

KAREN SUZANE FUCHS

**EFEITOS DE FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO E MODALIDADES
VENTILATÓRIAS DIFERENTES SOBRE A IDADE DE CÃES**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Oleskovicz

LAGES – SC

2018

KAREN SUZANE FUCHS

**EFEITOS DE FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO E MODALIDADES
VENTILATÓRIAS DIFERENTES SOBRE A IDADE DE CÃES**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Nilson Oleskovicz
Departamento de Medicina Veterinária – CAV/UDESC

Membro:

Prof. Dra. Suzane Lilian Beier
Departamento de Medicina Veterinária - UFMG

Membro:

Prof. Dr. Ademir Cassiano da Rosa
Departamento de Medicina Veterinária – CAV/UDESC

**Dedico essa dissertação a Deus e a
minha família, Maria, Joel, Jonatas e
Fernando, sem vocês nada disso teria
sentido.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por estar do meu lado em todos os momentos, por ser meu amparo e proteção, principalmente nos momentos de solidão e angústia.

A meus pais, Maria e Joel, pelo carinho, amor, dedicação, compreensão, paciência, por sempre acreditarem em mim, por investirem em meus sonhos e incentiva-los, é por vocês e pra vocês que tento buscar o melhor, sou abençoada por ter nascido em uma família tão linda.

Ao amor da minha vida, Fernando, por ter acompanhado cada passo dessa história, pela compreensão, amparo e dedicação, por me completar inteiramente e ser meu amor sem medidas.

A minha sogra e meu sogro, Judite e José, por serem tão atenciosos comigo, por acreditarem em mim e pelas doces palavras de incentivo sempre que preciso, por ser minha família, que sorte a minha vida teve em encontrar vocês.

A meu irmão, Jonatas, minha cunhada Josieli, minha vó Cecília, pelo carinho e amor que a mim dedicam, obrigado por sempre me apoiarem.

A meu orientador Nilson Oleskovicz, pela oportunidade e paciência, pela compreensão dos meus momentos difíceis, por me inserir no meio acadêmico e me incentivar a buscar sempre mais, por todo conhecimento transmitido até aqui e por compartilhar comigo sua história, sendo um exemplo a ser seguido, admiro muito seu conhecimento.

A minha amiga Luara, por ter deixado minha vida mais leve com toda sua luz, por me fazer entender o significado da palavra equipe, por se doar para me ajudar, por sempre me mostrar o lado bom das coisas, por me amparar e proteger, pelas nossas tentativas de um vida mais saudável (acho que conseguimos), por ser minha família em Lages, por ser a melhor amiga que alguém pode ter na vida, é adorável ver sua vocação em ensinar, ajudar e anestesiá-la, sem dúvidas essa dissertação é nossa.

A Ronise que além de minha professora, se tornou uma grande amiga, muito da minha vida profissional vem de você, sorte a minha conhecer alguém tão competente no que faz e poder aprender com seus exemplos, obrigada por tanta paciência em me ensinar, e por toda companhia e conversa durante esse período.

Ao professor Ademir pelas conversas, pelos ensinamentos, por sempre me aturar em sessões de acupuntura e empréstimos de livros, por estar mais uma vez presente em minha banca, dispondo do seu conhecimento para me ajudar.

Ao professor Renato pelas conversas, ensinamentos, por sempre ter as palavras que eu preciso ouvir, pela sua disposição, carinho, amizade e por sem dúvidas ser um modelo de pessoa, tanto profissional quanto pessoal, a ser seguido.

Ao professor Aury, que durante todos os dias do meu projeto passou por mim perguntando se eu precisava de algo, admiro muito sua bondade, bom humor e todo seu conhecimento. Obrigada por todo ensinamento e ajuda que me deu.

Ao professor Douglas, que foi meu primeiro contato com a pós graduação, me incentivou a ingressar na área acadêmica, sempre disposto a me ajudar em todas as minhas dúvidas, admiro muito você e sua linda esposa Bruna, dois seres iluminados (que logo serão 3), obrigada pela amizade, pelas risadas, pela experiência e carinho de vocês.

Aos amigos da pós-graduação Felipe, Samuel e Marina, pela ajuda durante a realização desse projeto, pelas conversas, cafés, bolos e companhia.

Ao quadro de professores e toda equipe de funcionários do HCV CAV UDESC, por sempre me tratarem tão bem, pelas risadas e conversas no meio dos corredores, pelo auxílio sempre com muita boa vontade no que fossem necessários, vocês fizeram meus dias e meu trabalho mais felizes.

Aos bolsistas de iniciação científica Aline, Cris, Soldado, Maite e Murilo, por toda a ajuda nos projetos, convivência, conversas e aprendizado partilhados, aprendi muito com vocês, certamente serão profissionais incríveis.

A agência CAPES pelo auxílio da bolsa de mestrado durante esses dois anos.

A todos os animais, de pesquisa, aula ou rotina, que foram essenciais para todo o aprendizado. É pra vocês e por vocês que resolvi dedicar minha vida, não tenho dúvidas que fiz a escolha certa.

A todos os meus cães, especialmente a minha Akira, que foi minha motivação e companhia durante esses dois últimos anos em Lages, quanto amor podemos ter por um ser tão pequenino.

Agradeço a instituição UDESC e a cidade de Lages, por terem sido minha morada nos últimos sete anos, onde descobri minha profissão, vivi, descobri, errei e aprendi, quantas lembranças vou levar comigo, e quanta saudades.

A todos que passaram na minha vida e fizeram dela um lugar melhor (ou não), serei eternamente grata.

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém”

(Dalai Lama)

RESUMO

FUCHS, K.S. **Efeitos de frações inspiradas de oxigênio e modalidades ventilatórias diferentes sobre a idade de cães.** 2018, 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2018.

Objetivou-se avaliar diferentes modalidades ventilatórias em cães de diferentes idades submetidos a fração inspirada de oxigênio (FiO_2) de 40% e 100%. Foram utilizados 36 cães de diferentes idades, peso médio de $16,6 \pm 10,1$ kg, ambos sexos, sem raça definida, encaminhados da rotina do hospital veterinário para diferentes procedimentos cirúrgicos. Os animais selecionados foram submetidos a exames clínicos, laboratoriais (hemograma, bioquímico, raio-x torácico e eletrocardiografia), internados no dia anterior ao procedimento, passaram por jejum sólido de 12h e hídrico de 6h. Receberam morfina (0,5 mg/kg) e acepromazina (0,02 mg/kg) como medicação pré anestésica, e após 15 minutos indução com propofol dose/efeito seguida pela intubação orotraqueal, iniciando o fornecimento de oxigênio conforme a FiO_2 determinada para cada grupo, mantendo sob anestesia geral com isoflurano em 1 CAM. Após a instrumentalização os animais foram submetidos a 4 diferentes modalidades ventilatórias, iniciando pela ventilação espontânea (VE) seguida da ventilação ciclada a volume (VCV) ou ventilação ciclada a pressão (VCP) e terminando sempre com a ventilação ciclada a pressão com PEEP (VCPP), permaneceram 30 minutos em cada modalidade, todo o período experimental teve duração de 2 horas e em seguida ocorreu a cirurgia em questão. Os parâmetros cardiovasculares mantiveram-se estáveis para todas as FiO_2 , modalidades ventilatórias e idades. Com relação aos parâmetros ventilatórios, para a FiO_2 100% foram observados altos valores de $PaCO_2$ (45 mm/Hg) e shunt (29%), enquanto para a FiO_2 40% apresentou $PaCO_2$ (43 mm/Hg) e redução de 44% nos valores de shunt. Com relação as modalidades ventilatórias, a VE e a VCP não mantiveram os animais com adequadas trocas gasosas, apresentando maiores valores de $EtCO_2$ (45 e 43mm/Hg), $PaCO_2$ (49 e 47 mm/Hg) e menores valores de volume corrente (V_c) (200 e 188 ml/kg) respectivamente. A imposição das modalidades ventilatórias aumentou os valores do gasto energético (GE) em relação à VE. Em relação as diferentes idades, os animais adultos e geriátricos apresentaram redução de 32% nos valores de complacência e 22% no V_c , maiores valores de Shunt (26 e 22%), $PaCO_2$ (44 e 46 mm/Hg) e menores valores de IO (453 e 422 mm/Hg), GE e consumo de oxigênio (VO_2), em relação aos animais jovens. Avaliando os resultados obtidos foi possível concluir que a FiO_2 de 40% apresentou maior estabilidade dos parâmetros hemogasométricos PaO_2 , $PaCO_2$, índice de oxigenação (entre 485 – 518) e redução de valores de shunt pulmonar, sendo a fração indicada para a utilização em cães de diferentes idades. A ventilação ciclada a volume (15 ml/kg) mostrou-se a modalidade mais eficiente para ventilar animais de diferentes idades, apresentando maior estabilidade nos parâmetros cardíacos, ventilatórios e hemogasométricos seguida da ventilação ciclada a pressão (12 cmH_2O) com PEEP (5 cmH_2O). A ventilação espontânea e a ventilação ciclada a pressão (12 cmH_2O) não foram eficientes para manter a normocapnia dos animais deste estudo e as modalidades ventilatórias não interferiram nos valores de shunt. Os animais acima de 5 anos, apresentaram maiores dificuldades em manter adequadas trocas gasosas, principalmente quando instituída a FiO_2 100%.

Palavras-Chave: modalidades ventilatórias, fração inspirada de oxigênio, idade, cães, hemogasometria.

ABSTRACT

FUCHS, K.S. **Effects of oxygen-inspired fractions and different ventilatory routines on a age of dogs.** 2018, 96p. Dissertation (Master in Animal Science) - University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Animal Science, Lages, 2018.

The objective of this study was to evaluate different ventilatory modalities in dogs of different ages submitted to the inspired fraction of oxygen (FiO_2) of 40% and 100%. Thirty - six dogs of different ages, mean weight of 16.6 ± 10.1 kg, both sexes, without race, were referred from the routine of the veterinary hospital for different surgical procedures. The selected animals were submitted to clinical exams, laboratories (hemogram, biochemistry, chest X-ray and electrocardiography), hospitalized the day before the procedure, were subjected to a solid fast of 12h and a 6h water. They received morphine (0.5 mg / kg) and acepromazine (0.02 mg / kg) as pre-anesthetic medication, and after 15 minutes induction with propofol dose / effect for orotracheal intubation, initiating the supply of oxygen according to FiO_2 determined for each group, maintaining under general anesthesia with isoflurane in 1 CAM. After an instrumentalization of the animals with components, 4 different ventilation modalities, starting with spontaneous ventilation (VE) for volume-cycled ventilation (VCV) or pressure-cycled ventilation (VCP) and always ending with pressure-cycled ventilation with PEEP (VCP), remained 30 minutes in each modality, the entire experimental period lasting 2 hours and instead of a surgery in question. Cardiovascular parameters remained stable for all FiO_2 , ventilatory modalities and ages. Regarding ventilatory parameters, high values of PaCO_2 (45 mm / Hg) and shunt (29%) were observed for FiO_2 100%, while for FiO_2 40% presented PaCO_2 (43 mm / Hg) and a 44% reduction in values of shunt. Regarding ventilatory modalities, VE and VCP did not maintain the animals with adequate gas exchange, presenting higher values of EtCO_2 (45 and 43mm / Hg), PaCO_2 (49 and 47 mm / Hg) and lower values of Vc (200 and 188 ml / kg) respectively. The imposition of the ventilation modalities increased the energy expenditure (GE) values in relation to the VE. In relation to different ages, adult and geriatric animals presented a 32% reduction in compliance values and 22% non Vc , higher values of Shunt (26 and 22%), PaCO_2 (44 and 46 mm / Hg) and lower values of IO (453 and 422 mm / Hg), GE and oxygen consumption (VO_2), in relation to young animals. Evaluating the results obtained, it was possible to conclude that the FiO_2 of 40% showed a greater stability of the hemogasometric parameters PaO_2 , PaCO_2 , oxygenation index (between 485 - 518) and reduction of pulmonary shunt values, being a fraction indicated for the use in dogs of different ages. The volume-cycled ventilation (15 mL / kg) was the most efficient way to ventilate animals of different ages, presenting greater stability in cardiac, ventilatory and hemogasometric parameters of pressure-cycled ventilation (12 cmH₂O) with PEEP (5 cmH₂O). Spontaneous ventilation and pressure-cycled ventilation (12 cmH₂O) are not efficient to maintain the normocapnia of animals in this study and as ventilation modalities did not interfere with shunt values. Animals older than 5 years presented greater difficulties in maintaining adequate gas exchange, especially when 100% FiO_2 is instituted.

Key words: ventilatory modalities, oxygen inspired fraction, age, dogs, hemogasometry.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Diagrama dos momentos de avaliação, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos); adultos (5-10 anos); e geriátricos (10-15 anos), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE), mecânica ciclada à volume (VCV) ou pressão (VCP) e pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....37
- Figura 2. Monitor multiparamétrico B650 GE e os respectivos parâmetros avaliados em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos); adultos (5-10 anos); e geriátricos (10-15 anos), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....39
- Figura 3. Adequado posicionamento do sensor de calorimetria indireta (seta) (D'Lite®) acoplado entre o filtro de ar, conectado na sonda endotraqueal e o circuito anestésico, observando-se um ângulo de 45°, essencial para leitura correta.....40
- Figura 4. Correlação de Pearson por regressão linear (r) da hemoglobina obtida por contador automático – SDH-3 Vet (Hb L), e da hemoglobina obtida por hemogasômetro – Omni C Roche (Hb H), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....60
- Figura 5. Correlação de Pearson por regressão linear (r) entre os valores de expirado final de dióxido de carbono ($EtCO_2$) e pressão arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2$) em cães em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....68
- Figura 6. Análise de Sobrevivência para resgate em frequência cardíaca com atropina (0,044 mg/kg) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....76
- Figura 7. Análise de Sobrevivência para resgate de efedrina (0,1 mg/kg) em cães de três faixas etárias: Jovens(0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....77
- Figura 8. Análise de Sobrevivência para resgate para a pressão arterial com dopamina (10 μ g/kg/min em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....78

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores médios \pm erro padrão da idade (anos) e do peso (kg) em cães de três faixas etárias: jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% e 100% e ventilação espontânea (VE) ou ciclada a volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....44
- Tabela 2. Valores médios \pm erro padrão da dose de propofol (mg/kg) requerida para a indução anestésica em cães de três faixas etárias: jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG).....44
- Tabela 3. Valores médios \pm erro padrão da frequência cardíaca (FC) em bpm, pressão arterial sistólica (PAS) em mm/Hg, pressão arterial diastólica (PAD) em mm/Hg, pressão arterial média (PAM) em mm/Hg e pressão venosa central (PVC) em cm/H₂O, em cães de três faixas etárias: jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% e 100% e ventilação espontânea (VE) ou ciclada a volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....46
- Tabela 4. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO_2 e idade, para as variáveis pressão arterial sistólica (PAS) em mm/Hg, diastólica (PAD) em mm/Hg e média (PAM) (mm/Hg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....47
- Tabela 5. Valores médios \pm erro padrão da frequência respiratória (f) em mpm, concentração de dióxido de carbono ao final da expiração ($EtCO_2$)(mmHg), volume corrente (V_c)(ml/kg), volume minuto (V_m)(L/min), complacência (C_T) (mL/cm/H₂O), resistência das vias aéreas (cm/L/s) e pressão inspiratória de pico (P_{pico})(mm/Hg) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....50
- Tabela 6. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO_2 e idade, para as variáveis frequência respiratória (f) em mpm, concentração de dióxido de carbono ao final da expiração ($EtCO_2$) em mm/Hg e resistência das vias aéreas (RVA) (cm/L/s) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GA); adultos (5-10 anos)(GJ); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....52
- Tabela 7. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO_2 e modalidade ventilatória para a variável pressão inspiratória de pico

(Ppico)(mmHg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos) (GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos) (GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....53

Tabela 8. Valores médios ± erro padrão do conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂) em mL/dL, conteúdo venoso de oxigênio (CvO₂) em mL/dL, taxa de extração de oxigênio (TeO₂)(%), diferença alvéolo-arterial de oxigênio (AaDO₂)(mm/Hg), formação de shunt intrapulmonar (Qs/Qt) (%) e índice de oxigenação (IO) em mmHg, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....55

Tabela 9. Valores médios ± erro padrão do desdobramento da interação entre FiO₂ e idade para as variáveis diferença alvéolo-arterial de oxigênio (AaDO₂)(mm/Hg), formação de shunt intrapulmonar (Qs/Qt) (%), PaO₂/FiO₂ em mm/Hg e IO (mm/Hg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....59

Tabela 10. Valores médios ± erro padrão do conteúdo de hemoglobina (Hb L)(g/dL) por aferição do contator automático e conteúdo de hemoglobina (Hb H) por aferição do aparelho hemogasômetro (g/dL), saturação arterial de oxigênio (SaO₂) em %, saturação venosa de oxigênio (SvO₂) em % e temperatura corporal (°C)em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....61

Tabela 11. Valores médios ± erro padrão do desdobramento das variáveis saturação arterial de oxigênio (SaO₂) (%) e temperatura corporal (T °C), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....63

Tabela 12. Média ± erro padrão dos valores de concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂) em mmHg e pressão arterial de gás carbônico (PaCO₂) (mmHg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....66

- Tabela 13. Valores médios \pm erro padrão da pressão arterial de oxigênio (PaO_2) em mmHg, pressão arterial de gás carbônico (PaCO_2) em mmHg, potencial de hidrogênio (pH), bicarbonato (HCO_3^-) em mEq/L e déficit de base (DB)(mmol/L) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....68
- Tabela 14. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento das variáveis pressão arterial de oxigênio (PaO_2) em mm/Hg e déficit de base (DB) (mmol/L), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....70
- Tabela 15. Valores médios \pm erro padrão do Sódio (Na^+) em mmol/L, potássio (K^+) em mmol/L, cálcio ionizado (iCa) em mmol/L e cloro (Cl^-) em mmol/L, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos) (GJ); adultos (5-10 anos) (GA); e geriátricos (10-15 anos) (GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....71
- Tabela 16. Valores médios \pm erro padrão do consumo de oxigênio (VO_2) em mL/min, produção de gás carbônico (VCO_2) em mL/min, quociente respiratório (RQ) e gasto energético (Kcal/dia), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....74
- Tabela 17. Número de resgates de: atropina (0,022 mg/kg), efedrina (0,1 mg/kg), e dopamina (10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.....75

LISTA DE ABREVIATURAS

AaDO ₂	Gradiente alvéolo-arterial de oxigênio
bpm	Batimentos por minuto
CAM	Concentração alveolar mínima
CaO ₂	Conteúdo arterial de oxigênio
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CI	Calorimetria indireta
C _T	Complacência pulmonar
CvO ₂	Conteúdo venoso de oxigênio
DC	Débito cardíaco
DB	Déficit de bases
EtCO ₂	Concentração de dióxido de carbono ao final da expiração
FA	Fosfatase alcalina
FC	Frequência cardíaca
<i>f</i>	Frequência respiratória
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
GA	Grupo adulto
GE	Gasto energético
GG	Grupo geriátrico
GGT	Gama glutamil transferase
GJ	Grupo Jovem
Kg	Quilograma
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato de sódio
HCV	Hospital de Clínicas Veterinárias
Hb	Hemoglobina
HbH	Hemoglobina aferida pelo hemogasômetro
HbL	Hemoglobina aferida pelo laboratório
IO	Índice de oxigenação
IM	Intramuscular

IV	Intravenosa
LPA	Lesão pulmonar aguda
mmHg	milímetro de mercúrio
mpm	Movimentos por minuto
PaCO ₂	Pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PaO ₂	Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial
PAM	pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
PEEP	Pressão positiva ao final da expiração
pH	Potencial hidrogeniônico
Ppico	Pressão de pico inspiratória
PvO ₂	Pressão parcial de oxigênio no sangue venoso
PVC	Pressão venosa Central
RQ	Coeficiente respiratório
SaO ₂	Saturação de oxihemoglobina no sangue arterial
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório agudo
SRD	Sem raça definida
SvO ₂	Saturação de oxihemoglobina no sangue venoso
T°C	Temperatura corporal
Ti/Te	Relação inspiração/expiração
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
VCV	Ventilação ciclada a volume
VCP	Ventilação ciclada a pressão
VCPP	Ventilação ciclada a pressão com PEEP
VCO ₂	Produção de gás carbônico
VE	Ventilação espontânea
VM	Ventilação Mecânica
VO ₂	Consumo de oxigênio
Vc	Volume corrente
Vm	Volume minuto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	27
2	OBJETIVOS	33
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	33
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	ANIMAIS	34
3.2	INSTRUMENTAÇÃO DOS ANIMAIS	34
3.3	GRUPOS DO ESTUDO	36
3.4	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	36
3.5	PARÂMETROS AVALIADOS	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	PARÂMETROS CARDIOVASCULARES	45
4.2	PARÂMETROS VENTILATÓRIOS.....	48
4.3	CALORIMETRIA	72
4.4	RESGATES	75
5	CONCLUSÃO.....	79
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
7	APÊNDICES	94

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

É crescente o número de animais de diferentes idades, levados à rotina clínica, tanto para consultas como para tratamento de diversas afecções. Para a imposição de tratamentos adequados, deve se levar em conta que os cães são afetados de maneira geral pela raça, tamanho, idade e problemas que podem estar sendo acometidos, principalmente animais que necessitam passar por procedimentos anestésicos (CLARKE, et al. 2014). Os filhotes exigem menores doses de fármacos, pois possuem dificuldade na metabolização dos mesmos, maior requerimento de oxigênio, pouca capacidade contrátil cardíaca e limitações no sistema respiratório (BAUM & PALMISANO, 1997; DOMENEGHETTI, 2015). Os animais jovens e adultos geralmente não apresentam particularidades para os protocolos anestésicos. Os pacientes idosos podem apresentar comprometimento sistêmico, necessitando menores doses anestésicas devido a uma redução no número de neurônios e neurotransmissores, maior duração da ação das drogas pela diminuição da função hepática e renal, com consequente recuperação mais prolongada da anestesia, maior prevalência de hipoventilação e maior probabilidade de apresentarem hipotensão. A termorregulação também fica prejudicada tornando a hipotermia comum, além de possuírem redução dos reflexos faríngeos e laríngeos e por isso apresentam maiores chances de aspiração por refluxo (CLARKE, et al., 2014).

As maiorias dos anestésicos causam perda de tônus muscular, levando o paciente a uma insuficiência respiratória quando submetidos a respiração espontânea, além do mais, com o envelhecimento as trocas gasosas tornam-se menos eficientes, pois os alvéolos reduzem sua capacidade em virtude da perda de elasticidade e eficiência reduzida na expulsão de ar (WAHBA, 1991).

Na anestesia é fundamental o fornecimento de oxigênio para os pacientes. Altas concentrações de oxigênio podem culminar em processos deletérios, tais como, depressão respiratória, diminuição do surfactante, desidratação das mucosas, formação de áreas de atelectasia, aumento do shunt arteriovenoso pulmonar e quadros de hipercapnia, tanto em animais quanto em humanos (CRAPO, 1986; JEFFERIES, 1994; MAGNUSSON & SPAHN, 2003; DUGGAN & KAVANAGH, 2005; STAFFIERI et al, 2010). Além dos efeitos pulmonares, podem ocorrer danos oxidativos em qualquer célula, tais como destruição de células vermelhas, miocárdio, sistema endócrino (adrenal, gônadas e tireoide), danos renais, diminuição do trabalho cardíaco e vasoconstrição sistêmica (LODATO, 1990; THOMSON &

PATON, 2014). Outra desvantagem relacionada à suplementação com altas frações inspiradas de O₂ (FiO₂) é a elevação dos custos da internação, uma vez que o O₂ é um suplemento de custo elevado (GUEDES, 2013). Estudos têm demonstrado benefícios em se utilizar baixas FiO₂ (0,6 – 0,4), tanto para cães submetidos à ventilação espontânea (LOPES, 2007; NUNES, 2008) quanto para os submetidos à ventilação controlada (BORGES, 2008), mostrando melhor estabilidade dos parâmetros ventilatórios e trocas gasosas adequadas. A FiO₂ de 40% também é amplamente utilizada em humanos e indicada para cães e suínos, demonstrando menores valores de shunt e melhores trocas gasosas (CUVELLIEZ et al, 1990; ANDERSON et al, 2005; BORGES, 2005; GIANOTTI, 2010).

