

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA DE ARAÇATUBA**

**HEMOGASOMETRIA, HEMODINÂMICA E EFEITOS
RESPIRATÓRIOS DE DIFERENTES FRAÇÕES
INSPIRADAS DE OXIGÊNIO EM BEZERROS
ANESTESIADOS PELO SEVOFLUORANO, MANTIDOS
SOB VENTILAÇÃO CONTROLADA**

**Carlos Henrique Berlatto Cancelli
Médico Veterinário**

**ARAÇATUBA – SP
2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA DE ARAÇATUBA**

**HEMOGASOMETRIA, HEMODINÂMICA E EFEITOS
RESPIRATÓRIOS DE DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE
OXIGÊNIO EM BEZERROS ANESTESIADOS PELO
SEVOFLUORANO, MANTIDOS SOB VENTILAÇÃO
CONTROLADA**

Carlos Henrique Berlatto Cancelli

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Patto dos Santos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - Unesp, Campus de Araçatuba - Unesp, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica de Grandes Animais).

**ARAÇATUBA – SP
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da FMVA / UNESP

C212h Cancelli, Carlos Henrique Berlatto
Hemogasometria, hemodinâmica e efeitos respiratórios de diferentes frações inspiradas de oxigênio em bezerros anestesiados pelo sevofluorano, mantidos sob ventilação controlada / Carlos Henrique Berlatto Cancelli. – Araçatuba: [s.n.], 2017.
45 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2017

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Patto dos Santos

1. Débito cardíaco 2. Respiração 3. Atelectasia pulmonar. 4. Coração
5. Anestesia I.Título.

CDD 636.0895

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Hemogasometria, hemodinâmica e efeitos respiratórios de diferentes frações
inspiradas de oxigênio em bezerros anestesiados pelo sevoflurano, mantidos sob
ventilação controlada

AUTOR: CARLOS HENRIQUE BERLATTO CANCELLI

ORIENTADOR: PAULO SERGIO PATTO DOS SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em **CIÊNCIA ANIMAL**, área: Fisiopatologia Médica e Cirúrgica pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr PAULO SERGIO PATTO DOS SANTOS

Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp


Profa. Dra. FLAVIA DE ALMEIDA LUCAS

Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp


Prof. Dr. CAIO JOSÉ XAVIER ABIMUSSI

Curso de Medicina Veterinária / Faculdades Integradas de Ourinhos/FIO

Araçatuba, 25 de agosto de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CARLOS HENRIQUE BERLATTO CANCELLI – nascido em Cascavel-PR, no dia 18 de julho de 1987, ingressou no curso de Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava – PR em 2008. Em 2013, iniciou o programa de Residência em Anestesiologia Veterinária, no Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira”, da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba – SP (UNESP). Após terminar a residência em 2015, ingressou como aluno de mestrado no programa de pós-graduação em Ciência Animal na Área de Concentração Fisiopatologia Médica e Cirúrgica de Grandes Animais. Durante o programa, em 2016, se tornou especialista em Anestesiologia Veterinária pelo Colégio Brasileiro de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária (CBCAV).

AGRADECIMENTOS

Ao meus pais Janes e Laudio, por serem minha referência de vida, por não medirem esforços para conduzir minha educação, que até hoje é o que carrego de mais valioso comigo.

À minha amada Aline Cogo, sempre me incentivando e me mostrando o caminho a seguir.

Ao professor Paulo Sergio Patto dos Santos, pela paciência e orientação, prestando auxílio além das obrigações de orientador, um grande amigo. Além, claro, de ser referência como pessoa e profissional.

À Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba – UNESP, por toda estrutura física e científica cedida, a qual foi primordial para o surgimento e andamento do experimento.

A todos os professores e funcionários do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira”, por me acolherem após a graduação, no programa de residência e por ceder sua estrutura e recursos.

À CAPES e FAPESP processo (2016/06535-1) pelo apoio financeiro.

À professora Juliana Peiró e professora Flavia Lopes, coordenadoras do programa de pós-graduação, pela disposição e seriedade para conduzir o programa.

Aos alunos de iniciação científica, Guilherme Lopes da Silva, Cynthia Yumi Oshiro Okamura e Max Santana Gonzaga, pelo empenho e dedicação, os quais foram fundamentais para a execução do experimento.

Ao estatístico Walter Bertequini Nagata, que me auxiliou grandemente na execução das análises estatísticas, etapa crucial do projeto.

Aos bezerros utilizados no projeto, e ao proprietário destes, Sr. Nelson pelo empréstimo dos mesmos.

A todos que de alguma forma colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento do projeto.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	07
Referências	10
CAPÍTULO 2 – HEMOGASOMETRIA, HEMODINÂMICA E EFEITOS RESPIRATÓRIOS DE DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO EM BEZERROS ANESTESIADOS PELO SEVOFLUORANO, MANTIDOS SOB VENTILAÇÃO CONTROLADA.....	12
Resumo	12
Summary	13
Introdução	14
Material e Métodos	16
Determinação da CAM.....	16
Coleta dos dados das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e hemogasométricas.....	19
Análise estatística	24
Resultados	24
Discussão	32
Conclusão	38
Referências	39

HEMOGASOMETRIA, HEMODINÂMICA E EFEITOS RESPIRATÓRIOS DE DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO EM BEZERROS ANESTESIADOS PELO SEVOFLUORANO, MANTIDOS SOB VENTILAÇÃO CONTROLADA

RESUMO - Objetivou-se estabelecer os efeitos hemodinâmicos em bezerros anestesiados pelo sevofluorano e mantidos sob ventilação controlada com diferentes frações inspiradas de oxigênio (21%, 60% e 100%). Foram utilizados 7 bezerros, da raça Holandesa com idade entre 6 e 12 meses, pesando 111 ± 27 kg. Todos os animais participaram de todos os grupos experimentais. Inicialmente, cada bezerro foi anestesiado para a determinação da sua concentração alveolar mínima (CAM) individual. Após determinada a CAM e respeitado um período mínimo de 7 dias os bezerros foram anestesiados com sevofluorano e a fração inspirada de oxigênio ajustada conforme cada grupo. Os animais foram submetidos à ventilação mecânica, com a frequência respiratória ajustada para manter o ETCO_2 entre 40 e 45 mmHg. A manutenção anestésica foi realizada com sevofluorano, na concentração de 1,4 CAM. As variáveis foram determinadas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a intubação. Não houve diferença nas variáveis hemodinâmicas, sendo observado apenas diferenças nos indicadores da tensão de CO_2 e oxigênio: P(a-ET)CO_2 ; IR; a/A e P(A-a)O_2 e nas variáveis hemogasométricas; PaCO_2 ; PaO_2 ; SaO_2 ; BE; HCO_3^- , porém, sem alteração do pH arterial. Os resultados permitem concluir que independente da fração inspirada de oxigênio houve estabilidade hemodinâmica, respiratória e hemogasométrica

Palavras-chave: débito cardíaco, respiração, coração, atelectasia pulmonar, anestesia.

HEMOGASOMETRY, HEMODYNAMICS AND RESPIRATORY EFFECTS OF DIFFERENT INSPIRED OXYGEN FRACTIONS IN CALVES ANESTHETIZED BY SEVOFLURANE AND MAINTAINED UNDER PRESSURE-CONTROLLED VENTILATION

SUMMARY - The objective of this study was to establish the hemodynamic effects in calves anesthetized by sevoflurane and maintained under pressure-controlled ventilation with different oxygen inspired fractions (21%, 60% and 100%). Seven Holstein calves, aged 6 to 12 months, weighing 111 ± 27 kg. All animals participated in all experimental groups. Initially, each calf was anesthetized to determine its individual minimum alveolar concentration (CAM). After the CAM was determined and a minimum period of 7 days was observed, the calves were anesthetized with sevoflurane and the inspired oxygen fraction adjusted according to each group. Animals were submitted to mechanical ventilation, with respiratory rate adjusted to maintain ETCO_2 between 40 and 45 mmHg. Anesthesia maintenance was performed with sevoflurane, at the concentration of 1.4 CAM. The variables were determined 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes after intubation. There was no difference in the hemodynamic variables, only differences in the CO_2 and oxygen tension indicators were observed: P(a-ET)CO_2 ; IR ; a/A e P(A-a)O_2 and in hemogasometric variables; PaCO_2 ; PaO_2 ; SaO_2 ; BE ; HCO_3^- , however, without altering the arterial pH. The results allow to conclude that, independently of the inspired fraction of oxygen, there was hemodynamic, respiratory and hemogasometric stability

Keywords: Cardiac output, respiration, heart, pulmonary atelectasis, anesthesia.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A anestesia geral utilizando agentes voláteis é um procedimento bastante comum na medicina veterinária (STAFFIERI et al., 2010). Geralmente o gás diluente empregado com o agente anestésico utilizado é o oxigênio, ou uma mistura de oxigênio com ar ambiente, ou ainda, com óxido nitroso. Conforme descrito por Rothen (1995), durante a anestesia geral existe maior dificuldade da troca gasosa, podendo resultar em diminuição da oxigenação do sangue, sendo a principal causa desta intercorrência a atelectasia, muito frequente em humanos, chegando a acometer cerca de 90% dos pacientes anestesiados (LUNDQUIST et al., 1995).

Na anestesia geral, a utilização de uma mistura de gás com concentração de oxigênio maior que a do ar ambiente é uma das formas mais eficazes na prevenção da hipoxemia (MCDONELL, 1996). Entretanto, o oxigênio é um gás altamente difusível, podendo promover parcialmente (baixa aeração) ou totalmente (atelectasia) colapso alveolar em áreas totalmente ou parcialmente obstruídas nos pulmões (DE MONTE et al., 2013).

Em um estudo com a espécie equina, Marntell et al. (2005) descreveram que altas frações inspiradas de oxigênio ($FiO_2 > 0,95$), quando comparadas a FiO_2 do ar ambiente, causaram elevação da pressão parcial de CO_2 no sangue arterial ($PaCO_2$), diminuição da frequência respiratória e aumento da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial. Independente da concentração da FiO_2 , todos animais desenvolveram shunt intrapulmonar, entretanto, Marntell et al. (2005) destacam que as taxas de shunt foram muito maiores quando fora utilizado 100% de oxigênio no ar inspirado ($13 \pm 5\%$) quando comparado com ar ambiente ($5 \pm 2\%$; $p=0.013$). Indo ao encontro de Cuvelliez et al. (1990) em experimento com cavalos anestesiados pelo halotano em duas diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,3 e $>0,85$) observaram hipoventilação e alteração na relação ventilação/perfusão no grupo de maior FiO_2 .

Ainda na espécie equina, Crumley et al. (2013), comparando a ventilação e a troca de gases em animais anestesiados por meio do isoflurano com duas FiO_2 (0,5 e 1,0), encontraram diminuição da saturação e da PaO_2 no grupo de menor fração inspirada, e sem obter diferença nas outras variáveis mensuradas, concluíram que: o grupo com FiO_2 0,5 não apresentou melhora no ritmo ventilatório (frequência respiratória e duração da apneia) e nem da troca de gases, entretanto aumentou o risco de hipoxemia. Portanto, independentemente da fração inspirada de oxigênio administrada a monitoração adequada deve ser sempre aplicada.

Em estudo comparando 5 FiO_2 diferentes (0,21; 0,4; 0,6; 0,8 e 1) na dinâmica respiratória de cães submetidos à infusão contínua de propofol e mantidos em ventilação espontânea, Lopes et al. (2007) observaram que os cães obtiveram valores de saturação de hemoglobina menores no grupo exposto ao ar ambiente ($\text{FiO}_2=0,21$), enquanto que os grupos tiveram variação da PaO_2 conforme a FiO_2 administrada. Em relação a pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) o grupo com maior FiO_2 (1,0) apresentou maiores valores quando comparado com o grupo ar ambiente, dito isso, Lopes et al. (2007) concluíram em seu trabalho que frações inspiradas com 1,0 e 0,8 de oxigênio devem ser evitadas, assim, como, com 0,21.

