

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

PEDRO HENRIQUE SALLES BRITO

**Monitoramento materno-fetal em éguas gestantes submetidas a protocolo de
anestesia geral**

Pirassununga

2020

PEDRO HENRIQUE SALLES BRITO

**Monitoramento materno-fetal em éguas gestantes submetidas a protocolo de
anestesia geral**

“Versão corrigida”

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em ciências pelo programa de Biociência Animal.

Área de Concentração: Terapias inovadoras

Orientador: Profa. Dra. Renata Gebara Sampaio Dória

Pirassununga

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S372m Salles Brito, Pedro Henrique
Monitoramento materno-fetal em éguas gestantes submetidas a protocolo de anestesia geral / Pedro Henrique Salles Brito ; orientadora Renata Gebara Sampaio Dória. -- Pirassununga, 2020.
84 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Hemogasometria. 2. Eletrocardiograma materno-fetal. 3. Equilíbrio ácido-base. 4. Ultrassonografia. 5. Swan Ganz. I. Gebara Sampaio Dória, Renata , orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos os animais que fizeram parte da minha vida, que me serviram de inspiração ou mesmo de cobaia para aprender, estudar e tentar entender um pouquinho mais sobre a beleza da vida. Aos que lutei e consegui salvar, mas principalmente aos que lutei e fracassei, que seguramente me fizeram crescer não só como profissional, mas como espírito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que delineou minha trajetória repleta de vitórias, com muita saúde, amor e paz, em um caminho de muita luz e repleto de pessoas abençoadas.

A minha orientadora professora Renata, que muito mais do que só orientar o trabalho científico, é uma conselheira profissional e pessoal, uma verdadeira amiga.

A Fundação de amparo a pesquisa (FAPESP) que financiou a execução do projeto, sob o número do processo 2018/09347-7, com vigência entre o dia 30 de novembro de 2018 e 30 de abril de 2020.

A toda a equipe do LACCRE e do NAVE, pós-graduando, ICs e residentes, que juntos sem dúvidas somos mais os mais fortes.

A todos os funcionários da USP, em especial ao Neimar e a Claudia, que sempre estiveram a minha disposição para ajudar no que fosse necessário, sendo grande amigos.

Agradeço imensamente aos meus pais, Alberto Salles dos Santos Brito e Vera Lúcia Trevizan Brito, que são minhas inspirações diárias, exemplo de seres humanos, por não me deixarem faltar nada, por um momento se quer.

A minha companheira inseparável Marília Alves Ferreira, que idealiza, compartilha e realiza sonhos juntos, minha sustentação profissional e pessoal, a certeza de sermos os melhores amigos que se apaixonaram um pelo outro.

As minhas avós Lúcia Botassim Trevizan e Izabel Salles dos Santos, por toda a batalha que cada uma delas enfrentou, sendo as maiores referências matriarcais que eu conheço em toda a minha vida e permitindo que eu chegasse até aqui.

Ao meu irmão João Alberto Salles Brito e minha cunhada Natália, que nesse período tão importante da minha vida presenteou nossa família com a Giovanna e o Benício, mostrando o verdadeiro significado de família.

Aos amigos que o colégio e a faculdade me trouxeram, sempre cheios de luz e alegria, servindo muitas vezes de suporte emocional para passarmos as fases de maiores turbulências, em especial ao Rogian e a Nina, que nessa fase fizeram praticamente parte da minha família.

A todos os animais que passaram por este experimento, ajudando a me capacitar e trazendo novos conhecimentos para a medicina veterinária.

“Nada é tão nosso como os nossos sonhos. ”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

BRITO, P. H. S. **Monitoramento materno-fetal em éguas gestantes submetidas a protocolo de anestesia geral.** 84 f. 2020. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Na medicina veterinária, diversas vezes, necessitamos realizar procedimentos cirúrgicos em animais gestantes, sejam eletivos ou emergenciais. Durante a anestesia geral inalatória em éguas prenhes, existe o risco de que alterações hemodinâmicas e hemogasométricas maternas possam comprometer a perfusão uteroplacentária e/ou oxigenação fetal, aumentando o risco de abortamentos ou partos prematuros. Geralmente, apenas emergências e cirurgias eletivas que não levem risco ao feto são realizadas, evitando-se, ao máximo, a anestesia geral em humanos ou animais gestantes. Em se tratando de equinos, quadros como abdômen agudo, são muitas vezes emergências cirúrgicas, sendo necessária a realização de anestesia geral inalatória na égua prenhe, já com alterações sistêmicas oriundas da afecção envolvida. Neste estudo objetivou-se avaliar as alterações maternas e fetais durante anestesia geral inalatória. Foram anestesiadas 9 éguas em terço final de gestação (>300 dias) e foram analisados parâmetros hemodinâmicos e hemogasométricos ao longo de 90 minutos de anestesia geral inalatória com isoflurano a 1,5 concentração alveolar mínima (CAM) para a espécie, comparando-se simultaneamente com os dados de monitoração fetal, a fim de verificar sofrimento fetal ao longo do procedimento anestésico. Após a recuperação anestésica, as éguas e fetos foram diariamente monitoradas e tiveram todos os partos acompanhados, sendo realizado o escore APGAR para determinar a vitalidade neonatal. Além disso foi coletado sangue do neonato para avaliação de hemograma e perfil bioquímico hepático e renal. Observou-se, ao longo do tempo a redução do pH sanguíneo materno (T0 $7,33 \pm 0,08$, tendo os valores reduzidos em T60 $7,24 \pm 0,04$ e T75 $7,24 \pm 0,06$), a pressão arterial de gás carbônico, apresentou valores a cima dos de referência para a espécie em T30 ($60,7 \pm 6,26$) e T60 ($64,15 \pm 5,07$), a pressão arterial de oxigênio, se elevando apenas em T60 (Fi 100% $149 \pm 56,45$ mmHg). Com relação à monitoração fetal, observou-se redução da frequência cardíaca a partir de T30 ($62,38 \pm 7,05$), que persistiu ao longo do período anestésico (T75 $60,75 \pm 5,92$),

com recuperação dos valores após recuperação anestésica (TPré $84,5 \pm 12,07$; Tpós $78,11 \pm 14,82$), demonstrando efeitos deletérios da anestesia nos parâmetros circulatórios fetais. Todas as éguas apresentaram parto dentro do período esperado e os potros receberam pontuação, ao nascimento, APGAR 8, avaliação máxima para todos os potros. Não foram observadas alterações hepáticas e renais nos neonatos. Conclui-se que, apesar das anestésias não ocasionarem perdas gestacionais ou alterações que influenciem o momento do parto, são evidentes as alterações hemodinâmicas maternas transanestésicas e, conseqüentemente, o sofrimento fetal, evidenciado por redução de frequência cardíaca. Recomenda-se minimizar ao máximo o período em que éguas em terço final de gestação sejam mantidas sob decúbito dorsal e sob efeito de fármacos anestésicos que deprimem o sistema cardiorrespiratório, a fim de minimizar os efeitos deletérios da depressão respiratória e hemodinâmica materna sob o feto.