Pacientes anestesiados tendem a apresentar hipoventilação, por não conseguirem manter a PaCO₂ em valores próximos de 40 mmHg, em consequência da redução na ventilação alveolar (HARTSFIELD, 2013). Quando a respiração espontânea deixa de cumprir os seus objetivos fisiológicos que incluem a homeostase pulmonar e o equilíbrio ácido-básico, por motivos mórbidos ou não, a ventilação mecânica (VM) é instituída como um método de suporte ventilatório, não constituindo jamais uma terapia curativa, substituindo temporariamente a função respiratória normal, proporcionando além da manutenção das trocas gasosas, a diminuição do trabalho da respiração e redirecionando a oferta de oxigênio dos músculos respiratórios para outros órgãos e sistemas, como cérebro, fígado e coração, permitindo a aplicação de terapêuticas específicas (TOBIN, 2001; PINHEIRO et al., 2002; CARVALHO et al., 2007; CARARETO, 2007).

Na anestesiologia veterinária, a VM é praticada basicamente pelo ajuste do volume corrente ou da pressão inspiratória (SILVA, 2009), no entanto a modalidade ventilatória ideal para gerenciar a função pulmonar de suporte ainda permanece assunto de debate (PINHEIRO et al., 2002; FANTONI et al, 2016). Ambas as modalidades apresentam desvantagens em relação ao seu uso, como diminuição do retorno venoso e do débito cardíaco (DC) (CANFRÁN et al., 2012; TONKOVIC et al., 2014), e formação de regiões de hiperdistensão pulmonar com consequente lesão pulmonar (localizada ou generalizada) (YANG et al., 2014). Para estabelecer estas diferentes modalidades ventilatórias, quatro grandezas físicas estão envolvidas: volume, fluxo, pressão e tempo. Tradicionalmente, até três dessas grandezas podem ser controladas para garantir a liberação do volume minuto desejado pelo operador. Entretanto, dois controles são excludentes de ajustes simultâneos, a pressão e o volume. De acordo com os ajustes, quando se controla o volume corrente (V_c) a ser liberado pelo ventilador, a pressão de pico inspiratória (P_{pico}) resultante nas vias aéreas é consequência. Ao

contrário, quando se ajusta P_{pico} , o V_c fornecido é consequência (SHAPIRO & PERUZZI, 2000).

Na ventilação ciclada a pressão, fixa-se a frequência respiratória, a relação inspiração: expiração (relação T_i/T_e), e o limite de pressão inspiratória. O V_c passa a depender da pressão inspiratória pré-estabelecida, das condições de impedância do sistema respiratório e do tempo inspiratório selecionado pelo operador. No entanto, a VCP pode entregar uma quantidade insuficiente de V_c nos casos em que a pressão predefinida é menor do que a pressão necessária para superar a impedância no sistema respiratório (PINHEIRO, 2002; FANTONI, 2016). Enquanto na ventilação ciclada a volume (VCV), semelhante à modalidade anterior, é fixado a frequência respiratória, a relação T_i/T_e e o volume corrente, sendo a pressão gerada uma resultante (CARVALHO, 2007). Embora a VCV garanta a entrega do V_c constante, ela pode ocasionar um barotrauma se a pressão necessária para a entrega desse volume for superior à impedância pulmonar (ARAÚJO, 2014; MELO, 2014).

Junto com as diferentes modalidades ventilatórias utilizadas, podemos adicionar a pressão positiva expiratória final (PEEP), que é uma forma na qual o ventilador permite apenas o esvaziamento parcial dos pulmões mantendo uma pressão positiva residual no final da fase expiratória e aumentando a capacidade residual funcional do indivíduo (BROCK et al., 2000; TORRES & BONASSA, 2002). Um consenso entre pesquisadores recomenda a utilização de valores de PEEP em cães entre 2 a 5 cmH_2O (RIQUELME et al., 2005; MOSING et al, 2008), assumindo que valores acima disso podem trazer efeitos adversos para a hemodinâmica do paciente. No entanto CARARETO (2007) ao empregar PEEP crescente (0, 5 e 10 cmH_2O) em cães submetidos a ventilação mecânica não observou alterações significativas nos parâmetros hemodinâmicos, enquanto GUARRACINO et al. (2016) e ALISSON et al. (2017) sugerem que o incremento de valores de PEEP entre 10 - 12 cmH_2O para cães mantidos sobre anestesia geral, reduzem as áreas de atelectasia e proporciona melhora nas trocas gasosas. Li et al. (2015) induziram edema pulmonar em cães com fôsgênio e submeteu-os a anestesia geral com a utilização de diferentes PEEPs (0,4 e 12 cmH_2O), observando notável redução do edema pulmonar com PEEP de 4 e 12 cmH_2O . A utilização de PEEP entre 10 a 15 cmH_2O são indicadas para manobras de recrutamento alveolar e subsequente manutenção de PEEP 4 cmH_2O em cães em decúbito dorsal, submetidos a anestesia geral durante duas horas (CANFRÁN et al, 2012).

Com a instituição do suporte ventilatório, existem vários parâmetros que podem avaliar a efetividade respiratória, bem como suas trocas gasosas, dentre eles o índice de

oxigenação (IO), o qual é amplamente utilizado na medicina e pode ser considerado como indicador da função pulmonar. Seu cálculo é simples (PaO_2/FiO_2) e rápido, o que o torna uma ferramenta de avaliação apropriada (ZETTERSTROM, 1988; SKARSGARD et al. 2005; TAN et al., 2012; RODRIGUES et al., 2017). Foi descrito pela primeira vez por HOROVITZ et al. em 1974 como índice utilizado para comparar a oxigenação arterial em diferentes níveis de FiO_2 . É considerada uma ferramenta valiosa de prognóstico e tratamento para pacientes submetidos ao suporte ventilatório, pois facilita a análise do prognóstico, avalia resposta ao tratamento instituído e minimiza complicações relacionadas ao tempo prolongado de VM pois, com isso, é possível prever a probabilidade de sucesso do desmame. Na medicina é um índice amplamente utilizado, principalmente na neonatologia, pois avalia a gravidade clínica da insuficiência respiratória e orienta sobre quais estratégias devem ser adotadas para um tratamento efetivo (BAYRAKCI et al. 2007; TAN et al. 2012;). Esse índice é um valor preditivo de mortalidade e é utilizado para classificar o grau de síndrome do desconforto respiratório (FOERSTER, 2009; BARROS, 2011). Um estudo em humanos, mostrou que a alteração do decúbito pode alterar os valores desse índice, melhorando valores de ventilação-perfusão (BRUNO et al., 2001). Alguns autores verificaram que esse índice não é tão sensível à instituição de diferentes modalidades ventilatórias e mudanças de decúbito, sugerindo a incrementação do valor da pressão média das vias aéreas [$PaO_2/(FiO_2 \times MAP)$], para casos que necessitem avaliar essas características (EL-KHATIB & JAMALEDDINE, 2004). Apesar da grande aplicabilidade do valor desse índice na medicina, ainda não existem relatos da sua utilização na medicina veterinária como valor prognóstico e tratamento.

Valores do estado metabólico do paciente também são muito importantes para uma avaliação anestésica mais abrangente. O gasto energético (GE) de um indivíduo é um fator bastante particular, ele depende de todo seu metabolismo, como a termogênese induzida pelos alimentos e exercícios físicos, o gasto energético basal, variação da temperatura corporal, gestação, lactação, crescimento, envelhecimento e situações patológicas. A determinação do GE é fundamental para que possa ser estabelecido um adequado suporte nutricional em pacientes com estados metabólicos alterados e com doença crítica que necessitam de suporte nutricional individualizado (PSOTA & TCHEN, 2013). O método mais eficaz para determinar o GE é a calorimetria indireta (CI), sendo esse um método não invasivo que determina as necessidades nutricionais e a taxa de utilização dos substratos energéticos a partir do consumo de oxigênio (VO_2) e da produção de gás carbônico (VCO_2), obtidos por análise do ar inspirado e expirado pelos pulmões. Com esses valores pode-se conhecer o tipo de substrato

utilizado e possibilita modificações ao suporte nutricional, no entanto esses valores médios são fornecidos a cada duas horas, sendo confiáveis para pacientes monitorados a longo prazo. (DIENER, 1997; MILLA et al., 2008; SCHOELLER et al., 2013; OSHIMA et al., 2016). A CI também possibilita a utilização do método de Fick para determinação do DC de forma minimamente invasiva (MARTINS et al., 2003; MARTINS et al., 2008) e é citada como método padrão ouro para análise do VO_2 e do GE em humanos (SÉVERINE et al., 2014; OSHIMA et al., 2016). Apesar das vantagens na utilização da CI, ela ainda não é rotineiramente utilizada pelas instituições médicas pelo mundo, principalmente devido à indisponibilidade de calorímetros, falta de consciência sobre o impacto da nutrição ideal, falta de experiência para interpretação dos resultados, custos do dispositivo e mão-de-obra relacionada (PSOTA & TCHEN, 2013, OSHIMA et al., 2016), fato que também ocorre na medicina veterinária.

Em cães a calorimetria indireta já foi utilizada em estudos para a avaliação metabólica (WALTERS et al., 1993; O'TOOLE et al., 2001; O'TOOLE et al., 2004), hemodinâmica e metabólica em animais saudáveis anestesiados sob diferentes estados hemodinâmicos (GEHRCKE et al., 2015) e em animais sadios submetidos a sedação prolongada (REGALIN, 2015). Também estão presentes estudos em cães saudáveis submetidos a anestesia geral com o intuito de determinar o DC pelo princípio de Fick (PICKER et al., 2000; GEHRCKE & OLESCKOVICZ, 2017). Para a obtenção de valores fidedignos, a literatura humana cita vários cuidados que devem ser observados antes e durante a realização da CI, são alguns deles: posicionamento do sensor (ângulo de 45°), concentração do O_2 no gás inspirado (deve ser mantida abaixo de 60%), temperatura ambiente, posicionamento do paciente (sempre na mesma posição), não pode haver vazamento no sistema e deve se esperar 90 minutos após alterações entre modalidades ventilatórias. Para uma leitura mais fidedigna, o ideal é obter um estado de equilíbrio metabólico e respiratório do paciente. Esta condição de equilíbrio é reconhecida quando o VO_2 e o VCO_2 variam menos de 10% e o QR menos de 5% num intervalo de tempo de cinco minutos (DIENER, 1997; MILLA et al., 2008).

Não há consenso sobre qual a melhor fração inspirada de oxigênio (FiO_2) a ser administrada em pacientes de diferentes idades pois, quando administrado em altas concentrações ou por um período prolongado, o oxigênio pode causar lesões pulmonares e sistêmicas (DURBIN, 1993). A FiO_2 de 40% é a mais indicada nos estudos por manter melhores valores hemodinâmicos e a de 100% é a mais utilizada nas rotinas hospitalares, pela maior facilidade de seu emprego.

Desta forma, com base no exposto, a relevância clínica do presente estudo, baseia-se nos seguintes pontos: os resultados proporcionarão uma base para indicar a melhor FiO_2 para a manutenção da oxigenação arterial, normocapnia e menor fração de *shunt* arteriovenoso em procedimentos anestésicos. No que tange as modalidades ventilatórias, persiste aberta a questão se há vantagens no uso de VCP sobre a VCV (FANTONI et al, 2016; JIANG et al. 2015; PINHEIRO et al., 2002). Além disso, os efeitos de diferentes modos ventilatórios na hemodinâmica do paciente requer investigação aprofundada. Como teoricamente a VCP tem vantagens sobre a VCV, na mecânica pulmonar, e isso é citado em inúmeros estudos, este experimento teve como intuito comparar essas duas modalidades com relação a ventilação espontânea e com o acréscimo da PEEP à VCP. Com a exposição dos resultados, será possível sugerir qual modalidade ventilatória será mais efetiva dentre as citadas, proporcionando melhores trocas gasosas e menores valores de shunt. Além do mais, aliada a uma FiO_2 adequada e a uma modalidade ventilatória segura, a calorimetria indireta, sendo um método não invasivo e de fácil utilização, fornecerá dados metabólicos dos pacientes, podendo ajudar a detectar injúrias e incrementar a monitoração no período trans-anestésico.

Neste sentido, com base na metodologia proposta as hipóteses deste estudo podem ser divididas conforme os assuntos: FiO_2 – animais submetidos a FiO_2 100% apresentarão maiores valores para shunt, $PaCO_2$ e piora nas trocas gasosas; Idade – Os animais jovens apresentarão menores efeitos negativos nos sistemas cardiovascular, ventilatório e calorimétrico, comparado aos animais idosos; Modalidades ventilatórias – a VE não será eficiente para manter normocapnia, adequados valores hemogasométricos ($PaCO_2$, PaO_2 , pH) e V_c , apresentando maiores valores de shunt; as trocas gasosas serão mais efetivas na VCPP e VCP; a VCP será a modalidade mais segura para animais idosos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar os efeitos de duas frações inspiradas de oxigênio sobre os parâmetros cardiovasculares, respiratórios, metabólicos e hemogasométricos em cães entre 1 a 15 anos de idade, assim como das diferentes modalidades ventilatórias (ventilação espontânea, ventilação mecânica ciclada a volume, ciclada a pressão e ciclada a pressão com PEEP) com o intuito de determinar uma FiO_2 e uma modalidade ventilatória ideal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar os parâmetros cardiovasculares, respiratórios, hemogasométricos e de calorimetria indireta em cães de 3 faixas etárias 1-5 anos, 5-10 anos e 10-15 anos submetidos a duas FiO_2 distintas (40 e 100%) e quatro modalidades ventilatórias: espontânea; ciclada a volume; ciclada e pressão e ciclada a pressão com PEEP.

Correlacionar os valores de hemoglobina obtidos através do aparelho de hemogasometria com os valores obtidos através da contagem semi-automática laboratorial, em cães de 3 faixas etárias 1-5 anos, 5-10 anos e 10-15 anos submetidos a duas FiO_2 distintas (40 e 100%) e quatro modalidades ventilatórias: espontânea; ciclada a volume; ciclada e pressão e ciclada a pressão com PEEP.

Descrever as principais complicações/intercorrências nas FiO_2 e modalidades ventilatórias propostas nas diferentes faixas etárias.

Determinar qual a melhor FiO_2 e modalidade para cada uma das faixas etárias propostas.

Propor um valor de referência de índice de oxigenação (IO) para as faixas etárias estudadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado nas dependências do Hospital de Clínicas Veterinárias Prof. Lauro Ribas Zimmer, CAV/UEDESC, sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UEDESC) protocolo nº 9722020317.

3.1 ANIMAIS

Para a realização desse estudo foram utilizados 36 cães, sendo 29 fêmeas e 7 machos, sem raça definida (SRD), com idade média de $7 \pm 4,3$ anos e peso médio de $16,6 \pm 10,1$ kg, provindos do atendimento da rotina do Hospital de Clínica Veterinária Prof. Lauro Ribas Zimmer, do CAV-UEDESC com indicação para algum procedimento cirúrgico (apêndice 1), todos os proprietários foram devidamente esclarecidos sobre o procedimento e assinaram um termo de consentimento e esclarecimento para a participação no estudo (apêndice 2).

Após consentimento dos proprietários os animais foram submetidos a exame físico, coleta de sangue para realização de hemograma, perfil hepático [alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA) e albumina], perfil renal (creatinina e uréia), radiografia torácica com o intuito de excluir qualquer doença pulmonar, eletrocardiografia para adequada avaliação do ritmo cardíaco. Foram descartados desse estudo, animais portadores de enfermidades pulmonares, alterações cardíacas com repercussão hemodinâmica, fêmeas prenhes, em estro ou lactação. Cada animal foi anestesiado apenas uma vez, de acordo com o grupo o qual foram alocados, conforme o sorteio aleatório. Eram internados no dia anterior ao dia do estudo, onde permaneciam em baias individuais de $0,96\text{m}^2$, submetidos ao jejum alimentar de 12 horas e jejum hídrico de 6 horas.

3.2 INSTRUMENTAÇÃO DOS ANIMAIS

No dia do experimento os animais receberam morfina (Dimorf, Cristália – Itapira, SP) e acepromazina 0,1% (Apromazin, Syntec do Brasil Ltda) nas doses $0,4 \text{ mg/kg}$ e $0,02 \text{ mg/kg}$, respectivamente, como medicação pré anestésica pela via intramuscular (IM). Após 15 minutos era realizada a tricotomia do antebraço sobre a veia cefálica e venopunção da mesma, com o cateter de acordo com o diâmetro do vaso do animal (BD Angiocath - Becton

Dickinson, SP, Brasil) com subsequente indução anestésica com propofol (Propovan® Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda Itapira, SP Brasil) dose/efeito, administrado durante 1 minuto, até haver rotação do globo ocular, perda dos reflexos oculares e laringotraqueal. Ato contínuo, com o auxílio do laringoscópio ocorria a exposição da glote e instilava-se spray de lidocaína (Xilestesin®, Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos LTDA) e então os animais eram intubados com sonda endotraqueal de Murphy, de tamanho apropriado para o paciente e com balonete de alto volume e baixa pressão. Eram conectados ao sistema circular valvular com reinalação de gases, administrando-se isoflurano (Isoforine: Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda Itapira, SP) a 1,5 CAM, diluído em 100 % de oxigênio, com fluxo de 50 ml/kg/min, permanecendo em ventilação espontânea. Utilizou-se vaporizador calibrado para isoflurano (Vaporizador Calibrado TEC 7 – Isoflurano - GE Healthcare) , com a confirmação da concentração de isoflurano expirada por analisador de gases (Aparelho de anestesia GE 9100c).

Logo após o animal ser conectado ao sistema valvular circular fechado, com reinalação de gases, o mesmo era colocado em decúbito dorsal, como permaneceu durante todo o período experimental, sendo realizada a tricotomia do pescoço sobre a veia jugular e da região medial da coxa sobre a artéria femoral, com posterior assepsia das regiões. A veia jugular e a artéria femoral foram canuladas com cateter de acordo com o diâmetro do vaso do animal, e então acoplado um adaptador PRN (Adaptador PRN – BD – Becton Dickinson Ind. Brasil) sobre o cateter da femoral e uma torneira de 3 vias sobre o cateter da jugular, os quais foram heparinizados (Heparin - Heparina Sódica 5000 UI/mL - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda Itapira, SP Brasil) e então conectados em seus respectivos canais de pressão com o zero ajustado ao nível do esterno dos animais. Após a paramentação, o vaporizador de isoflurano era ajustado em 1 CAM e a FiO₂ ajustada de acordo com o grupo experimental.

Os animais permaneceram durante todo o estudo mantidos em fluidoterapia com solução salina 0,9% na taxa de 5 ml/kg/hr a fim de manter a viabilidade da veia cefálica e imposição de tratamentos caso esses fossem necessários durante o experimento.

3.3 GRUPOS DO ESTUDO

Nesse estudo prospectivo, os animais foram alocados em dois grupos (n=18 animais) distintos, aleatoriamente, sendo eles FiO₂ 100% (F1) e FiO₂ 40% (F0,4), onde cada grupo foi subdividido em outros 3 grupos (n=6 animais), condizente com a idade dos animais, jovens entre 1 a 5 anos (GJ), adultos entre 5 a 10 anos (GA) e geriátricos entre 10 a 15 anos (GG). Todos os grupos foram submetidos à 4 modalidades ventilatórias diferentes: ventilação espontânea (VE), ventilação ciclada a volume (VCV), ventilação ciclada a pressão (VCP) e ventilação ciclada a pressão com PEEP (VCP), nas quais permaneceram durante 30 minutos em cada modalidade. A ordem das modalidades foram iniciadas com a VE, seguidas de sorteio aleatório para VCV e VCP e por último submetidos a VCP. A modalidade VCP foi escolhida como última em todos os grupos, pois como ela evita o colapamento alveolar, poderia favorecer as modalidades subsequentes.

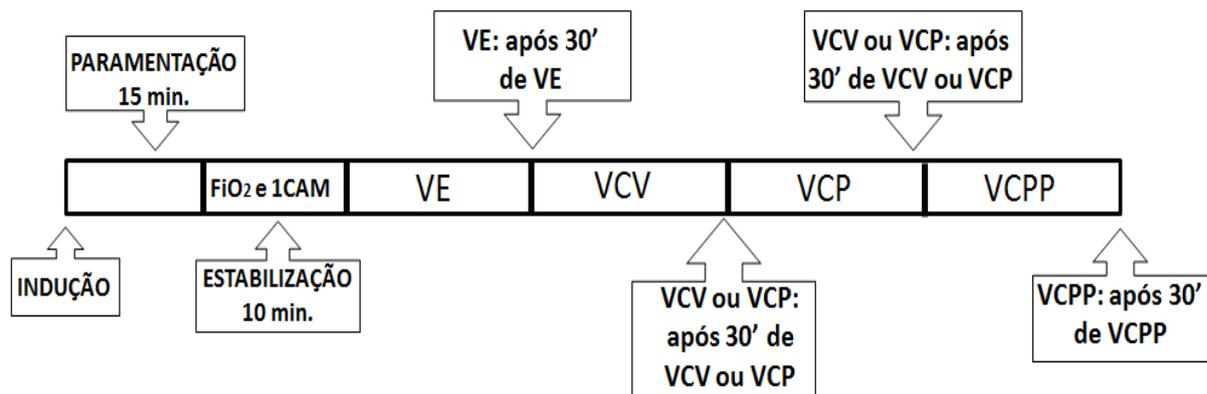
A ventilação foi empregada com o auxílio de um ventilador microprocessado (Aparelho de anestesia GE 9100c) e as modalidades foram empregadas conforme descrição: ventilação mecânica ciclada a volume, com volume de ar corrente de 15 ml/kg, relação inspiração/expiração (I:E) 1:2 e frequência respiratória ajustada a fim de se obter a normocapnia utilizando o valor de referência citado por HASKINS (2005) (EtCO₂ no intervalo 35-45 mmHg); mecânica ciclada a pressão, com pressão inspiratória de 12 cmH₂O, relação inspiração/expiração de 1:2 e frequência respiratória ajustada a fim de se obter a normocapnia; mecânica ciclada a pressão com pressão positiva ao final da expiração (PEEP), com pressão inspiratória de 12 cmH₂O, relação inspiração/expiração (I:E) 1:2, frequência respiratória ajustada a fim de se obter a normocapnia e PEEP de 5 cmH₂O.

3.4 MOMENTOS DE AVALIAÇÃO

As avaliações ocorreram conforme o diagrama representado na figura 1. Após paramentação, os animais permaneceram 10 minutos para estabilização do plano anestésico com 1 CAM (1,3%) de isoflurano e fração inspirada de oxigênio desejada para a fase do estudo. Após esse período, os animais permaneciam em ventilação espontânea durante 30 minutos e ao final desse tempo eram feitas as primeiras coletas dos dados (VE). Após a

primeira coleta, era instituída a ventilação mecânica (ciclada a volume ou a pressão), que foi decidido por um sorteio aleatório, e o animal permanecia nesta modalidade sorteada durante 30 minutos e então os dados eram coletados novamente (VCV ou VCP). O momento seguinte corresponde a 30 minutos após a instituição da próxima modalidade ventilatória (volume ou pressão) (VCV ou VCP); VCPP corresponde a 30 minutos após a ventilação mecânica ciclada a pressão com PEEP; totalizando 2h de avaliações. As primeiras 2h de avaliações ocorreram sem estímulos cirúrgicos, os animais somente eram submetidos ao procedimento cirúrgico após o término das avaliações.

