747-2, 1972.

MARTINS, R.H.G., BRAZ, J.R.C., BRETAN, O. Lesões precoces da intubação traqueal. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.*, v. 61, p.343-8, 1995.

MASSONE, F. *Anestesiologia veterinária*. 3ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 225 p.

MEHTA, S. MYAT, H.M. The cross-sectional shape and circumference of human trachea. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, v.66, p.356-8, 1984.

MENDONÇA, F.R.M., STOCHE, M.R., GARCIA, V.L. *et al.* Estudo das pressões intra-cuff em intubações traqueais em procedimentos cirúrgicos no H.C. de Ribeirão Preto. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, v. 47, CBA109, 1997.

NASH, C.B., DAVIS, F., WOODBURY, R.A. Cardiovascular effects of anesthetic doses of pentobarbital sodium. *Am. J. Physiol.*, v.185, p.107-12, 1956.

NOMURA, T., ASAND, M., SLIBATA, M., *et al.* Endotracheal tube cuff leakage after termination of nitrous oxide. *Anesthesiology*, v.91, suppl. 3A, p. A 574, 1999.

NORDIN, V. The trachea and cuff induced tracheal injury. *Acta Otolaryngol.*, v.

71, p.7-71, 1977.

PAVLIN, E.E., VANNIMWEGAN, D., HORNBEIN, T.F. Failure of a high-compliance low-pressure cuff to prevent aspiration. *Anesthesiology*, v.42, p.216-9, 1975.

PETRINE, O.U. Presentation of silent aspiration due to leaks around cuffs of endotracheal tubes. *Anesth. Analg.*, v.65, p.777-80, 1986.

RAEDER, J.C., BORCHGRENVINK, P.C., SELLEVOLD, O.M. Tracheal tube cuff pressures. The effects of different gas mixtures. *Anaesthesia*, v. 40, p.444-7, 1985.

SEEGOBIN, R.D., VAN HASSELT, G.L. Aspiration beyond endotracheal cuffs. *Can J Anaesth.*, v.33, p.273-9, 1986.

SOUZA NETO, E.P., PIRIOU, V. DURAND, P.E. *et al.* Influence of temperature on tracheal tube cuff pressure during cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol.*

Scand., v. 43, p.333-7, 1999.

SPITLLE, C.S.N., BEAVIS, S.E. Do you measure cuff pressure? A survey of clinical practice. *Br. J. Anaesth.*, v.87, p.344-345, 2001.

STANLEY, T.H., KAMAMURA, R., GRAVES, C. Effects of nitrous oxide on volume and pressure of endotracheal tube cuff. *Anesthesiology*, v. 41, p.256-61, 1974.

STAUFFER, J., OLSEN, D., PETTY, H.T. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. *Am. J. Med.*, v. 70, p.65-76, 1981.

TU, H.N., SAIDI, N., BENSIAD, S., *et al.* Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients. *Anesth. Analg.*, v. 89, p.187-90, 1999.

7.1 Fontes Consultadas

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para Publicação da UNESP*. São Paulo: Editora UNESP, 1994, 4v., v.2: Referências Bibliográficas.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para Publicação da UNESP*. São Paulo: Editora UNESP, 1994, 4v., v.4: Dissertações e Teses. Do Trabalho Científico ao Livro.

8 APÊNDICE

Tabela 18 – Peso dos animais nos Grupos G1 e G2

GRUPO	CÃO	PESO (kg)
G1	2	14
	3	16
	4	15
	5	17
	7	12
	9	15
	10	16
	11	17
G2	1	14
	6	13
	8	15
	12	16
	13	16
	14	15
	15	14
	16	16

Tabela 19 – Comprimento dos animais nos Grupos G1 e G2

GRUPO	CÃO	Comprimento (cm)
G1	2	95
	3	89
	4	90
	5	110
	7	88
	9	95
	10	99
G2	11	104
	1	95
	6	94
	8	97
	12	98
	13	106
	14	95
15	96	
16	102	

Tabela 20 – Sexo dos animais nos grupos G1 e G2

GRUPO	CÃO	Sexo
G1	2	M
	3	M
	4	M
	5	M
	7	F
	9	M
	10	F
G2	11	F
	1	F
	6	F
	8	M
	12	F
	13	M
	14	M
15	M	
16	F	

Tabela 21 – Valores da temperatura ambiente (TA) e da temperatura esofágica (TE) ao longo do tempo nos animais do grupo G1.