Palavras-chave: Hemogasometria; Eletrocardiograma materno-fetal; Equilíbrio ácido-base; Ultrassonografia; Swan Ganz.

ABSTRACT

BRITO, P. H. S. **Maternal-fetal monitoring in pregnant mares submitted to general anesthesia protocol.** 84 f. 2020. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

In veterinary medicine, several times, we need to perform surgical procedures on pregnant animals, whether elective or emergency. During general inhalation anesthesia in pregnant mares, there is a risk that maternal hemodynamic and hemogasometric changes may compromise uteroplacental perfusion and fetal oxygenation, increasing the risk of abortions or premature births. Generally, only emergencies and elective surgeries that do not put at risk the fetus are performed, avoiding, as much as possible, general anesthesia in pregnant human or animals. In horses, cases such as acute abdomen, are often surgical emergencies, requiring general inhalation anesthesia in the pregnant mare, with all systemic changes from the disease involved. This study aimed to assess maternal and fetal changes during general inhalation anesthesia. Nine mares were anesthetized in the final third of gestation (> 300 days) and hemodynamic and hemogasometric parameters were analyzed over 90 minutes of general inhalation anesthesia with isoflurane at 1.5 minimum alveolar concentration (MAC) for the species, comparing simultaneously with fetal monitoring data, in order to check fetal distress throughout the anesthetic procedure. After anesthetic recovery, mares and fetuses were monitored daily and had all births monitored, with the APGAR score being performed to determine neonatal vitality. In addition, blood was collected from the newborn to assess blood count, hepatic and renal biochemical profile. Over time, a reduction in maternal blood pH was observed (T0 7.33 ± 0.08 - T75 7.24 ± 0.06 , with values reduced in T60 and T75), arterial carbon dioxide pressure, showed values above the reference for the species in T30 (60.7 ± 6.26) and T60 (64.15 ± 5.07), the arterial oxygen pressure, rising only in T60 (FiO₂ 100% 149 ± 56.45 mmHg). Regarding fetal monitoring, a reduction in heart rate was observed from T30 (62.38 ± 7.05), which persisted throughout the anesthetic period (T75 60.75 ± 5.92), with recovery of values after anesthetic recovery (TPré 84.5 ± 12.07 ; Tpos after 78.11 ± 14.82), showing deleterious effects of anesthesia on fetal circulatory parameters. All mares had full

term delivery and the foals received APGAR 8 score at birth, maximum rating for all foals. No hepatic and renal changes were observed in these neonates. It is concluded that, although anesthesia does not cause pregnancy losses or changes that influence the moment of delivery, trans-anesthetic maternal hemodynamic changes are evident and, consequently, fetal distress, evidenced by reduced heart rate. It is recommended to minimize as much as possible the period in which mares in the final third of gestation are kept in the dorsal recumbency and under the effect of anesthetic drugs that depress the cardiorespiratory system, in order to minimize the deleterious effects of maternal respiratory system and hemodynamic depression on the fetus.

Key-words: Acid-basis; Blood gas analysis; Maternal-fetal electrocardiogram; Ultrasonography; Swan Ganz.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Preparo da mesa cirúrgica para introdução do Kit do cateter de termodiluição Swan Ganz da Edwards Lifescience®.....	32
Figura 2	Introdutor fixado à pele para passagem do cateter de Swan Ganz (seta vermelha). Introdutor fixado à pele para a passagem do cateter de polietileno (seta azul).....	32
Figura 3	Ilustração da utilização do cateter de Swan Ganz. A: Ondas de pressão venosa central (PVC, seta), apresentando baixa amplitude e platô longo B: Ondas de PVC (seta) de maior amplitude, apresentando um platô simples ou um pico, seguido de platô.....	33
Figura 4	Ondas de átrio, apresentando baixa amplitude, porém representada por um platô longo, seguido por um pico (seta).....	33
Figura 5	Ondas de ventrículo, apresentando maior amplitude e platô curto, se assemelhando a uma curva de distribuição normal (seta).....	34
Figura 6	Ondas da artéria pulmonar apresentando amplitude menor que as ondas ventriculares, platô mais longo, se assemelhando a uma curva de pressão venosa central, porém com valores mais elevados (seta).....	35
Figura 7	A: Curva de débito cardíaco com erro de mensuração ocasionado pela assincronia no momento de infusão da solução isotônica gelada. B: Curva de débito cardíaco realizada com sucesso; valor obtido precisa ser matematicamente corrigido, multiplicando pelo fator três.....	36
Figura 8	Bandagem utilizando atadura de crepom, atadura elástica e esparadrapo para proteção do cateter até a chegada ao centro cirúrgico.....	36
Figura 9	Monitor multiparamétrico portátil Digicare Networked Multi-Parameter Veterinary Monitor Lifewindowtm LW9xVetl® com seus registros momentos antes do acesso arterial para colheita das pressões arteriais sistólica, média e diastólica.....	37

Figura 10	Valores médios de frequência cardíaca (bpm) e respiratória (mpm) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	42
Figura 11	Valores médios de temperatura corpórea (°C) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação..	43
Figura 12	Valores médios da concentração final expiratória de gás carbônico e (ETCO ₂ ; mmHg) e da saturação periférica da oxihemoglobina (SpO ₂ ; %) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	43
Figura 13	Valores médios de inspiração e expiração de isoflurano (%) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	44
Figura 14	Valores médios das pressões arteriais sistólica, média e diastólica (mmHg) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	44
Figura 15	Valores médios das pressões arteriais sistólica, média e diastólica (mmHg) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	45
Figura 16	Valores médios da pressão parcial de gás carbônico (pCO ₂ ; mmHg) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	46
Figura 17	Valores médios do dióxido de carbono total (TCO ₂ ; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	46
Figura 18	Valores médios da pressão parcial de Oxigênio (pO ₂ ; mmHg) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	47
Figura 19	Valores médios da pressão parcial de Oxigênio (pO ₂ ; mmHg) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	47