Figura 1. Diagrama dos momentos de avaliação, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos); adultos (5-10 anos); e geriátricos (10-15 anos), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE), mecânica ciclada à volume (VCV) ou pressão (VCP) e pressão com PEEP (VCPP), sob 1 CAM de isoflurano.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

3.5.1 Frequência cardíaca (FC)

A aferição da FC foi realizada em batimentos por minuto (bpm) (Figura 2), através da leitura em monitor multiparamétrico (Monitor B650, General Eletric, Finlândia), obtida por oximetria de pulso, cujo sensor foi posicionado na língua do animal.

3.5.2 Pressão arterial sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD)

Obtida em mm/Hg através da aferição direta com o auxílio do monitor multiparamétrico (Figura 2), cujo transdutor foi mantido na altura do átrio direito, e conectado ao cateter inserido na artéria femoral.

3.5.3 Pressão Venosa Central (PVC)

Obtida em mm/Hg com auxílio de monitor multiparamétrico (Figura 2), com o transdutor conectado ao cateter venoso periférico inserido na veia jugular do animal, conforme citação de Aguiar (2004).

3.5.4 Frequência respiratória (f)

A f em movimentos por minuto (mpm) foi avaliada através da visualização direta do monitor multiparamétrico, o qual captava a frequência respiratória através de um sensor mainstream de capnografia acoplado entre o tubo endotraqueal e o ventilador pulmonar e era confirmada pela visualização direta no visor do aparelho de anestesia (GE B650) (figura 2).

3.5.5 Concentração de Dióxido de Carbono ao Final da Expiração (EtCO₂)

A EtCO₂ (mm/Hg) foi avaliada através da leitura direta no monitor multiparamétrico com módulo de espirometria acoplado (GE B650) (figura 2), cujo sensor foi adaptado entre a sonda endotraqueal e o sistema utilizado para ventilação do paciente, em um ângulo de 45° conforme indicação no manual do equipamento (figura 3).

3.5.6 Pressão de pico (Ppico), Volume corrente (Vc) e volume minuto (Vm).

A Ppico (mm/Hg), o Vc (ml/kg) e o Vm (L/min) foram obtidos diretamente pela visualização no monitor multiparamétrico (GE B650) (figura 2) com um módulo de espirometria acoplado entre a sonda endotraqueal e o sistema do ventilador.

Figura 2. Monitor multiparamétrico B650 GE e os respectivos parâmetros avaliados em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos); adultos (5-10 anos); e geriátricos (10-15 anos), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCPP), sob 1 CAM de isoflurano.



Parâmetros avaliados: FC, f , SpO_2 , PAS, PAM, PAD, PVC, EtCO_2 , GE, RQ, VO_2 , VCO_2 , TC, Ppico, V_t , V_{min} , complacência pulmonar e resistência das vias aéreas. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

3.5.7 Complacência pulmonar dinâmica (C_T) e Resistência das vias aéreas (RVA)

A complacência pulmonar dinâmica ($\Delta V/\Delta P$) ($\text{mL}/\text{cm}/\text{H}_2\text{O}$) e a resistência das vias aéreas ($\Delta P/V$) ($\text{cm}/\text{H}_2\text{O}/\text{L}/\text{s}$) foram obtidas diretamente pela visualização no monitor multiparamétrico (GE B650) (figura 3) com um módulo de espirometria acoplado entre a sonda endotraqueal e o sistema do ventilador.

3.5.8 Conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂) e conteúdo venoso de oxigênio (CvO₂)

Obtidos em mL/dL, foram calculados com auxílio dos dados obtidos na gasometria arterial e venosa: hemoglobina [tHb] em g/dL, SaO₂ em %, e ainda PaO₂ em mm/Hg, e os fatores de correção de 1,39 (coeficiente de dissolução do oxigênio na hemoglobina) e 0,003 (coeficiente de dissolução do oxigênio no sangue).

$$\text{CaO}_2 = (\text{Hb} \times \text{SaO}_2 \times 1,39) + (0,003 \times \text{PaO}_2)$$

$$\text{CvO}_2 = (\text{Hb} \times \text{SvO}_2 \times 1,39) + (0,003 \times \text{PvO}_2)$$

Figura 3. Adequado posicionamento do sensor de calorimetria indireta (seta) (D'Lite®) acoplado entre o filtro de ar, conectado na sonda endotraqueal e o circuito anestésico, observando-se um ângulo de 45°, essencial para leitura correta.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.5.9 Taxa de extração de oxigênio (TeO₂)

A variável TeO₂ foi obtida em porcentagem (%) por meio de cálculo matemático segundo Muir (2007), como se segue:

$$\text{TeO}_2 = (\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2) / \text{CaO}_2 \times 100.$$

3.5.10 Diferença Alvéolo-Arterial de Oxigênio (AaDO₂)

A AaDO₂ (mm/Hg) foi obtida subtraindo-se a PaO₂ da PAO₂, onde:

PAO₂ = pressão alveolar de oxigênio calculado pela seguinte fórmula:

$$PAO_2 = [FiO_2 \times (Pb - 47)] - (PaCO_2/QR)$$

Onde: Pb = pressão barométrica do ambiente, 47 = fator de correção da pressão de vapor de água (mm/Hg), PaCO₂ = pressão arterial de dióxido de carbono e QR = 0,9 quociente respiratório sugerido por Haskins (2005).

3.5.11 Shunt intrapulmonar (Qs/Qt)

O valor de *shunt* foi obtido em porcentagem (%), sendo calculado a partir da fórmula:

$$Qs/Qt = (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$$

Sendo: CcO₂ = conteúdo capilar de oxigênio; CaO₂ = conteúdo arterial de oxigênio e CvO₂ = conteúdo venoso de oxigênio. O CcO₂ sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$CcO_2 = (Hb \times 1,34) + (PAO_2 \times 0,0031)$$

Onde: Hb = hemoglobina e PAO₂ = pressão alveolar de oxigênio

3.5.12 Índice de oxigenação (IO)

O IO (mm/Hg) foi obtido através dos valores de PaO₂ e FiO₂, conforme fórmula:

$$IO = PaO_2 / FiO_2$$

3.5.13 Hemoglobina

Nos mesmos momentos das coletas hemogasométricas, foram coletadas amostras arteriais e venosas, com volume de 1 ml, em tubo de eppendorf, tubo de plástico cônico com tampa acoplada, com capacidade para armazenar de 1,5 ml, com EDTA, enviadas ao laboratório de Patologia Clínica da instituição, para aferição da hemoglobina. A dosagem de hemoglobina foi realizada em contador automático (SDH-3 Vet, Labtest Diagnóstica, Lagoa Santa, Brasil).

3.5.14 Hemogasometria arterial e venosa

Para análise da hemogasometria arterial, foi realizada a coleta de sangue através de cateter posicionado na artéria femoral, e para a hemogasometria venosa foi utilizada a veia jugular, sempre com retirada de 1 mL de descarte para cada coleta, e após, coletado 0,6 mL de sangue arterial (Heparin - Heparina Sódica 5000 UI/mL - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda Itapira, SP Brasil) em seringa específica para colheita de sangue para hemogasometria. Após colheita, o sangue era homogeneizado, as bolhas de ar retiradas com cuidado e a seringa ocluída. Os parâmetros hemogasométricos foram obtidos por meio da análise imediata da amostra de sangue em equipamento específico (Omni C Roche Diagnostics, São Paulo, SC) o qual forneceu valores referentes à: pressão arterial (PaO_2) e venosa de oxigênio (PvO_2) em mm/Hg; pressão arterial (PaCO_2) e venoso de dióxido de carbono (PvCO_2) em mm/Hg; potencial de hidrogênio (pH); bicarbonato (HCO_3^-), em mEq/L; Déficit ou Excesso de base (DB ou EB), em mEq/L; e saturação arterial (SaO_2) ou venosa (SvO_2) de oxihemoglobina em %, Sódio (Na^+) em mmol/L, Potássio (K^+) mmol/L, Cálcio ionizado (iCa) mmol/L, Cloro (Cl) mmol/L, hemoglobina (tHb) em g/dL. A análise do sangue arterial ou venoso eram realizadas logo após a coleta e avaliadas de acordo com a temperatura corporal do paciente no momento da coleta.

3.5.15 Consumo de oxigênio (VO_2), Volume de gás carbônico produzido (VCO_2), Quociente respiratório (RQ) e Gasto Calórico indireto (GE).

O VO_2 e VCO_2 foram obtidos em mL.min⁻², enquanto o quociente respiratório (número adimensional entre 0,67 a 1,3 que diferencia, pela expiração, o tipo de substrato que está sendo metabolizado) e o gasto energético em (Kcal/dia), foram avaliados por visualização direta em um monitor multiparamétrico (figura 2), com um módulo de calorimetria indireta acoplada (B650, GE – Datex-Ohmeda), com sensor acoplado no filtro de umidade logo após a saída do traqueotubo (figura 3) e avaliados em todos os momentos experimentais.

3.5.16 Resgates

Foi padronizada a administração de atropina (dose de 0,044 mg/kg pela via intravenosa) para o resgate de bradicardia (FC abaixo de 50 batimentos por minuto). Em caso de hipotensão (PAS <90 mm/Hg e PAM <60 mm/Hg), inicialmente era administrada pela via

intravenosa uma dose *bolus* de efedrina, (0,1 mg/kg), se após 20 minutos houvesse hipotensão novamente era feita uma segunda dose *bolus* de efedrina via intravenosa (0,1 mg/kg), e se mesmo assim o animal continuasse hipotenso, era iniciada a infusão de dopamina pela via intravenosa com dose fixa de 10 µg/kg/min (MINNECI et al., 2007), a mesma era suspensa quando ocorresse a normalização da pressão arterial.

3.5.17 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), através do procedimento PROC MIXED do Software estatístico SAS 9.0 (Institute Inc., 2002) testando os efeitos individuais da fração espirada, idade e modalidade ventilatória, assim como a interação entre ambos, e as médias testadas pelo Teste de Tukey e quando significativo para interação as mesmas foram desdobradas ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse estudo foi realizado com 36 animais, sendo 29 fêmeas e 7 machos, oriundos da rotina do hospital veterinário, com indicação cirúrgica. Como se tratou de um estudo clínico, não foram padronizados os procedimentos cirúrgicos, sexo, raça e peso dos animais. Os animais foram alocados aleatoriamente aos grupos conforme sua idade, demonstrado na tabela 1. Os grupos se apresentaram homogêneos em relação às idades e ao peso, não havendo diferenças estatísticas para essas variáveis.

Tabela 1. Valores médios \pm erro padrão da idade (anos) e do peso (kg) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos) (GJ); adultos (5-10 anos) (GA); e geriátricos (10-15 anos) (GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	GRUPO	IDADE	PESO
40	GJ (n=6)	1,7 \pm 0,4	21,9 \pm 4,45
	GA (n=6)	7,17 \pm 0,5	9,3 \pm 1,40
	GG (n=6)	11,8 \pm 0,8	14,2 \pm 2,50
100	GJ (n=6)	2,9 \pm 0,7	15,6 \pm 2,58
	GA (n=6)	6,5 \pm 0,2	21,1 \pm 7,35
	GG (n=6)	12,5 \pm 0,5	17,3 \pm 3,13

Teste de Tukey, $p \leq 0,05$. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

O requerimento de propofol para indução anestésica (Tabela 2) não apresentou diferença significativa entre os grupos estudados. De acordo com Sano et al. (2003), em cães, as doses de indução variam de 2 a 10 mg/kg, com e sem a utilização de MPA, respectivamente, estando de acordo com os dados encontrados no presente estudo.

Tabela 2. Média \pm desvio padrão da dose de propofol (mg/kg) requerida para a indução anestésica em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos); adultos (5-10 anos); e geriátricos (10-15 anos) 15 minutos após a administração de acepromazina (0,02 mg/kg) e morfina (0,5 mg/kg).

FiO ₂ (%)	IDADES	PROPOFOL
40	GJ (n=6)	4,9 \pm 0,92
	GA (n=6)	4,4 \pm 1,32
	GG (n=6)	4,1 \pm 0,70
100	GJ (n=6)	4,4 \pm 0,77
	GA (n=6)	4,0 \pm 0,41
	GG (n=6)	4,5 \pm 1,37

Teste Tukey, $p \leq 0,05$. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

4.1 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES

Na avaliação dos parâmetros cardiovasculares (Tabela 3), foi possível observar que para a variável FC ocorreu diferença para às diferentes FiO_2 , modalidades ventilatórias e idade. Os valores de FC para a FiO_2 de 40% foram maiores em relação à FiO_2 de 100%. Um estudo realizado por LODATO (1989) em cães acordados e submetidos a altas concentrações de oxigênio demonstrou que a hiperóxia foi compensada pela diminuição do DC e da FC. O mesmo fato foi observado em humanos anestesiados com sevoflurano (ANDERSON, 2005) e em suínos anestesiados sob infusão contínua de propofol e remifentanil (GIANOTTI, 2010). No entanto BORGES (2008) também observou a diminuição da FC em cães anestesiados e mantidos sob infusão de propofol com altas FiO_2 , sem observar alterações no DC. A diferença nesse estudo vai de encontro com os trabalhos supracitados (LODATO, 1989; ANDERSON, 2005; BORGES, 2008; GIANOTTI, 2010), mostrando que FiO_2 maiores levam a uma diminuição da FC, podendo isso ser resposta do organismo a hiperóxia, indicando que a FiO_2 de 40% mantém maior estabilidade dos pacientes.

Quando empregamos técnicas de VM, são esperadas alterações no sistema cardiovascular, devido às alterações de pressão intratorácica, como diminuição do retorno venoso e conseqüente redução do DC e da PA. FANTONI et al (2016) em um estudo comparando a VCP e VCV em cães anestesiados com isoflurano, não obtiveram diferenças significativas em relação a FC e PAM. RIQUELMI et al. (2004) incrementando a utilização de PEEP à VCP, também não encontraram alterações nessas variáveis. No presente estudo a FC teve alterações de acordo com a modalidade empregada e analisando conjuntamente os valores de PA, podemos notar que esses valores são menores quando a FC é maior. A pressão intratorácica gerada durante a VM, gera a diminuição do retorno venoso, distensão das veias periféricas e conseqüente diminuição da PA, sugerindo assim mecanismos de compensação para a manutenção do DC.

Para a FC em relação as idades, esse parâmetro foi igual em GG e GA e ambos foram maiores do que o GJ. Fisiologicamente os cães mais jovens, acordados, apresentam FC mais alta em relação aos adultos, devido ao predomínio da atividade simpática, nessa faixa etária (FERASIN et al., 2010; EMRE, 2010). Essa redução da FC apresentada nesse estudo pode estar relacionada com a utilização dos fármacos, como a morfina que deprime a atividade do sistema nervoso autônomo simpático, mas não a atividade do parassimpático (ZICKAMANN

et al., 1996), o propofol que exerce a estimulação do tônus simpático possivelmente de maneira dose dependente (NORIAK et al., 2003), e o isoflurano pela sua ação hipotensora. Apesar da diferença estatística nesse estudo, os valores de FC apresentados são aceitáveis para animais anestesiados, estando dentro dos valores de referência citados por HASKINS (2005).

Tabela 3. Valores médios \pm erro padrão da frequência cardíaca (FC) em bpm, pressão arterial sistólica (PAS) em mm/Hg, pressão arterial diastólica (PAD) em mm/Hg, pressão arterial média (PAM) em mm/Hg e pressão venosa central (PVC) em cm/H₂O, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	FC	PAS	PAD	PAM	PVC
FiO ₂ (%)					
40	104 \pm 3 A	99 \pm 1	56 \pm 1	69 \pm 1	2 \pm 0,2
100	94 \pm 3 B	96 \pm 1	56 \pm 1	70 \pm 1	2 \pm 0,2
MODALIDADE					
VE	105 \pm 4 A	94 \pm 2	54 \pm 1	67 \pm 1	2 \pm 0,2
VCV	89 \pm 4 B	99 \pm 2	56 \pm 1	69 \pm 1	2 \pm 0,2
VCP	102 \pm 4 A	100 \pm 2	57 \pm 1	71 \pm 1	2 \pm 0,2
VCP	97 \pm 4 AB	98 \pm 2	57 \pm 1	70 \pm 1	2 \pm 0,2
IDADE					
GJ	90 \pm 3 B	95 \pm 2	54 \pm 1	66 \pm 1 B	3 \pm 0,2 A
GA	102 \pm 3 A	100 \pm 2	58 \pm 1	72 \pm 1 A	2 \pm 0,2 B
GG	103 \pm 3 A	97 \pm 2	56 \pm 1	69 \pm 1 AB	2 \pm 0,2 AB
	ANOVA				
P ¹ FiO ₂	0,0216*	0,3376	0,6667	0,7720	0,3005
P ¹ MOD	0,0442*	0,3521	0,6944	0,4118	0,1337
P ¹ IDADE	0,0215*	0,2542	0,1853	0,0206*	0,0418*
P ¹ FiO ₂ x IDADE	0,1607	0,0662*	0,0001*	<,0001*	0,8612
P ¹ FiO ₂ X MOD	0,9591	0,9924	0,9965	0,9925	0,9849
P ¹ MOD X IDADE	0,9378	0,9363	0,9905	0,9859	0,9796
P ¹ FiO ₂ X MOD X IDADE	0,9583	0,8723	0,5841	0,8090	0,9950

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey (p \leq 0,05). P¹: Probabilidade. MOD - modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

As pressões arteriais (PAS, PAD e PAM) permaneceram estáveis e adequadas para a espécie (tabela 3), no entanto houve diferença para PAM em relação à idade, sendo que o GJ

apresentou valores menores em relação ao GG e GA. Também foram observadas diferenças em relação a interação FiO₂ e idade para as PA (PAS, PAD e PAM), dispostos na tabela 4. No desdobramento dessa interação, podemos observar que para a PAS o GJ na FiO₂ 100% diferiu dos demais grupos, enquanto na PAD o GA na FiO₂ 40% foi igual ao GJ na FiO₂ 100%, fato igualmente observado na PAM. Estudos que comparam a utilização de diferentes FiO₂ em cães anestesiados (LOPES, 2005; BORGES, 2008) não observaram diferença de comportamento das pressões quando utilizadas diferentes frações inspiradas de oxigênio. No entanto NUNES et al., (2008) observaram diferenças estatísticas com a utilização das FiO₂ de 21% e 80%. Podemos sugerir que, observando os valores de pH, PaO₂ e PaCO₂ no presente estudo, houve um excesso de CO₂ e de íons de hidrogênio em alguns grupos, ativando os quimiorreceptores localizados no arco aórtico e no seio carotídeo, que são um dos principais mecanismos de controle e regulação das respostas ventilatórias às mudanças de concentração do oxigênio e gás carbônico arterial (WADE, 1970). Esse fato permitiu a estabilidade nesse parâmetro e diferenças em relações as FiO₂ instituídas, no entanto os animais jovens anestesiados para FiO₂ 100% não conseguiram compensar esse mecanismo tão efetivamente.

Tabela 4. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO₂ e idade, para as variáveis pressão arterial sistólica (PAS) em mm/Hg, diastólica (PAD) em mm/Hg e média (PAM) (mm/Hg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	IDADE	PAS	PAD	PAM
40	GJ	101 \pm 3	59 \pm 2 a	73 \pm 2 a
	GA	99 \pm 3	54 \pm 2 b	69 \pm 2 b
	GG	97 \pm 3	53 \pm 2 a	67 \pm 2 a
100	GJ	90 \pm 3 b	49 \pm 2 b	61 \pm 2 b
	GA	102 \pm 3 a	62 \pm 2 a	77 \pm 2 a
	GG	97 \pm 3 a	58 \pm 2 a	72 \pm 2 a

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO₂ pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Em relação a diferentes idades, sabemos que a regulação da PA a curto prazo ocorre pelo barorreflexo arterial, no entanto, durante a anestesia, com a utilização de medicações hipotensora, ocorre alteração desse mecanismos, sendo que nos animais mais velhos o reflexo

barorreceptor está diminuído, um dos motivos pela prevalência de hipertensão nessa espécie, assim como em humanos (BODEY et al., 1998). Podemos relacionar as alterações de PA nesse estudo com a resposta intrínseca dos animais a utilização dos fármacos.

A PVC (tabela 3) reflete alterações da volemia sendo também utilizada para a reposição de fluidos (DIAS et al., 2006; NUNES, 2010). A PVC não apresentou diferenças significativas para as diferentes FiO_2 e modalidades ventilatórias. Os valores de PVC foram maiores para os animais do GJ em comparação ao GA. Estudos em humanos e ratos demonstram que, com a evolução da idade, há decréscimo gradual da elasticidade, capacidade de estiramento e progressiva rigidez tanto das paredes dos vasos como das paredes cardíacas (WEI & GERSH 1987; MAYHEW, 1991; CASTRO 2009). Paralelamente, a perda de elementos contráteis do coração leva à perda da sua capacidade de adaptar a variações de pré e pós-carga, sobretudo se rápidas (MALINOW et al., 1955), além do envelhecimento tornar o coração mais receptivo a estímulos simpáticos (LACERDA & PESSANHA, 1995). Tendo em vista que a PVC permite estimar a relação entre o volume sanguíneo e capacidade vascular (REZENDE et al., 2002), a diferença entre as idades pode estar relacionada com o fator envelhecimento e as perdas da complacência dos vasos e da capacidade de adaptação do coração frente a diferentes situações. Os animais desses estudos estavam submetidos a fatores (fármacos e VM) que levam a hipotensão, devido a isso o organismo, para compensar esse fator faz vasoconstrição, ocorrendo o aumento da PVC como uma resposta rápida do organismo. Mesmo com a diferença significativa, os valores estão dentro dos limites fisiológicos para a espécie, entre 1,36 a 13,6 mmHg (HUTCHINSON, 2016).

4.2 PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

Para os parâmetros ventilatórios (tabela 5), houve diferenças significativas em relação as modalidades ventilatórias, idades e entre algumas interações. Os valores de volume minuto (V_m), calculados pela fórmula $V_m = f \times V_c$, foram diferentes em relação as modalidades, tendo em vista que houve variação da f e do volume corrente (V_c) instituído em cada modalidade ventilatória. Na VE os animais permaneceram com f dependente da fisiologia para manutenção da normocapnia – valores de $EtCO_2$ entre 35 e 45 mmHg (HASKINS, 1996), o que resultou no V_c semelhante ao observado VCP. Sabe-se que a anestesia resulta em perda do tônus muscular respiratório, o que dificulta a respiração, diminui V_c e as trocas

gasosas, levando a quadros de hipoxemia (TALBOT, 2011). Estudos em cães anestesiados com isoflurano, submetidos a VE, mostram que a depressão respiratória está aliada com a dose do fármaco, e que doses altas levam a hipoventilação, sendo segura a utilização de até 1,5 CAM desse anestésico (LUDDERS et al., 1989; MARTINS et al., 2003). Como a vaporização de isoflurano padronizada nesse estudo foi de 1 CAM, observou-se que essa dose não causou hipoventilação nesses animais, porém os animais mais idosos mantiveram uma maior f para manter a normocapnia, o que pode estar relacionado a uma maior depressão respiratória, anatomia dos animais do grupo, as quais podem ter dificultado as trocas gasosas nesse grupo. Na VE, não foram obtidos dados de complacência, resistência das vias aéreas (RVA) e P_{pico} , variáveis que são utilizadas na mecânica respiratória para avaliação da função pulmonar durante ventilação em cães sob anestesia, sendo que ambas, podem ser calculadas somente em modalidades ventilatórias controladas e com a utilização de um bloqueador neuromuscular (VIEIRA et al., 2000; BRADBROOK et al., 2013).