O recrutamento alveolar por meio da aplicação de pressão positiva com intuito de ventilar os alvéolos colapsados é uma das principais estratégias para tratar e prevenir a atelectasia pulmonar. De Monte et al. (2013) discorreram em seu experimento com cães, que o recrutamento alveolar com FiO_2 0,4 foi superior em diminuir a atelectasia pulmonar durante os 30 minutos avaliados após o recrutamento alveolar quando comparado com o recrutamento com 100% de oxigênio.

Xu et al. (2007), em estudo sobre oxigenação, resposta inflamatória e danos pulmonares em coelhos submetidos a ventilação pulmonar unilateral, compararam duas FiO_2 (0,6 e 1). Apesar dos animais apresentarem valores menores da SaO_2 no grupo 0,6, as variáveis para dano no tecido pulmonar [escore de dano agudo pulmonar; mieloperoxidase (MPO); fator de necrose

tumoral- α (TNF- α); interleucina-6 (IL-6); mRNA e proteína NF- κ B p65] foram maiores no grupo submetido à concentração de oxigênio mais elevada. Sendo assim, o referido autor e colaboradores concluíram que a menor fração inspirada de oxigênio avaliada no estudo pode ser utilizada, em detrimento do oxigênio 100%, para diminuir os danos causados no pulmão.

Em gatos anestesiados com isofluorano, Staffieri et al. (2010) avaliaram os efeitos de duas diferentes FiO_2 (0,4 e 1) por meio da utilização da tomografia computadorizada e hemogasometria. Os autores encontraram aumento significativo das aéreas ventiladas, assim como, diminuição das aéreas pouco ventiladas ou não ventiladas no grupo com a menor FiO_2 (0,4), apesar de existir nos dois grupos a formação de atelectasia. Staffieri et al. (2010) concluíram que a utilização de fração inspirada de oxigênio elevada (FiO_2 1,0) dificulta significativamente a troca de gases e a ventilação pulmonar quando comparado a utilização da FiO_2 0,4.

Em humanos, utilizando tomografia computadorizada, Rothen et al. (1995) descreveram maior formação de atelectasia em pacientes ventilados com 100% de oxigênio quando comparado ao grupo ventilado com 30% de oxigênio. Relatam ainda que, a composição do gás é importante na formação da atelectasia durante a anestesia geral, e que a utilizações de baixas frações inspiradas de oxigênio podem prevenir a formação precoce da atelectasia pulmonar pois o nitrogênio contido no ar ambiente é pouco absorvido, mantendo assim o alvéolo ventilado.

Isto posto, com o presente estudo objetivou-se investigar os efeitos das diferentes frações inspiradas de oxigênio na espécie bovina, pois são poucas as informações e os estudos em outras espécies (equinos, lagomorfos, caninos, felinos e humanos) descrevem alterações significativas na homeostasia no organismo dos pacientes anestesiados com diferentes frações inspiradas de oxigênio. Para isso, parte-se da hipótese que, frações inspiradas de oxigênio intermediárias causariam melhora das variáveis ventilatórias, hemogasométricas e índices de oxigenação; e altas frações causariam aumento significativo do shunt intrapulmonar e alteração do equilíbrio ácido-base do paciente.

REFERÊNCIAS

CRUMLEY, M.N.; MCMURPHY R.M.; HODGSON D.S. et al. Effects of inspired oxygen concentration on ventilation, ventilatory rhythm, and gas exchange in isoflurane-anesthetized horses. **Am. J. Vet. Res.**, v.74, p.183–190. 2013.

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

DE MONTE, V.; GRASSO, S.; DE MARZO, C. et al. Effects of reduction of inspired oxygen fraction or application of positive end-expiratory pressure after an alveolar recruitment maneuver on respiratory mechanics, gas exchange, and lung aeration in dogs during anesthesia and neuromuscular blockade. **Am. J. Vet. Res.**, v. 74, p. 25–33, 2013.

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

MCDONELL W Respiratory system. In: THURMON, J.C.; TRANQUILLI, W.J.; BENSON, G.J. (Eds). **Lumb and Jones veterinary anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996 p. 115–147.

LOPES, P.C.F.; NUNES, N.; CARETO, 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. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 44, suplemento, p. 30-37, 2007

LUNDQUIST, H.; HEDENSTIERNA, G.; STRANDBERG, A. et al. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. **Acta Radiol.**, v. 36, p. 626–632, 1995.

ROTHEN, H.U.; SPORRE, B.; ENGBERG, G. et al. Prevention of atelectasis during general anaesthesia. **Lancet**, v.345, p.1387-1391, 1995.

STAFFIERI, F.; DE MONTE, V.; DE MARZO, C. et al. Effects of two fractions of inspired oxygen on lung aeration and gas exchange in cats under inhalant anaesthesia. **Vet. Anaesth. Analg.**, v. 37, p. 483–490, 2010.

XU, Z.; GU, L.; BIAN. Q. et al. Oxygenation, inflammatory response and lung injury during one lung ventilation in rabbits using inspired oxygen fraction of 0.6 vs

CAPÍTULO 2 - HEMOGASOMETRIA, HEMODINÂMICA E EFEITOS RESPIRATÓRIOS DE DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO EM BEZERROS ANESTESIADOS PELO SEVOFLUORANO, MANTIDOS SOB VENTILAÇÃO CONTROLADA

RESUMO - Com esse trabalho objetivou-se estabelecer os efeitos hemodinâmicos, respiratórios e hemogasométricos de bezerros anestesiados pelo sevofluorano e mantidos sob ventilação controlada com diferentes frações inspiradas de oxigênio (FiO_2 0,21; FiO_2 0,6 e $FiO_2 > 0,95$). Foram utilizados 7 bezerros, da raça Holandesa com idade entre 6 e 12 meses, pesando $111,02 \pm 26,72$ kg. Todos os animais participaram de todos os grupos experimentais e foram anestesiados por quatro vezes. Inicialmente, numa primeira etapa, cada bezerro foi anestesiado para a determinação da sua concentração alveolar mínima (CAM). Após determinada a CAM e respeitado um período mínimo de 7 dias os bezerros foram anestesiados com sevofluorano, e a fração inspirada de oxigênio ajustada conforme cada grupo. Os animais foram submetidos à ventilação mecânica e a frequência respiratória foi ajustada de modo a manter os valores de $ETCO_2$ entre 40 e 45 mmHg. A manutenção anestésica foi realizada com sevofluorano, na concentração de 1,4 CAM. As variáveis foram determinadas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a intubação. Não houve diferença nas variáveis hemodinâmicas e respiratórias, sendo observado apenas nos indicadores baseados na tensão de CO_2 e oxigênio: $P(a-ET)CO_2$; IR; a/A e $P(A-a)O_2$ e nas variáveis hemogasométricas; $PaCO_2$; PaO_2 ; SaO_2 ; BE; HCO_3^- , porém, sem alteração do pH arterial. Os resultados obtidos permitem concluir que independente da fração inspirada de oxigênio houve estabilidade hemodinâmica, respiratória e hemogasométrica.

Palavras-chave: débito cardíaco, respiração, coração, atelectasia pulmonar, anestesia.

HEMOGASOMETRY, HEMODYNAMICS AND RESPIRATORY EFFECTS OF DIFFERENT INSPIRED OXYGEN FRACTIONS IN CALVES ANESTHETIZED BY SEVOFLURANE AND MAINTAINED UNDER PRESSURE-CONTROLLED VENTILATION

SUMMARY - The objective of this study was to establish the hemodynamic, respiratory and hemogasometric effects of calves anesthetized by sevoflurane and maintained under pressure-controlled ventilation with different oxygen-inspired fractions (FiO_2 0.21, FiO_2 0.6 and $FiO_2 > 0.95$). seven Holstein calves, aged 6 to 12 months, weighing 111.02 ± 26.72 kg were used. All animals participated in all experimental groups and were anesthetized four times. Initially, in the first stage, each calf was anesthetized to determine its minimum alveolar concentration (MAC). After MAC was determined and a minimum period of 7 days was observed, the calves were anesthetized with sevoflurane and the inspired oxygen fraction adjusted according to each group. The animals underwent mechanical ventilation and the respiratory rate was adjusted to maintain $ETCO_2$ values between 40 and 45 mmHg. Anesthesia maintenance was performed with sevoflurane, at the concentration of 1.4 CAM. The variables were determined 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes after intubation. There was no difference in hemodynamic and respiratory variables, being observed only in the indicators based on CO_2 and oxygen tension: $P(a-ET) CO_2$; GO ; A / A and $P(A-a) O_2$ and in hemogasometric variables; $PaCO_2$; PaO_2 ; SaO_2 ; BE ; HCO_3^- , however, without altering the arterial pH. The results obtained allow us to conclude that, independently of the inspired fraction of oxygen, there was hemodynamic, respiratory and hemogasometric stability.

Keywords: Cardiac output, respiration, heart, pulmonary atelectasis, anesthesia.

Introdução

Em bovinos os procedimentos anestésicos envolvendo sedação, contenção e bloqueios locais são corriqueiros, porém frente a necessidade de cirurgias mais complexas e a crescente preocupação com o bem-estar animal, denota-se crescente aumento da demanda pela anestesia geral nessa espécie.

Na anestesia geral inalatória o controle mais apurado do plano anestésico associado à intubação orotraqueal e administração de oxigênio como gás diluente, permite melhor gestão da função respiratória, acarretando, assim, maior segurança para o paciente quando comparada à anestesia intravenosa. Nesse sentido e, devido à interação do sistema cardiovascular e respiratório objetivando suprir as necessidades metabólicas dos tecidos, a preocupação com a ventilação do paciente é fundamental no que se refere a eliminação do CO₂ e ao aporte de oxigênio adequado aos tecidos (ROMALDINI, 1995).

Além disso, em grandes animais, o peso dos animais é fator importante a ser levado em consideração na escolha do protocolo anestésico e na imobilização do mesmo devido à compressão das vísceras e consequente diminuição da oxigenação da porção dependente do pulmão do paciente anestesiado. Segundo Pypendop e Steffey (2001) no decorrer da anestesia geral de bovinos, em decorrência da gravidade, existe a redistribuição do fluxo sanguíneo e aumento da diferença alvéolo-arterial de oxigênio, ocasionando assim prejuízos à função respiratória. Isso posto, durante a anestesia inalatória, as diferentes frações inspiradas de oxigênio usadas podem alterar a hemodinâmica e, consequentemente, a entrega de oxigênio para os tecidos.

O emprego de concentrações inspiradas de oxigênio (FiO₂) elevadas, durante os procedimentos anestésicos, correlaciona-se com frequência a maiores áreas de atelectasia e colapso pulmonar, assim sendo, concentrações menores que 100% têm sido preconizadas para minimizar este efeito (BENOÎT et al., 2002; MAGNUSSON; ROTHEN et al., 1995).

Em diversas espécies existem estudos demonstrando que frações inspiradas elevadas de oxigênio ou a exposição prolongada à essas frações

podem ocasionar alterações pulmonares que repercutem sistemicamente (MARNTTELL et al., 2005; NUNES et al., 2008; REBER et al., 1996).

O ajuste da fração inspirada de oxigênio (FiO_2) durante o procedimento anestésico tem sido debatido nos últimos anos, sendo que o fornecimento inadequado de O_2 , em certas situações, pode causar hiperóxia ou hipóxia ocasionando efeitos nocivos a oxigenação dos tecidos (DINIZ et al., 2009). A oxigenoterapia é recomendada para pacientes que tem redução na pressão arterial de oxigênio (PaO_2) e diminuição da saturação de oxigênio (SO_2), e tem por objetivo facilitar a troca gasosa e, conseqüentemente, melhorar a oxigenação tecidual.