Figura 20	Valores médios do déficit de bases dissolvidas no plasma (Base Excess; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	48
Figura 21	Valores médios do bicarbonato sanguíneo (HCO ₃ ; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	48
Figura 22	Valores médios do sódio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	49
Figura 23	Valores médios do potássio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	49
Figura 24	Valores médios do cálcio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	50
Figura 25	Valores médios de glicose (mg/dL) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	50
Figura 26	Valores médios de Lactato (mmol/L) arterial obtidos por meio de fitas para mensuração do lactato durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	51
Figura 27	Valores de débito cardíaco obtidos por meio do cateter de Swan-Ganz. Valores médios de débito cardíaco obtidos por meio do cateter de Swan-Ganz.....	51
Figura 28	Valores médios de Pressão da artéria pulmonar (PAP) e Pressão venosa central (PVC) obtidos através do cateter de Swan-Ganz e do cateter de polipropileno, respectivamente.....	52
Figura 29	Valores médios dos cálculos do índice cardíaco.....	53
Figura 30	Valores médios dos cálculos do volume sistólico.....	53
Figura 31	Valores médios dos cálculos da resistência vascular periférica.....	54

Figura 32	A: Exame de ultrassonografia transabdominal para avaliação de frequência cardíaca, com o animal em estação. B: Exame de ultrassonografia transabdominal para avaliação de frequência cardíaca, com o animal em decúbito dorsal, durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	55
Figura 33	A: Eletrocardiograma materno fetal trans anestésico, “M” batimentos maternos e “P” batimentos fetais. B: Ultrassonografia em modo M para avaliação da frequência cardíaca fetal.....	56
Figura 34	Valores médios das frequências cardíacas fetais (bpm) obtidas com eletrocardiograma materno-fetal e ultrassonografia em modo M, durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.....	56
Figura 35	Ilustração de parto de égua. A: Início da expulsão fetal, membrana do alantocóron rompida e potro envolto pela membrana amniótica. B: Membrana do alantocóron e membrana amniótica rompidas.....	57
Figura 36	Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações e observações obtidas no momento do parto.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quadro descritivo das avaliações fetais.....	29
Tabela 2	Quadro descritivo das avaliações maternas.....	39
Tabela 3	Score APGAR modificado para avaliação dos potros nascidos.....	40
Tabela 4	Parâmetros hemogasométricos transanestésicos.....	54
Tabela 5	Parâmetros hemodinâmicos transanestésicos.....	55
Tabela 6	Avaliações das frequências cardíacas obtidas pelo eletrocardiograma materno-fetal e por ultrassonografia transabdominal.....	57
Tabela 7	Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações hematológicas dos potros no momento do parto.....	59
Tabela 8	Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações bioquímicas renais e hepáticas dos potros no momento do parto.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	Gestação em equinos.....	18
2.2	Anestesia em éguas gestantes.....	19
2.3	Monitoração fetal em éguas gestantes.....	23
3	JUSTIFICATIVA.....	25
4	OBJETIVOS.....	26
4.1	Objetivos específicos.....	26
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5.1	Local e animais.....	27
5.2	Procedimento experimental.....	27
5.3	Procedimento anestésico.....	28
5.4	Avaliações fetais.....	28
5.4.1.	Ultrassonografia abdominal.....	28
5.4.2.	Eletrocardiograma Materno-Fetal.....	29
5.5	Avaliações maternas.....	29
5.5.1.	Exame Clínico.....	30
5.5.2.	Monitoração anestésica.....	30
5.5.3.	Débito Cardíaco (DC), Pressão Média de Artéria Pulmonar (PMAP) e Pressão Venosa Central (PVC).....	30
5.5.4.	Pressão arterial invasiva.....	38
5.5.5.	Hemogasometria arterial.....	38
5.5.6.	Avaliação de lactato sanguíneo.....	38
5.6	Comparação entre dados maternos e fetais.....	39
5.7	Avaliação das taxas do parto.....	39
5.8	Avaliação bioquímica do neonato.....	40
6	Análise estatística.....	41
7	RESULTADOS.....	42
8	DISCUSSÃO.....	60
9	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICES.....	78

1 INTRODUÇÃO

A duração média da gestação equina apresenta uma variação de 322 a 352 dias (CLOTHIER et al., 2017). Por volta de 5 a 12 dias após o parto, as éguas já apresentam uma boa involução uterina e encontram-se aptas a uma nova gestação. (BARROS; OLIVEIRA, 2017). O período em que esses animais voltados para reprodução podem passar gestantes chega a 99,7% do ano, aumentando a probabilidade da necessidade de intervenções anestésicas nesse período.

Na maioria das vezes em que éguas prenhes são submetidas à anestesia inalatória, há preocupações não apenas com a sobrevivência da égua, mas também com o feto, que pode ser de elevado valor econômico ou afetivo. Normalmente, clínicos e cirurgiões veterinários são questionados sobre a chance de vida do potro após cirurgias abdominais e as respostas são baseadas na experiência dos cirurgiões e em estudos prévios. Tem-se que as taxas de nascimento de potros viáveis após cirurgias abdominais variam entre 45 a 80%. Múltiplos parâmetros são correlacionados com a manutenção da gestação após procedimento anestésico, entre eles a duração da anestesia geral, a hipotensão e a hipoxemia transoperatória (BOENING; LEENDERTSE, 1993; CHENIER; WHITEHEAD, 2009; DRUMM et al., 2013).

Na medicina humana é comum ocorrerem cirurgias não obstétricas em mulheres gestantes, as quais apresentam baixos riscos para a saúde do feto, tanto no transcirúrgico quanto no pós-operatório imediato. Preconiza-se que apenas emergências e cirurgias eletivas que não levem risco ao feto sejam realizadas, evitando-se, ao máximo, a anestesia geral em gestantes. Na maioria das vezes, não se realiza a monitoração fetal adequada, mas preconiza-se o monitoramento através de ultrassonografia e a presença de uma equipe obstétrica de prontidão para intervir quando identificarem sofrimento fetal. Mesmo assim, alguns estudos relatam que 10% das pacientes podem desenvolver parto prematuro, sem apresentar correlação entre os acontecimentos (BALDWIN et al., 2015).