Na VCV, onde o fluxo é o parâmetro controlado e independente de outras variáveis externas, como posição do paciente, alterações na complacência pulmonar e/ou resistência das vias aéreas (CARRARETTO et al., 2005), observamos valores semelhantes a VCPP. Pode-se observar nesse parâmetro que os valores de C_T e RVA são semelhantes aos encontrados nas demais modalidades instituídas, no entanto essa foi a modalidade que apresentou maiores valores de V_c , tendo valores menores de $EtCO_2$ e f em relação as demais modalidades desse estudo. A P_{pico} na VCV é uma resultante e depende do V_c ajustado, taxa de fluxo, complacência pulmonar e resistência das vias aéreas, e foi igual estatisticamente à gerada na VCPP.

Na modalidade VCP, para adequada normocapnia, foi possível ajustar apenas a f , sendo a pressão máxima nas vias aéreas e V_c fixos. O V_{min} e V_c nessa modalidade foram menores do que o encontrado para a VE. Uma desvantagem dessa modalidade é a grande variação do V_c com as mudanças de impedância do sistema respiratório, que podem provocar redução do V_m e retenção do CO_2 , levando a hipoxemia (CONSOLO; PALHARES; 2002; ARAÚJO, 2014). Essa diminuição pode estar relacionada com os valores de C_T e RVA nesses animais, também foi possível notar que os animais nessa modalidade ventilatória não se mantiveram em normocapnia, quando analisamos os valores de $PaCO_2$ (tabela 13).

Tabela 5. Valores médios \pm erro padrão da frequência respiratória (f) em mpm, concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO_2)(mm/Hg), volume corrente (V_c)(ml/kg), volume minuto (V_m)(L/min), complacência (C_T)(mL/cm/H₂O), resistência das vias aéreas (cm/L/s) e pressão inspiratória de pico (P_{pico})(mmHg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	f	EtCO_2	V_c	V_m	C_T	RVA	P_{pico}
FiO_2 (%)							
40	14 \pm 0,8	41 \pm 0,7	216,26 \pm 15,21	3,3 \pm 0,15 B	24 \pm 1,8	11 \pm 0,4	10,7 \pm 0,22
100	16 \pm 0,8	40 \pm 0,7	232,97 \pm 15,21	4,4 \pm 0,15 A	26 \pm 1,8	12 \pm 0,4	11,1 \pm 0,22
MODALIDADE							
VE	16 \pm 1,2	45 \pm 1 A	200,58 \pm 21,52 B	3,2 \pm 0,22 B	-	-	-
VCV	14 \pm 1,2	36 \pm 1 B	271,06 \pm 21,52 A	4,4 \pm 0,22 A	24 \pm 2,2	13 \pm 0,5 A	15,4 \pm 0,31 A
VCP	16 \pm 1,2	43 \pm 1 A	188,25 \pm 21,52 B	3,8 \pm 0,22 AB	25 \pm 2,2	11 \pm 0,5 B	10,9 \pm 0,31 B
VCP	15 \pm 1,2	38 \pm 1 B	238,58 \pm 21,52 AB	4,0 \pm 0,22 A	27 \pm 2,2	10 \pm 0,5 B	14,7 \pm 0,31 A
IDADE							
GJ	14 \pm 1 B	43 \pm 1 A	256,90 \pm 18,63	4,3 \pm 0,19 A	32 \pm 2,2 A	9 \pm 0,5 B	10,9 \pm 0,27
GA	15 \pm 1 AB	38 \pm 1 B	217,44 \pm 18,63	4,0 \pm 0,19 A	23 \pm 2,2 B	12 \pm 0,5 A	11,0 \pm 0,27
GG	17 \pm 1 A	40 \pm 1 B	199,52 \pm 18,63	3,2 \pm 0,19 B	22 \pm 2,2 B	12 \pm 0,5 A	10,7 \pm 0,27
ANOVA							
$P^{\text{I}}\text{FiO}_2$	0,0826	0,9294	0,4390	<,0001*	0,4439	0,1589	0,1714
$P^{\text{I}}\text{MOD}$	0,6506	<,0001*	0,0309*	0,0038*	0,6303	0,0007*	<,0001*
$P^{\text{I}}\text{IDADE}$	0,0574	0,0009*	0,0880	0,0004*	0,0050*	0,0005*	0,7259
$P^{\text{I}}\text{FiO}_2 \times \text{IDADE}$	0,0002*	0,0377*	0,2624	0,9937	0,1573	0,0100*	0,6845
$P^{\text{I}}\text{FiO}_2 \times \text{MOD}$	0,6663	0,1553	0,6074	0,6130	0,6150	0,1100	0,0132*
$P^{\text{I}}\text{MOD} \times \text{IDADE}$	0,5315	0,8803	0,9722	0,0730	0,9781	0,7005	0,5365
$P^{\text{I}}\text{FiO}_2 \times \text{MOD} \times \text{IDADE}$	0,7166	0,9863	0,4390	0,8207	0,9952	0,2166	0,7374

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey ($p \leq 0,05$). P^{I} : Probabilidade. MOD – modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Para a VCPP o V_m e V_c foram maiores em relação à VE, e semelhantes aos encontrados nas VCP e VCV. Estudos mostram que a utilização da PEEP (5 a 10 cmH₂O) em cães anestesiados é eficaz em aumentar o V_c , como foi observado nesse estudo em relação a VE e VCP, diminui a formação de atelectasias, além de ser efetiva como manobra de recrutamento alveolar, devido a distensão alveolar que proporciona, reduzindo áreas de shunt pulmonar (ALLISON et al., 2017; CAFRAN, 2012, MEININGER et al., 2005). Também observou-se a diminuição do EtCO₂ em relação à VE e VCP, além do aumento da C_T e diminuição da RVA, fato também observado por CARRARETTO et al. (2005) ao instituir PEEP em diferentes modalidades ventilatórias em cães anestesiados em decúbito dorsal. CARARETO (2007), também sugeriu em um estudo em cães anestesiados que a instituição da PEEP em uma modalidade ventilatória aumenta a P_{pico} , fato também observado no presente estudo, em que P_{pico} para essa modalidade aumentou em relação a VCP, e foi igual a VCV. Segundo IBÁÑEZ et al. (2002), o incremento da PEEP pode aumentar valores de complacência quando há recrutamento alveolar. No presente estudo essa modalidade ventilatória foi deixada por último justamente para não favorecer as modalidades subsequentes ao possível recrutamento alveolar.

As diferenças em relação a idade, ocorreram para as variáveis EtCO₂, V_m , C_T e RVA. A C_T foi maior nos animais do GJ em relação ao GA e GG, enquanto a RVA foi maior para GA e GG. Devido a essa alteração na C_T e RVA, podemos notar que os V_m e V_c para os animais jovens foram maiores, quando comparado com os adultos e geriátricos e que todos mantiveram a normocapnia. Muitas são as condições que podem interferir nestes parâmetros, como as fibroses, que alteram a capacidade de expansão do pulmão, tornando-os mais rígidos ou menos complacentes, casos de atelectasia que podem tornar o pulmão menos complacente e até mesmo o peso corporal do animal, pois a obesidade diminui o volume pulmonar e aumentar a resistência (LOPES; NUNES, 2010; LITTLETON,2012). Neste caso, podemos observar através das radiografias analisadas dos animais que participaram desse estudo, que os animais do GJ nas duas FiO₂ não apresentavam nenhum sinal de senescência pulmonar, já nos outros grupos, quase todos os animais apresentavam essa alteração, que é normal na fisiologia pelo processo de envelhecimento.

Ocorreram diferenças para as interações entre FiO₂ e idade dos parâmetros f , ETCO₂ e RVA (tabela 6). A f foi maior para os animais do GG na FiO₂ 100%, no entanto essa variável era controlada pelo animal no primeiro momento (VE) e com a instituição da modalidade

ventilatória a mesma era alterada até obter valores de normocapnia, alguns animais para melhor manutenção da normocapnia necessitaram de uma f maior. Tanto para o EtCO₂ quanto para a RVA, os valores apresentaram diferença estatística na FiO₂ 100%, sendo o GA igual ao GG e ambos diferindo do GJ. Esse fato que pode estar relacionado com maiores áreas de shunts (tabela 8) que ocorreram para essa idade nessa FiO₂, a literatura cita que altas concentrações de oxigênio durante os procedimentos anestésicos estão correlacionadas com a formação de áreas de atelectasia e shunts (MAGNUSSON & SPAHN, 2003), aumentando os valores de RVA e EtCO₂.

Tabela 6. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO₂ e idade, para as variáveis frequência respiratória (f) em mpm, concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂) em mm/Hg e resistência das vias aéreas (RVA) (cm/L/s) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GA); adultos (5-10 anos)(GJ); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	IDADE	F	EtCO ₂	RVA
40	GJ	13 \pm 1 a	45 \pm 1	10 \pm 0,8
	GA	17 \pm 1 a	38 \pm 1	12 \pm 0,8
	GG	13 \pm 1 b	38 \pm 1	10 \pm 0,8
100	GJ	15 \pm 1	41 \pm 1 b	8 \pm 0,8 b
	GA	13 \pm 1	39 \pm 1 a	13 \pm 0,8 a
	GG	22 \pm 1	41 \pm 1 a	13 \pm 0,8 a

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO₂ pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Alguns autores (ROBERT, 1985; DURBIN; WALLACE, 1993; HARTSFIELD, 1996; CAPELLIER, 1999) citam que a administração de oxigênio em altas concentrações por um período prolongado, pode induzir lesões pulmonares, com conseqüente diminuição da complacência e aumento da resistência pulmonar. Neste estudo, apenas os animais jovens apresentaram valores significativos para FiO₂ de 100%, em relação a RVA, sendo que esta diminuiu nesses animais, não afetando parâmetros de trocas gasosas. CAPELLIER et al. (1999), também compararam as FiO₂ de 100% e 40% em cães e notaram diminuição da complacência com o fornecimento de oxigênio a 100%, no entanto os animais eram expostos ao O₂ durante 48 h. Em outro estudo em que foram comparados protocolos de sedações prolongadas em cães, esses animais permaneceram durante 24h anestesiados, com FiO₂ de

40% e não houve alterações nesses parâmetros (REGALIN, 2015). No presente estudo os animais permaneceram apenas 2 horas anestesiados, o que não permitiu observar alterações da C_T relacionada a FiO_2 .

Também ocorreu diferença para a interação entre FiO_2 e modalidade ventilatória para a P_{pico} (tabela 7). Nesta interação houve diferença estatística para FiO_2 de 40% na VCV. A P_{pico} é um parâmetro importante de ser monitorado durante a ventilação mecânica, pois mede a pressão total necessária para expandir os pulmões, a caixa torácica e o circuito ventilador/paciente para um dado volume em um determinado período de tempo, e em condições normais seus valores não ultrapassam 15-20 cmH₂O (GONÇALVES, 2000; TOBIN, 2001). No entanto, quando observamos a VCV na FiO_2 de 40% notamos que a mesma resultou em um valor menor, quando comparado a VCV na FiO_2 de 100%, todavia, essa variável pode se alterar devido a uma característica particular do paciente, do ventilador, ou pela complacência pulmonar e a resistência das vias aéreas (EMMERICH & MAIA, 1992), e observando os valores de C_T e RVA (tabela 5) ambos foram maiores na FiO_2 100%.

Tabela 7. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO_2 e modalidade ventilatória para a variável pressão inspiratória de pico (P_{pico})(mm/Hg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos) (GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos) (GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO_2 (%)	MODALIDADE	P_{pico}
40	VCV	14 \pm 0,4 b
	VCP	10 \pm 0,4 a
	VCP	15 \pm 0,4 a
100	VCV	16 \pm 0,4
	VCP	11 \pm 0,4
	VCP	14 \pm 0,4

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO_2 pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

O conteúdo arterial de oxigênio (CaO_2) e o conteúdo venoso de oxigênio (CvO_2) (Tabela 8) apresentaram valores maiores para a FiO_2 100% e, para as diferentes idades, os valores foram menores no GG em relação aos demais grupos (GJ e GA). O CaO_2 depende da

concentração de hemoglobina (Hb), saturação arterial de oxigênio (SaO_2) e pressão arterial de oxigênio (PaO_2), e mensura a quantidade de O_2 transportada no sangue arterial ligada à hemoglobina ou dissolvido no sangue (CARMONA & SLULLITEL, 2001) os valores considerados normais para essa variável situam-se entre 17,4 a 18,3 mL/dL (HASKINS et al., 2005). O CvO_2 depende da concentração de hemoglobina (Hb), saturação venosa de oxigênio (SvO_2) e pressão venosa de oxigênio (PvO_2), representa a quantidade de oxigênio transportada no sangue venoso, sendo considerados valores normais para espécie de 11 a 15 mL/dL (CARMONA & SLULLITEL, 2001). Os valores de CvO_2 permaneceram dentro da normalidade no presente estudo, enquanto todos os valores de CaO_2 observados neste estudo ficaram abaixo da faixa considerada normal. Uma das principais justificativas para os baixos valores encontrados seria os valores de shunt observados, pois o efeito global do *shunt* é diminuir o CaO_2 (KLEMM et al. 1998). Silva (2017) também observou em seu estudo com suínos anestesiados e submetidos a diferentes FiO_2 , que os valores de CaO_2 foram bem menores em relação a faixa considerada normal, e relacionou esse fato com maiores valores de shunt apresentados.

A média de CaO_2 e do CvO_2 foram maiores com a utilização da FiO_2 100%, fato que está relacionado com a PaO_2 , pois como ela tende a ser de 4 a 5 vezes maior do que a FiO_2 empregada, esperasse valores maiores neste caso. Também podemos relacionar com os valores de Hb, pois segundo Haskins (2007), a hemoglobina é o fator mais importante na determinação dos valores do CaO_2 , e esses valores foram maiores nessa FiO_2 , assim como os valores de SaO_2 , proporcionando o maior conteúdo. Para as diferentes idades, pode se observar que os valores de Hb foram menores para o GG, fazendo com que os valores de CaO_2 e CvO_2 fossem menores para esse grupo.

A taxa de extração de O_2 (TeO_2) (tabela 8) reflete a relação entre a oferta e o consumo de oxigênio dos tecidos. Pode estar diminuída nos casos em que há um aumento do fluxo sanguíneo tecidual e extração celular de O_2 reduzida (SILVA, 2001). Pode – se relacionar esse parâmetro com a SvO_2 : se a TeO_2 torna-se aumentada, a SvO_2 tende a apresentar-se diminuída (SILVA et al., 2001). Para essa variável houve diferença significativa em relação a idade dos animais, onde o GJ e o GG foram iguais e maiores em relação ao GA. Os valores em todos os grupos foram menores em relação ao considerado normal em cães hígidos – 20 a 30% (HASKINS, 2007). No presente estudo não foi possível manter a temperatura estável desses pacientes, e muitos ficaram hipotérmicos (Tabela 10). A hipotermia reduz ainda mais a

Tabela 8. Valores médios \pm erro padrão do conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂) em mL/dL, conteúdo venoso de oxigênio (CvO₂) em mL/dL, taxa de extração de oxigênio (TeO₂)(%), diferença alvéolo-arterial de oxigênio (AaDO₂)(mm/Hg), formação de *shunt* intrapulmonar (Qs/Qt) (%) e índice de oxigenação (IO) em mm/Hg, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	CaO ₂	CvO ₂	TeO ₂	AaDO ₂	Qs/Qt	IO
FiO ₂ (%)						
40	15,3 \pm 0,28 B	13,5 \pm 0,27 B	12 \pm 0,6	23 \pm 5,2 B	13 \pm 1,4 B	491 \pm 7,04 A
100	17,1 \pm 0,28 A	15,2 \pm 0,27 A	11 \pm 0,6	210 \pm 5,2 A	29 \pm 1,4 A	417 \pm 7,04 B
MODALIDADE						
VE	16,2 \pm 0,39	14,5 \pm 0,38	10 \pm 0,9	114 \pm 7,4	21 \pm 2,0	443 \pm 9,96
VCV	16,3 \pm 0,39	14,3 \pm 0,38	13 \pm 0,9	115 \pm 7,4	20 \pm 2,1	470 \pm 9,96
VCP	16,3 \pm 0,39	14,5 \pm 0,38	10 \pm 0,9	114 \pm 7,4	21 \pm 2,0	451 \pm 9,96
VCP	16,0 \pm 0,39	14,1 \pm 0,38	11 \pm 0,9	125 \pm 7,5	21 \pm 2,0	452 \pm 9,96
IDADE						
GJ	16,1 \pm 0,48 A	14,9 \pm 0,33 A	12 \pm 0,7 A	126 \pm 6,5 A	15 \pm 1,8 B	487 \pm 8,62 A
GA	15,6 \pm 0,48 A	14,8 \pm 0,33 A	9 \pm 0,7 B	95 \pm 6,4 B	26 \pm 1,8 A	453 \pm 8,62 B
GG	14,1 \pm 0,48 B	13,3 \pm 0,33 B	13 \pm 0,7 A	130 \pm 6,4 A	22 \pm 1,8 A	422 \pm 8,62 C
	ANOVA					
FiO ₂	<,0001*	<,0001*	0,3645	<,0001	<,0001*	<,0001*
MODALIDADE	0,9407	0,8523	0,1044	0,6875	0,9811	0,2630
IDADE	0,0080*	0,0008*	0,0055*	0,0003	0,0005*	<,0001*
FiO ₂ x IDADE	0,5366	0,2347	0,1904	<,0001	0,0291*	0,0009*
FiO ₂ X MOD	0,7034	0,6923	0,9485	0,6399	0,4922	0,6411
MOD X IDADE	0,9889	0,9172	0,9134	0,9989	0,7655	0,9960
FiO ₂ X MODX IDADE	0,9930	0,9704	0,9914	0,9983	0,9945	0,9097

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey (p \leq 0,05). P¹: Probabilidade. MOD – modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

taxa metabólica causada pela anestesia geral (HOLZER, 2002), justificando os baixos valores encontrados.

Para a diferença alvéolo-arterial de oxigênio ($AaDO_2$) (tabela 8) ocorreram diferenças entre FiO_2 , idade e entre a interação entre elas (tabela 9). Os valores encontrados para a FiO_2 de 40% foram menores em relação aos encontrados na FiO_2 100%. Em relação as idades, o GJ foi igual ao GG e ambos diferiram do GA, e quando observamos o desdobramento da interação, os valores do GA na FiO_2 100% foram menores em relação ao GJ e GG na mesma FiO_2 . A $AaDO_2$ é um importante indicador de trocas gasosas pulmonares que avalia a eficácia da troca de O_2 entre o alvéolo e o capilar pulmonar (RIBEIRO-SILVA & SILVA, 2004). O gradiente alvéolo-arterial em indivíduos normais não é fixo em toda a escala de concentração de O_2 , mas aumenta progressivamente com a elevação da sua fração inspirada (TERZI & DRAGOSAVAC, 2000), como observado no presente estudo. Em cães, os valores esperados para a $AaDO_2$ em relação a FiO_2 empregada ainda não foram estabelecidos e podem ser extrapolados como sendo entre 10 e 100 mmHg (HASKINS, 2001), no entanto é possível observar que para a FiO_2 100% esses valores ficaram acima dos valores de referência. Elevações na $AaDO_2$ indicam incapacidade pulmonar de promover a adequada oxigenação do sangue arterial, principalmente pela presença de desequilíbrio entre a ventilação alveolar e a perfusão capilar pulmonar (CARVALHO & SCHIETTINO, 1997). Resultados semelhantes a esse foram observados por Borges (2008), avaliando diferentes FiO_2 em cães anestesiados com propofol e rocurônio, submetidos a VCP e por Floriano (2016) em cães anestesiados com 1 CAM de isoflurano, utilizando a FiO_2 de 100%. A explicação sugerida para os estudos supracitados cabe para o presente estudo, uma vez que altos valores deste parâmetro são indicativos de inadequada troca gasosa, podemos sugerir que ele esteja atribuído aos valores de shunt encontrados, os quais foram elevados neste estudo para a FiO_2 100%.

Com relação aos valores de *shunt* (Qt/Qs) encontrados (tabela 8), as diferenças ocorreram para as diferentes FiO_2 , idades, e para a interação entre elas (tabela 9). Em relação a FiO_2 os valores encontrados foram maiores na FiO_2 de 100%. Em relação as idades o GA e GG apresentaram valores maiores em relação ao GJ. Quando observamos o desdobramento da interação, observamos nitidamente a diferença das idades em relação às FiO_2 . O *shunt* pulmonar é a presença de um fluxo sanguíneo pulmonar sem ventilação (VEIGAS, 2002). A utilização de baixas FiO_2 (40%) em humanos durante a respiração artificial demonstra redução de áreas de atelectasia, melhora da perfusão alveolar e redução de *shunts* pulmonares

(ANDERSON et al, 2005), fato também observado em cães e suínos anestesiados (GIANOTTI, 2010; BORGES, 2005; CUVELLIEZ et al, 1990). Um estudo em cães anestesiados, utilizando a FiO_2 de 40% durante 24 horas, não observou valores altos de Qt/Qs , o que sugere que essa FiO_2 possa ser empregada com segurança na espécie (REGALIN, 2015). ROSA et al. (2006), empregando anestesia inalatória com sevoflurano em cães, registraram maior grau de *shunt* pulmonar com a utilização do sistema de anestesia sem reinalação e FiO_2 90% do que nos animais mantidos no sistema de anestesia com reinalação e FiO_2 40%. Os valores de Qt/Qs encontrados no presente estudo foram maiores quando instituída a FiO_2 de 100%, pois com o desaparecimento do Nitrogênio do ar inspirado ao utilizar O_2 a 100%, os alvéolos ficam instáveis e com tendência ao colapamento acarretando em zonas pulmonares não ventiladas, aumentando o *shunt* pulmonar (Szpilman,2010) , como também foi observado no estudo de BORGES (2005), que também observou valores maiores para essa variável em cães anestesiados com infusão contínua de propofol e roncurônio, submetidos a ventilação controlada na FiO_2 de 100%. RIQUELME et al. (2005) também observaram valores de *shunt* de até 30% em cães anestesiados com isoflurano. Os valores considerados normais para esse parâmetro variam de 3 a 5% em humanos (BONETTI & DALLAN, 1997) e em cães Haskins (2004) cita que os valores de referência podem ser até 10% do valor do DC, tanto em cães acordados, como em cães anestesiados.

O desdobramento da interação FiO_2 e idade deixa nítido que o fator FiO_2 influencia na ocorrência do *shunt*, pois os valores foram significativamente mais altos para a FiO_2 de 100%. Quando comparamos esses valores com os valores da interação FiO_2 e idade da PaO_2 (tabela 9), é possível observar que os valores de PaO_2 diminuíram com o aumento do *shunt*, fato esse esperado, pois o *shunt* prejudica as trocas gasosas. Nota-se que os valores de *shunt* foram maiores para os animais do GG na FiO_2 de 100%, altas FiO_2 diminuem a produção de surfactante, o que também corrobora com o aumento do *shunt*. FERNANDES & RUIZ NETO (2002) em um estudo sobre a fisiologia respiratória em humanos idosos, citam que os pacientes idosos submetidos a anestesia apresentam um pequeno aumento na % de *shunt* em relação aos jovens, fato que talvez pudesse explicar o acontecido no presente estudo. No entanto quando observamos que o GG na FiO_2 40% não apresentou elevados valores de *shunt*, fica claro que a FiO_2 100% ocasionou maiores áreas de *shunt*, aumentando em 44% essa variável em relação a FiO_2 40%. O *shunt* pode se desenvolver em anestésias gerais inalatórias ou intravenosas, quando o paciente está respirando espontaneamente ou está sendo ventilado

mecanicamente (STRANDBERG et al., 1986) e também pode estar associado com o decúbito prolongado ou a diminuição da atividade ciliar (HAWKINS, 1997). Comparando-se as modalidades ventilatórias, não houveram diferenças estatísticas, o que também foi observado por GIANOTTI (2010), que ao comparar valores de *shunt* para diferentes modalidades ventilatórias (VCV e VCP) em suínos anestesiados com isoflurano, não obteve diferenças significativas para esses valores. Alguns autores citam que o emprego da PEEP na ventilação diminui o *shunt* e melhora a oxigenação arterial (SENTÜRK, 2006), no entanto CANFRÁN (2012) concluiu em sua pesquisa que esse fato ocorre apenas se houver a realização da manobra de recrutamento alveolar antes da instituição da PEEP, fato que não ocorreu no presente estudo. Após a manobra de recrutamento alveolar em pacientes humanos, houve recidiva em 5 minutos em pacientes anestesiados, com suplementação de O₂ em 100%, enquanto para a FiO₂ de 40% esse fato demorou 40 minutos para ocorrer (ROTHEN et al., 1995).