Em experimento com cavalos Marntell et al. (2005) constataram aumento do shunt intrapulmonar e hipoventilação dos pacientes anestesiados com concentrações inspiradas de oxigênio elevadas ($\text{FiO}_2 > 0,95$), corroborando assim com estudos em humanos onde a pré-oxigenação e subsequente anestesia empregando oxigênio 100% promove aumento do shunt intrapulmonar e atelectasia quando comparado a frações inspiradas de oxigênio menores (FiO_2 0,3-0,4) (REBER et al., 1996; ROTHEN et al., 1995).

Isto posto, com o presente estudo objetivou-se investigar os efeitos das diferentes frações inspiradas de oxigênio na espécie bovina, pois são poucas as informações e os estudos em outras espécies (equinos, lagomorfos, caninos, felinos e humanos) descrevem alterações significativas na homeostasia no organismo dos pacientes anestesiados com diferentes frações inspiradas de oxigênio. Para isso, parte-se da hipótese que, frações inspiradas de oxigênio intermediárias causariam melhora das variáveis ventilatórias, hemogasométricas e índices de oxigenação; e altas frações causariam aumento significativo do shunt intrapulmonar e alteração do equilíbrio ácido-base do paciente.

Materiais e métodos

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) protocolo nº FOA - 2015-00248.

Foram utilizados sete bezerros machos, da raça Holandesa com idade entre 6 a 12 meses, pesando entre $111,02 \pm 26,72$ kg, considerados sadios por meio de avaliação física de acordo com as recomendações de Feitosa (2014), pela realização de hemograma completo e hemogasometria. Os animais, provenientes da mesma propriedade, passaram por período de adaptação de 30 dias antes do início do experimento, sendo acomodados em piquetes com água a vontade, pastagem a base de *Brachiaria Decumbens*, suplementação com silagem de milho e ração concentrada. Todos os bezerros foram anestesiados quatro vezes, respeitando-se sempre um intervalo mínimo de 7 dias entre os procedimentos.

Determinação da concentração alveolar mínima (CAM)

A fim de que todos os animais fossem mantidos em planos anestésicos equipotentes, foi realizada a determinação da CAM de cada animal. Os bezerros foram posicionados em decúbito lateral direito e a indução anestésica foi realizada com sevoflurano (Sevocris - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda. São Paulo, SP) administrado numa fração inspirada inicial de 8V% (ETsevo = 8V%), por meio de máscara facial, diluído em oxigênio num fluxo de 5 L/minuto. Foi utilizado circuito anestésico valvular com reinalação parcial de gases (Aparelho de Anestesia Conquest Big - HB HOSPITALAR Ind. e Com. Ltda. São Paulo, SP) até a perda de tônus mandibular e do reflexo laringotraqueal quando, então, procedeu-se a intubação traqueal com laringoscópio de lâmina reta, com auxílio de guia metálico e intubação com sonda adequada para o porte do animal. Ato contínuo, a sonda foi conectada ao mesmo sistema utilizado na indução anestésica, sendo a concentração anestésica ajustada então para 3 V% (ETsevo= 3V%) e o fluxo diluente de oxigênio ajustado para 20 mL/kg/minuto.

Durante a manutenção anestésica foi instituída ventilação controlada com pressão positiva intermitente (Ventilador Conquest Microprocessado - HB HOSPITALAR Ind. e Com. Ltda. São Paulo, SP), sendo a pressão inspiratória máxima ajustada inicialmente em 15 cm de H₂O e a frequência respiratória em 7 movimentos por minuto, ajustada posteriormente, se necessário, com o objetivo de manter os valores de ETCO₂ entre 40 e 45 mmHg durante toda a determinação da CAM.

Na veia jugular esquerda posicionou-se um cateter intravenoso 16G (CateterBD Intracath 16G -Becton, Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda. - Juiz de Fora, MG) para administração de solução de ringer com lactato (Equiplex industria farmacêutica. Aparecida de Goiânia, GO) na taxa de 5 mL/kg/hora por meio de bomba de infusão peristáltica. Outro cateter 22G (Cateter BD Insyte 22G - Becton, Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda. - Juiz de Fora, MG) foi introduzido na artéria auricular esquerda para mensuração das pressões arteriais sistólica, diastólica e média através de transdutor de pressão conectado a monitor multiparamétrico (Monitor 2020 - Módulo Pressão Invasiva- Dixtal. Manaus, AM). A pressão arterial média foi mantida acima de 70 milímetros de mercúrio (mmHg) durante toda a determinação da CAM e, caso não atingisse este valor, seria instituído o aumento da taxa de infusão para 10 mL/kg/hora ou aplicação de bolus de fluido (15 mL/kg durante 10 minutos) até que o valor mínimo de pressão estipulado fosse alcançado e mantido por pelo menos 15 minutos.

A temperatura corpórea foi mantida acima de 37,5°C, empregando-se insuflador de ar aquecido, (Sistema com ar quente TC3000 - Gaymar industries. EUA) sendo a mesma mensurada continuamente por meio de termômetro esofágico digital.

A concentração expirada de sevofluorano foi aferida pelo analisador digital de gases (Monitor 2020 - Módulo Analisador de Gases - Dixtal. Manaus, AM) cujo sensor foi adaptado à extremidade da sonda orotraqueal e mantida estável durante 10 minutos antes de cada alteração de concentração para que ocorresse equilíbrio entre a concentração do anestésico no ar alveolar, sangue e cérebro

antes do início da deflagração dos estímulos elétricos para a determinação da CAM.

Como estímulo algico, foi empregado modelo modificado de Valverde et al. (2003), onde foram utilizados dois eletrodos posicionados no espaço subcutâneo na região do rádio esquerdo, cinco centímetros abaixo da articulação do cotovelo, distantes cinco centímetros entre si. Utilizou-se tensão elétrica de 50 V em 50 ciclos/segundo de 10 milissegundos (ARAÚJO et al., 2017), gerada por estimulador elétrico (Eletroestimulador Grass-S48 - Astromed Inc. Los Angeles, EUA). O ciclo era constituído por dois estímulos curtos seguidos de dois estímulos contínuos aplicados por dois a três segundos, com cinco segundos de intervalo entre os quatro estímulos aplicados.

A avaliação da resposta ao estímulo elétrico foi baseada na orientação de Ewing et al. (1993), sendo considerada positiva quando ocorresse duas ou mais flexões consecutivas e evidentes de membro ou de pescoço e flexão sustentada do pescoço. Não foram consideradas como resposta positiva: flexões discretas únicas ou repetidas de membro ou pescoço, movimentos mastigatórios ou de deglutição, tosse, alterações simpáticas ou quaisquer movimentos não coincidentes com o estímulo elétrico.

Após o estímulo e, sendo a resposta considerada negativa, a concentração do agente volátil era reduzida em 0,2 V%. Aguardou-se mais 15 minutos para a estabilização do plano para aplicação de novo estímulo elétrico, e caso fosse novamente negativa, o procedimento era repetido até a obtenção do primeiro valor de concentração onde existisse resposta motora positiva, quando então a mesma era elevada em 0,1 V%, e novo estímulo era efetuado até que uma resposta negativa fosse obtida. A CAM foi estabelecida pela média aritmética da menor concentração capaz de produzir resposta motora negativa e da maior concentração que produziu uma resposta positiva (QUASHA et al., 1980).

Coleta das variáveis hemodinâmicas, ventilatórias e hemogasométricas

Depois de finalizada a fase de determinação da CAM de cada animal e após um período de pelo menos sete dias, os animais foram novamente pesados e submetidos a jejum alimentar e hídrico de 24 e 12 horas, respectivamente. Os bezerros foram contidos fisicamente para realização da tricotomia na região das veias jugulares direita e esquerda e orelha esquerda para posterior cateterização.

Na manhã do dia do experimento, já na mesa cirúrgica e contidos fisicamente, os animais foram induzidos à anestesia com sevoflurano (8 V%) (ETsevo = 8V%), administrado por máscara com fluxo diluente de oxigênio em 5 L/minuto e ato contínuo, foram intubados com sonda orotraqueal de tamanho compatível ao seu porte, posicionados em decúbito dorsal e a fração expirada de sevoflurano foi ajustada de modo a se obter uma concentração equivalente a 1,4 CAM, empregando-se a CAM previamente determinada de cada animal, mensurada em analisador digital de gases (Monitor 2020 - Módulo Analisador de Gases – Dixtal. Manaus, AM), cujo sensor foi adaptado à extremidade da sonda orotraqueal e conectado ao circuito anestésico.

Procedeu-se então a introdução de um cateter (22G) na artéria auricular esquerda para obtenção das pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) e coleta de sangue arterial para a hemogasometria.

Na veia jugular direita foi posicionado um introdutor (Introdutor percutâneo Intro-Flex8.5F - Edwards lifesciences - São Paulo, SP) para inserção de cateter de polietileno 7F (Cook Veterinary Products, Bloomington, Ind, USA) para mensuração da pressão venosa central (PVC) e administração da solução salina resfriada no átrio direito, necessário para a obtenção do débito cardíaco (DC) e pelo ramo lateral do introdutor foi realizada a fluidoterapia de manutenção com solução de Ringer com Lactato (Ringer com Lactato, Equiplex indústria farmacêutica Ltda., Aparecida de Goiânia, GO), em uma taxa de infusão de 5 mL/kg/hora.

Na veia jugular esquerda foi posicionado outro introdutor (Introdutor percutâneo Intro-Flex8.5F - Edwards lifesciences - São Paulo, SP) pelo qual foi

realizada a passagem do cateter de Swan-Ganz (Cateter Swan Ganz de termodiluição 7F 131HF&P - Edwards lifesciences - São Paulo, SP) para a avaliação de variáveis hemodinâmicas.

Os dados das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e hemogasométricas foram obtidos aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a intubação (M_{30} , M_{60} , M_{90} , M_{120} , M_{150} e M_{180} , respectivamente).

A frequência cardíaca (FC) foi aferida, em batimentos por minuto, nos diferentes tempos, por meio de eletrocardiógrafo, ajustado para leitura na derivação DII.

As pressões arteriais sistólica, diastólica e média (PAS, PAD e PAM) foram obtidas através de leitura direta em equipamento multiparamétrico (Dixtal - mod DX-2020, Módulo Pressão Arterial Invasiva. Manaus, AM), pelo método invasivo, em mmHg, cujo transdutor foi acoplado ao cateter alocado no ramo da artéria auricular esquerda, como previamente descrito, e posicionado ao nível do coração, como referência “zero” para calibração do aparelho.

A pressão venosa central (PVC) foi obtida em mmHg mediante leitura direta em monitor multiparamétrico cuja linha de pressão foi conectada ao cateter 7F (Cook Veterinary Products, Bloomington, Ind, USA) inserido pelo introdutor alocado na jugular direita e posicionado no átrio direito, constatando-se seu correto posicionamento pela visualização de onda e valor característicos e pelo qual foi administrada a solução resfriada de cloreto de sódio a 0,9% (Fisiológico Glicolabor Indústria Farmacêutica Ltda – Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a mensuração do débito cardíaco. O monitor foi desacoplado apenas nos momentos em que fora necessária a administração da solução resfriada de cloreto de sódio a 0,9% para a mensuração do débito cardíaco.

A mensuração do débito cardíaco (DC) foi realizada utilizando dispositivo microprocessador para medida direta (Dixtal - mod DX-2020, Módulo Débito Cardíaco. Manaus, AM), por meio da técnica de termodiluição. O ramo distal do cateter de Swan-Ganz foi posicionado na artéria pulmonar observando-se as formas das ondas de pressão. No momento da determinação do DC o cateter previamente posicionado no átrio direito foi desconectado do monitor utilizado

para mensuração da PVC e por meio deste foi administrado 10 mililitros (mL) de solução de cloreto de sódio a 0,9% resfriada (0-5°C).