CÃO	TEMPO (min)	TA (°C)	TE (°C)
1	0	25,1	37,8
	60	25,5	37,5
	120	25,7	37,5
	180	26,1	37,7
2	0	23,4	38,0
	60	24,5	37,9
	120	25,0	38,5
	180	25,1	38,7
3	0	22,7	37,4
	60	22,3	36,5
	120	24,0	36,3
	180	25,0	36,6
4	0	25,2	36,6
	60	24,3	37,3
	120	24,6	37,1
	180	23,7	36,9
5	0	23,5	37,5
	60	24,5	38,7
	120	25,3	39,6
	180	20,5	38,8
6	0	20,7	36,3
	60	20,8	35,8
	120	21,3	35,5
	180	21,8	35,6
7	0	19,7	36,0
	60	20,0	36,4
	120	20,5	36,5
	180	20,8	36,5
8	0	23,3	38,3
	60	23,4	38,4
	120	24,6	38,6
	180	24,2	37,9

Tabela 22 – Valores da temperatura ambiente (TA) e da temperatura esofágica (TE) ao longo do tempo nos animais do grupo G2.

CÃO	TEMPO (min)	TA (°C)	TE (°C)
1	0	21,1	37,5
	60	20,3	37,1
	120	20,7	37,1
	180	21,2	37,1
2	0	24,0	37,9
	60	24,0	38,3
	120	24,4	38,5
	180	24,2	38,4
3	0	21,2	37,4
	60	22,4	36,8
	120	23,4	37,1
	180	23,6	37,4
4	0	21,8	38,3
	60	21,6	37,6
	120	21,7	37,7
	180	21,1	37,9
5	0	26,2	39,7
	60	26,3	40,1
	120	26,8	40,1
	180	26,6	40,0
6	0	21,6	37,2
	60	22,6	36,6
	120	22,4	36,6
	180	22,5	36,8
7	0	23,4	36,6
	60	24,6	36,7
	120	24,6	36,6
	180	24,9	36,8
8	0	21,9	37,7
	60	22,4	37,6
	120	22,8	37,6
	180	22,6	37,5

Tabela 23 – Valores da fração inspirada de oxigênio ($F_{insp}O_2$) e da fração inspirada de óxido nitroso ($F_{insp}N_2O$) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G1.

CÃO	TEMPO (min)	$F_{insp}O_2$ (%)	$F_{insp}N_2O$ (%)
1	0	68	0
	60	30	61
	120	30	60
	180	30	61
2	0	66	0
	60	30	61
	120	30	61
	180	30	61
3	0	73	0
	60	30	62
	120	30	62
	180	30	62
4	0	79	0
	60	31	61
	120	31	62
	180	31	61
5	0	57	0
	60	30	60
	120	29	61
	180	29	61
6	0	57	0
	60	32	64
	120	32	64
	180	32	64
7	0	59	0
	60	29	58
	120	33	64
	180	32	63
8	0	45	0
	60	36	60
	120	36	60
	180	36	60

Tabela 24 – Valores da fração inspirada de oxigênio ($F_{insp}O_2$) e da fração inspirada de óxido nitroso ($F_{insp}N_2O$) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G2.

CÃO	TEMPO (min)	$F_{insp}O_2$ (%)	$F_{insp}N_2O$ (%)
1	0	60	0
	60	30	61
	120	30	61
	180	30	61
2	0	60	0
	60	30	61
	120	30	61
	180	30	61
3	0	60	0
	60	30	61
	120	30	61
	180	30	60
4	0	65	0
	60	31	61
	120	30	61
	180	30	61
5	0	70	0
	60	30	60
	120	30	60
	180	30	60
6	0	70	0
	60	31	61
	120	32	60
	180	31	62
7	0	56	0
	60	31	62
	120	31	63
	180	30	62
8	0	56	0
	60	36	60
	120	36	60
	180	36	60

Tabela 25 – Valores da pressão no balonete (Pbalonete) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G1.