O índice de oxigenação (IO) (tabela 8) é calculado pela razão entre PaO₂/FiO₂, que reflete a ventilação pulmonar e as trocas de gás, demonstrando a quantidade de oxigênio entregue aos pulmões e a quantidade de oxigênio que se difunde no sangue (TAN et al., 2012). Para essa variável, os valores foram significativamente maiores para a FiO₂ de 40%, e diferiram entre as idades, sendo encontrados valores maiores no GJ seguidos do GA e GG. Também observamos diferença estatística na interação entre FiO₂ e idade (tabela 9), onde os valores foram menores para a FiO₂ de 100% em relação às idades. A diferença entre as FiO₂ é justificada pelos valores de PaO₂ e devido ao alto valor de *shunt* encontrado. Os valores de IO foram maiores para a FiO₂ de 40%, fato melhor observado na interação entre FiO₂ e idade, onde notamos que os valores foram menores na FiO₂ de 100% em relação a FiO₂ de 40% para as diferentes idades, sendo que o GJ foi igual ao GG, no entanto podemos observar que os valores para o GG foram relativamente menores. ARAÚJO NETO (1986) descreve que a toxicidade do O₂ é idade-dependente para humanos, o que coloca os idosos em maior risco de complicações quando suplementados com altas taxas desse gás. A senilidade acarreta alterações estruturais (no aumento do espaço morto, na rigidez da parede torácica, redução do clearance mucociliar, na força e na massa muscular) e funcionais (redução da complacência da parede torácica, o aumento da complacência pulmonar, as alterações das capacidades e de volumes pulmonares) do sistema respiratório (GUEDES, 2013). SORBINE et al. (1962), realizaram um estudo em humanos onde comprovaram a redução do PaO₂ com o

envelhecimento, e que a aplicação de um fator de correção [$PaO_2=109-(0,43 \times \text{idade})$] pode ser utilizado para pessoas acima de 30 anos, o qual mostrará o IO ideal para o paciente em questão, podendo relacionar com os acometimentos e tratamentos. Podemos pressupor que o alto valor de shunt encontrado no presente estudo ocorre com a diminuição do IO, e que a suplementação de O_2 a 100% causou redução nesse índice, indo de encontro com a afirmação de ARAÚJO NETO (1986) que o oxigênio tem toxicidade idade-dependente, podendo afirmar que isso ocorre inclusive para os cães. Os valores para o IO não se mostraram significativos para as diferentes modalidades ventilatórias. El-Khatib & Jamaledine (2004) citam que a relação PaO_2/FiO_2 não é sensível para rastrear mudanças nas modalidades ventilatórias instituídas e nem na posição do paciente, sendo recomendado para esses casos calcular esse IO pelo cálculo: $[PaO_2/(FiO_2 \times MAP)]$ onde MAP significa pressão média das vias aéreas.

Tabela 9. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento da interação entre FiO_2 e idade para as variáveis diferença alvéolo-arterial de oxigênio ($AaDO_2$)(mm/Hg), formação de shunt intrapulmonar (Q_s/Q_t) (%) e IO em mm/Hg, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO_2 (%)	IDADE	$AaDO_2$	Q_t/Q_s	IO
40	GJ	$19 \pm 9,3$	$9 \pm 2,6$ b	$518 \pm 12,1$
	GA	$28 \pm 9,1$	$19 \pm 2,5$ b	$469 \pm 12,1$
	GG	$23 \pm 9,1$	$9 \pm 2,5$ b	$485 \pm 12,1$
100	GJ	$232 \pm 9,1$ a	$21 \pm 2,5$ a	$457 \pm 12,1$ b
	GA	$163 \pm 9,1$ b	$32 \pm 2,5$ a	$436 \pm 12,1$ a
	GG	$237 \pm 9,1$ a	$34 \pm 2,5$ a	$360 \pm 12,1$ b

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO_2 pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Devido à falta de dados referente ao IO na medicina veterinária, podemos comparar esses valores com a medicina, os quais são citados como $PaO_2/FiO_2 > 301$ mmHg indicam uma oxigenação adequada; entre 201 e 300 mmHg, lesão pulmonar aguda (LPA); e < 200 mmHg caracterizam um dos sinais da síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) (CARVALHO; TOUFEN; FRANCA, 2007; RICE et al. 2007), observando que os valores encontrados estão acima de 300 mmHg, o que indica que não existe comprometimento na oxigenação dos pacientes do presente estudo. Devido a falta de valores de referência, neste estudo, foi possível concluir que valores acima de 300 mmHg indicam valores de oxigenação

normal como citado na medicina. No entanto, relacionando esse índice com a presença de *shunt*, temos que valores entre 360-469 mmHg apresentam altos percentuais de *shunt*, enquanto valores entre 485-518 mmHg apresentam baixos níveis de *shunt* e melhora nas trocas gasosas.

A hemoglobina (Hb) é uma proteína presente nas hemácias, responsável por transportar o oxigênio, levando-o dos pulmões aos tecidos de todo o corpo. A determinação da Hb em cães pode ser realizada por diferentes métodos, estudos em medicina e medicina veterinária citam diferenças entre métodos de avaliação (GEBRETSADKAN et al., 2015; PEREIRA et al., 2014). No presente estudo ela foi obtida através do aparelho de hemogasometria e pela contagem semi-automática laboratorial (tabela 10), sendo possível observar uma variação pelas duas técnicas, sendo elas diretamente proporcionais, como demonstrado no estudo de Gebretsadkan et al. (2015), onde os valores obtidos por diferentes métodos não são iguais, no entanto são diretamente proporcionais. Analisando os dados, aplicou-se a correlação de Pearson (Figura 4) por regressão linear para os dois métodos de aferição da hemoglobina, obtendo uma correlação de 0,71, a qual é considerada uma correlação forte (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

Figura 4. Correlação de Pearson por regressão linear (r) da hemoglobina obtida por contador automático – SDH-3 Vet (Hb L), e da hemoglobina obtida por hemogasômetro – Omni C Roche (Hb H), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

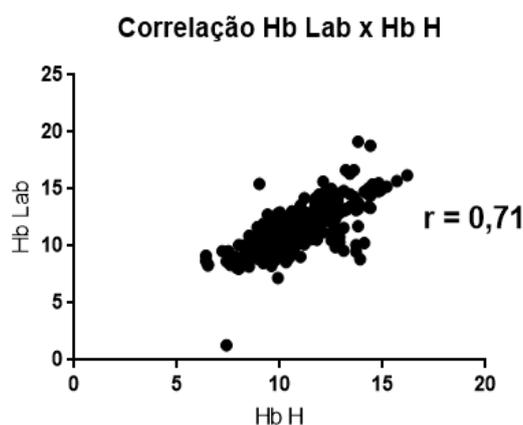


Tabela 10. Valores médios \pm erro padrão do conteúdo de hemoglobina (Hb L)(g/dL) por aferição do contador automático e conteúdo de hemoglobina (Hb H) por aferição do aparelho hemogasômetro (g/dL), saturação arterial de oxigênio (SaO₂) em %, saturação venosa de oxigênio (SvO₂) em % e temperatura corporal (T°C)(°C) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	Hb L	Hb H	SaO ₂	SvO ₂	T°C
FiO ₂ (%)					
40	11,1 \pm 0,78	10,6 \pm 0,2	98 \pm 0,4 B	88 \pm 0,6 B	36 \pm 0,1
100	13,2 \pm 0,79	11,1 \pm 0,20	99 \pm 0,4 A	93 \pm 0,6 A	35,9 \pm 0,1
MODALIDADE					
VE	14,0 \pm 1,11	10,9 \pm 0,28	99 \pm 0,6	91 \pm 0,8	36,5 \pm 0,14 A
VCV	11,5 \pm 1,13	10,9 \pm 0,28	99 \pm 0,6	89 \pm 0,8	36,0 \pm 0,14 B
VCP	11,6 \pm 1,11	10,7 \pm 0,28	99 \pm 0,6	92 \pm 0,8	35,8 \pm 0,14 BC
VCP	11,6 \pm 1,11	10,7 \pm 0,28	99 \pm 0,6	91 \pm 0,8	35,6 \pm 0,14 C
IDADE					
GJ	12,1 \pm 0,96	11,3 \pm 0,24 A	99 \pm 0,5	91 \pm 0,7 AB	36,6 \pm 0,12 A
GA	13,5 \pm 0,96	10,5 \pm 0,24 B	99 \pm 0,5	92 \pm 0,7 A	35,5 \pm 0,12 B
GG	10,9 \pm 0,96	10,7 \pm 0,24 B	99 \pm 0,5	89 \pm 0,7 B	35,8 \pm 0,12 B
ANOVA					
P ¹ FiO ₂	0,0593	0,1251	<,0001*	<,0001*	0,5691
P ¹ MODALIDADE	0,2956	0,9296	0,3557	0,1502	0,0001*
P ¹ IDADE	0,1875	0,0342*	0,3295	0,0038*	<,0001*
P ¹ FiO ₂ x IDADE	0,4389	0,8685	0,0039*	0,5490	0,0002*
P ¹ FiO ₂ X MOD	0,2588	0,4678	0,6758	0,9856	0,8937
P ¹ MOD X IDADE	0,3640	0,9751	0,9006	0,9235	0,9649
P ¹ FiO ₂ X MODX IDADE	0,2755	0,8364	0,9651	0,9794	0,9824

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey (p \leq 0,05). P¹: Probabilidade. MOD – modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Quando observamos os valores de Hb testados, todos permaneceram próximos do intervalo de referência citado por Haskins et al. (2005). Para os valores de Hb laboratoriais (HbL) não houve diferença estatística, no entanto quando observamos os valores de Hb hemogasométricas (HbH) houve diferença estatística entre as idades, sendo os valores maiores encontrados no GJ em relação ao GA e GG. As concentrações de hemoglobina invariavelmente diminuem em procedimentos anestésicos, devido a dilatação de vaso-espênicos induzidos pelos anestésicos, administração de fluidos e perda sanguínea (HASKINS, 2015; PAYDAR et al. 2014; GOKCINAR et al. 2013). Regalin et al. (2017), observaram a diminuição dos valores de Hb em cães anestesiados durante 24 h, e relacionaram com o fato da hemodiluição, visto que era retirado sangue para as devidas análises e então realizada a lavagem dos cateteres a cada avaliação, fato que também ocorreu no presente estudo, no entanto para verificar isso, devemos observar os valores nas diferentes modalidades ventilatórias, onde os valores para VE foram maiores em relação a VCPP, a qual foi instituída no final do estudo. Com relação às idades, com o avançar da idade ocorre a redução gradual de todas as funções fisiológicas e a capacidade funcional do organismo, a medula óssea amarela vai se tornando medula fibrosada, ficando de difícil e vagarosa expansão (LOPES et al. 2007). Em decorrência disso alterações hematológicas como anemias são mais comuns nos cães geriátricos, pois ocorrem a diminuição das células vermelhas e da hemoglobina nesses pacientes (MOISER, 1989).

Para a SaO₂ (tabela 10) houve diferença entre as FiO₂ empregadas e para interação entre FiO₂ e idade (tabela 11), sendo observados maiores valores para a FiO₂ 100% em relação a FiO₂ 40%. Esse parâmetro reflete a porcentagem de oxigênio ligado à hemoglobina, fornecendo uma indicação da adequação da ventilação (NUNES, 2009) e deve estar acima de 95%, para indicar adequadas trocas gasosas (HASKINS, 2015). No presente estudo todas as médias de SaO₂ foram maiores que 95%, com o emprego de maiores FiO₂ são esperados valores maiores para a SaO₂ (LOPES et al., 2014), no entanto os valores no presente estudo permaneceram alto para as duas FiO₂ utilizadas, demonstrando que o emprego de diferentes frações inspiradas de oxigênio não foi capaz de alterar a saturação da oxihemoglobina, portanto, pode-se deduzir que ambas as FiO₂ e modalidades foram capazes de manter a capacidade pulmonar adequada, e que apesar da diferença estatística, esse resultado pode ser considerado de baixa relevância clínica. Estudos comparando diferentes modalidades ventilatórias em cães anestesiados também não encontraram diferenças estatísticas nessa

variável em relação as modalidades empregadas (FANTONI, 2016; BATISTA, 2008; CARARETO, 2007).

A SvO₂, mostrou-se diferente em relação as FiO₂ e para as idades, sendo os valores menores encontrados na FiO₂ 40% e no GG em relação ao GJ e GA. Os valores considerados fisiológicos situam-se entre 65 e 75% (SILVA et al., 2001). Em todos os momentos de ambos os grupos se observaram valores maiores, assim como na SaO₂, a SvO₂ também está relacionada com o emprego de diferentes FiO₂, sendo esperado que a SvO₂ esteja mais alta quanto maior a FiO₂ utilizada (BORGES, 2005; BRAZ, 1996), o que justifica os resultados observados neste estudo. A SvO₂ também estabelece relação direta com a extração de O₂ pelos tecidos (CASSERLY et al., 2011), podemos notar que nos animais do GG ela foi menor, enquanto a TeO₂ (tabela 8) para animais deste mesmo grupo foi maior.

Tabela 11. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento das variáveis saturação arterial de oxigênio (SaO₂) (%) e temperatura corporal (T °C), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	IDADE	SaO ₂	T °C
40	GJ	98,8 \pm 0,08 b	37,1 \pm 0,17
	GA	98,9 \pm 0,08 b	35,4 \pm 0,17
	GG	99,1 \pm 0,08 a	35,6 \pm 0,17
100	GJ	99,4 \pm 0,08 ba	36,1 \pm 0,17 b
	GA	99,6 \pm 0,08 a	35,7 \pm 0,17 a
	GG	99,2 \pm 0,08 a	36,0 \pm 0,17 a

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO₂ pelo teste de Tukey (p \leq 0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Em relação a temperatura corpórea (T° C) (tabela 10) houveram diferenças estatísticas em relação as modalidades ventilatórias, idades e para a interação FiO₂ e idade (tabela 11). Para as diferentes modalidades ventilatórias os valores em VE foram maiores e diferentes de VCV, VCP e VCPP, a VCPP apresentou os menores valores. Os procedimentos anestésicos são responsáveis por importante redução da temperatura corporal, sendo esta tempo dependente (CLARK-PRICE, 2015), como no presente estudo os animais iniciavam sendo submetidos a VE e terminavam em VCPP, a perda de temperatura ocorreu com o passar do tempo. Para as diferentes idades, os animais do GJ apresentaram valores maiores em relação ao GA e ao GG, os animais mais jovens possuem maior capacidade de termorregulação, no

entanto a perda de temperaturas está relacionada a fatores como irradiação, condução, evaporação e convecção (ENGLISH et al. 1990), ocorrendo de forma particular em cada animal (SOARES et al., 2015). Redondo et al. (2012) classificaram a hipotermia para cães em três classe: leve ($38,5-36,5^{\circ}\text{C}$), moderada ($36,4-34^{\circ}\text{C}$) e severa ($<28^{\circ}\text{C}$), sendo assim, podemos concluir que todos os animais deste estudo apresentaram hipotermia leve à moderada, o que se justifica pelo fato desses animais estarem sobre o efeito de diferentes fármacos, como a morfina que interage diretamente com neurônios no hipotálamo anterior, alterando o ponto de ajuste termorregulatório, a acepromazina, que pela seu mecanismo nos receptores alfa 1 leva a vasodilatação e favorece as trocas de temperatura (KUKANICH; WIESE, 2015), o propofol com sua ação depressora no centro termorregulador e vasodilatação, favorecendo a troca de temperatura com o ambiente (MUHAMMAD et al., 2009) e a manutenção dos animais sobre a anestesia inalatória com isoflurano, o qual promove leve vasodilatação, e também favorece a troca de temperatura com o ambiente (POTTIE, et al., 2007). Apesar do ambiente do estudo estar equipado com ar condicionado e colchão térmico, as tentativas de manutenção térmica nos animais não foram totalmente efetivas.

Para a pressão arterial de oxigênio (PaO_2) (tabela 13), houve diferença estatística entre as diferentes FiO_2 , idades e entre a interação FiO_2 e idade. Para a FiO_2 de 100% esse valor foi maior em relação a FiO_2 40%, tendo em vista que essa variável deve permanecer entre 4 – 5 vezes a FiO_2 . Portanto, em um animal saudável, sem desequilíbrio da V/Q, a PaO_2 prevista é de aproximadamente 4 a 5 vezes a porcentagem de O_2 inspirado (ROBERTSON, 2004). Quando analisamos conjuntamente a PaCO_2 (tabela 10) notamos que para essa variável houve diferença significativa entre as FiO_2 , se mantendo elevado para a FiO_2 de 100%. Quando observamos os valores de shunt intrapulmonar nessa fração, os mesmos foram maiores, sugerindo que altas FiO_2 aumentam os valores de shunt, dificultando as trocas gasosas. Esse fato também foi observado por outros autores que utilizaram diferentes FiO_2 durante procedimentos anestésicos em cães, sugerindo que FiO_2 acima de 80% não sejam utilizadas (LOPES, 2014; NUNES, 2010).

Para as diferentes idades, todos os grupos diferiram, sendo valores maiores de PaO_2 encontrados para o GJ, seguido do GA e valores menores para o GG. MAUDERLY em 1979, comparando a fisiologia respiratória em cães e humanos, observou que os cães atingiam o auge da capacidade pulmonar com 1 ano de idade, iniciando após isso o processo de

envelhecimento. No presente estudo, quando observamos as radiografias torácicas (apêndice 3) dos animais do GJ, não observamos o sugestivo processo de senescência instaurado, fato observado em cães do GA e GG. Junto desse processo de envelhecimento, ocorre uma diminuição do V_c e uma menor eficiência nas trocas gasosas, principalmente pela complacência pulmonar reduzida nesses animais, devida a perda da elasticidade alveolar e diminuição da força da musculatura respiratória. Comparando essa referência com os dados coletados nesse estudo, é possível notar que na maioria dos casos, os parâmetros como V_c , V_m , C_T , RVA , PaO_2 estão diminuídos, enquanto valores de $PaCO_2$ apresentavam-se acima dos valores comumente aceitáveis para a espécie (35 a 45 mm/Hg) (CAMPBELL, et al., 2003) em cães acima dos 5 anos de idade.

Quando observamos a interação entre FiO_2 e idade, notamos que os valores de PaO_2 são menores para o GG na FiO_2 de 100%. Analisando esse dado conjuntamente com os valores de shunts encontrados nesse estudo, é possível notar que nessa FiO_2 para essa idade os valores foram maiores, indo de encontro com a literatura que cita altos índices de FiO_2 como responsáveis pela formação de atelectasia e shunt, contraindicando o uso das mesmas (MAGNUSSON; SPAHN, 2003; LOPES; NUNES, 2010).

Os valores de $PaCO_2$ (tabela 12) permaneceram aumentados para a FiO_2 de 100% e para a VE e VCP, estando fora do intervalo aceitável para espécie 35-45 mmHg (HASKINS, 2005), no entanto permaneceram estáveis para a FiO_2 de 40% e nas modalidades VCV e VCPP. Em estudos em cães anestesiados com diferentes FiO_2 , LOPES (2005) e NUNES (2008), observaram maiores valores de $PaCO_2$ e da PaO_2 nos grupos que receberam oxigênio a 80% e 100%, ambos os estudos relacionaram essa alteração com áreas de atelectasia e shunt, fato que também ocorreu nesse estudo, observando maiores áreas de shunt para a FiO_2 de 100% em relação a FiO_2 de 40%. Durante a avaliação da VE, conforme citado anteriormente, devido a depressão respiratória causada pelos fármacos anestésicos utilizados nesse estudo (acepromazina, morfina, propofol e isoflurano) (GALLOWAY, et al., 2004; ALTUG, et al., 2009; PATTINSON 2008), ocorreu depressão do V_m e aumento da $PaCO_2$ (MUTOH, et al., 2001). Fantoni et al. (2016) também observaram em seu estudo com cães anestesiados e mantidos com isoflurano, que os valores de $PaCO_2$ foram aumentados (54 mmHg) durante a VE. Quando instituída a VCP o V_m no presente estudo permaneceu reduzido e os valores aumentados para a $PaCO_2$. Apenas com a instituição da VCV e VCPP os valores de $PaCO_2$ foram mantidos dentro da normalidade, sendo obtido nessas modalidades o aumento na V_m .