Cada mensuração foi realizada em triplicata empregando-se a média aritmética dos valores obtidos para determinação do DC em cada momento. Foi considerada a unidade de medida em litros por minuto (L/min).

A variável índice cardíaco (IC) foi calculada por relação matemática segundo Keegan et al. (2006): $IC = DC / \text{Peso}$, nas quais: IC=Índice cardíaco (L/minuto x kg), DC= Débito cardíaco (L/minuto), Peso=Quilogramas (kg).

Índice Sistólico (IS) foi obtido através da fórmula: $IS = [(DC \times 1000) / FC] / \text{peso}$, nas quais: IS= Índice sistólico (mL/bat/kg) DC=Débito cardíaco (L/ kg x minuto), FC= Frequência cardíaca (batimentos por minuto) e 1000 = conversão de litros para mililitros.

A frequência respiratória (*f*) foi estabelecida em movimentos/minuto por leitura direta no monitor, através do sensor de aspiração acoplado entre a sonda orotraqueal e o equipamento de anestesia.

A variável CO₂ ao final da expiração (ETCO₂) teve seus valores obtidos em mmHg, por leitura direta em oxicapnógrafo (Monitor 2020 - Módulo Analisador de Gases - Dixtal. Manaus, AM), empregando-se os mesmos tipos de sensores, com posicionamento idêntico ao descrito por ocasião da mensuração da *f*.

O volume corrente (*V_{te}*) e volume minuto (*V_{me}*) foram mensurados em mL e L/minuto respectivamente, por meio de espirometria do ar expirado (Dixtal, mod. DX-2020 - Módulo de Ventilação. Manaus, AM), utilizando o sensor de fluxo conectado entre a sonda orotraqueal e o equipamento de anestesia.

Os valores da complacência pulmonar dinâmica (*C_{dyn}*) e resistência das vias aéreas (*R_{aw}*) foram obtidos por leitura direta em monitor, contendo módulo para espirometria, cujo sensor fora acoplado entre a sonda orotraqueal e o equipamento de anestesia, sendo os resultados de *C_{dyn}* mensurados em mL/mmHg e da *R_{aw}* em mL/L/seg.

A fração inspirada de oxigênio (*FiO₂*) teve seus valores obtidos em porcentagem (%) por leitura direta em monitor, empregando-se os mesmos tipos

de sensores, com posicionamento idêntico ao descrito por ocasião da mensuração da *f*.

O índice de oferta de oxigênio (IDO_2) foi obtido por cálculo matemático empregando-se a fórmula: $IDO_2 = DO_2 / \text{área de superfície corporal (ASC)}$. Onde: DO_2 = oferta de oxigênio (mL/min), $DO_2 = CaO_2 \times DC \times 10$, CaO_2 = conteúdo arterial de oxigênio (mL/dL), $CaO_2 = (1,34 \times Hb \times SaO_2) + (PaO_2 \times 0,003)$, onde Hb em mg/dL e SaO_2 em fração, DC = débito cardíaco (L/minuto), 10 = Ajustes de unidades, ASC = área de superfície corporal = peso^{0,6667}/10.

O conteúdo arterial de oxigênio (CaO_2) foi calculado empregando-se a fórmula: $CaO_2 = [1,34 \times Hb \times (SaO_2/100)] + (PaO_2 \times 0,0031)$, onde: 1,34 = número de mililitros de oxigênio ligados a 1 g de Hb saturada, Hb = concentração de hemoglobina no sangue arterial (g/dL), SaO_2 = saturação de oxihemoglobina no sangue arterial (%), PaO_2 = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (mmHg), 0,0031 = solubilidade do O_2 no plasma

O conteúdo venoso de oxigênio (CvO_2) foi medido usando o seguinte cálculo: $CvO_2 = [1,34 \times Hb \times (SvO_2/100)] + (PvO_2 \times 0,0031)$, Onde: 1,34 = número de mililitros de oxigênio ligados a 1 g de Hb saturada, Hb = concentração de hemoglobina no sangue venoso (g/dL), SvO_2 = saturação de oxihemoglobina no sangue venoso (%), PvO_2 = pressão parcial de oxigênio no sangue venoso (mmHg), 0,0031 = solubilidade do O_2 no plasma.

A mistura arteriovenosa (Q_s/Q_t) foi estabelecida usando a equação: $Q_s/Q_t = 100 \times (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$, Onde: CcO_2 = conteúdo capilar de oxigênio (mL/L), $CcO_2 = (1,34 \times Hb \times 1) + (PAO_2 \times 0,0031)$, 1,34 = número de mililitros de oxigênio ligados a 1 g de Hb saturada, Hb = concentração de hemoglobina no sangue arterial (g/dL), 1 = ($ScO_2/100 = 100\%$ de saturação), PAO_2 = pressão alveolar de oxigênio (mmHg), 0,0031 = solubilidade do O_2 no plasma, CaO_2 = conteúdo arterial de oxigênio (mL/L), CvO_2 = conteúdo venoso de oxigênio (mL/L)

Diferença de tensão entre o dióxido de carbono alveolar e o expirado foi obtida subtraindo-se a $PaCO_2$ da $ETCO_2$ [$P(a-ET)CO_2$].

O índice respiratório (IR) foi calculado pela formula: $(IR) = P(A-a)O_2 / PaO_2$ onde: $P(A-a)O_2$ = diferença de tensão de oxigênio alveolar e arterial , PaO_2 = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial.

A relação artério-alveolar (a/A) foi obtida pela divisão de PaO_2/PAO_2 (HASKINS, 2007), onde: PaO_2 = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, PAO_2 = pressão parcial de oxigênio alveolar.

O índice de oxigenação (IO) foi obtido pela relação entre a PaO_2 e a FiO_2 (HASKINS, 2007), através da fórmula $IO = PaO_2/FiO_2$.

O índice de consumo de oxigênio (IVO_2) foi estabelecido pelo cálculo: $IVO_2 = VO_2 / \text{Peso}$, onde: VO_2 = consumo de oxigênio $VO_2 = (CaO_2 - CvO_2) \times DC \times 10$, CaO_2 = conteúdo arterial de oxigênio (mL/L), CvO_2 = conteúdo venoso de oxigênio (mL/L), DC = débito cardíaco (L/minuto), 10 = Ajustes de unidades, Peso = Quilogramas (kg).

A taxa de extração de oxigênio (TeO_2) foi obtida pela formula: $TeO_2 = (CaO_2 - CvO_2)/CaO_2$, Onde: CaO_2 = conteúdo arterial de oxigênio (mL/L), CvO_2 = conteúdo venoso de oxigênio (mL/L)

A diferença de tensão entre o oxigênio alveolar e o arterial [$P(A-a) O_2$ ou $AaDO_2$] foi estabelecida subtraindo-se a PaO_2 da PAO_2 .

A temperatura corpórea ($T^\circ C$) em graus Celsius, foi aferida utilizando o termistor alocado na porção distal do cateter de Sawn-Ganz, o qual foi posicionado na luz da artéria pulmonar, conforme previamente descrito.

Na hemogasometria foram verificadas as seguintes variáveis: pressão parcial de CO_2 no sangue arterial ($PaCO_2$), em mmHg; pressão parcial de O_2 no sangue arterial (PaO_2), em mmHg; saturação de oxihemoglobina no sangue arterial (SaO_2), em %; excesso de base (BE), em mEq/L; pH do sangue arterial; e bicarbonato (HCO_3), em mmo/L.

As variáveis foram obtidas empregando-se equipamento específico (I-STAT®. Abbott Laboratories, Illinois, USA), por meio de colheita de amostra de sangue, no volume de 0,6 mL, por meio de cateter alocado na artéria auricular esquerda, previamente descrito.

Análise estatística

Todos os dados foram testados quanto à normalidade. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal foi realizada a análise de variância (one-way e medias repetidas) e teste de Tukey. Para as variáveis que não passaram no teste de normalidade foi realizado o teste de Friedman e Kruskal-Wallis, seguidas do teste de Dunn. As diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

Resultados

Variáveis cardiovasculares

Não houve diferença significativa entre os grupos, porém, dentro de cada grupo houve elevação da pressão arterial sistólica no M180 em relação a M30 no G₁₀₀ e no G₆₀ nos momentos M180, M150 e M90 em relação a M30. Já a pressão diastólica foi maior de M90 a M180 em comparação a M30 no G₆₀ (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis cardiovasculares: frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), débito cardíaco (DC), pressão venosa central (PVC), índice cardíaco (IC) e índice sistólico (IS) e temperatura central em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevofluorano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão.

Continua.

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO								
		100%			60%			21%		
		X	$\pm$	S	X	$\pm$	S	X	$\pm$	S
FC (bat/minuto)	30	72,57	$\pm$	11,84	70	$\pm$	14,53	79,29	$\pm$	23,52
	60	70,29	$\pm$	12,45	71,14	$\pm$	16,77	76	$\pm$	22,99
	90	72,86	$\pm$	20,39	71,14	$\pm$	18,05	75,71	$\pm$	21,08
	120	72,14	$\pm$	15,37	70,43	$\pm$	16,81	77,57	$\pm$	21,36
	150	71,71	$\pm$	17,78	70,71	$\pm$	16,35	76,14	$\pm$	22,76
	180	72,29	$\pm$	19,82	70,86	$\pm$	19,76	78,29	$\pm$	22,16
PAS (mmHg)	30	121,57	$\pm$	22,8 b	105,29	$\pm$	20,13 b	125,29	$\pm$	25,91
	60	130,14	$\pm$	21,25 ab	117,43	$\pm$	14,05 ab	131,29	$\pm$	20,22
	90	133,29	$\pm$	17,98 ab	135,86	$\pm$	28,88 a	131,71	$\pm$	17,3
	120	132,86	$\pm$	15,13 ab	128,43	$\pm$	16,1 ab	132,14	$\pm$	20,52
	150	138,29	$\pm$	23,55 ab	130,86	$\pm$	14,85 a	129,43	$\pm$	19,02
	180	141,00	$\pm$	31,26 a	133,14	$\pm$	15,52 a	129,86	$\pm$	23,74
PAM (mmHg)	30	97,00	$\pm$	25,32	78,57	$\pm$	20,43 b	102,29	$\pm$	23,97
	60	103,29	$\pm$	23,24	93,00	$\pm$	17,71 ab	103,71	$\pm$	18,74
	90	109,00	$\pm$	18,63	104,14	$\pm$	17,20 b	109,29	$\pm$	15,52
	120	108,29	$\pm$	16,37	104,57	$\pm$	17,77 b	107,14	$\pm$	22,06
	150	106,57	$\pm$	14,58	107,86	$\pm$	16,56 b	109,43	$\pm$	13,91
	180	118,29	$\pm$	30,07	108,43	$\pm$	19,35 b	110,00	$\pm$	18,58
PAD (mmHg)	180	82,71	$\pm$	19,08	60,29	$\pm$	17,93 b	86,43	$\pm$	24,34
	60	87,86	$\pm$	20,74	73,43	$\pm$	19,21 ab	86,86	$\pm$	18,55
	90	93,71	$\pm$	18,87	82,71	$\pm$	21,01 a	91	$\pm$	15,72
	120	88,57	$\pm$	17,37	84,29	$\pm$	19,76 a	96	$\pm$	14,05
	150	87,71	$\pm$	17,62	87,57	$\pm$	18,54 a	91,71	$\pm$	13,45
	180	89,29	$\pm$	18,38	89	$\pm$	20,62 a	92,71	$\pm$	17,32
DC (L/min)	30	8,94	$\pm$	2,66	9,54	$\pm$	3,35	10,12	$\pm$	3,73
	60	8,78	$\pm$	1,56	9,52	$\pm$	2,91	9,87	$\pm$	3,31
	90	8,56	$\pm$	1,67	9,62	$\pm$	2,43	9,53	$\pm$	2,87
	120	8,43	$\pm$	1,4	9,67	$\pm$	3,06	9,43	$\pm$	2,58
	150	8,48	$\pm$	1,8	9,37	$\pm$	1,81	9,66	$\pm$	2,83
	180	9,16	$\pm$	1,09	9,75	$\pm$	2,35	9,84	$\pm$	2,17
PVC (mmHg)	30	6,29	$\pm$	4,72	5	$\pm$	2,71	6,43	$\pm$	3,1
	60	6,29	$\pm$	4,54	5	$\pm$	2,83	5,43	$\pm$	3,82
	90	6,29	$\pm$	5,91	5,14	$\pm$	2,91	5,43	$\pm$	4,08
	120	5,71	$\pm$	6,18	5,14	$\pm$	3,39	5,71	$\pm$	3,55
	150	5,57	$\pm$	5,8	4,86	$\pm$	3,02	5,43	$\pm$	3,69
	180	5,29	$\pm$	5,71	4,71	$\pm$	3,09	4,71	$\pm$	4,64
IC (L/min/kg)	30	81,47	$\pm$	20,83	85,59	$\pm$	19,01	90,57	$\pm$	21,16
	60	80,7	$\pm$	15,37	86,26	$\pm$	18,99	88,46	$\pm$	18,02
	90	77,92	$\pm$	10,72	86,99	$\pm$	14,27	86,33	$\pm$	21,74
	120	77,29	$\pm$	12,76	86,97	$\pm$	16,37	86,77	$\pm$	25,12
	150	77,48	$\pm$	13,58	85,87	$\pm$	15,67	89,53	$\pm$	31,24
	180	84,55	$\pm$	14,65	88,57	$\pm$	15,5	91,04	$\pm$	24,14