Kendrick, Woodard e Cross (1995) realizaram um questionário em diversos hospitais humanos em que perguntavam os tipos de monitoramento e ações que eram realizadas em pacientes gestantes, submetidas a procedimentos cirúrgicos não obstétricos. Dentre as principais formas de monitoração fetal observou-se doppler, monitoração fetal eletrocardiográfica e ultrassonografia. Algumas medidas profiláticas para as pacientes também eram realizadas, a fim de minimizar os riscos

dos procedimentos, como por exemplo, deslocamento uterino à esquerda para evitar compressão da veia cava materna, realização da preparação pré-operatória antes da indução anestésica, minimizando o tempo de anestesia, proteção uterina para a realização de raio x, anestesia regional e manutenção da normotermia.

Em equinos, as principais cirurgias não obstétricas realizadas em éguas gestantes estão relacionadas às emergências, em especial o abdômen agudo (BOENING; LEENDERTSE, 1993). Nesses casos, a única monitoração realizada é se o feto está viável, não se realizando monitoração que indique sofrimento fetal. Estando o feto vivo, a maioria dos cirurgiões veterinários não realiza nenhuma intervenção obstétrica, como cesárea, principalmente pela elevada taxa de insucesso e elevado custo de se trabalhar com potros prematuros em unidades de terapia intensiva neonatal (CASTAGNETTI et al., 2007).

Até o momento atual, não se tem na literatura consultada informações sobre os efeitos, diretos e indiretos, da anestesia geral inalatória sobre o feto, não existindo dados de monitoração fetal ou identificação de pontos críticos para o feto durante a anestesia da égua gestante, os quais pudessem ser intervindos, com a administração de fármacos ou manejo anestésico, a fim de reduzir o sofrimento fetal. Além disso, a monitoração fetal anestésica poderia fornecer dados a serem correlacionados com taxas de aborto pós-anestésico e taxas de sobrevivência desses potros pós-parto.

2 REVISÃO BILIOGRÁFICA

As alterações hemodinâmicas e hemogasométricas que ocorrem durante a anestesia geral inalatória de éguas prenhes, em terço final de gestação, e as influências diretas e indiretas sobre o feto são pouco compreendidas, não se tendo ao certo os riscos de complicações, considerando-se tanto a égua quanto o feto.

2.1 Gestação em equinos

A duração média da gestação equina apresenta uma variação de 322 a 352 dias. Alguns fatores como a nutrição das éguas e a diferença entre a relação dos tamanhos feto/égua influenciam essa variação de datas, assim como a localização geográfica dos animais (CLOTHIER et al., 2017).

A manutenção da gestação, em éguas, é dependente do hormônio progesterona até por volta dos dias 80 e 90 de gestação (SIEME et al., 2015). Entre a sexta e vigésima semana de gestação ocorre a formação dos cálices endometriais e o hormônio gonadotropina coriônica equina (ECG) é produzido, estimulando o corpo lúteo primário e induzindo a formação de corpos lúteos acessórios. Hormonalmente, este período é definido pelo aumento das secreções de progesterona, 17OH-progesterona e androstenediona. Nesta fase, a progesterona secretada pelos corpos lúteos se transforma em dihidroprogesterona (DHP), a partir da enzima 5 α -redutase, que se eleva de forma paralela à secreção de progesterona, alcançando uma concentração sérica de cerca da metade da concentração de progesterona. Após doze semanas de gestação, as concentrações séricas de progesterona proveniente dos corpos lúteos diminuem, no entanto, com a maturação endócrina da placenta, as concentrações de DHP, assim como demais precursores endócrinos, continuam a se elevar, ultrapassando as concentrações de progesterona até a 16^a semana. Neste momento, a manutenção da gestação passa a ser dependente da placenta, sendo a DHP placentária o principal progestágeno produzido, independente da progesterona ovariana (CONLEY, 2016).

Por volta da 14^a semana de gestação, inicia-se o crescimento das gônadas fetais, que pode ser definido pelo aumento da desidroepiandrosterona, entre outros andrógenos, que estimulam a secreção estrogênica placentária, momento em que a placenta se torna uma verdadeira unidade fetoplacentária. Nos três dias que antecedem o parto, os principais tipos de progestágenos diminuem e ocorre a elevação do cortisol fetal. Quando as concentrações de estrógeno e cortisol fetal são

máximas, o parto se inicia (CONLEY, 2016). Verifica-se que, fisiologicamente, a gestação e o parto na espécie equina compartilham muitos aspectos com aqueles vistos na espécie humana (CLOTHIER et al., 2017).

É possível que a concentração sérica de progesterona sofra alteração em situações de estresse, como mudança de ambiente e enfermidades. A administração de progesterona exógena em éguas é frequentemente realizada (WYNN et al., 2018), mas seus efeitos e sua real necessidade são controversos. Drumm et al. (2013) demonstraram maior taxa de partos de potros saudáveis em éguas submetidas a procedimentos anestésicos devido a abdômen agudo, entre 40 a 89 dias de gestação, fase em que a produção de progesterona endógena é máxima devido à formação dos corpos lúteos acessórios (SIEME et al., 2015). Não se tem dados da interferência da anestesia geral inalatória na produção de progesterona pela placenta ou mesmo pela égua gestante, o que poderia ser um fator causador de abortamentos ou de partos prematuros. Como se vê, é fundamental o estudo das intercorrências durante a gestação de equinos, a fim de compreender as variações endócrinas e fisiológicas, as quais podem refletir no tempo de gestação e aspectos como prematuridade e dismaturidade do neonato.