CÃO	TEMPO (min)	Pbalonete (cm H ₂ O)
1	0	30
	60	42
	120	57
	180	68
2	0	30
	60	44
	120	57
	180	71
3	0	30
	60	40
	120	56
	180	70
4	0	30
	60	39
	120	56
	180	67
5	0	30
	60	45
	120	70
	180	76
6	0	30
	60	44
	120	55
	180	61
7	0	30
	60	43
	120	69
	180	85
8	0	30
	60	40
	120	60
	180	64

Tabela 26 – Valores da pressão no balonete (Pbalonete) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G2 (Lanz).

CÃO	TEMPO (min)	Pbalonete (cm H ₂ O)
1	0	30
	60	31
	120	33
	180	35
2	0	29
	60	29
	120	28
	180	28
3	0	30
	60	32
	120	32
	180	33
4	0	30
	60	30
	120	33
	180	34
5	0	29
	60	32
	120	33
	180	33
6	0	30
	60	31
	120	36
	180	38
7	0	23
	60	22
	120	22
	180	22
8	0	28
	60	28
	120	28
	180	27

Tabela 27 – Valores da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial média (PAM) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G1.

CÃO	TEMPO (min)	FC (bat.min ⁻¹)	PAM (mm Hg)
1	0	127	68
	60	92	102
	120	139	74
	180	139	82
2	0	82	60
	60	79	97
	120	94	100
	180	112	102
3	0	180	64
	60	169	89
	120	171	80
	180	171	87
4	0	92	65
	60	96	106
	120	91	84
	180	94	87
5	0	122	74
	60	166	91
	120	177	93
	180	166	87
6	0	113	30
	60	105	53
	120	101	61
	180	105	63
7	0	71	69
	60	86	99
	120	102	102
	180	98	107
8	0	110	110
	60	102	100
	120	151	120
	180	121	139

Tabela 28 – Valores da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial média (PAM) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G2.

CÃO	TEMPO (min)	FC (bat.min ⁻¹)	PAM (mm Hg)
1	0	146	55
	60	142	59
	120	151	66
	180	137	84
2	0	124	70
	60	125	106
	120	138	79
	180	130	78
3	0	139	77
	60	122	103
	120	150	103
	180	150	98
4	0	136	36
	60	130	65
	120	127	68
	180	125	69
5	0	108	69
	60	142	82
	120	148	60
	180	146	63
6	0	142	65
	60	118	104
	120	130	93
	180	122	90
7	0	71	62
	60	96	84
	120	95	63
	180	82	79
8	0	104	71
	60	176	72
	120	171	107
	180	157	117

Tabela 29 – Valores da saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) e pressão expiratória final de CO₂ (P_{ET}CO₂) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G1.

CÃO	TEMPO (min)	SpO ₂ (%)	P _{ET} CO ₂ (mm Hg)
1	0	98	29
	60	100	32
	120	99	32
	180	99	36
2	0	98	30
	60	98	32
	120	99	31
	180	99	35
3	0	100	31
	60	99	29
	120	100	28
	180	100	30
4	0	100	25
	60	99	23
	120	99	24
	180	99	25
5	0	98	38
	60	99	36
	120	99	37
	180	99	41
6	0	99	22
	60	99	29
	120	99	29
	180	100	31
7	0	96	28
	60	100	36
	120	100	33
	180	100	32
8	0	100	35
	60	100	34
	120	100	36
	180	99	35

Tabela 30 – Valores da saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) e pressão expiratória final de CO₂ (P_{ET}CO₂) encontrados ao longo do tempo nos animais do grupo G2.

CÃO	TEMPO (min)	SpO ₂ (%)	P _{ET} CO ₂ (mm Hg)
1	0	97	25
	60	99	31
	120	99	31
	180	99	31
2	0	99	26
	60	99	29
	120	100	29
	180	100	31
3	0	99	36
	60	100	30
	120	99	29
	180	100	31
4	0	100	20
	60	100	27
	120	98	28
	180	98	29
5	0	98	29
	60	99	30
	120	100	27
	180	99	29
6	0	99	33
	60	100	29
	120	100	29
	180	99	29
7	0	99	20
	60	99	23
	120	99	22
	180	99	23
8	0	100	35
	60	100	41
	120	98	38
	180	98	39

Tabela 31 - Incidência de erosão da mucosa traqueal nas áreas de biópsia dos grupos G1 e G2.