Tabela 1 - Variáveis cardiovasculares: frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), débito cardíaco (DC), pressão venosa central (PVC), índice cardíaco (IC) e índice sistólico (IS) e temperatura central em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevofluorano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão

Continuação.

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO								
		100%			60%			21%		
		X	$\pm$	S	X	$\pm$	S	X	$\pm$	S
IS (ml/bat/kg)	30	1,13	$\pm$	0,27	1,25	$\pm$	0,31	1,19	$\pm$	0,27
	60	1,17	$\pm$	0,27	1,23	$\pm$	0,24	1,23	$\pm$	0,33
	90	1,14	$\pm$	0,32	1,27	$\pm$	0,31	1,17	$\pm$	0,21
	120	1,1	$\pm$	0,22	1,26	$\pm$	0,23	1,15	$\pm$	0,3
	150	1,14	$\pm$	0,35	1,26	$\pm$	0,32	1,21	$\pm$	0,34
	180	1,24	$\pm$	0,39	1,3	$\pm$	0,31	1,23	$\pm$	0,4
T°C	30	38,11	$\pm$	0,44	38,12	$\pm$	0,76	37,89	$\pm$	0,76
	60	38,1	$\pm$	0,41	38,07	$\pm$	0,85	37,87	$\pm$	0,78
	90	38,09	$\pm$	0,4	38,03	$\pm$	0,86	37,9	$\pm$	0,77
	120	38,1	$\pm$	0,45	38,07	$\pm$	0,78	37,99	$\pm$	0,87
	150	38,06	$\pm$	0,53	38,1	$\pm$	0,72	37,93	$\pm$	0,65
	180	38,17	$\pm$	0,52	38,12	$\pm$	0,78	37,99	$\pm$	0,67

G100% = G60% = G21% ($p > 0,05$)

Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Variáveis Respiratórias

Houve aumento da frequência respiratória em M150 e M180 em comparação a M30 nos grupos G60 e G21, enquanto que no G100 o M60 foi menor que os demais momentos (Tabela 2). Já o volume corrente (Vte) no grupo 100% oxigênio foi superior em M30 e M60 em relação a M180. Relativamente a variável $P(a-ET)CO_2$, houve diferença estatística entre os grupos, onde de M30 a M120 o G100 exibiu medianas superiores a G21 e no M180 a mediana no grupo G21 foi menor que as apresentadas em G60 e G100 (Tabela 3).

Tabela 2 - Variáveis respiratórias [frequência respiratória (f), fração expirada de dióxido de carbono ($ETCO_2$)] em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO								
		100%			60%			21%		
		X	$\pm$	S	X	$\pm$	S	X	$\pm$	S
f (mov/min)	30	15,86	$\pm$	6,69 a	14	$\pm$	3,56 b	13,57	$\pm$	6,92 b
	60	14,43	$\pm$	4,83 b	16,57	$\pm$	4,47 ab	14,71	$\pm$	5,68 ab
	90	16	$\pm$	6,24 a	17,71	$\pm$	6,21 ab	14,71	$\pm$	5,62 ab
	120	20	$\pm$	4,47 a	19,29	$\pm$	7,23 ab	15,71	$\pm$	6,18 ab
	150	16,29	$\pm$	5,77 a	20,43	$\pm$	8,16 a	17,86	$\pm$	7,86 a
	180	16,71	$\pm$	5,12 a	20,71	$\pm$	7,41 a	17,57	$\pm$	7 a
$ETCO_2$ (mmHg)	30	43,14	$\pm$	1,95	43,43	$\pm$	3,78	44,14	$\pm$	2,19
	60	43,29	$\pm$	2,69	45	$\pm$	5,39	41	$\pm$	1,91
	90	43,14	$\pm$	3,13	45,57	$\pm$	3,46	42,43	$\pm$	1,9
	120	42,86	$\pm$	2,41	45,29	$\pm$	1,8	44,14	$\pm$	1,77
	150	44	$\pm$	3,87	45,86	$\pm$	4,06	42,29	$\pm$	4,27
	180	43,14	$\pm$	2,19	44,71	$\pm$	3,4	43,86	$\pm$	2,54

G100% = G60% = G21% ($p > 0,05$)

Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 3 - Variáveis respiratórias [complacência dinâmica (Cdyn), resistência das vias aéreas (Raw), volume corrente (Vte), volume minuto (Vme) e diferença da pressão arterial da espirada de dióxido de carbono (P(a-ET)CO₂) em bezerras anestesiadas com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como mediana (mínimo e máximo)

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO											
		100%			60%			21%					
		Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max			
Cdyn (mL/mmHg)	30	83	50	145	69	41	132	95	53	102			
	60	78	46	112	85	44	124	96	60	136			
	90	67	45	114	80	43	119	91	59	103			
	120	75	45	105	79	39	112	89	54	104			
	150	70	47	106	80	39	112	89	52	129			
	180	70	53	132	74	37	111	87	50	133			
Raw (mL/L/seg)	30	2	1	5	3	2	4	3	2	4			
	60	3	2	4	2	2	4	3	2	4			
	90	3	1	4	2	2	4	3	2	7			
	120	3	1	5	2	2	4	2	1	8			
	150	3	2	5	2	2	4	2	1	7			
	180	3	2	4	2	2	3	2	1	6			
Vte (mL/mov)	30	1150	a	730	2010	1020	650	1490	1100	860	1270		
	60	1080	a	650	1720	980	600	1650	1150	840	1350		
	90	890	ab	510	1420	890	590	1470	1100	810	2510		
	120	820	ab	610	1400	880	600	1980	940	720	1240		
	150	960	ab	660	1450	850	620	1480	980	750	1150		
	180	840	b	720	1500	880	510	1340	990	680	1080		
Vme (L/minuto)	30	16,79		7,9	22,11	13,05	12,24	16,39	13,2	5,16	24,13		
	60	13,7		9,52	21,47	14,7	12,6	18,24	14,64	9,09	28,75		
	90	14,08		8,9	25,75	13,13	12,15	22,25	20,52	8,8	32,63		
	120	16,56		14,64	26,25	13,86	11,88	26,4	16,12	7,52	21,62		
	150	16,66		7,92	18,24	16,28	12,24	27,72	14,95	9,8	28,5		
	180	15,96		8,64	21	18,76	11,73	27,06	13,91	9	27,27		
P(a-ET)CO ₂ (mmHg)	30	10,8	A	6,1	20,2	7,5	AB	-7,6	12,6	2,3	B	-2,3	11,8
	60	10,4	A	5,3	21,6	5,1	AB	3,1	12,1	0,8	B	-1,5	8,1
	90	9,8	A	8,3	16,9	6,6	AB	1,6	13,2	1,8	B	-8,8	7
	120	14,7	A	3,6	17,8	5,9	AB	2,6	18,8	3,3	B	-0,7	5,2
	150	15,2		0,4	17,9	6,8		-1,8	13	3		-8,8	10,2
	180	8,5	A	5,6	19,9	8,7	A	2,8	14,3	0	B	-2,5	7

Medianas seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Medianas seguidas de letras minúsculas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Variáveis hemogasométricas

Com relação as variáveis hemogasométricas, existiu diferença no pH arterial apenas aos 90 minutos (M90), onde o G21 teve pH maior que o G60. Já a variável PaCO₂, com exceção do M30, os grupos G60 e G100 apresentaram médias superiores que o G21 nos demais momentos. A PaO₂ apresentou diferenças entre os grupos, apresentando valores decrescentes a medida que se reduziu a FiO₂ em todos momentos. O Bicarbonato, na comparação entre os

grupos foi menor no G21 quando comparado ao G100 em todos os momentos, exceto em M30. Já na comparação dentro de cada grupo, no G60 os momentos M180 e M150 foram superiores a M30, enquanto que em relação a saturação arterial da oxihemoglobina (SaO_2), excluindo-se o momento inicial, existiu diferença entre os grupos nos demais momentos, com médias superiores no G100 e G60 (Tabela 4). Quanto ao Excesso de base, observou-se valores no G21 em comparação ao G100 nos momentos M90, M120 e M180 (Tabela 5).