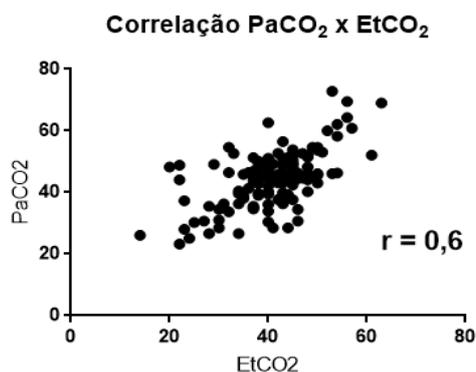
Tabela 12. Valores médios \pm erro padrão da pressão arterial de oxigênio (PaO₂) em mm/Hg, pressão arterial de gás carbônico (PaCO₂) em mm/Hg, potencial de hidrogênio (pH), bicarbonato (HCO₃⁻) em mEq/L e déficit de base (DB)(mmol/L) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	PaO ₂	PaCO ₂	pH	HCO ₃ ⁻	DB
FiO ₂ (%)					
40	196,4 \pm 5,26 B	43,1 \pm 0,85 B	7,30 \pm 0,005	20,34 \pm 0,264 B	- 5,5 \pm 0,16 B
100	417,9 \pm 5,26 A	45,9 \pm 0,85 A	7,31 \pm 0,005	22,78 \pm 0,264 A	- 3,9 \pm 0,16 A
MODALIDADE					
VE	298,2 \pm 7,44	49,1 \pm 1,21 A	7,27 \pm 0,007 C	21,93 \pm 0,373	- 4,8 \pm 0,22
VCV	320,7 \pm 7,44	39,0 \pm 1,21 B	7,34 \pm 0,007 A	21,09 \pm 0,373	- 4,6 \pm 0,22
VCP	306,6 \pm 7,44	47,7 \pm 1,21 A	7,29 \pm 0,007 C	21,95 \pm 0,373	- 4,7 \pm 0,22
VCP	303,1 \pm 7,44	42,2 \pm 1,21 B	7,31 \pm 0,007 B	21,27 \pm 0,373	- 4,8 \pm 0,22
IDADE					
GJ	332,3 \pm 6,45 A	43,2 \pm 1,04	7,31 \pm 0,006	21,01 \pm 0,323	- 5,0 \pm 0,19
GA	312,1 \pm 6,45 B	44,0 \pm 1,04	7,30 \pm 0,006	21,82 \pm 0,323	- 4,7 \pm 0,19
GG	277,2 \pm 6,45 C	46,4 \pm 1,04	7,30 \pm 0,006	21,85 \pm 0,323	- 4,4 \pm 0,19
P ¹ FiO ₂	<,0001*	0,0215*	0,1844	<,0001*	<,0001*
P ¹ MODALIDADE	0,1734	<,0001*	<,0001*	0,2428	0,9395
P ¹ IDADE	<,0001*	0,0863	0,7738	0,1153	0,1431
P ¹ FiO ₂ x IDADE	<,0001*	0,2832	0,5474	0,0790	<,0001*
P ¹ FiO ₂ X MOD	0,3411	0,2014	0,0517	0,8571	0,9007
P ¹ MODX IDADE	0,9770	0,9911	0,9946	0,9882	0,9441
P ¹ FiO ₂ X MODX IDADE	0,8948	0,9776	0,9107	0,9703	0,9960

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey (p \leq 0,05). P¹: Probabilidade. MOD – modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na tabela 13 estão dispostos os valores de EtCO₂ e PaCO₂ lado a lado, para facilitar a comparação entre essas duas variáveis, pois CARVALHO & SHETTINO (1997) citam que essas variáveis em condições normais não apresentam diferença, ou apresentam diferença mínima, devido à grande difusibilidade do CO₂ pela barreira alvéolo capilar. Contudo, podem acontecer diferenças entre os valores da ETCO₂ e a PaCO₂ [P(a-ET)CO₂] as quais podem variar, em condições fisiológicas de 2-3 mmHg e seria um bom indicativo da ventilação/perfusão (O'FLAHERTY et al.,1994). Analisando os dados, aplicou-se a correlação de Pearson (Figura 5) por regressão linear para os dois métodos, não obtendo diferenças significativas e obtendo uma correlação de 0,61 a qual é considerada uma correlação moderada (CALLEGARI-JACQUES, 2003). GEHRCKE et al. (2017) também correlacionaram valores de ETCO₂ com PaCO₂ em cães anestesiados com isoflurano, submetidos a diferentes estados hemodinâmicos e ventilados mecanicamente, observaram que os valores de EtCO₂ foram menores em comparação aos de PaCO₂ e que essas variáveis apresentaram uma correlação forte (r=0,87). Da mesma forma KRULJC et al. (2003) avaliaram o EtCO₂ em relação a PaCO₂ em cães anestesiados e sob ventilação espontânea ou mecânica, e verificaram uma forte correlação (r=0,91) entre os métodos, e concluíram que a depressão hemodinâmica desenvolvida pela anestesia aumenta a diferença entre PaCO₂ e EtCO₂ devido a diminuição da perfusão pulmonar e que o volume minuto pode interferir nas leituras quando o paciente encontra-se em ventilação espontânea. No presente estudo, foi possível observar que os valores de PaCO₂ foram maiores em relação aos valores de EtCO₂ em todos os momentos, no entanto ambos os valores aumentam simultaneamente, mas esses aumentos não ocorrem proporcionalmente, ocorrendo uma variação de até 8% nesses valores, mostrando que os valores de EtCO₂ estão de acordo e se correlacionam com os valores de PaCO₂ mas para a manutenção adequada e segura de uma modalidade ventilatória, dados arteriais devem ser avaliados conjuntamente.

Figura 5. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os valores de expirado final de dióxido de carbono (EtCO_2) e pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) em cães em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Tabela 13. Média \pm erro padrão dos valores de concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO_2) em mmHg e pressão arterial de gás carbônico (PaCO_2) (mmHg), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	EtCO_2	PaCO_2
FiO_2 (%)		
40	$41 \pm 0,7$	$43 \pm 0,8$ B
100	$40 \pm 0,7$	$45 \pm 0,8$ A
MODALIDADES		
VE	45 ± 1 B	$49 \pm 1,2$ A
VCV	36 ± 1 A	$39 \pm 1,2$ B
VCP	43 ± 1 B	$47 \pm 1,2$ A
VCP	38 ± 1 AB	$42 \pm 1,2$ B
IDADE		
GJ	43 ± 1 A	$43 \pm 1,0$
GA	38 ± 1 B	$43 \pm 1,0$
GG	40 ± 1 B	$43 \pm 1,0$

Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

O pH arterial (tabela 12) apresentou diferença significativa entre as modalidades ventilatórias, sendo valores maiores encontrados para a VCV e VCPP em relação a VCP e VE, as quais demonstraram-se iguais. Essa variável determina a concentração de íons H^+ no sangue arterial que aumentam à medida que a concentração de dióxido de carbono também se eleva (ALMOSNY, 2003). Os valores de referência para cães anestesiados está entre 7,33 à 7,42 (HA et al., 2013), e neste estudo verificou-se que apenas para VCV os valores permaneceram dentro dos valores de referência, nas demais modalidades permaneceram menores aos considerados normais, fato também observado no estudo de BORGES (2008) com cães anestesiados com infusão contínua e propofol e rocurônio, submetidos a diferentes FiO_2 (40 e 100%) sob ventilação ciclada a pressão. Essa acidemia pode ser justificada pela leve depressão respiratória causada pela anestesia inalatória e acúmulo de dióxido de carbono (ALMOSNY, 2003), uma vez que foi encontrada dificuldade para manter os animais submetidos na VE e VCP em normocapnia, havendo um maior acúmulo de CO_2 . Para a VCPP esse acúmulo não foi tão pronunciado.

Esses resultados indicam provavelmente a ocorrência de um quadro compatível com acidose respiratória não compensada, pois observamos maiores médias de $PaCO_2$ com aumento de ácido carbônico e redução do pH. Segundo HUBBELL (1991), a diminuição da ventilação durante a anestesia aumenta a $PaCO_2$, diminuindo o pH arterial e celular. Ademais, diminuição no pH celular tem o potencial de afetar a homeostase devido às alterações das funções celulares e enzimáticas (HUBBELL, 1991).

Em relação ao bicarbonato (HCO_3^-), houve diferença estatística para as FiO_2 , sendo valores maiores atribuídos a FiO_2 de 100%, no entanto as médias permaneceram dentro dos valores preconizados para a espécie, de 20 a 23 mEq/L (HA, 2013), Sabe se que o aumento de 1 mm/Hg na $PaCO_2$, ocorre o aumento de 0,15 mEq/L nos níveis de bicarbonato, no entanto essa resposta ocorre em algumas horas (DIBARTOLA, 2007), não ocorrendo no presente estudo.

Em relação ao DB (tabela 12), esta pode ser definida como a quantidade de base acima ou abaixo da base tampão normal e os valores negativos espelham um déficit de base ou um excesso de ácido (ALMOSNY, 2003). Os valores de referência estão entre -3 a 0 mEq/L (HA, 2013), e os do presente estudo encontram-se fora do intervalo de normalidade para a espécie. A diferença estatística se deu para as diferentes FiO_2 , sendo valores menores atribuídos para a FiO_2 40% e para a interação FiO_2 e idade (tabela 14), onde observamos melhor os valores reduzidos do GJ e GG em relação a FiO_2 40%. Essa variável demonstra o efeito compensatório

da acidose respiratória, que ocorreu no presente estudo, por meio do consumo das bases disponíveis ao tamponamento do pH.

Tabela 14. Valores médios \pm erro padrão do desdobramento das variáveis pressão arterial de oxigênio (PaO₂) em mm/Hg e déficit de base (DB) (mmol/L), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	IDADE	PaO ₂	DB
40	GJ	207 \pm 9,12 b	- 5,9 \pm 0,27 b
	GA	187 \pm 9,12 b	- 4,8 \pm 0,27 a
	GG	194 \pm 9,12 b	- 5,9 \pm 0,27 b
100	GJ	457 \pm 9,12 a	- 4,1 \pm 0,27 a
	GA	436 \pm 9,12 a	- 4,7 \pm 0,27 a
	GG	360 \pm 9,12 a	- 2,9 \pm 0,27 a

Letras minúsculas na mesma coluna significam diferenças estatísticas entre as idades dentro de cada FiO₂ pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A manutenção dos íons é importante para regulação de várias funções celulares, nesse quesito, para o íon sódio (Na⁺), houve diferença estatística em relação a FiO₂ e idade (tabela 15), sendo os valores maiores atribuídos a FiO₂ 40% e para o GA. O sódio é o principal cátion do fluido extracelular e um dos principais minerais do plasma, sendo responsável por metade da osmolalidade plasmática e fundamental na manutenção do equilíbrio hídrico (ÉVORA et al. 1999). A concentração sérica de Na⁺ em cães saudáveis varia entre 144 e 152 mmol/L (HA et al., 2013). No presente estudo, os valores se mantiveram próximos dos valores de referência para a espécie, levemente aumentados, fato que pode estar relacionado pela utilização da fluidoterapia (NaCl 0,9%) nesses animais, mantendo os valores dentro dos níveis aceitáveis para a espécie.

Adicionalmente, para o potássio (K⁺), os valores foram significativos para as diferentes modalidades ventilatórias, sendo valores menores encontrados para a VE em relação as outras modalidades instituídas. O K⁺ é o cátion intracelular mais importante e tem ação fundamental na condução do impulso elétrico e na contração muscular (ÉVORA et al. 1999). Os valores normais esperados em cães estão entre 3,6 e 4,6 mmol/L (HA et al., 2013), no entanto, no presente estudo os valores ficaram abaixo do valor de referência. O estresse desencadeia a liberação de hormônios como a insulina e catecolaminas, as quais,

consequentemente induzem a hipocalemia (WILBERT, 2009), fato que pode ter ocorrido no presente estudo, visto que os animais apresentaram valores menores para o primeiro momento de avaliação (VE). Qian (1991) em um estudo com humanos, afirma que o estresse anestésico predispõe pacientes com função renal normal à hipocalemia. Souza e Jr. Mattos (2015), em um estudo retrospectivo desse cátion em cães anestesiados, também observaram valores de $3,5 \pm 0,6$ mmol/L, estes sugeriram uma reavaliação nos valores de referência existentes na literatura.

Tabela 15. Valores médios \pm erro padrão do Sódio (Na⁺) em mmol/L, potássio (K⁺) em mmol/L, cálcio ionizado (iCa) em mmol/L e cloro (Cl⁻) em mmol/L, em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos) (GJ); adultos (5-10 anos) (GA); e geriátricos (10-15 anos) (GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea (VE) ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	Na ⁺	K ⁺	iCa	Cl ⁻
FiO ₂ (%)				
40	152,8 \pm 0,29 A	3,5 \pm 0,03	0,86 \pm 0,016	115,8 \pm 0,55
100	151,8 \pm 0,30 B	3,4 \pm 0,03	0,84 \pm 0,016	114,9 \pm 0,55
MODALIDADES				
VE	152,7 \pm 0,42	3,3 \pm 0,05 B	0,83 \pm 0,023	116,0 \pm 0,78
VCV	152,1 \pm 0,42	3,6 \pm 0,05 A	0,86 \pm 0,023	114,6 \pm 0,78
VCP	152,6 \pm 0,42	3,5 \pm 0,05 A	0,85 \pm 0,023	115,8 \pm 0,78
VCP	151,9 \pm 0,42	3,6 \pm 0,05 A	0,86 \pm 0,023	115,2 \pm 0,78
IDADE				
GJ	151,9 \pm 0,36 B	3,4 \pm 0,04	0,86 \pm 0,019	116,4 \pm 0,68
GA	153,0 \pm 0,36 A	3,5 \pm 0,04	0,83 \pm 0,020	115,3 \pm 0,68
GG	152,0 \pm 0,37 AB	3,5 \pm 0,04	0,85 \pm 0,019	114,4 \pm 0,68
	ANOVA			
FiO ₂	0,0189*	0,2352	0,4920	0,2677
MOD	0,5205	0,0004*	0,7125	0,5864
IDADE	0,0675*	0,4999	0,5592	0,1285
FiO ₂ x IDADE	0,1157	0,0975	0,5269	0,1361
FiO ₂ X MOD	0,7747	0,8780	0,4043	0,5741
MOD X IDADE	0,7213	0,8780	0,6179	0,6473
FiO ₂ X MODX IDADE	0,6581	0,9680	0,1654	0,6470

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey ($p \leq 0,05$). P¹: Probabilidade. MOD - modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

O cloro sérico (Cl-) (Tabela 15) não apresentou diferenças estatística, permanecendo dentro dos valores ideais para a espécie (111 - 121 mmol/L), como citam Ha et al. (2013).

O cálcio ionizado (iCa) é fundamental no organismo para a integridade e estrutura das membranas celulares, condução adequada dos estímulos cardíacos, coagulação sanguínea e formação e crescimento ósseo (ÉVORA et al. 1999). Não foram observadas diferenças nesse estudo, no entanto os valores encontrados estão abaixo dos valores de referência para a espécie, 1,2 a 1,5 mmol/L (HA et al., 2013). Em humanos é observado a diminuição dos valores de cálcio durante a anestesia em casos de hiperventilação (MANICA, 2009), o que não pode ser confirmado no presente estudo. SOUZA (2015) analisando as alterações eletrolíticas em cães durante a anestesia, encontrou valores semelhantes aos do presente estudo ($0,86 \pm 0,06$ mmol/L). Esse baixo valor pode estar associado à heparina sódica utilizada na seringa para coleta da hemogasometria, pois a mesma quela o cálcio, explicando assim os valores reduzidos em ambos os estudos (HIGGINS 2007).

4.3 CALORIMETRIA

Os valores de VO_2 e VCO_2 (tabela 16) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos estudados. Gehrcke et al. (2015), avaliando cães anestesiados com isoflurano em 1 CAM e submetidos a VE observaram valores médios para VO_2 e VCO_2 de 170 e 127mL/min respectivamente, os quais foram menores do que os encontrados no presente estudo (VO_2 229 mL/min e VCO_2 154mL/min). Quando submetidos as diferentes modalidades ventilatórias os valores de VO_2 diminuíram, fato que se justifica pois, a respiração espontânea demanda energia ativa para que ocorra a movimentação do diafragma e da musculatura torácica, diferente do que ocorre na ventilação controlada, onde a respiração é mecânica e poupa a atividade metabólica muscular necessária para execução dos movimentos respiratórios. Gehrcke et al. (2015), observaram uma redução de 25% do VO_2 em cães anestesiados com isoflurano, em relação a VE, enquanto Scheeren et al. (1990) citam que a ventilação mecânica pode reduzir em até 30% o VO_2 em relação ao animais acordados. No presente estudo a redução observada foi de apenas 10% em relação a VE. Para os valores de VCO_2 , Gehrcke et al. (2005) também observaram redução desse parâmetro em relação a instituição da VM, no entanto esse fato não ocorreu no presente estudo e os valores foram iguais ou

maiores com a instituição da VM. Tanto a redução do VO_2 quanto o aumento da VCO_2 podem ter ocorrido neste estudo devido as diferentes idades estudadas, sendo que os animais mais jovens mantiveram as maiores médias, as quais se difundem em relação as modalidades ventilatórias. Também foi possível notar que os animais mais novos (GJ) apresentaram maiores valores de VO_2 , VCO_2 , além de apresentarem maiores valores de $EtCO_2$, V_c e C_T . Os animais do presente estudo em alguns momentos relutaram em aceitar a ventilação mecânica, apresentando movimentos respiratórios espontâneos intercalados com a ventilação mecânica, e não mantiveram a normocapnia, fato que pode ter ajudado a manter esses valores altos, pois no estudo de Gehrcke et al. (2015) tal fato não ocorreu.

Em relação ao RQ (tabela 16), houve diferença estatística em relação a modalidade empregada, sendo os valores de VE menores em relação as demais modalidades (VCV, VCP e VCPP). Esse coeficiente é importante na avaliação nutricional e do metabolismo do paciente, permitindo o conhecimento do tipo de substrato que está sendo oxidado pelo indivíduo em estudo (DIENER, 1997; O'TOOLE, et al., 2004). Sua variação é de 0,67 a 1,3 sendo que valores próximos de 0,71 indicam a utilização de lipídeos, 0,82 indicam utilização de proteínas, 0,85 indica oxidação de dieta mista e RQ próximos ou até 1 sugerem maior oxidação da glicose como substrato energético. Valores de RQ entre 1 a 1,2 indicam lipogênese e maior esforço que aqueles abaixo de 0,8 (ROSADO et al., 2013). Esses valores podem se alterar por hiperventilação ou hipoventilação (FERRANNINI, 1988; WEISSMAN, 1995). Observou-se um aumento do RQ com a instituição das modalidades ventilatórias, sendo que o substrato que foi mais utilizado para as modalidades VE e VCP foi o lipídeo, o qual indica um mínimo esforço metabólico desses pacientes (DIENER, 2001). Para as modalidades VCV e VCPP os valores permaneceram próximos a 0,85, o que indica oxidação de dieta mista, a qual pode estar relacionada com maior esforço metabólico.

Com relação ao GE (tabela 16), houve diferença estatística em relação as idades dos animais, onde os animais do GJ apresentaram os valores maiores e do GA valores menores encontrados para essa variável. O GE aponta a quantidade de energia necessária para a realização dos processos metabólicos do indivíduo em estudo (MELO, 2008). A idade avançada dos animais está relacionada com um declínio na taxa metabólica e menor gasto energético (DZANIS, 2008), no entanto, essa condição também está relacionada de acordo com o tamanho, peso e sexo do animal. Nos grupos estudados não houve padronização desses parâmetros, apenas das idades, o que pode levar a essa diferença significativa nesses parâmetros. Além disso, os valores de GE acabam sendo mais precisos em pacientes

monitorados à longo prazo, diminuindo a fidedignidade deste parâmetro no presente estudo.

Não houve diferença com relação as modalidades ventilatórias, no entanto foi possível observar que o GE, clinicamente foi menor na ventilação espontânea, fato que não era esperado, como observado no estudo de Gehrcke et al (2015), onde esses valores reduziram com a instituição da VM em cães anestesiados com 1 CAM de isoflurano, e no estudo de Rosa (2017) em ovelhas anestesiadas com isoflurano o resultado no presente pode ser explicado pelo fato

Tabela 16. Valores médios \pm erro padrão do consumo de oxigênio (VO_2) em mL/min, produção de gás carbônico (VCO_2) em mL/min, quociente respiratório (RQ) e gasto energético (Kcal/dia), em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

	VO_2	VCO_2	RQ	GE
MODALIDADES				
VE	229 \pm 27,1	154 \pm 20,9	0,71 \pm 0,026 B	768 \pm 63,1
VCV	224 \pm 27,1	185 \pm 20,9	0,85 \pm 0,026 A	804 \pm 63,1
VCP	198 \pm 27,1	154 \pm 20,9	0,78 \pm 0,026 A	794 \pm 63,1
VCP	204 \pm 27,1	156 \pm 20,9	0,85 \pm 0,026 A	786 \pm 63,1
IDADES				
GJ	249 \pm 23,5	195 \pm 18,1	0,80 \pm 0,022	1130 \pm 54,6 A
GA	217 \pm 23,5	153 \pm 18,1	0,81 \pm 0,022	503 \pm 54,6 C
GG	175 \pm 23,5	138 \pm 18,1	0,79 \pm 0,022	731 \pm 54,6 B
ANOVA				
P ¹ MOD	0,8219	0,6785	0,0005*	0,9808
P ¹ IDADE	0,0888	0,0793	0,8659	<,0001*
P ¹ MOD X IDADE	0,9194	0,9678	0,1721	0,9973

*Valores significativos. Letras maiúsculas na mesma coluna significam diferença estatística entre os grupos (ANOVA), seguido de Tukey ($p \leq 0,05$). P¹: Probabilidade. MOD: modalidade. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

dos animais terem sido submetidos às diferentes modalidades ventilatórias, sem a utilização de um bloqueador neuromuscular. Amato & Barsbas (1998) demonstram que pacientes humanos em ventilação mecânica, no modo assistido/controlado, podem realizar esforço muscular de até 150% daquele que estariam realizando espontaneamente. Este esforço pode alcançar 50% do GE basal do organismo, ou seja, parte da oferta de oxigênio destinada aos tecidos pode ser consumida pela musculatura respiratória. No presente estudo, durante

determinados momentos alguns animais relutaram em aceitar a modalidade ventilatória instituída, provavelmente sendo esse um motivo pelos altos valores de GE, sugerindo assim a utilização de um bloqueador neuromuscular para observar a maior efetividade dessas modalidades diante da calorimetria.

4.4 RESGATES

Na tabela 17 estão dispostos os resgates realizados nos animais durante o experimento, não houve diferença significativa entre essas variáveis.

Tabela 17. Número de resgates de: atropina (0,022 mg/kg), efedrina (0,1 mg/kg), e dopamina (10 µg/kg/min) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.

FiO ₂ (%)	IDADE	Atropina	Efedrina	Dopamina
40	GJ	1	4	-
	GA	-	3	1
	GG	-	5	-
100	GJ	-	3	1
	GA	1	2	-
	GG	-	-	-

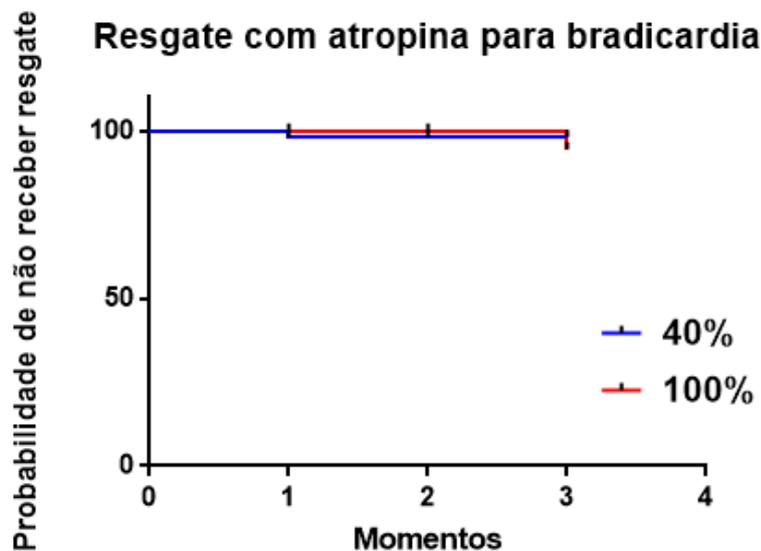
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Não houve diferenças no número de resgates de atropina (Tabela 17) em ambas as FiO₂ e idades, visto que a FC dos animais deste estudo se manteve adequada durante todo o período de avaliação, apenas dois animais apresentaram FC abaixo dos valores pré estabelecidos, sendo necessária a intervenção. A análise de sobrevivência (Figura 5) corrobora com este dado, no qual não foi observado diferenças entre as curvas.

Com relação à efedrina e a dopamina (tabela 17), ambas as medicações foram utilizadas para o resgate de PA. Apesar de não ocorrer diferença estatística, o número de bolus de efedrina (figura 6) na FiO₂ 100% foi clinicamente maior que para a FiO₂ 40%. A grande maioria dos animais que apresentaram hipotensão, tiveram respostas positivas com a utilização da efedrina, apenas dois animais necessitaram de infusão de dopamina (figura 7)

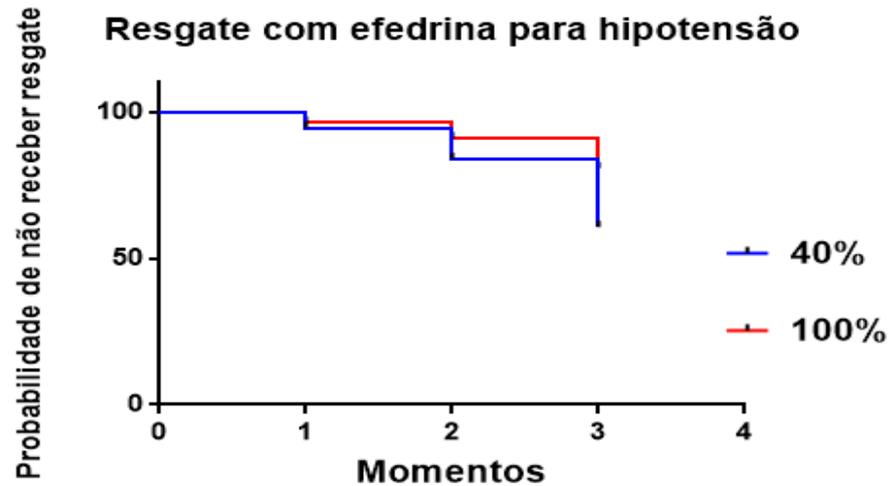
para a manutenção da PAM e PAS dentro dos limites aceitáveis. Vários agentes anestésicos podem levar a quadros de hipotensão de maneira dose dependente, como o acepromazina, morfina, propofol e isoflurano (LAMONT; MATHEWS, 2007), os quais foram utilizados nesse estudo. Todos os anestésicos inalatórios possuem efeitos importantes e relativamente similares sobre o sistema cardiovascular, o isoflurano possui um conhecido efeito de diminuição da pressão arterial causada por estimulação alfa2-adrenérgica. Os receptores alfa2-adrenérgicos respondem à ação das catecolaminas diretamente com a vasodilatação (MUIR, 2007).