Grupo Cão	G1			Cão	G2		
	Área de biópsia				Área de biópsia		
	AB	B	LB		AB	B	LB
2	1	3	1	1	1	1	1
3	0	2	1	6	1	3	1
4	2	1	0	8	2	3	3
5	2	2	2	12	1	1	1
7	1	1	1	13	0	0	0
9	1	1	0	14	1	1	0
10	1	3	1	15	0	0	0
11	0	3	0	16	0	0	0

Tabela 32 - Incidência de congestão na camada subepitelial da mucosa traqueal nas áreas de biópsia dos grupos G1 e G2.

Grupo Cão	G1			Cão	G2		
	Área de biópsia				Área de biópsia		
	AB	B	LB		AB	B	LB
2	1	1	1	1	1	2	1
3	2	1	2	6	3	2	3
4	1	2	1	8	2	1	2
5	3	3	3	12	0	1	1
7	2	2	2	13	3	3	1
9	2	2	2	14	1	2	2
10	2	1	2	15	1	1	2
11	1	1	3	16	2	2	2

Tabela 33 – Incidência de polimorfonucleares na camada subepitelial da mucosa traqueal nas áreas de biópsia dos grupos G1 e G2.

Grupo Cão	G1			Cão	G2		
	Área de biópsia				Área de biópsia		
	AB	B	LB		AB	B	LB
2	2	3	2	1	0	0	0
3	0	3	3	6	1	3	3
4	1	3	0	8	2	2	2
5	3	3	1	12	0	3	3
7	3	3	2	13	3	2	2
9	3	3	3	14	2	1	2
10	3	3	3	15	1	1	2
11	3	2	1	16	2	3	1

Tabela 34 – Incidência de polimorfonucleares no epitélio da mucosa traqueal nas áreas de biópsia dos grupos G1 e G2.

Grupo		G1			Grupo		G2		
Cão	Cão	Área de biópsia			Cão	Cão	Área de biópsia		
		AB	B	LB			AB	B	LB
2	1	2	1	1	0	0	0		
3	0	3	1	6	0	2	3		
4	0	0	0	8	3	2	1		
5	1	3	1	12	0	1	1		
7	3	3	3	13	3	1	1		
9	3	3	1	14	1	0	0		
10	2	3	3	15	1	1	1		
11	1	3	1	16	2	2	0		

Tabela 35 – Incidência de hemorragia da mucosa traqueal nas áreas de biópsias dos grupos G1 e G2.

Grupo		G1			Cão		G2		
Cão	Área de biópsia			Cão	Área de biópsia				
	AB	B	LB		AB	B	LB		
2	0	0	0	1	0	0	0		
3	0	0	0	6	0	0	0		
4	0	0	0	8	0	0	0		
5	0	0	0	12	0	0	0		
7	0	0	0	13	0	0	0		
9	0	0	0	14	0	0	0		
10	0	0	0	15	0	0	0		
11	0	0	0	16	0	0	0		

Tabela 36 – Incidência de alterações do epitélio traqueal à microscopia eletrônica de varredura nas áreas de biópsias do grupo G1.

Grupo Cão	G1		
	Área de biópsia		
	AB	B	LB
2	1,5	3,5	1,5
3	1,0	3,0	3,0
4	1,5	2,75	2,0
5	1,5	3,0	1,0
7	1,5	2,5	2,5
9	2,0	1,75	1,0
10	1,5	1,5	1,0
11	1,0	3,25	1,0

Tabela 37 – Incidência de alterações do epitélio traqueal à microscopia eletrônica de varredura nas áreas de biópsia do grupo G2.

Grupo Cão	G2		
	Área de biópsia		
	AB	B	LB
1	1,5	2,5	2,5
6	1,0	2,25	1,5
8	2,0	2,75	3,0
12	2,0	2,5	1,0
13	2,5	1,0	1,0
14	1,0	1,25	1,0
15	1,0	1,25	1,0
16	1,5	1,50	1,0