Tabela 4 - Variáveis hemogasométricas [pH do sangue arterial (pH), pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO_2), pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2), bicarbonato arterial (HCO_3^-) e saturação arterial da oxihemoglobina (SaO_2) fração expirada de dióxido de carbono (ETCO_2)] em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO								
		100%			60%			21%		
		X	$\pm$	S	X	$\pm$	S	X	$\pm$	S
pH	30	7,375	$\pm$	0,032	7,382	$\pm$	0,041	7,392	$\pm$	0,042
	60	7,370	$\pm$	0,050	7,368	$\pm$	0,046	7,410	$\pm$	0,043
	90	7,367	$\pm$	0,028	7,358	$\pm$	0,039	7,409	$\pm$	0,042
	120	7,364	$\pm$	0,050	7,365	$\pm$	0,038	7,381	$\pm$	0,031
	150	7,372	$\pm$	0,033	7,374	$\pm$	0,035	7,393	$\pm$	0,047
	180	7,384	$\pm$	0,047	7,370	$\pm$	0,033	7,387	$\pm$	0,043
PaCO_2 (mmHg)	30	53,8	$\pm$	5,04	49,87	$\pm$	7	46,37	$\pm$	4,94
	60	54,94	$\pm$	6,73	51,86	$\pm$	4,5	43,43	$\pm$	3,38
	90	55,27	$\pm$	3,54	53,44	$\pm$	4,84	43,46	$\pm$	4,33
	120	55,89	$\pm$	5,16	53,93	$\pm$	4,83	46,66	$\pm$	1,65
	150	54,81	$\pm$	5,48	52,43	$\pm$	3,06	45,61	$\pm$	4,5
	180	53,56	$\pm$	5,25	53,14	$\pm$	5,34	45,91	$\pm$	3,96
PaO_2 (mmHg)	30	380	$\pm$	79,05	189	$\pm$	93,98	75,71	$\pm$	14,44
	60	358,86	$\pm$	91,14	200,57	$\pm$	84,9	77,57	$\pm$	12,14
	90	359	$\pm$	118,84	205	$\pm$	62,52	74,57	$\pm$	11,52
	120	375,14	$\pm$	99,78	194,43	$\pm$	65,14	74,00	$\pm$	12,83
	150	366,57	$\pm$	80,34	199,57	$\pm$	74,54	73,57	$\pm$	10,83
	180	361,43	$\pm$	79,53	206	$\pm$	61,87	71,71	$\pm$	10,59
HCO_3^- (mmHg)	30	31,01	$\pm$	1,49	29,16	$\pm$	3,12	27,94	$\pm$	2,74
	60	31,33	$\pm$	1,91	29,49	$\pm$	2,6	27,34	$\pm$	2,3
	90	31,31	$\pm$	1,46	29,74	$\pm$	3,03	27,04	$\pm$	2,47
	120	31,43	$\pm$	1,21	29,74	$\pm$	2,44	27,50	$\pm$	2,52
	150	31,46	$\pm$	1,92	30,29	$\pm$	2,98	27,53	$\pm$	2,53
	180	31,53	$\pm$	2,34	30,51	$\pm$	2,89	27,31	$\pm$	2,63
SaO_2 (%)	30	99,57	$\pm$	1,13	95,43	$\pm$	9,38	93,14	$\pm$	3,02
	60	99,86	$\pm$	0,38	98,71	$\pm$	2,21	94,57	$\pm$	1,72
	90	100	$\pm$	0	99,14	$\pm$	1,21	93,71	$\pm$	2,21
	120	100	$\pm$	0	99,43	$\pm$	0,79	92,71	$\pm$	2,81
	150	100	$\pm$	0	99,43	$\pm$	0,79	93,00	$\pm$	2,77
	180	100	$\pm$	0	99,57	$\pm$	0,53	92,43	$\pm$	2,44

Médias seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 5 - Variável hemogasométrica excesso de base (BE) em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como mediana (mínimo e máximo)

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO											
		100%			60%			21%					
		Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max			
BE (mmol/L)	30	6	4	8	4	1	9	4	-2	7			
	60	6	4	9	4	0	9	3	-1	6			
	90	6	A	4	9	4	AB	-1	10	3	B	-2	5
	120	6	A	4	8	4	AB	0	9	4	B	-2	6
	150	5	4	9	5	0	11	4	-1	7			
	180	7	A	4	9	5	AB	0	10	3	B	-1	7

Medianas seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Não existe diferença significativa entre os momentos ($P > 0,05$)

Índices com base na tensão de oxigênio

O grupo G21 diferiu dos demais grupos na relação arterio-alveolar, obtendo valores maiores nos momentos M60 até M180 (Tabela 6). Com relação a variável índice respiratório (IR), o grupo G21 obteve medianas menores dos demais grupos nos momentos M30, M90 e M150 e no momento M120 diferiu apenas do G60 (Tabela 7).

Tabela 6 - Índices com base na tensão de oxigênio [relação arterio-alveolar da tensão de oxigênio (a/A) e índice de oxigenação (IO)] em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO											
		100%				60%				21%			
		X	±	S		X	±	S		X	±	S	
a/A (mmHg)	30	0,59	±	0,12	AB	0,51	±	0,25	B	0,82	±	0,14	A
	60	0,56	±	0,15	B	0,55	±	0,23	B	0,81	±	0,13	A
	90	0,56	±	0,18	B	0,57	±	0,17	B	0,78	±	0,09	A
	120	0,58	±	0,16	B	0,54	±	0,17	B	0,81	±	0,12	A
	150	0,57	±	0,12	B	0,55	±	0,2	B	0,79	±	0,09	A
	180	0,56	±	0,12	B	0,57	±	0,16	B	0,78	±	0,09	A
IO (mmHg)	30	380	±	79,05		315	±	156,63		360,54	±	68,77	
	60	358,86	±	91,14		334,29	±	141,5		369,39	±	57,79	
	90	359	±	118,84		341,67	±	104,21		355,1	±	54,84	
	120	375,14	±	99,78		324,05	±	108,57		352,38	±	61,11	
	150	366,57	±	80,34		332,62	±	124,23		350,34	±	51,57	
	180	361,43	±	79,53		343,33	±	103,11		341,5	±	50,45	

Médias seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 7- Índices com base na tensão de oxigênio [índice respiratório (IR) e diferença da pressão alvéolo arterial de oxigênio ($P(A-a)O_2$)] em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevofluorano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,6 e 1). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como mediana (mínimo e máximo)

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO											
		100%			60%			21%					
		Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max			
IR	30	0,72	A	0,36	1,3	0,87	A	0,28	6,21	0,22	B	-0,04	0,57
	60	0,94		0,3	1,58	0,79		0,28	3,08	0,28		0	0,46
	90	0,73	A	0,35	2,35	0,75	A	0,32	2,4	0,32	B	0,09	0,55
	120	0,57	AB	0,33	1,66	0,79	A	0,36	2,31	0,2	B	0,03	0,63
	150	1,01	A	0,35	1,28	0,75	A	0,33	2,38	0,2	B	0,15	0,61
	180	0,86		0,32	1,35	0,72		0,35	1,77	0,33		0,13	0,52
P(A-a)O ₂ (mmHg)	30	270,5	A	172,88	368,25	166,3	A	80,43	310,68	16,61	B	-4,4	34,23
	60	310,5	A	145,25	396	157,18	A	79,43	271,93	20,48	B	0,1	30,11
	90	271,63	A	164,88	454	155,43	A	88,18	251,68	21,48	B	8,48	34,36
	120	237,75	A	157	400,38	158,05	A	96,18	243,05	15,48	B	2,6	34,73
	150	321,25	A	167,5	364,88	154,55	A	90,3	249,43	17,23	B	11,98	34,61
	180	293,38	A	158,38	370,88	150,93	A	95,68	230,05	20,86	B	9,98	30,98

Médias seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Índices com base no conteúdo de oxigênio

Quanto a mistura arteriovenosa, esta foi menor no G21 em comparação ao G60 no momento M180 (Tabela 8). Já as demais variáveis, nos dois últimos momentos (M150 e M180) houve diferença no conteúdo arterial de oxigênio, sendo que G21 diferiu do G100, apresentando valores inferiores (Tabela 9).

Tabela 8 - Índice com base no conteúdo de oxigênio ((mistura arteriovenosa (Q_s/Q_t)) em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevofluorano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,6 e 1). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como mediana (mínimo e máximo)

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO										
		100%			60%			21%				
		Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max		
Qs/Qt (%)	30	14,92	11,65	29,84	9,07	5,43	43,17	14,84	8,91	38,67		
	60	19,55	10,87	24,98	9,25	4,70	22,99	13,68	7,39	25,28		
	90	15,13	11,35	32,18	9,35	6,32	15,34	15,50	4,71	32,8		
	120	18,08	9,87	23,66	10,87	6,41	20,07	16,27	10,77	43,03		
	150	17,72	10,47	30,78	9,01	4,91	19,00	16,63	10,26	45,53		
	180	18,35	AB	8,89	27,46	8,87	B	5,85	15,55	23,22	A	7,19

Médias seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Não existe diferença significativa entre os momentos ($P > 0,05$)

Tabela 9 - Índices com base no conteúdo de oxigênio [conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂), conteúdo venoso de oxigênio (CvO₂), índice de oferta de oxigênio (IDO₂), índice de consumo de oxigênio (IVO₂) e taxa de extração de oxigênio (TeO₂)] em bezerros anestesiados com 1,4 CAM de sevoflurano, sob ventilação mecânica e com diferentes frações inspiradas de oxigênio (0,21; 0,60 e 1,00). As mensurações foram obtidas 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos após a indução anestésica. Os dados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão

VARIÁVEL	MOMENTO	TRATAMENTO								
		100%			60%			21%		
		X	$\pm$	S	X	$\pm$	S	X	$\pm$	S
CaO ₂ (mg/dL)	30	12,56	$\pm$	0,62	11,84	$\pm$	1,47	11,62	$\pm$	1
	60	12,49	$\pm$	0,53	12,38	$\pm$	1,16	12,08	$\pm$	0,82
	90	12,6	$\pm$	0,7	12,26	$\pm$	1,4	11,8	$\pm$	0,61
	120	12,82	$\pm$	0,81	12,34	$\pm$	1,15	11,72	$\pm$	0,47
	150	12,85	$\pm$	0,79	A	12,47	$\pm$	1,11	AB	11,58 $\pm$ 0,72 B
	180	12,99	$\pm$	0,75	A	12,53	$\pm$	1,1	AB	11,62 $\pm$ 0,71 B
CvO ₂ (mg/dL)	30	8,69	$\pm$	1,09	6,85	$\pm$	1,35	7,51	$\pm$	1,59
	60	8,72	$\pm$	0,65	7,84	$\pm$	1,25	7,38	$\pm$	1,46
	90	8,7	$\pm$	0,45	7,69	$\pm$	1,43	7,64	$\pm$	1,26
	120	8,79	$\pm$	0,68	8,2	$\pm$	1,57	7,63	$\pm$	1,27
	150	9,03	$\pm$	0,98	7,78	$\pm$	1,34	7,74	$\pm$	1,26
	180	8,83	$\pm$	1,17	7,77	$\pm$	1,3	7,8	$\pm$	1,1
IDO ₂ (mL/min/m ²)	30	486,77	$\pm$	120,91	482,71	$\pm$	115,37	506,72	$\pm$	151,09
	60	476,32	$\pm$	54,77	509,82	$\pm$	116,27	509,86	$\pm$	107,42
	90	466,78	$\pm$	52,51	508,09	$\pm$	86,19	487,12	$\pm$	122,39
	120	470,47	$\pm$	60,21	511,26	$\pm$	97,16	481,69	$\pm$	118,4
	150	473,61	$\pm$	78,12	506,97	$\pm$	66,57	493,76	$\pm$	162,09
	180	518,86	$\pm$	42,9	528,1	$\pm$	87,75	500,25	$\pm$	110,43
IVO ₂ (mL/min/kg)	30	3,18	$\pm$	1,09	4,23	$\pm$	0,83	3,55	$\pm$	0,87
	60	3,03	$\pm$	0,64	3,85	$\pm$	0,72	3,94	$\pm$	0,67
	90	3	$\pm$	0,36	3,91	$\pm$	0,68	3,43	$\pm$	0,92
	120	3,11	$\pm$	0,58	3,61	$\pm$	0,85	3,29	$\pm$	0,49
	150	3,01	$\pm$	0,94	3,99	$\pm$	0,69	3,18	$\pm$	0,68
	180	3,58	$\pm$	1,18	4,15	$\pm$	0,7	3,29	$\pm$	0,42
TeO ₂ (mL/min/kg)	30	0,31	$\pm$	0,06	0,42	$\pm$	0,07	0,35	$\pm$	0,11
	60	0,3	$\pm$	0,03	0,37	$\pm$	0,06	0,39	$\pm$	0,12
	90	0,31	$\pm$	0,04	0,37	$\pm$	0,08	0,35	$\pm$	0,11
	120	0,31	$\pm$	0,03	0,34	$\pm$	0,07	0,35	$\pm$	0,11
	150	0,3	$\pm$	0,06	0,38	$\pm$	0,07	0,33	$\pm$	0,1
	180	0,32	$\pm$	0,07	0,38	$\pm$	0,07	0,33	$\pm$	0,09

Médias seguidas de letras maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Não existe diferença significativa entre os momentos ($P > 0,05$)

Discussão

Relativamente a metodologia utilizada, pode-se ressaltar que foi empregada sem percalços, existindo estabilidade hemodinâmica, respiratória e hemogasométrica em todos os grupos, podendo assim afirmar que, todas as concentrações de oxigênio utilizadas neste projeto podem ser empregadas nesta espécie. Segundo a revisão bibliográfica levantada pelo autor, este trabalho é o

primeiro a avaliar diferentes frações expiradas de oxigênio durante a anestesia de bovinos, existindo estudos semelhantes em outras espécies, como Cuveliz et al., (1990) e Marntell et al., (2005) em equinos e Lopes et al. (2008) em caninos. Portanto, os dados aqui apresentados, uma vez que a literatura corrente é carente de informações nesta espécie, poderão ser utilizados como referência para outros estudos na espécie bovina.