Durante a gestação dos equinos, diversas alterações fisiológicas também são promovidas pelo desenvolvimento placentário e fetal, sendo associadas a ativação do sistema nervoso simpático e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, promovendo alterações fisiológicas sistêmicas nessa categoria animal (MARCILLA; MUÑOZ; SATUÉ, 2017)

2.2 Anestesia em éguas gestantes

O risco fetal mais sério associado à anestesia materna é a asfixia intra-uterina. Como a oxigenação fetal depende da oxigenação materna, são críticas a manutenção da tensão arterial de oxigênio materna, da capacidade carreadora de oxigênio, da afinidade do oxigênio e da perfusão uteroplacentária (FERNANDES, 2006). Segundo a classificação da “Sociedade Americana de Anestesiologia” (ASA, 2014) que estabelece o risco anestésico, pacientes gestantes classificam-se como ASA 2 (pacientes com doenças sistêmicas de grau leve), em uma escala da 1 a 6, além de emergências (ASA E). Esta classificação é importante por estimar riscos de possíveis complicações anestésicas e cirúrgicas, bem como fornecer o prognóstico do paciente (LUZ et al., 2012), apresentando estreita relação com a morbidade e

mortalidade anestésicas (ORTENZI, 2006). Neste ínterim, não se classificam os pacientes de acordo com a fase gestacional, assim como não existe menção quanto ao risco anestésico sobre o feto.

As modificações fisiológicas induzidas pela gravidez representam risco para a mãe e o feto durante uma cirurgia. A partir da fecundação, uma série de alterações morfológicas, imunológicas e endocrinológicas ocorrem no oviduto e útero, as quais são importantes componentes do estabelecimento e manutenção do estado gestacional (ALLEN, 2000). A placenta microcotiledonária e o endométrio inteiramente funcional são pré-requisitos essenciais para uma gestação normal na égua e produção de um feto sadio e bem desenvolvido (GINTHER, 1992; ALLEN; STEWART, 2001; WILSHER; ALLEN, 2003). Tem-se que o estabelecimento de uma placenta madura e funcional ocorre aproximadamente aos 150 dias de gestação, quando os microcotilédones apresentam-se completamente formados. Cada microcotilédone é suprido por uma artéria maternal e uma equivalente artéria da placenta fetal (ALLEN, 2001; WILSHER; ALLEN, 2003). As funções da placenta são diversas e incluem nutrição e respiração fetal (ABD-ELNAEIM et al., 2006), além da retirada de detritos (GINTHER, 1992).

Sendo assim, durante a anestesia geral inalatória em éguas prenhes, existe o risco de que alterações hemodinâmicas maternas possam comprometer a perfusão uteroplacentária e/ou oxigenação fetal, aumentando o risco de abortos ou partos prematuros. Considerando o terço final de gestação, os efeitos mecânicos durante a anestesia geral inalatória tornam-se evidentes, visto que 2/3 do crescimento fetal ocorre nesse período (FERNANDES, 2006). O aumento de volume uterino associado ao decúbito dorsal pode causar compressão da veia cava caudal, reduzindo o retorno venoso, a pré-carga e o débito cardíaco, culminando com um quadro de hipotensão sistêmica, assim como a compressão da aorta abdominal, pode reduzir o fluxo sanguíneo uterino (BOAS; LUCENA; RIBEIRO, 2009). Dessa forma, alterações hemodinâmicas e de oxigenação tecidual poderiam alterar o risco anestésico, no terço final de gestação, tanto para a égua quanto para o feto.

A anestesia geral e os protocolos de analgesia são indispensáveis tanto na medicina humana quanto na veterinária, trazendo consigo riscos oriundos da depressão do sistema nervoso central. Apesar dos avanços tecnológicos de monitoramento anestésico e da descoberta de diversos fármacos, a anestesia geral ainda apresenta riscos ao paciente. Segundo a literatura, o risco anestésico na

medicina veterinária é de 0,5, 1 e 10 mortes a cada 1000 procedimentos em cães, gatos e equinos, respectivamente (NOEL-MOGAN; MUIR, 2018).

A grande maioria dos fármacos utilizados em procedimento anestésicos apresentam efeitos depressores do sistema cardiovascular, que podem ainda ter seus efeitos agravados em casos como sepse, trauma, hipotermia, inflamação ou outras alterações sistêmicas (BONAGURA; MUIR, 1991). Dentre as complicações mais comumente encontradas no período trans anestésico, na medicina veterinária, estão as alterações do débito cardíaco, hipotensão, distúrbios ventilatórios e parada cardiorrespiratórias, ocasionados principalmente pela diminuição da contratilidade cardíaca e da dilatação arterial. A ventilação e a perfusão tecidual são dois fatores fundamentais para uma boa anestesia. Nos equinos, devido ao seu tamanho, tanto a ventilação quanto a perfusão tecidual são dificultados, tornando a anestesia geral um desafio ainda maior (NOEL-MOGAN; MUIR, 2018). Este entrave pode ser ainda mais intensificado em éguas no terço final de gestação, em que o potro e seus anexos ocupam um volume abdominal considerável, aumentando ainda mais a pressão sob a cavidade torácica (BOAS; LUCENA; RIBEIRO, 2009).

A compressão torácica promovida pelas vísceras abdominais sobre o diafragma durante o decúbito dorsal, em equinos anestesiados, gera áreas de atelectasia e de obstrução parcial da condução gasosa, dificultando as trocas gasosas, favorecendo a abertura de shunts pulmonares e a mistura dos sangue arterial e venoso nos pulmões (BRIGANTI et al., 2015). Taylor, Silver e Fowden (1992) verificaram, por meio da cateterização de vasos uterinos e fetais, redução do fluxo sanguíneo uterino/placentário durante anestesia geral inalatória em éguas prenhes. Algumas tentativas de melhorar a ventilação dos equinos no período trans anestésico têm sido estudadas, como a implementação da posição de Tremdelemburg reversa (TR), em que se posiciona o animal em decúbito dorsal com inclinação de 30°, mantendo-se a cabeça acima do tronco (BINETTI et al., 2018).

A hemogasometria consiste na avaliação de íons e gases no sangue arterial ou venoso. Dentre os principais dados a serem colhidos por meio da gasometria sanguínea estão o pH, PO₂, PCO₂, SO₂, TCO₂, HCO³⁻, déficit de bases e íons como potássio, sódio, cloreto e cálcio. Durante procedimentos anestésicos, em equinos, as análises gasosas sanguíneas apresentam importante auxílio na avaliação dos pacientes, em três principais características, sendo elas, o equilíbrio ácido-base, a ventilação e a oxigenação tecidual, facilitando a compreensão da dinâmica

cardiovascular e respiratória e direcionando as intervenções terapêuticas (IRIZARRY; REISS, 2009).