Figura 6. Análise de Sobrevivência para resgate em frequência cardíaca com atropina (0,044 mg/kg) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.



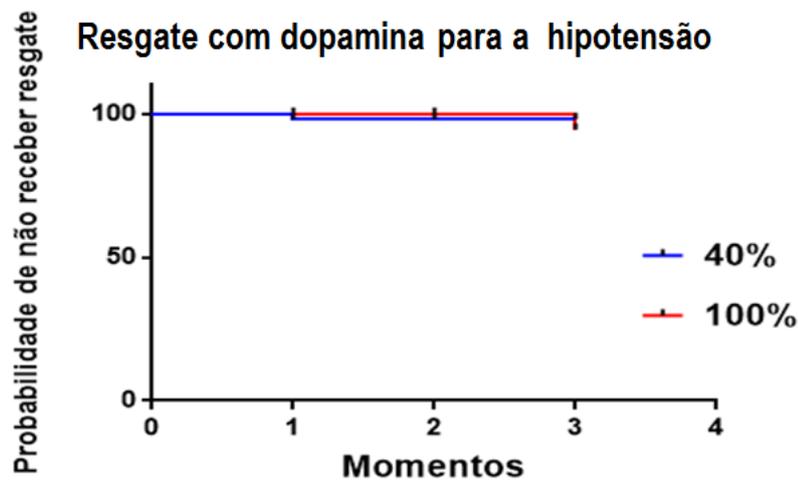
Sem diferença entre grupos. Teste estatístico Log-rank (Mantel-Cox) Test $p < 0,05$. Momentos: 1 (ventilação espontânea, 2: ventilação ciclada a volume; 3: ventilação ciclada a pressão; 4: ventilação ciclada a pressão com PEEP). Fonte Própria autora, 2018.

Figura 7. Análise de Sobrevivência para resgate para a pressão arterial com efedrina (0,1 mg/kg) em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO₂ de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.



Sem diferença entre grupos. Teste estatístico Log-rank (Mantel-Cox) Test $p < 0,05$. Momentos: 1 (ventilação espontânea, 2: ventilação ciclada a volume; 3: ventilação ciclada a pressão; 4: ventilação ciclada a pressão com PEEP). Fonte Própria autora, 2018.

Figura 8. Análise de Sobrevivência para resgate para a pressão arterial com dopamina (10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ em cães de três faixas etárias: Jovens (0-5 anos)(GJ); adultos (5-10 anos)(GA); e geriátricos (10-15 anos)(GG), submetidos a FiO_2 de 40% ou 100% e ventilação espontânea ou mecânica ciclada à volume (VCV), pressão (VCP) ou pressão com PEEP (VCP), sob 1 CAM de isoflurano.



Sem diferença entre grupos. Teste estatístico Log-rank (Mantel-Cox) Test $p < 0,05$. Momentos: 1 (ventilação espontânea, 2: ventilação ciclada a volume; 3: ventilação ciclada a pressão; 4: ventilação ciclada a pressão com PEEP). Fonte Própria autora, 2018.

5 CONCLUSÃO

Com os dados obtidos no estudo podemos concluir que a FiO_2 de 40% apresentou maior estabilidade dos parâmetros hemogasométricos PaO_2 , $PaCO_2$, índice de oxigenação (entre 485 – 518) e redução de 44% dos valores de shunt pulmonar em relação a FiO_2 100%, sendo essa a fração indicada para a utilização em cães de diferentes idades.

A FiO_2 100% em cães idosos anestesiados à 1 CAM de isoflurano, não é indicada, por manter maiores valores de *shunt* intrapulmonar, e em consequência maiores valores de $PaCO_2$ e piores índices de oxigenação.

A ventilação ciclada a volume (15 ml/kg) se mostrou a modalidade mais eficiente para ventilar animais de diferentes idades, apresentando maior estabilidade nos parâmetros cardíacos (FC, PAS, PAD, PAM e PVC), ventilatórios e hemogasométricos (maior V_c , adequados valores de $EtCO_2$, $PaCO_2$, SaO_2 e IO).

A ventilação espontânea e a ventilação ciclada a pressão (12 cmH₂O) não foram eficientes para manter a normocapnia dos animais, pois a ventilação ciclada a pressão não atingiu os valores estabelecidos de 12 cmH₂O.

Os valores de referência para índice de oxigenação propostos para cães saudáveis, permitindo adequadas trocas gasosas neste estudo estão acima de 470 (470-518) mmHg.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como se tratou de um estudo clínico, não houve padronização de tamanho e peso dos animais, não obtendo um grupo homogêneo em relação ao peso para as avaliações.

A seleção dos animais por idade, sendo o principal critério de seleção a palavra do proprietário (não existindo documentos comprovando a data de nascimento), além de que cada raça apresenta suas particularidades frente a isso, dificultando assim a padronização para esse estudo.

A não utilização de bloqueadores neuromusculares para a correta avaliação das modalidades ventilatórias.

A padronização de 1 CAM de isoflurano para todos os animais, visto que em determinados momentos alguns animais ficaram hipotensos, e talvez a redução da CAM resolvesse essa intercorrência.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, A.; HUIZING, X. ; JOLLIFFE, C.; SCHAAFSMA, I. Effect of fixed value positive end expiratory pressure valves on canine thoracic volume and atelectasis. **Journal of Small Animal Practice**. p.1-7. 2017.

ALMOSNY, N. Equilíbrio ácido-básico em Medicina Veterinária. In: González, Campos, R (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**, p. 5-16, 2003.

AMATO, M.B.P & BARSBAS, C.S.V. Trabalho Respiratório. In: Princípios da Ventilação Mecânica. Barcelona: **Permany Publications**, p. 55-74, 1998.

ANDERSON, K.J.; HARTEN, J.M.; BOOTH, M.G. et al. The cardiovascular effects of inspired oxygen fraction in anaesthetized patients. **European Journal of Anesthesiology**, v.22, p.420-425, 2005.

ARAÚJO, D.A., LEÃO BCC, FERREIRA RS. Volume x Pressão. Qual escolher? **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 24, n. 8, p. 49-55, 2014.

ARAÚJO NETO, J.P. Toxicidade do oxigênio: implicações clínicas. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v.36, n.6 p.509-512, 1986.

BARROS, D.R.C, ALMEIDA, C.C.B.; Jr. AUGUSTO, A.; et al. Relação entre índice de oxigenação e ventilação com o tempo em ventilação mecânica de pacientes em terapia intensiva pediátrica. **Revista Paulista de Pediatria**. v.29, n.3, p.348-51, 2011.

BATISTA, P.A.C.S. **Efeitos da ventilação espontânea e ventilação mandatória intermitente sincronizada em cães anestesiados com infusão contínua de propofol**. 149f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BAUM, V.C.; PALMISANO, B.W. The immature heart and anesthesia. **Anesthesiology**, v.87, p.1529–1548, 1997.

BINNS, S.; SISSON, D.; BUOSCIO, D.A.; SCHEFFER, D.J. Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric, and photoplethysographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v.9, 1995.

BODEY, A.R.; MICHEL, A.R. Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v.37, 1998.

BORGES, P. A. **Avaliação de diferentes frações inspiradas de oxigênio em cães anestesiados com infusão contínua de propofol e rocurônio, mantidos em ventilação controlada a pressão**. 162p. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal. 2008.

- BRADBROOK, C. A.; CLARK, L.; DUGDALE, A. et al. Measurement of respiratory system compliance and respiratory system resistance in healthy dogs undergoing general anaesthesia for elective orthopaedic procedures. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. v. 40, n.4, p. 382–389, 2013.
- BRAZ, J. R. C. Monitorização da oxigenação e da ventilação. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 46, n. 3, p. 223-240, 1996.
- BROCK, H., RIEGER, R.; GABRIEL, C. et al. Hemodynamic changes during toracoscopic surgery: The effects of one-lung ventilation compared with carbon dioxide insufflation. **Anesthesia**. v. 55, n. 1, p. 10-16, 2000.
- BROCK, N. Acepromazine revised. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 35, n. 7, p. 458-459, 1994.
- BROWN, S., ATKINS, C., BAGLEY, R., et al., Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v.21, p.542-558, 2007.
- BRUNO, F.; PIVA, J.P.; GARCIA, P.C.R.; et al. Efeito a curto prazo da posição prona na oxigenação de crianças em ventilação mecânica. **Journal of Pediatric Surgery**, v.77, n.5, p. 361-8, 2001.
- CALDERON, N. A. M.; CHIOZZOTTO, E.N.; GOMES, L. H.; ALMEIDA, M.; GARCIA, R. C. M. Guia Prático Curso de Formação de Oficiais de Controle Animal (FOCA). 2.ed. **Instituto Técnico de Educação e Controle Animal**. 2008.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: **Artemed**, 255p., 2003.
- CANFRÁN S.; et al. Effects of a stepwise lung recruitment manoeuvre and positive end expiratory pressure on lung compliance and arterial blood oxygenation in healthy dogs. **The Veterinary Journal**. v. 192, n.1, p.89 – 93, 2012.
- CAPELLIER, G. et al. Oxigen toxicity and tolerance. **Minerva Anestesiologica**, v. 65, p. 388-392,1999.
- CARARETO, R. **Ventilação controlada a volume ou a pressão em cães anestesiados com infusão contínua de propofol e sulfentanil, mantidos em cefalodeclive e submetidos a diferentes pressões positivas expiratórias finais**. 2007. 2003. 176f. Tese (Doutorado em Cirurgia Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- CARMONA, M. J. C.; SLULLITEL, A. Monitorização em anestesiologia. In: YAMASHITA, A. M.; TAKAOKA, F.; AULER JR., J. O. C. **Anestesiologia** – Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo. São Paulo: Sarvier, 2001. p. 137-169.
- CARRARETO, A. R.; VIANNA, G.T.P.; ALMEIDA, A.V. et al. Estudo comparativo dos efeitos hemodinâmicos e ventilatórios da ventilação controlada a volume ou a pressão, em

cães submetidos ao pneumoperitônio. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 55, n. 6, p. 57-63, 2005.

CARVALHO, B.V.L.A. **Hipertensão arterial felina**. 2009. 131f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

CARVALHO, C. R. R.; TOUFEN JUNIOR, C.; FRANCA, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 33, v.2, p.54-70, 2007.

CARVALHO, C.R.R.; SCHETTINO, G.P.P. Monitoração respiratória básica avançada. In: FLELIX, V.N.; CARVALHO, W.B.; AULER JR, J.O.C. **Terapia intensiva adulto/pediatria/RN**. São Paulo: Sarvier, 1997. p. 45-54, 1997.

CASSERLY, B.; READ, R.; LEVY, M. M. Hemodynamic monitoring in sepsis. **Critical Care Nursing Clinics of North America**, v. 23, n. 1, p. 149-169, 2011.

CASTRO, D.R.; FERREIRA, J.C.; BRUM, P. et al. Alterações ultra-estruturais musculares cardíacas induzidas pela idade no modelo animal. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.9, n.2-3, 2009.

CAVANAUGH, L. A.; LEONARD, H. A.; SCAMMON, D. L.. A tail of two personalities: How canine companions shape relationships and well-being. **Journal of Business Research**, v. 61, n.5, p. 469–479, 2008.

CHUR-HANSEN, A; ZAMBRANO, S.C.; CRAWFORD, G.B., Furry and Feathered Family Members—A Critical Review of Their Role in Palliative Care. **American Journal of Hospice & Palliative Medicine**. V.31, n.6, p.672-677. 2014.

CLARKE, W.K.; TRIM, C.M., HALL, W.L. Anaesthesia of the Dog. **Veterinary Anaesthesia**, cap. 15, p.405-498, 2014.

CLARK-PRICE, S. Inadvertent Perianesthetic Hypothermia in Small Animal Patients. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**. V.45, n.5, p.983-994, 2015.

CRAPO, J. D. Morphologic changes in pulmonary oxygen toxicity. **Annual Review Physiology**, v. 48, n. 1, p. 721-731, 1986.

CUVELLIEZ, S.G.; EICKER, S.W.; MCLAUCHLAN, C. et al. Cardiovascular and respiratory effects of inspired O₂ fraction in halothane-anesthetized horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 51, n. 8, p. 1226-1231, 1990.

DIAS, F. S. et al. Consenso brasileiro de monitorização e suporte hemodinâmico - parte II: monitorização hemodinâmica básica e cateter de artéria pulmonar. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 18, n. 1, p. 63-77, 2006.

DIBARTOLA, S. P. **Anormalidade de Fluidos, Eletrólitos e Equilíbrio Ácido-Básico na Clínica de Pequenos Animais**. 3ªed. São Paulo: Roca, 2007.

- DIENER, J.R.C. Calorimetria indireta. **Revista Associação Médica Brasileira**, v.43, p.245-253, 1997.
- DOMENEGHETTI, L.M.; MARCHIONI, G.G.; CARVALHO, T.G.D. Anestesia em Cães Neonatos: Revisão de literatura e relato de dois casos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**. Ano XIII. n.25, Julho de 2015.
- DUGGAN, M.; KAVANAGH, B.P. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. **Anesthesiology**, v.102 p.838–854, 2005.
- DURBIN, C. G.; WALLACE, K. K. Oxygen toxicity in the critically ill patient. **Respiratory Care**, v. 38, p. 739-750, 1993.
- DZANIS, D.A. Necessidades nutricionais e manejo dietético. In: HOSKINS, J.D. **Geriatrics e gerontologia do cão e do gato**. 2 ed. São Paulo: Roca, P.21-32, 2008.
- EGNER, B.; CARR, A.; BROWN, S. Essential facts of blood pressure in dogs and cats. 3ed. Babenhausen: **Be VetVerlag**, p.216, 2003.
- EMMERICH, C.J.; MAIA, J.A. Ventilação mandatória intermitente (VMI). In: EMMERICH, C.J; MAIA, J.A. **Ventilação pulmonar artificial**. São Paulo: Atheneu, 1992. p. 77-81, 1992.
- EMRE, N.A.B. Some electrocardiography parameters in Kangal Dogs. **Journal of animal and veterinary advances**, v.9, n.5, 2010.
- EVORA, P.R.B. et al. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio acidobásico-uma revisão prática. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 32, p. 451-469, 1999.
- FANTONI, D.T. et al. A comparison of the cardiopulmonary effects of pressure controlled ventilation and volume controlled ventilation in healthy anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, p. 1-7, 2016.
- FANTONI, D.T., MASTROCINQUE, S. Fisiopatologia e Controle da Dor aguda. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. **Anestesia em Cães e Gatos**. São Paulo: Roca, p.521-544, 2010.
- FANTONI, D.T; GAROFALO, N.A. Fármacos Analgésicos Opioides. In: FANTONI, D.T. **Tratamento da Dor na Clínica de Pequenos Animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 109-126, 2012.
- FERASIN, L.; AMODO, A.; MURRAY, J.L. Lack of correlation between canine heart rate and body size in veterinary clinical practice. **Journal of Small Animal Practice**. v.51. 2010.
- FERNANDES, C.R., NETO RUIZ, P.P. O Sistema Respiratório e o Idoso: Implicações Anestésicas. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v.52 n.4, p.461 – 470, 2002.
- FERRANNINI E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. **Metabolism**, n.37, p. 287-301, 1988.

FOERSTER, L.S. **Função pulmonar e índice de oxigenação de recém-nascidos pré-termo submetido à inalação endotraqueal de beclometasona e furosemida.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, p.70, 2009.

GEHRCKE, M.I. & OLESKOVICZ, N. Aspectos atuais na monitoração do débito cardíaco em cães. **Archives of Veterinary Science.** v.22, n.1, 2017.

GEHRCKE, M.I. et al. Arterial, Mixed Venous or Central Venous Hemogasometry and End Tidal CO₂ in Dogs under Different Hemodynamic States. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.45, p. 1-8, 2017.

GEHRCKE, M.I.; REGALIN, D.; RONCHI, S.J. et al. Calorimetria indireta na monitoração hemodinâmica e metabólica em cães sob diferentes situações hemodinâmicas. **Arquivo brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1263-1271, 2015.

GIANOTTI, G. C. **Dinâmica cardiorrespiratória de suínos sedados e submetidos a diferentes frações inspiradas de oxigênio em ventilação mecânica volume versus pressão controlada.** 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre. 2010.

GOLDSTON, R.T.; HOSKINS, J.D. **Geriatrics e gerontologia do cão e do gato.** São Paulo: Roca, 551p, 1999.

GONÇALVES, J.L. Indicações para a ventilação mecânica. In: CARVALHO, C.R.R. **Ventilação Mecânica-Volume I** – Básico. São Paulo: Atheneu, cap. 3, p. 57-68, 2000.

GREMIÃO, I.D.F., 1, NASCIMENTO, A.Jr., João Henrique Neves Soares¹, Fábio Otero Ascoli¹ & Firmino Mársico Filho³. Redução da concentração alveolar mínima (CAM) em cães anestesiados com isoflurano associado a fentanila. **Acta Scientiae Veterinariae**, pub. 548, p.13- 19, 2003

GROSSBACH, I. Respiratory failure. In: GEIGER-BRONSKY, M.; WILSON, D. **Respiratory Nursing: A Core Curriculum.** New York: Springer Publishing Company, p. 356-363, 2008.

GRUBB, T. Oximetria de pulso. In: GREENE, S.A. Segredos em anestesia veterinária e manejo da dor. Porto Alegre: **Artmed**, 2004, cap.20, p.149-156.

GUARRACINO, A.; LACITIGNOLA, L.; AURIEMMA, E. et al. Which airway pressure should be applied during breath-hold in dogs undergoing thoracic computed tomography? **Veterinary Radiology & Ultrasound.** n. 57, p. 475-481. 2016.

GUEDES, L.P.C.M.; DELFINO, C.F.; FARIA, F.P. et al. Adequação dos parâmetros de oxigenação em idosos submetidos à ventilação mecânica. **Einstein.** v.11, n.14, p.467-471, 2013.

- HA, Y.S.; et al. Incidence, Nature, and Etiology of Metabolic Alkalosis in Dogs and Cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v.27, n.4, p.847–853, 2013.
- HARTSFIELD, S. M. Instrumentação das vias aéreas e da ventilação. In: TRANQUILLI, J. C.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. Lumb & Jones' **Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. 4. ed. São Paulo: Roca, cap.18, p. 542 – 581. 2013.
- HASKINS, S. C. Monitoring anesthetized patients. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. Lumb & Jones' **veterinary anesthesia and analgesia**. 4. ed. Ames: Blackwell, p. 533-558, 2007.
- HASKINS, S. Comparative cardiovascular and pulmonary effects of sedatives, anesthetic agents, and anesthetic drug selection for the trauma patient. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**. v.16, n.4, p.300-328, 2006.
- HASKINS, S.; et al. Reference Cardiopulmonary Values in Normal Dogs. **Comparative Medicine**. v.55, n2. p. 156 -161, 2005.
- HASKINS, S.C. Monitoring Anesthetized Patients. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. Lumb & Jones' **veterinary anesthesia and analgesia**. 5. Ed, p.86-113, 2015.
- HAWKINS, E.C. Afecções do sistema respiratório. In: ETTINGER, S.; FELDMAN, E.C **Tratado de medicina interna Veterinária**. 4.ed. São Paulo: Manole, p.1080-1142, 1997.
- HEDENSTIERNA, G. Airway closure, atelectasis and gas Exchange during anaesthesia. **Minerva Anesthesiology**, v.68, p.332-336, 2002.
- HELLEBREKERS, L.J. Dor em animais. São Paulo: **Manole**, p.109-119, 2002.
- HELLYER, P.W., MAMA, K.R., SHAFFORD, H.L., et al. Effects of diazepam and flumazenil on minimum alveolar concentrations for dogs anesthetized with isoflurane or a combination of isoflurane and fentanyl. **American Journal of Veterinary Research**, v.62, p.555–560. 2001.
- HIGGINS, C. The use of heparin in preparing samples for bloodgas analysis. **Medical Laboratory Observer**. v.39, n. 10, p.1623, 2007.
- HOLZER, M. Mild Therapeutic Hypothermia to Improve the Neurologic Outcome after Cardiac Arrest. *The New England Journal of Medicine*, v.346, p. 549-556, 2002.
- HOPPER, K.; HASKINS S.C., KASS, P.H. et al. Indications, management, and outcome of long-term positive-pressure ventilation in dogs and cats: 148 cases (1990–2001). **Journal of the American Veterinary Medical Association** v. 230, n.1, p 64-75, 2007.
- HOSKINS, J.D. Geriatria e Gerontologia do cão e do gato. 2 ed. São Paulo: Roca, 2008.
- HUTCHINSON, H.K. SHAW, P.S. A review of CVP and its reliability as a hemodynamic monitoring tool in veterinary medicine, Topics in: **Companion Animal Medicine**, ed. Elsevier, 2016.

- JEFFERIES, A. R. Pathology. In: HALL, L. W.; TAYLOR, P. M. **Anaesthesia of the cat**. London: Baillière Tindall, cap.4, p.63-88. 1994.
- KLEMM, M. et al. Compared study on the effects of mechanical controlled ventilation (MCV) eith or without the use of positive-end-expiratory-pressure (PEEP) on interpleural pressure variation in horse anesthesia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 35, n. 6, p. 260-265, 1998.
- KRULJC, P. Relation between end-tidal and arterial carbon dioxide partial pressure during general anaesthesia with spontaneous breathing and controlled ventilation in dogs – an experimental study. **Acta Veterinaria (Beograd)**, v. 53. n.5, p.283-296, 2003.
- KUKANICH, B. & WIESE, A.J. Opioids, In: Grimm K.A., Lamont, L.A., Tranquili, W.J., Greene, S.A. & Robertson, S. A. (eds), **Veterinary anesthesia and analgesia: the fifth edition of Lumb and Jones**, Wiley Blackwell, p.207-226, 2005.
- LACERDA, C.A.& PESSANHA, M.G. Stereological of the myocardium in embryos, fetuses and neonates of the rat. **Acta Anatomica**, v.6, p154-261, 1995.
- LAGUTCHIK, M.S. Angústia respiratória. In: WINGFIELD, W.E. Segredos em medicina veterinária de emergência. Porto Alegre: **Artmed**, cap. 3, p. 3845, 2004.
- LEVITZKY, M. Ventilação alveolar. In: LEVITZKY, M. G. **Fisiologia Pulmonar**. 6.ed. São Paulo: Manole, p.54-83, 2004.
- LI, W.; ROSENBRUCH, M.; PAULUHN, J.; Effect of PEEP on phosgene-induced lung edema: pilot study on dogs using protective ventilation strategies. **Experimental and Toxicologic Pathology** n.67, p.109–116, 2015.
- LITTLETON, S.W. Impact of obesity on respiratory function. **Respirology** 17, 43–49, 2012.
- LITTMAN, M. P., and K. J. Drobatz, Hypertensive and hypotensive disorders. In: Ettinger, S. J., and E. C. Feldman (eds), **Textbook of Veterinary Internal Medicine**. 4th ed. **Saunders Company**, v.1, p. 93-100, 1995.
- LODATO, R. F. Oxygen toxicity. **Critical Care Clinics**, v. 6, p.749-765, 1990.
- LODATO, R.F. Decreased oxygen consumption and cardiac output during normobaric hiperoxia in conscious dogs. **Journal of Applies Physiology**, v.67, p.1551 – 1559, 1989.
- LOPES, B. F. et al . Radiografia quantitativa hepática de cães tranquilizados com acepromazina. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 41, n. 1, p. 137-142, 2011.
- LOPES, P. C. F.; NUNES, N. Atelectasia pulmonar em cães durante anestesia geral. **Ciência Rural**. v.40, n.1, p.246 – 253, 2010.
- LOPES, P.C.F.; NUNES, N.; CARARETO, R. et al Efeitos de diferentes frações inspiradas de oxigênio sobre a dinâmica respiratória em cães submetidos à infusão contínua de propofol

e mantidos em ventilação espontânea. **Brazilian Journal of veterinary Research and animal Science**. São Paulo, v. 44, suplemento, p. 30-37, 2007.