Com relação as variáveis hemodinâmicas, observou-se que a frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, média e diastólica, assim como, pressão venosa central, débito cardíaco e as variáveis hemodinâmicas calculadas, como o índice cardíaco e índice sistólico, não demonstraram alterações significativas entre os grupos avaliados. A estabilidade hemodinâmica encontrada entre as diferentes frações inspiradas de oxigênio corrobora com os achados de Nunes et al. (2008) na espécie canina, onde não encontraram diferença no débito cardíaco nas diferentes FiO_2 avaliadas. Araújo (2015) obteve médias de FC parecidas, assim como, valores semelhantes para as pressões arteriais diastólicas, médias e sistólicas após utilização do sevoflurano.

De acordo com Guyton (1992), os quimiorreceptores são células quimiossensíveis à redução de O_2 , ao excesso de dióxido de carbono (CO_2) e a diminuição do pH sanguíneo, sendo sua localização em corpos carotídeos e corpos aórticos. Os sinais transmitidos desses órgãos receptores para o centro vasomotor proporcionam, nessas condições, aumento da pressão arterial. Desta forma os níveis de $PaCO_2$ mantiveram-se normais ou aumentados em todos grupos, portanto, sugere-se que os quimiorreceptores tenham sido ativados, não permitindo, assim, reduções nas pressões arteriais em nenhum grupo.

Os resultados obtidos para as variáveis respiratórias, frequência respiratória (f), volume minuto (V_{me}) e volume corrente (V_{te}) foram semelhantes entre todos grupos testados. Essas variáveis tendem a ser mais sensíveis a alterações da profundidade anestésica, ou seja, serão mais afetadas a medida que ocorre uma maior depressão do sistema respiratório. Tal situação foi minimizada frente a equalização dos planos anestésicos obtidas pela mesma profundidade anestésica em todos os grupos, uma vez que a CAM de cada

indivíduo foi determinada previamente. No atual experimento obtiveram-se valores de Vme acima (15,70 a 16,76 L/min) dos encontrados por Deschk (2013) (8,6 a 12,5 L/min), possivelmente devido ao menor efeito depressor do sistema respiratório atribuído ao sevoflurano quando comparado ao propofol, anestésico injetável utilizado pelo referido autor.

A complacência pulmonar dinâmica (Cdyn), que representa a relação entre a variação de volume e a pressão necessária para promover essa mudança de volume, obtida de forma progressiva durante a fase de insuflação pulmonar, Em outras espécies, altas frações inspiradas de oxigênio demonstraram alterações na fisiologia pulmonar importantes (CUVELLIEZ et al., 1990, MARNTELL et al., 2005; ROTHEN et al., 1995). Acreditava-se que, com frações inspiradas de oxigênio elevadas, promovendo atelectasia dos alvéolos, ocorreria redução da complacência pulmonar, o que não ocorreu no presente estudo, provavelmente devido ao tempo de exposição a maior fração de O₂ (1,0) não ter sido suficiente para a instalação e ou desenvolvimento de atelectasia com repercussão da complacência pulmonar. Além disso, os resultados obtidos poderiam ser justificados frente ao efeito da ventilação controlada empregada, diminuindo assim, a formação da atelectasia alveolar pulmonar (DE MONTE et al., 2013).

A resistência das vias aéreas (Raw) é calculada com base na passagem do ar através das vias aéreas do paciente. A resistência das vias aéreas corresponde à razão entre a diferença de pressão (ΔP) entre as duas extremidades da mesma e a taxa de fluxo ($\Delta P/V$). Medida em cm de H₂O/Litros/segundo, no presente estudo não ocorreu diferença estatística entre os grupos estudados, provavelmente frente a não observância de alterações volumétricas ou pressóricas na dinâmica respiratória, como podemos observar pela manutenção dos valores relativos a Vte, Cdyn e Raw. Resultado semelhante também foi observado por Barbosa (2011) em coelhos, onde não foram encontradas diferença entre os 3 grupos estudados (FiO₂ 0,4; 0,6 e 1,0).

O conteúdo arterial de oxigênio CaO₂ apresentou médias crescentes nos grupos (G21= 11,73; G60=12,30 e G100=12,72 mg/dl) conforme aumento da

concentração de oxigênio no ar inspirado, entretanto, havendo diferença estatística apenas nos dois últimos momentos (M150 e M180). Essa ausência de diferença nos demais momentos se deve ao limite da hemoglobina em se ligar ao oxigênio (1,34mL de O₂ para cada grama de Hb), aumentando-se a disponibilidade de oxigênio aumentou-se a pressão parcial de oxigênio (PO₂), que fica dissolvido no sangue (e não ligado a hemoglobina) contribuindo muito pouco para o conteúdo total de oxigênio do sangue arterial, que pode ser calculado por meio da fórmula: $CaO_2 = (1,34 \times SpO_2 \times Hb) + (0,0031 \times PO_2)$. Dessa forma, a pressão parcial de O₂ pouco interfere na variável em questão, as diferentes frações inspiradas poderiam repercutir mais em indivíduos com valores de Hb menores, onde possivelmente as frações inspiradas maiores poderiam proporcionar maior conteúdo arterial de oxigênio.

Segundo Araujo (2015) a avaliação do IDO₂ permite uma visão geral do desempenho cardiopulmonar, verificando a quantidade total de oxigênio fornecido aos tecidos. Em repouso o IDO₂ é suficiente para satisfazer o requerimento total de oxigênio dos tecidos (IVO₂) e garantir o metabolismo aeróbico (LEACH; TREACHER, 2002). O índice de oferta de oxigênio (IDO₂) é calculado através da fórmula $IDO_2 = DO_2 / ASC$, onde DO₂ é a multiplicação do conteúdo arterial de oxigênio pela constante 10 (conversão de DL para L) multiplicado pelo débito cardíaco ($DO_2 = CaO_2 \times 10 \times DC$). Esperava-se que no grupo G100, a oferta de O₂ fosse superior aos demais por existir maior fração de oxigênio no ar inspirado, entretanto, isso não foi verificado, uma vez que como o débito cardíaco se manteve semelhante entre os grupos e existe um limite na saturação de oxigênio na hemoglobina (1,34 mL de oxigênio em 1g de hemoglobina) não se constatou diferença entre os grupos e nem entre os momentos. Uma vez que na literatura consultada não foram encontrados valores que pudessem referenciar a variável, os dados obtidos da variável poderiam ser empregados, nessas condições anestésicas, como referência de IDO₂ para a espécie. Araújo (2015) em seu trabalho com bezerros anestesiados com sevoflurano em ventilação espontânea, encontrou valores de IDO₂ variando de 566 a 719 mL/minuto/m², no presente estudo a variação da IDO₂ foi de 321 a 784

mL/minuto/m², apesar do limite superior ser semelhante, há diferença no limite inferior entre os estudos, que podem ser consequência do tempo de jejum maior, proporcionando maior tempo de esvaziamento gástrico e consequentemente menor volume sobre os grandes vasos, culminando com maior retorno venoso e melhores valores de DC (ARAÚJO, 2015).

O IVO₂ indica a quantidade de oxigênio consumida pelos tecidos por minuto (GUTIERREZ; THEODOROU, 2012) e é utilizada para avaliação da atividade metabólica do animal. Produto do débito cardíaco pela diferença artério-venosa do conteúdo de oxigênio ($VO_2 = C(a-v)O_2 \times DC$), em condições normais não é dependente da oferta, porém, à medida que se diminui a DO₂, o VO₂ é mantido à custa de aumento da TeO₂ ($TeO_2 = VO_2/DO_2$). Quando a oferta diminui a um nível crítico, mesmo com o aumento da TeO₂, o VO₂ começa a reduzir e há início do metabolismo anaeróbico, como alternativa energética, e o surgimento de acidose láctica (POLI DE FIGUEIREDO, 2008). Neste estudo não existiu diferença entre os grupos com relação ao consumo de O₂ (VO₂) e taxa de extração de oxigênio (TeO₂), o que demonstra estabilidade do débito cardíaco e do conteúdo sanguíneo de oxigênio, independente da fração de oxigênio utilizada o aporte de oxigênio foi semelhante e suficiente para o metabolismo aeróbico celular.

Os animais foram mantidos sob ventilação mecânica com a ETCO₂ controlada em 40 a 45 mmHg, porém quando verificamos a variável P(a-ET)CO₂, calculada por meio da subtração do PaCO₂ do ETCO₂, nos momentos M30, M60 M90, M120 e M180 denota-se diferença do grupo G100 do grupo G21, onde a média do grupo G100 foi superior. No trabalho de Geng (2013) em humanos, quando comparou-se diferentes frações inspiradas em pacientes que passaram por laparoscopia, também obteve-se valores crescentes de P(a-ET)CO₂ conforme aumentava-se a FiO₂. Essa diferença estatística observada no presente estudo se deve possivelmente ao fato que aumentando-se a fração inspirada de oxigênio (FiO₂) aumenta-se o espaço morto alveolar e diminui-se a resistência vascular em áreas de alta perfusão alveolar, resultando em redistribuição do fluxo sanguíneo das áreas de baixa perfusão alveolar, portanto,

as mudanças no $P(a-ET)CO_2$ se devem em grande parte ao efeito de diluição do $PACO_2$ com o gás do espaço morto alveolar, conforme proposto por Larson e Severinghaus, 1962.

Os valores aumentados de $P(A-a)O_2$, IR e menores na relação a/A de O_2 , obtidos nos dois grupos de maior FiO_2 revelam um maior grau de dificuldade na troca do oxigênio quando comparado com o grupo G21, estes dados sugerem desenvolvimento de maior shunt e menor relação ventilação/perfusão resultando em maior grau de atelectasia e menor ventilação alveolar (HALL et al., 1968; TOKICS et al., 1996). Apesar das outras variáveis indicarem o aumento do shunt, não se constatou diferença no índice de oxigenação (IO). Embora não exista padronização dos valores de referência de IO para a espécie, Araújo (2015) utilizando 100% FiO_2 encontrou valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Com relação as variáveis hemogasométricas, observou-se diferença significativa da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2) correlacionada com aumento da fração inspirada de oxigênio (FiO_2), sendo as médias 74,52, 199,10 e 366,83 mmHg nos grupos G21, G60 e G100, respectivamente. Com o aumento da disponibilidade de oxigênio para hemoglobina ocorreu aumento da saturação da hemoglobina (SaO_2) nos dois grupos de maior aporte de oxigênio, o aumento da pressão de oxigênio proporcionou maior facilidade do mesmo em transpassar as barreiras orgânicas, o que resultou em maior porcentagem de ligação do oxigênio com a hemoglobina sanguínea, situação essa esperada frente ao maior aporte de oxigênio.

A pressão parcial de CO_2 no sangue arterial se mostrou maior nos grupos G60 e G100, possivelmente devido à diminuição do estímulo respiratório acarretado pela hipoxemia, Gomersall et al. (2002) relatam a hipercapnia em humanos quando tratados com oxigenioterapia. Estudos realizados por Klein e Fisher (1988), Meyer et al. (2010) e Wagner et al. (1990) não relataram aumento nos valores da $PaCO_2$ em bovinos posicionados em decúbito dorsal somente por meio de contenção física, sugerindo que o aumento nos valores da $PaCO_2$

observados, estão mais relacionados à depressão promovida pelos fármacos anestésicos e suplementação de oxigênio do que pelo próprio de cúbito dorsal.