Em equinos anestesiados, a pressão arterial média deve manter-se entre 60 e 90 mmHg. Pressão arterial média menor que 60 mmHg está associada com a perda da autorregulação do fluxo sanguíneo no leito vascular e deve ser evitada (HUBBELL, 2004). A avaliação do débito cardíaco tem sua relativa importância durante a anestesia geral inalatória, em equinos, uma vez que a hipotensão é a principal complicação anestésica nesta espécie, devido à utilização de fármacos que causam depressão do sistema cardiovascular (SHIH, 2013). O débito cardíaco pode prever alterações do sistema cardiovascular muito antes das variações de pressões arteriais. A redução do débito cardíaco, promove redução da perfusão tecidual e altera o metabolismo celular periférico, podendo acarretar falência múltipla de órgãos (SHIH, 2013; NOEL-MOGAN; MUIR, 2018). Por outro lado, o débito cardíaco não deve ser a única medida para avaliação do sistema cardiovascular, devendo sempre ter outros parâmetros para avaliações mais completas, utilizando informações como concentração de hemoglobina sanguínea e saturação de oxigênio, que são junto ao débito cardíaco, os fatores mais importantes para revelar a oxigenação tecidual (IRIZARRY; REISS, 2009).

Atualmente, existem quatro maneiras para a avaliação do débito cardíaco, sendo elas, métodos indicativos, realizados por meio de cateteres de termodiluição e técnicas de diluição de lítio, derivações do princípio de Fick, ondas de análises dos pulsos arteriais e métodos de imagem, como ecocardiograma torácico e bioimpedância. Na medicina equina, a utilização do método de termodiluição, utilizando o cateter de Swan Ganz, é considerado o padrão ouro para a mensuração do débito cardíaco e é um dos poucos métodos viáveis para a determinação do débito cardíaco em equinos adultos (SHIH, 2013).

Jeremy Swan e William Ganz desenvolveram um cateter de artéria pulmonar, na década de 70, e tal feito revolucionou a mensuração do débito cardíaco, das pressões intra-cardíacas e das resistências vasculares, em casos de alterações cardíacas e pulmonares, mudando os conceitos de medicina intensiva (THAKKAR; DESAI, 2018). O cateter de Swan Ganz é um cateter de lúmen duplo, elaborado especialmente com um termostato em sua extremidade. A implantação deste cateter na espécie equina é similar às demais espécies, exceto que, por ser um cateter humano, permite utilização apenas em potros. Em cavalos adultos, é necessário

adaptá-lo, utilizando um segundo portal para a introdução de um cateter venoso central até a base do coração (SHIH, 2013). O cateter pode ser implantado com certa facilidade, até mesmo em pacientes críticos, apesar disso é necessário um treinamento e experiência para sua colocação e interpretação dos resultados (CHATTERJEE, 2009). Este método utiliza a temperatura como indicador da passagem de fluido, por meio do termostato presente na extremidade do cateter. Um *bolus* de solução isotônica gelada deve ser rapidamente injetado no paciente, próximo ao átrio direito, e a diferença de temperatura promovida pela diluição do sangue com a solução gelada é mensurada na artéria pulmonar. É então formado um gráfico da temperatura do sangue diluído em relação ao tempo, sendo calculada a área formada abaixo desta curva. O débito cardíaco é inversamente proporcional à área abaixo da curva, segundo o princípio de Stewart-Hamilton (SHIH, 2013). Apesar de ser considerado o padrão ouro para mensuração do débito cardíaco, a utilização do cateter de termodiluição apresenta algumas desvantagens e riscos à saúde do paciente, como danos ao endotélio cardíaco, arritmias, infecções e tromboembolismo pulmonar (RUDZIŃSKI et al., 2016).

2.3 Monitoração fetal em éguas gestantes

Atualmente, em equinos, a monitoração fetal durante um procedimento anestésico é raramente realizada e não se sabe qual é o método seria o mais indicado para a realização deste acompanhamento. O principal parâmetro para se avaliar o sofrimento fetal é a frequência cardíaca, que pode ser correlacionada ao débito cardíaco fetal (ITSKOVITZ-ELDOR; THALER, 2005). A avaliação da frequência cardíaca fetal e da variação da frequência cardíaca fetal é uma ferramenta muito promissora na avaliação do bem-estar fetal (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2015).

A ultrassonografia é um método não invasivo de avaliação da frequência cardíaca do feto, sendo uma técnica prática e de fácil realização (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2014).

Outra maneira de se monitorar a frequência cardíaca fetal é o eletrocardiograma materno fetal. Neste método de avaliação é realizado o controle, em tempo real, dos batimentos cardíacos maternos e, ao mesmo tempo, os batimentos cardíacos fetais. O eletrocardiograma materno fetal é possível de ser

realizada a partir dos 121 dias de gestação, tendo sua utilização garantida após o quarto mês de gestação (NAGEL; AURICH; AURICH, 2010).

A mensuração e a avaliação da frequência cardíaca fetal têm se mostrado uma excepcional ferramenta para verificação da resposta à restrição do suprimento de oxigênio ao feto, comportando-se de maneira diferente da resposta de um animal adulto. Em humanos e animais adultos, quando em hipóxia, ocorre elevação espontânea das frequências cardíacas e respiratórias, com o intuito de aumentar o suprimento de oxigênio dos órgãos. Já nos fetos em hipóxia, não há como aumentar o fluxo sanguíneo e o oxigênio proveniente do útero, inicialmente, a frequência cardíaca fetal reduz, com o intuito de abaixar o metabolismo e a demanda energética do miocárdio. Simultaneamente, ocorre vasoconstricção nos órgãos, assegurando o suprimento de oxigênio ao cérebro, coração e glândulas adrenais (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2015).

O feto apresenta uma certa tolerância à hipóxia, sem sofrer nenhum dano. Em casos onde ocorre redução da perfusão sanguínea placentária, em fetos com o sistema nervoso central formado, verifica-se que a oxigenação fetal se mantém adequada. Se a oferta de oxigênio reduzida persiste, o feto promove adaptações para sobreviver, como bradicardia e ausência de crescimento, anabolismo e movimentação. Se a hipóxia é agravada ou persiste por um período de tempo maior, um mecanismo compensatório destinado a manter o mínimo de perfusão é acionado e resulta em taquicardia, ainda com ausência de movimentos. Quando o miocárdio começa a ficar exausto pela taquicardia prolongada, em ambiente de hipóxia, o feto entra novamente em bradicardia, imediatamente antes de sua morte (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2015).