LUDDERS, J.W., RODE, J., MITCHEL, G.S. Isoflurane in Sandhill cranes (*Grus canadensis*): Minimal anesthetic concentration and cardiopulmonary dose-response during spontaneous and controlled breathing. **Anesthesia and Analgesia**, v.68, p.511-516, 1989.

LUMB W. V. JONES E. W. Considerations for General Anesthesia. In: **Veterinary Anesthesia**. 3rd edn. Philadelphia: Lea & Febiger, p.5-34, 1996.

MAGNUSSON, L.; SPAHN, D. R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, v. 91, n. 1, p. 61-72, 2003.

MAGNUSSON, L.; SPAHN, D.R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**. v.91, n.1, p.61-72, 2003

MAHARAJ N. & HANEY C.J. A Qualitative Investigation of the Significance of Companion Dogs Western. **Journal of Nursing Research** p. 1-19. 2014

MALINOW, M.R.; HOJMAN, D.; PELLEGRINO, A.A. - Spontaneous atherosclerosis in the rat. **Archives Pathology**. n.13, p.11-19, 1955.

MARNTTELL S.; NYMAN G.; HEDENSTIERNA, G. High inspired oxygen concentrations increase intrapulmonary shunt in anaesthetized horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 32, n.6, p. 338–347, 2005.

MARSHALL B. E., LONGNECKER D. E., Anestésicos Gerais. In: Gilman, A. G. (Ed). Goodman & Gilman: **As Bases Farmacológicas da Terapêutica**. 8.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, pp.189-204, 1994.

MARTINS, M.A. et al. Análise Comparativa do Débito Cardíaco (DC) Obtido pelo Método de Fick e pela Calorimetria Indireta em Pacientes Sépticos. **Revista brasileira de terapia intensiva**, v.15, p.5–14, 2003.

MARTINS, M.A. et al. Análise Comparativa do Débito Cardíaco (DC) Obtido pelo Método de Fick e pela Calorimetria Indireta em Pacientes Sépticos. **Revista brasileira de terapia intensiva**, v.15, p.5–14, 2003.

MARTINS, M.A. et al. Indirect calorimetry can be used to measure cardiac output in septic patients? **Acta cirúrgica brasileira**, v.23, n.1, p.118-125, 2008.

MARTINS, M.A. et al. Indirect calorimetry can be used to measure cardiac output in septic patients? **Acta cirúrgica brasileira**, v.23, n.1, p.118-125, 2008.

MARTINS,S.E.C.; NUNES, N.; REZENDE, M.L.; et al. Efeitos do desflurano, sevoflurano e isoflurano sobre variáveis respiratórias e hemogasométricas em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. n.40, p.190-196, 2003.

MAUDERLY J.L.: Effect of age on pulmonary structure and function of immature and adult animals and man. **Federation Proceedings**, v.138, p.173- 177, 1979

- MAYHEW, T.M. The new stereological methods for interpreting functional morphology from slices of the cells and organs. **Experimental Physiology**. n.76, p.639-65, 1991.
- MELO AS, ALMEIDA RMS, OLIVEIRA CD. A mecânica da ventilação mecânica. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 24, n. 8, p. 43-48, 2014.
- MEURS, K.M., MILLER, M.W., SLATER, M.R., GLAZE K., Arterial Blood Pressure Measurement in a Population of Healthy Geriatric Dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v36, p.497–500, 2000.
- MILLA, P.M.; POCH, M.D.; PUIGDEVALL, J.M.R. Calorimetria: aplicaciones y manejo. **Nutrición Clínica en Medicina**. V.2, n.3, p.155-166, 2008.
- MILLA, P.M.; POCH, M.D.; PUIGDEVALL, J.M.R. Calorimetria: aplicaciones y manejo. **Nutrición Clínica en Medicina**. V.2, n.3, p.155-166, 2008.
- MOSIER, J.E. Effect of aging on body systems of the dog. **Geriatrics and Gerontology**, v.19, n.1, p. 1-12, 1989.
- MOSING, M.; IFF, I.; MOENS, Y. Endoscopic removal of a bronchial carcinoma in a dog using one-lung ventilation. **Veterinary Surgery**, v. 37, p. 222–225, 2008.
- MOURA, A.G. **Relação entre a modulação autonômica cardíaca e a temperatura interna durante a hipertermia induzida por exercício físico e exposição passiva ao ambiente quente em ratos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- MUHAMMAD, N.; et al. Comparative anaesthetic efficacy of propofol, thiopental sodium and combination of propofol with ketamine hydrochloride in dogs. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 29, n. 1, p. 11-15, 2009.
- MUIR, W. W. Cardiovascular system. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. (Ed.). **Lumb & Jones' veterinary anesthesia and analgesia**. 4. ed. Ames: Blackwell, p.61-116, 2007.
- NEVES, J.T., M.J. Lobão; Oxygen Therapy Multicentric Study – A Nationwide Audit to Oxygen Therapy Procedures in Internal Medicine Wards **Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)**, v.18, n. 2, p.80-85, 2012.
- NORIAK, K.; NAOTUKI, H.; SAORI, K. et al. Differential effects of propofol and sevoflurane on heart rate variability. **Anesthesiology**, v.98, p.34-40, 2003.
- NUNES, N. Monitoração da anestesia. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. **Anestesia em cães e gatos**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 83-101.
- NUNES, N.; LOPES, P.C.F.; SANTOS, P.S.P. et al. Hemodinâmica de diferentes frações inspiradas de oxigênio em cães submetidos à infusão contínua de propofol sob ventilação espontânea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.729-735, 2008.

O'TOOLE, E., et al. Evaluation of accuracy and reliability of indirect calorimetry for the measurement of resting energy expenditure in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v.62, n.11, p.1761–1767, 2001.

O'TOOLE, E.; MILLER, C.W.; WILSON, B.A. et al. Comparison of the standard predictive equation for calculation of resting energy expenditure with indirect calorimetry in hospitalized and healthy dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.225, n.1, p.58-64, 2004.

ONCKEN, A. K.; et al. Hypothermia in Critically Ill Dogs and Cats. **Compendium: Continuing Education for Veterinarians**. v.23, n.6, p. 506–521, 2001.

OSHIMA, T.; BERGER, M.M.; WAELE, E.; GUTTORMSEN A.B. et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group, **Clinical Nutrition**. 2016.

PADDLEFORD, R. R.. **Manual de anestesia em pequenos animais**, 2 ed, São Paulo: Roca, 2001.

PAPALEO, L.C., DORNELLAS, A.C.M., Recrutamento alveolar na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) através da Pressão Expiratória Positiva Final (PEEP) em Ventilação Mecânica (VM). **Univ. Gama Filho**, São Paulo, 2006.

PEREIRA, Vanessa Guedes, p436. **Efeito analgésico da metadona e morfina intramuscular ou epidural, associadas ou não à lidocaína, em cadelas submetidas à mastectomia** / Vanessa Guedes Pereira. – Viçosa, MG, 2013

PICKER, O; SCHINDLER, A.; SCHEEREN, T.W. Accuracy and reproducibility of long-term implanted transit-time ultrasound flow probes in dogs. **Intensive Care Medicine**, v.26, p.601-607, 2000.

PICKER, O; SCHINDLER, A.; SCHEEREN, T.W. Accuracy and reproducibility of long-term implanted transit-time ultrasound flow probes in dogs. **Intensive Care Medicine**, v.26, p.601-607, 2000.

PINHEIRO, B.V.; HOLANDA, M.A.; LARGES, C.M. et al. Ventilação mecânica volume-controlada versus pressão controlada em modelo canino de lesão pulmonar aguda: efeitos cardiorrespiratórios e sobre o custo de oxigênio da respiração. **Journal Pneumology**. v.28, n.1, p.15-22, 2002.

PIRES, B.C.; BASTOS, C.R.; ARAÚJO, et al. Importância dos animais na socialização e no aprendizado de alunos do ensino fundamental. **Em extensão**, v.8, n.2, p. 158-161, 2009.

POTTIE, R. G.; et al. Effect of hypothermia on recovery from general anaesthesia in the dog. **Australian Veterinary Journal**. v.85, n.4, p.158-162, 2007.

PSOTA T, CHEN KY. Measuring energy expenditure in clinical populations: rewards and challenges. **European Journal of Clinical Nutrition** n.67, p.436–442, 2013.

- QIAN, C. Y. Clinical study of perioperative changes in plasma potassium. **Zhonghua Wai Ke Za Zhi**. v.29, n.3, p.157-160, 1991.
- REDONDO, J. I.; et al. Normal Values and Incidence of Cardiorespiratory Complications in Dogs During General Anaesthesia. A Review of 1281 Cases. **Journal of Veterinary Medicine**. v.54, n.9, p.470–477, 2007.
- REDONDO, J.I., et al. Gómez-Villamandos RJ. Retrospective study of the prevalence of postanesthetic hypothermia in dogs. **The Veterinary Record**, v.171, n.15, p.374, 2012
- REGALIN, D. **Sedação Prolongada em cães**. 2015. 348p. Tese de Doutorado – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Lages, 2015.
- respiration in hypercapnic patients. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 50, p. 32-36, 2004.
- REZENDE, M. L.; NUNES, N.; SOUZA, A. P.; SANTOS, P. S. P. Monitoramento hemodinâmico invasivo em pequenos animais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 1, p. 93–100, 2002.
- RIBEIRO-SILVA, A.; ALVES, G. Pulmonary gas exchange under room air
- RICE, T.W.; WHEELER, A.P.; BERNARD, G.R. et al. National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Network. Comparison of the SpO₂/FIO₂ ratio and the PaO₂/FiO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. **Chest**. v.132, n.2, p.410-417, 2007.
- RIQUELME, M.; MONNET, E.; KUDNIG, S.T. et al. Cardiopulmonary effects of positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation in anesthetized dogs with a closed thoracic cavity. **American Journal of Veterinary Research**, v. 66, n. 6, p. 978-983, 2005.
- ROBERT, M.; JACKSON, M.D. Pulmonary Oxygen Toxicity. **Chest**. V.88, n.6, p.900-905, 1985
- ROSA, A.L. et al. Right-to-left shunt determination in dog lungs under inhalation anesthesia with rebreathing and nonrebreathing system. **Acta Cirurgica Brasileira**, São Paulo, v.21, n.6, p.374-379, 2006.
- ROSA, L. **Modalidades Ventilatórias em Ovinos**. Dissertação de Mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Lages, 2017.
- ROSADO, E.; KAIPPERT, V.; SANTIAGO, B. R. Energy expenditure measured by indirect calorimetry in obesity. In: Applications of Calorimetry in a Wide Context-Differential Scanning Calorimetry, Isothermal Titration Calorimetry and Microcalorimetry. **Intech**, p.309-322, 2013.
- ROTHEN, H.U. et al. Prevention of atelctasis during general anaesthesia. **Lancet**, London, v.345, n.8962, p.1387-1391, 1995.

ROTTA, A.T.; PIVA, J.P.; ANDREOLIO, C.; et al. Progressos e perspectivas na síndrome do desconforto respiratório agudo em pediatria. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**. v.27, n.3, p. 266-273, 2015.

SANO, T. et al. Effects of midazolam-butorphanol, acepromazine-butorphanol and medetomidine on induction dose of propofol and their compatibility in dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 65, n. 10, p.1141-1143, 2003.

SCHOELLER, D.A.; COOK, C.M.; RAMAN, A. Energy Expenditure: Indirect Calorimetry. **Human nutrition**. p.170–176. 2013.

SENTÜRK, M. New concepts of management of one-lung ventilation. **Current Opinion in Anaesthesiology**, Philadelphia, v.19, n.1, p.1-4, 2006.

SÉVERINE, G. et al. Evaluation of three indirect calorimetry devices in mechanically ventilated patients: Which device compares best with the Deltatrac II(®)? A prospective observational study. **Clinical Nutrition**, p.1-6, 2014.

SHAPIRO, B. A.; PERUZZI, T. W. Respiratory care. In: MILLER, R. D. **Anesthesia**. Philadelphia: Churchill Livingstone, v.2, p.2403-2442, 2000.

SILVA, D.C.B.; QUEIROZ, J.M.; SILVA FILHO, L.S.; Recrutamento Alveolar como técnica de tratamento utilizado na síndrome da angústia respiratória aguda (SARA): uma revisão de literatura. **Revista Científica da Escola da Saúde: Catussaba**, p.13-20, v5, 2016.

SILVA, E. et al. Avaliação da perfusão tecidual no choque. **Medicina**, v. 34, p. 27-35, 2001.

SILVA, J. R.; Feitosa, F. S.; Fernandes, R. M. et al. Influência da medicação pré anestésica no volume corrente em caprinos (*Capra hircus*) submetidos à ventilação controlada. **Pesquisa em Foco**, v. 17, n.2, p. 14 - 25, 2009.

SILVEIRA RJ, Silva FM, Wilhelm Filho D, Cardoso JJD, Leão LEV. Estudo da fração inspirada de oxigênio na isquemia reperfusão pulmonar em ratos. **Acta Cirurgica Brasileira**, p. 535-547, 2004.

SOARES, G.C.L. et al. Causas e Consequências da Hipotermia: A Importância da Monitoração da Temperatura no Perioperatório. **Revista investigação Medicina Veterinária**, v.14, n.6, p.1-7, 2015.

SORBINI, C.A.; GRASSI, V.; SOLINAS, E.; et al. Arterial oxygen tension in relation to age in healthy subjects. **Respiration**, v.1, n.3, p.3-13, 1968.

SOUZA, M.A.L. & Jr. MATTOS, E. Alterações Eletrolíticas durante a Anestesia em Cães e Gatos. **Investigação**, v. 14, n. 4, 2015.

STAFFIERI, F.; DRIESSEN, B.; MONTE, V.D. et al. Effects of positive end expiratory pressure on anesthesia-induced atelectasis and gas exchange in anesthetized and mechanically ventilated sheep. **American Journal of Veterinary Research**. n.71, p.867–874, 2010.

- STEFFEY, E. P.; MAMA, K.R. & BROSNAN, R.J. Inhalation Anesthetics. In: **Veterinary Anesthesia and Analgesia**. Iowa: Blackwell Pub., p. 297-331, 2015.
- STRANDBERG, A. et al. Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, Copenhagen, v.30, n.2, p.154-158, 1986.
- Szpilman, D. Ventilação pulmonar básica e avançada. Hospital Municipal Miguel Couto, p. 1-18, 2010.
- TALBOT, N.P.; SMITH, T.G.; DORRINGTON, K.L. The mechanics and control of ventilation. **Basic Science**. Elsevier Ltd. P.212-216, 2011.
- TERZY, R. G. G.; DRAGOSAVAC, D. Ventilação mecânica básica. In: Carvalho CRR (Editor), **Monitorização do intercâmbio gasoso pulmonar no paciente submetido à ventilação mecânica**. São Paulo: Atheneu, p 189-213, 2000.
- THOMSON, L. & PATON, J. Oxygen Toxicity. **Paediatric Respiratory Reviews**. 2014.
- TOBIN, M.J. Advances in mechanical ventilation. **New England Journal of Medicine**, v. 344, p.1986 - 1996, 2001.
- TONKOVIC, D.; et al. Effects of the mechanical ventilation on the cardiovascular system. **SIGNA VITAE**. v.9, sup 1, p.41 - 44, 2014.
- TORRES, M. L. A.; BONASSA, J. Princípios básicos da ventilação mecânica. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002. p. 95-105
- TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. Lumb & Jones' veterinary anesthesia. 3. ed. Philadelphia: Lea & Feabiger, cap. 17, p. 515-556, 1996.
- TUSMAN, G. et al. Alveolar recruitment strategy' improves arterial oxygenation during general anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, v. 82, n. 1, p. 8-13, 1999.
- VALVERDE, A. et al. Validation of several types of noxious stimuli for use in determining the minimum alveolar concentration for inhalation anesthetics in dogs and rabbits. **American Journal of Veterinary Research**, v.64, p.957-964, 2003.
- VIEIRA, S. R. R.; PLOTNIK, R.; FÍALKOW, L. Monitorização da mecânica respiratória durante a ventilação mecânica. In: CARVALHO, C. R. R. **Ventilação mecânica básico**, 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. cap. 9, p. 215-253.
- WADE, J.G.; LARSON, C.P.; JR. HICKEY, R.F. et al. Effect of carotid endarterectomy on carotid chemoreceptor and baroreceptor function in man. **The New England Journal of Medicine**. v. 282, n.15, p.823-829, 1970.
- WAHBA, R.W. Perioperative functional residual capacity. **Canadian journal of anaesthesia** = *Journal canadien d'anesthésie*. v.3, n.38, p.384-400. 1991.

WALTERS, L.M. et al. Repeatability of energy expenditure measurements in clinically normal dogs by use of indirect calorimetry. **American Journal of Veterinary Research**, v.54, n.11, p.1881-1885, 1993.

WEI, J.Y.; GERSH, B.J. Heart disease in the elderly. **Current Problems Cardiology**. n.12, p.1-65, 1987.

WEISSMAN, C.; KEMPER, M. Metabolic measurements in the critically ill. **Critical Care Clinics Journal.**, n.11, p.169-97, 1995.

WELSH DG, JACKSON WF, SEGAL SS. Oxygen induces electromechanical coupling in arteriolar smooth muscle cells: a role for L-type Ca^{2+} channels. **American Journal of Physiology**, v.43, p.2018-2024, 1998.

WILBERT, C.A. **Calemia em Cães**. Seminário apresentado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

YANG, Y.; et al. Effects of recruitment maneuvers with PEEP on lung volume distribution in canine models of direct and indirect lung injury. **Molecular Biology Report**, v.41, n.3, p.1325–1333, 2014.

ZICKMANN, B.; HOFMANN, H.C.; POTTKAMPER, C. et al. Changes in heart rate variability during induction of anesthesia with fentanyl and midazolam. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v.10, p.609-613, 1996.

7 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Termo de consentimento, o qual era assinado pelos proprietários, permitindo a participação do animal no projeto.



AUTORIZAÇÃO

Eu _____, R.G. número _____, fui devidamente esclarecido sobre todos os procedimentos deste estudo, seus riscos e benefícios ao animal pelo qual sou responsável de nome _____, raça _____, ficha n° _____, será submetido ao procedimento cirúrgico de _____ por meio do projeto de mestrado intitulado “**Avaliação dos parâmetros hemodinâmicos, respiratórios, metabólicos e hemogasométricos em cães submetidos a diferentes frações inspiradas de oxigênio em diferentes modalidades ventilatórias**”.

Ao assinar este **Termo de Consentimento**, declaro que autorizo a participação do meu animal neste projeto.

Lages, ____/____/2017.

Assinatura do proprietário

APÊNDICE 2. Nome, sexo, raça, idade (anos), peso (kg) e procedimentos cirúrgicos aos quais os animais desse projeto foram submetidos.

FiO₂ 40%					
GRUPO JOVEM					
ANIMAL	SEXO	RAÇA	IDADE	PESO	PROCEDIMENTO
Lessie	F	SRD	3	34	OSH eletiva
Serena	F	SRD	1	11	OSH eletiva
Dolce	F	Border Colie	3	23	OSH eletiva
Olivia	F	SRD	1	14	OSH eletiva
Frodo	M	SRD	1,5	36	Orquiectomia eletiva
Fedora	F	SRD	1	13,8	OSH eletiva
GRUPO ADULTO					
Francisco	M	SRD	5	10	Orquiectomia
Princesa	F	SRD	7	5,2	Mastectomia
Fafã	F	SRD	7	13	Mastectomia
Kika	F	Poodle	7	5	OSH eletiva
Gorda	F	SRD	9	11,3	OSH eletiva
Dunga	M	SRD	3	11,6	Orquiectomia
GRUPO GERIÁTRICO					
Amiga	F	SRD	10	9,8	Mastectomia
Preta	F	SRD	15	20,7	OSH eletiva
Lana	F	SRD	10	12	Mastectomia
Serena	F	SRD	13	18,2	OSH eletiva
Maguila	M	SRD	10	19,3	Orquiectomia
Kiara	F	SRD	13	5,3	Vulvoplastia
FiO₂ 100%					
GRUPO JOVEM					
ANIMAL	SEXO	RAÇA	IDADE	PESO	PROCEDIMENTO
Tufo	M	SRD	2	10,2	Orquiectomia
Luna	F	SRD	1	10	OSH eletiva
Julie	F	SRD	5	20	Nodulesctomia
Dora	F	SRD	3	10,1	OSH eletiva
Cacau	F	Labradora	1,5	24	OSH eletiva
Amora	F	Dálmata	5	19,8	Mastectomia
GRUPO ADULTO					
Suria	F	SRD	6	19,5	OSH eletiva
Branquinha	F	SRD	7	10	OSH eletiva
Lilico	M	SRD	6	5,7	Orquiectomia
Biscoito	F	SRD	7	7,5	OSH eletiva
Bruce	M	Pastor Alemão	6	32	Orquiectomia
Stella	F	Dog Alemã	7	52	OSH eletiva
GRUPO GERIÁTRICO					
Basília	F	SRD	13	14	OSH eletiva
Piti	F	Coocker	13	18,7	Profilaxia dentária
Vida	F	Yorkshire	10	3,7	Nodulesctomia
Lupa	F	SRD	14	24	Mastectomia
Ali	F	SRD	12	19,7	Nodulesctomia
Jade	F	Pit bull	13	24	Nodulesctomia

APÊNDICE 3. Laudos radiográficos do cães que participaram do estudo.

GRUPO JOVEM		
Animal	Pneumopatia broncointersticial	Outro achado pulmonar
Lessie	S/A	S/A
Serena	S/A	S/A
Dolce	S/A	S/A
Olivia	S/A	S/A
Frodo	S/A	S/A
Fedora	S/A	S/A
Tufo	S/A	S/A
Luna	S/A	S/A
Julie	S/A	S/A
Dora	S/A	S/A
Cacau	S/A	S/A
Amora	S/A	S/A
GRUPO ADULTO		
Francisco	Discreto	S/A
Princesa	Discreto	S/A
Fafá	Discreto	S/A
Kika	Discreto	S/A
Gorda	Discreto	S/A
Dunga	Discreto	S/A
Suria	Discreto	S/A
Branquinha	Pneumopatia intersticial	S/A
Lilico	Discreto	S/A
Biscoito	Discreto	S/A
Bruce	Discreto	S/A
Stella	Moderado	S/A
GRUPO GERIÁTRICO		
Amiga	Discreto	S/A
Preta	Discreto	S/A
Lana	Discreto	S/A
Serena	Discreto	Mineralização bronquial
Maguila	Discreto	S/A
Kiara	Discreto	S/A
Basília	Discreto	S/A
Piti	Discreto	S/A
Vida	Discreto	S/A
Lupa	Discreto	S/A
Ali	Discreto	S/A
Jade	Discreto	S/A