Apesar do pH arterial se mostrar semelhante em todos grupos houve diferença nos valores de excesso de base (BE), nos quais os grupos G21, G60 e G100 obtiveram médias 2,81, 4,79 e 6,29 mmol/L), respectivamente. Quando analisado também o bicarbonato arterial, observa-se que o G21 obteve média menor (27,45 mmol/L), porém semelhante ao grupo G60 (29,82 mmol/L), o grupo G100 obteve maior média (31,35 mmol/L) mas não diferindo de G60. Apesar da tendência dos grupos com maior FiO_2 para a acidose respiratória, não se nota diminuição do pH arterial devido ao aumento simultâneo do HCO_3^- arterial nos grupos de maior FiO_2 , balanceando, assim, o equilíbrio ácido-base e mantendo o pH semelhante em todos grupos avaliados (DIBARTOLA, 2011). Araújo (2015) obteve valores menores de pH (pH=7,27) quando comparado aos obtidos no presente estudo (pH=7,37), possivelmente devido a diferença na modalidade respiratória adotada nos dois experimentos, Araújo (2015) manteve os animais em ventilação espontânea, havendo acúmulo de dióxido de carbono arterial, diminuindo assim o pH sanguíneo, o que não ocorreu no estudo atual, pois a frequência respiratória foi ajustada para manter o $ETCO_2$ estável entre 40 e 45 mmHg.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos por meio da metodologia proposta podemos concluir que independente da fração inspirada de oxigênio houve estabilidade hemodinâmica, respiratória e hemogasométrica. Por serem, os resultados inéditos na espécie bovina, os mesmos podem ser utilizados como valores referenciais para outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

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

ARAOS, J.D.; LARENZA, P.M.; BOSTON, R.C. et al. Use of the oxygen content based index, Fshunt, as an indicator of pulmonary venous admixture at various inspired oxygen fractions in anesthetized sheep. **Am. J. Vet. Res.**, v.73, n.12, p.2013-2020, 2012.

ARAÚJO, M. A. D. **Efeitos Cardiorrespiratórios promovidos pelo posicionamento trendelenburg reverso cinco e dez graus em bezerros anestesiados pelo sevofluorano**. 2015. 81 f. Tese (Doutor em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.

ARAÚJO, M.A.; DESCHK, M.; WAGATSUMA, J.T. et al. Cardiopulmonary effects of reverse Trendelenburg position at 5° and 10° in sevoflurane-anesthetized steers. **Vet. Anesth. Analg.**, v. 26, p. S1467-2987, 2017. Doi:10.1016/J.vaa.2017.03.006

BARBOSA, V.F. **Avaliação de diferentes frações inspiradas de oxigênio em coelhos submetidos ao pneumoperitônio e mantidos em cefalodeclive**. Jaboticabal. 2011. 146 f. Tese (Doutorado em Cirurgia Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária, UNESP Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita filho" Jaboticabal, 2011.

BENOÎT, Z.; WICKY, S.; FISCHER, J.F. et al. The effect of increased FiO₂ before trachealextubation on postoperative atelectasis. **Anesth. Analg.**, v.95, n. 6, p.1777-1781, 2002.

CANTALAPIETRA, A. G.; VILLANUEVA, B.; PEREIRA, J. L. Anaesthetic potency of isoflurane in cattle: determination of the minimum alveolar concentration. **Vet. Anaest. Analg.**, v.27, p.22-26, 2000.

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

CRUMLEY, M. N.; MCMURPHY, R. M.; HODGSON, D. S. et al. Effects of inspired oxygen concentration on ventilation, ventilatory rhythm, and gas exchange in isoflurane-anesthetized horses. **Am J Vet Res.**, v. 74, p.183–190, 2013.

DESCHK, M. **Índice bispectral, efeitos hemodinâmicos e respiratórios da infusão contínua de diferentes taxas de propofol em bezerros**.2013. 83 f. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Araçatuba, 2013.

DE MONTE, V.; GRASSO , S.; DE MARZO, C. et al. Effects of reduction of inspired oxygen fraction or application of positive end-expiratory pressure after an alveolar recruitment maneuver on respiratory mechanics, gas exchange, and lung aeration in dogs during anesthesia and neuromuscular blockade **Am. J. Vet. Res.**, v. 74, p. 25 – 33, 2013.

DIBARTOLA, S. P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal**. St. Louis, Missouri: practice-e-book. Elsevier Health Sciences, 2011.

DINIZ, G.C.L.M.; ZIN, W.A.; BOTONI, F.A. et al. A influência de duas frações inspiradas de oxigênio no padrão respiratório de pacientes sob desmame ventilatório. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**. v.21. n.3. p.292-298, 2009.

EWING, K. K.; MOHAMMED, H. O.; SCARLETT, J. M. et al. Reduction of isoflurane anesthetic requirement by medetomidine and its restoration by atipamezole in dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v.54, n.2, p.294-299, 1993.

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. 735p.

GENG, G.; HU, J.; HUANG, S. Effects of different inhaled oxygen concentration and end-expiratory positive pressure on Pa-etCO₂ in patients undergoing gynecological laparoscopic surgery. **Int. J. Clin. Exp. Med.**, v. 6, n. 10, p. 956-959, 2013. Disponível em: <www.ijcem.com/ISSN:1940-5901/IJCEM1309003>. Acesso em: 25 jul. 2017.

GOMERSALL, C.D.; JOYNT, G.M.; FREEBAIRN, R.C. et al. Oxygen therapy for hypercapnic patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure: a randomized, controlled pilot study. **Crit. Care Med.**, v. 30, p. 113-116, 2002.

GREENE, S.; KEEGAN, R.; VALDEZ, R. et al. Cardiovascular effects of sevoflurane in Holstein calves. **Vet. Anest. Analg.**, v.29: p.59–63. 2002.

GUTIERREZ, J.A.; THEODOROU, A. A. Oxygen delivery and oxygen consumption in pediatric critical care. In: _____. **Pediatric Critical Care Study Guide**. London: Springer, 2012. p. 19-38.

GUYTON, A.C. Regulação nervosa da circulação e controle rápido da pressão arterial. In: GUYTON. A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 8.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1992. Cap.18, p.170-179.

HALL, L.W.; GILLESPIE, J.R.; TYLER, W.S. Alveolar – arterial oxygen tension differences in anaesthetized horses. **Br. J. Anaesth.**, v. 40, p. 560–568. 1968

HASKINS, S.C. Monitoring anesthetized patients. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb & Jones veterinary anesthesia**. 4. ed. Oxford: Blackwell, 2007. Cap.19, p. 533-558.

KEEGAN, R. D. Inhalant anesthetics: The Basics. In: GLEED, R.D. **Recent Advances in Veterinary Anesthesia and Analgesia**: pets. Ithaca: International Veterinary Information Service ([www. ivis. org](http://www.ivis.org)), n. A1402, p. 1005, 2005.

KEEGAN, R. D.; GREENE, S. A.; VALDEZ, R. A. et al. Cardiovascular effects of desflurane in mechanically ventilated calves. **Am. J. Vet. Res.**, v.67, n.3, p.387-391, 2006.

KLEIN, L.; FISHER, N. Cardiopulmonary effects of restraint in dorsal recumbency on awake cattle. **Am. J. Vet. Res.**, v.49, n.9, p.1605-1608,1988.

LARSON JUNIOR, C.P.; SEVERINGHAUS, J.W. Postural variations in dead space and CO₂ gradients breathing air and O₂. **J. Appl. Physiol.**, v. 17, p. 417–420, 1962

LEACH, R.; TREACHER, D. The pulmonary physician in critical care. 2: Oxygen delivery and consumption in the critically ill. **Thorax**, v.57, n.2, p.170- 177, 2002.

LOPES, P.C.F.; NUNES, N.; CARETO, 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. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, v. 44, p. 30-37, 2007.

LOPES, P.C.F.; NUNES, N.; SOUSA, M.G. et al. Efeitos de diferentes FiO₂ sobre variáveis ecocardiográficas em cães submetidos à infusão contínua de propofol. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.2, p.345-352, 2009.

MAGNUSSON, L.; SPAHN, D.R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. **Br. J. Anaesth.**, v.91, p.61-72, 2003.

MARNTTELL S.; NYMAN G.; HEDENSTIERNA, G. High inspired oxygen concentrations increase intrapulmonary shunt in anaesthetized horses. **Vet. Anaesth. Analg.**, v. 32, p. 338–347, 2005.

MEYER, H.; KÄSTNER, S.B.R.; BEYERBACH, M. et al. Cardiopulmonary effects of dorsal recumbency and high-volume caudal epidural anaesthesia with lidocaine or xylazine in calves. **Vet. J.**, v.186, p.316-322, 2010.

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.

PATEL, S.S.; GOA, K.L. Sevoflurane. A review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties and its clinical use in general anaesthesia. **Drugs**, v.51, n.4, p.658-700, 1996.

POLI DE FIGUEIREDO L.F.; SILVA, E.; CORREA, T.D. Avaliação hemodinâmica macro e micro-circulatória no choque séptico. **Ver. Med.**, v. 87, n. 2, p. 84-91, 2008.

PYPENDOP, B.H.; STEFFEY, E.P. Focused supportive care: Ventilation during anesthesia in cattle. In: STEFFEY, E.P **Recent advances in anesthetic**

management of large domestic animals, 2001. Disponível em: <http://www.ivis.org>. Acesso em: 25 jul. 2017.

QUASHA, A. L.; EGER, E. I.; TINKER, J. H. Determination and applications of MAC. **Anest.**, v. 53, n. 4, p. 315–334, 1980.

REBER, A.; ENGBERG, G.; WEGENIUS, G. et al. Lung aeration. The effect of pre-O₂ation and hiperO₂ation during total intravenous anaesthesia. **Anaest.**, v. 51, p.733-737. 1996.

ROMALDINI, H. Repercussões cardiovasculares da ventilação mecânica. In: AULER JUNIOR., J.O.C.; AMARAL, R.V.G. (Eds.). **Assistência ventilatória mecânica**. São Paulo: Atheneu, 1995, p.115-119.

ROTHEN, H.U.; SPORRE, B.; ENGBERG, G. et al. Prevention of atelectasis during general anaesthesia. **Lancet**, v. 345, p. 1387-1391, 1995.

SELLERS, G.; LIN, H.C.; M.F.; CHAMORRO, M.F. et al. Comparison of isoflurane and sevoflurane anesthesia in Holstein calves for placement of portal and jugular vein cannulas. **Am. J. Animal Vet. Sci.**, v.8: p.1-7. 2013.

STAFIERRI, F.; BAUQUIER, S.H.; MOATE, P.J. et al. Pulmonary gas exchange in anaesthetised horses mechanically ventilated with oxygen or a helium/oxygen mixture. **Equine Vet. J.**, v.8, p. 747-752. 2009.

TOKICS, L.; HEDENSTIERNA, G.; SVENSSON, L. et al. V/Q distribution and correlation to atelectasis in anesthetized paralyzed humans. **J. Appl. Physiol.**, v. 81, p. 1822–1833, 1996.

VALVERDE, A.; MOREY, T. E.; HERNANDEZ, J. et al. Validation of several types of noxious stimuli for use in determining the minimum alveolar

concentration for inhalation anesthetics in dogs and rabbits. **Am. J. Vet. Res.**, v.64, n.8, p.957-962. 2003.

WAGNER, A.E.; MUIR, W.W.; GROSPITCH, B.J. Cardiopulmonary effects of position in conscious cattle. **Am. J. Vet. Res.**, v.51, n.1, p.7-10, 1990.