Aparentemente, a monitoração fetal não altera o manejo anestésico e, geralmente, não são necessárias intervenções obstétricas, mas recomenda-se que seja planejada a monitoração transcirúrgica do feto, sendo importante haver uma pessoa qualificada para a interpretação dos batimentos cardíacos fetais e indispensável à presença de um cirurgião obstetra, de prontidão, para qualquer necessidade de intervenção (BALDWIN et al., 2015).

3 JUSTIFICATIVA

Frequentemente éguas gestantes são submetidas a procedimentos cirúrgicos eletivos ou emergenciais e há grande variedade dos índices de sobrevivência fetal entre os hospitais de equinos, sendo difícil precisar os riscos da anestesia geral inalatória, tanto para o feto quanto para a égua nas diferentes fases gestacionais. A monitoração materno-fetal transanestésica comparada oferecerá dados sobre as alterações hemodinâmicas no feto advindas, diretamente, dos fármacos anestésicos circulantes e, indiretamente, pela condição hemodinâmica/hemogasométrica apresentada pela égua gestante anestesiada, permitindo que o anestesista atue, visando a segurança do procedimento, tanto para a égua quanto para o feto. Sendo assim, a monitoração materno-fetal adequada durante procedimentos anestésicos será uma ferramenta importante no aumento das taxas de nascimento.

4 OBJETIVOS

Avaliar comparativamente a ultrassonografia abdominal, o eletrocardiograma materno-fetal e estabelecer qual o melhor e mais eficaz tipo de monitoração fetal a ser utilizado durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação, a fim de identificar alterações hemodinâmicas no feto e ou sofrimento fetal.

4.1 Objetivos específicos

- Padronizar a utilização dos diferentes tipos de monitoração fetal durante anestesia geral inalatória de éguas gestantes, sendo eles:
 - Ultrassonografia abdominal;
 - Eletrocardiograma materno-fetal;
- Avaliar comparativamente as alterações hemodinâmicas fetais com as maternas;
- Avaliar a taxa de abortamento, nascimentos prematuros, potros fracos e sadios nascidos de éguas submetidas à anestesia geral inalatória durante o terço final de gestação.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP, com número de protocolo 010885/18. Estando de acordo com os preceitos da lei n° 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA). Este projeto é financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), com bolsa de mestrado.

5.1 Local e animais

Foram utilizadas nove éguas provenientes do biotério de pesquisa em clínica, cirurgia e reabilitação de equinos, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, sem padrão de raça, com idade entre 5 a 10 anos, pesando entre 350 e 400 kg e em terço final de gestação (>300 dias).

Foi realizada a estação de monta dos animais utilizando a monta natural. Os animais foram mantidos com o garanhão por 30 dias para cobertura natural de maneira não controlada, após esse período foi retirado o garanhão e logo após 15 dias realizado o diagnóstico de gestação por ultrassonografia transretal.

Todos os animais foram avaliados previamente ao estudo, sendo considerados hígidos os que apresentarem hemograma, função renal e hepática dentro dos valores fisiológicos para a espécie. Após 9 meses de gestação, as éguas foram mantidas em piquetes coletivos e a cada 60 dias foram desverminadas. Da mesma forma, foi realizada vacinação preventiva para enfermidades infecciosas abortivas (herpesvirus e leptospirose). Os animais foram alimentados com feno de capim coast cross, 2% do peso vivo e ração comercial para equinos, 1% do peso vivo e tiveram à disposição água fresca e sal mineral para equinos. Foi realizado exame hematológico mensal das éguas prenhes, até o dia do parto, assim como foi realizada avaliação ultrassonográfica transretal mensal das éguas, até o dia do parto.

5.2 Procedimento experimental

Doze horas antes do início do experimento, os animais foram submetidos a jejum alimentar. No dia do experimento, os animais foram contidos em tronco e tiveram a veia jugular direita canulada, com cateter 14G, para administração dos

fármacos intravenosos. Na veia jugular esquerda foi realizada a implantação de cateter de termodiluição (“Swan Ganz”), como descrito posteriormente. Foi realizada tricotomia da região abdominal ventro-lateral, do esterno até o úbere, a fim de facilitar a realização dos exames ultrassonográficos

5.3 Procedimento anestésico

Os animais receberam xilazina, na dose de 1 mg/kg, via intravenosa (IV), como medicação pré-anestésica (MPA). Quinze minutos após a MPA, foi realizada a indução anestésica com cetamina 10%, na dose de 2,2 mg/kg, IV e midazolam, na dose de 0,1 mg/kg, IV, combinados na mesma seringa.

Após a indução anestésica, os animais foram içados pelos membros por uma talha elétrica e colocados em decúbito dorsal na mesa cirúrgica. A manutenção anestésica foi realizada com isoflurano, diluído em oxigênio 100%, fornecidos por meio de um aparelho de anestesia inalatória com circuito valvular. A fração expirada de isoflurano (E_{Iso}) foi ajustada em 2,25V%, equivalente a 1,5 concentração alveolar mínima (CAM) do equino e a ventilação controlada foi ajustada em até 35 mmHg, de maneira a manter a normocapnia (35 e 40 mmHg). A frequência respiratória foi ajustada em 10 mov/min, a relação inspiração/expiração (I/E) em 1:2 e o volume corrente em 10 mL/kg/min. O valor da pressão arterial média foi mantido entre 60 a 70 mmHg, hipotensão controlada, sendo instituída a infusão intravenosa de solução de dobutamina (5 µg/kg/min), quando necessário.

O tempo de monitoramento durante anestesia geral inalatória foi padronizado em setenta e cinco minutos.

5.4 Avaliações fetais

Todas as avaliações descritas a seguir foram conduzidas simultaneamente e foram sempre realizadas pelo mesmo avaliador, de acordo com a figura 1.

5.4.1 Ultrassonografia Abdominal

Foi realizada avaliação da frequência cardíaca dos fetos utilizando probe macroconvexa do equipamento Mylab30 Gold da ESAOTE®, via ultrassonografia transabdominal, realizando o exame após ampla tricotomia da região abdominal ventral (entre o externo e a região do úbere), segundo a técnica descrita por Baska-Vincze, Baska e Szenci (2014).

A ultrassonografia abdominal foi realizada antes da medicação pré-anestésica (MPA) (T-15), imediatamente após a colocação do animal no centro cirúrgico (T0) e durante a anestesia inalatória, em intervalos de 15 minutos, até que se completaram 75 minutos de avaliação (T15, T30, T45, T60 e T75). Logo após a recuperação anestésica foi realizada nova avaliação.

5.4.2 Eletrocardiograma materno-fetal

A avaliação do eletrocardiograma materno-fetal foi realizada com o equipamento de eletrocardiograma veterinário, sendo utilizados quatro eletrodos adesivos, colocados na égua prenhe, na seguinte ordem: verde no lado esquerdo do pescoço, amarelo da região do flanco esquerdo sobre a última costela, preto na região da garupa esquerda e vermelho na parede abdominal direita na altura da articulação femuro-tibial, segundo descrito por Nagel, Aurich e Aurich (2010). O eletrocardiograma foi mantido durante todo o procedimento anestésico e os dados foram armazenados para posterior avaliação. As avaliações do eletrocardiograma materno-fetal foram realizadas antes da medicação pré-anestésica (MPA), imediatamente após a colocação do animal no centro cirúrgico (T0) e a cada 15 minutos após início da anestesia inalatória, até que se completassem 75 minutos de avaliação (T15, T30, T45, T60 e T75).

Tabela 1 - Quadro descritivo das avaliações fetais

Avaliações	Tempos
Ultrassonografia abdominal	T-15, T0, T15, T30, T45, T60 e T75 e após recuperação anestésica.
Eletrocardiograma materno fetal	T-15, T0, T15, T30, T45, T60 e T75.

Fonte: Própria autoria. T=tempo em minutos; MPA=Medicação pré-anestésica.

5.5 Avaliações maternas

Durante o período pré-experimental, as éguas gestantes foram avaliadas, diariamente, por meio de exames clínicos e, semanalmente, por meio da avaliação de frequência cardíaca fetal, realizada por ultrassonografia abdominal, utilizando probe macroconvexa do equipamento Mylab30 Gold da ESAOTE®. Sendo observada qualquer alteração na égua ou no feto que sugira sofrimento fetal ou risco de aborto, os animais seriam encaminhados para tratamento e, se necessário, excluídos do experimento.

5.5.1 Exame clínico

As éguas gestantes foram diariamente monitoradas até o momento do parto, quanto aos parâmetros clínicos como frequência cardíaca, aferida com estetoscópio convencional, frequência respiratória, aferida pela observação da movimentação do gradil costal, temperatura corpórea, aferida com auxílio de termômetro convencional, motilidade intestinal, aferida com estetoscópio convencional e presença de secreções vaginais. Este exame clínico foi repetido imediatamente antes da administração da MPA e após a recuperação anestésica.

5.5.2 Monitoração anestésica

A monitoração anestésica, registrada a cada 10 minutos, durante o período em que as éguas gestantes foram submetidas à anestesia geral inalatória, foi realizada com auxílio do monitor multiparamétrico portátil, Digicare Networked Multi-Parameter Veterinary Monitor Lifewindow™ LW9xVetl®, obtendo-se o eletrocardiograma materno em tempo real (FC; bat/min), em derivação base-ápice, em que o eletrodo verde foi colocado entre o 5 e 6 espaço intercostal esquerdo (ápice cardíaco), o eletrodo vermelho no sulco da jugular do lado direito e o eletrodo preto no ápice da espinha da escápula no lado esquerdo, como descrito por Fernandes et al. (2004). Também foram monitoradas a saturação de oxigênio (SaO₂), por meio de oxímetro com sensor posicionado na língua dos animais e a capnografia (pressão parcial de CO₂ na mistura gasosa expirada), por meio de capnógrafo *sidestream* posicionado na saída da sonda traqueal. A temperatura corpórea foi mensurada, em °C, por termômetro digital convencional.

5.5.3. Débito Cardíaco (DC), Pressão da Artéria Pulmonar (PAP) e Pressão Venosa Central (PVC)

O débito cardíaco, em L/min, foi realizado de acordo com procedimento descrito por Muir et al. (1976) e Pimenta (2009) (Fig. 1). Foram introduzidos, na veia jugular direita, a uma distância de 20 cm, dois cateteres introdutores 8,5F, sob efeito de anestesia local infiltrativa, com lidocaína 2% (1mL, via subcutânea) (Fig. 2). Através do lúmen do primeiro cateter (proximal) foi introduzido um cateter de termodiluição (“Swan Ganz”, mono lumen, modelo 151F7®, Edwards Lifesciences), cuja extremidade foi posicionada no interior da artéria pulmonar. O segundo cateter (distal), serviu de guia à uma cânula de polietileno, cuja extremidade foi posicionada

no átrio direito. Ambos, cateter e cânula, foram conectados a transdutores de pressão posicionados na altura do coração (articulação escápulo-umeral) e a monitor multiparamétrico. O correto posicionamento do cateter de termodiluição e da cânula foi confirmado por meio da observação de ondas características no monitor multiparamétrico (BONAGURA & MUIR, 1991).

O cateter de termodiluição foi empregado na mensuração do débito cardíaco (DC) e da pressão média da artéria pulmonar (PAP). A cânula de polietileno foi utilizada para mensuração da pressão venosa central (PVC) e também para injeção da solução de glicose a 5%, na temperatura de 0 a 4°C, durante as mensurações de DC.

Após a instrumentação dos animais, foram injetados 10 mL para cada 100kg de peso corporal, de solução de glicose a 5% (0-4° C), na veia cava, por meio de cânula de polietileno, durante 3 segundos, com auxílio de seringa de 60mL. Desta forma, a mudança de temperatura no sangue da artéria pulmonar em função do tempo, foi detectada por meio de cateter de termodiluição (“Swan Ganz”), conectado ao equipamento para mensuração do DC. Foi utilizado o valor de 1,968 como constante de computação para a determinação do débito cardíaco. Porém, devido à restrição numérica do aparelho, esta constante foi dividida por 3; ou seja, o valor empregado no monitor multiparamétrico foi de 0,656. Para se calcular o débito cardíaco real do paciente foi multiplicado o valor encontrado pelo equipamento pelo mesmo valor empregado na divisão da constante (neste caso 3). Para cada tempo, o débito cardíaco foi obtido por meio do cálculo da média de 5 curvas de termodiluição obtidas em sequência. Somente foram consideradas as curvas que apresentaram uma variação de temperatura de no mínimo 0,2° C.

Figura 1 - Preparo da mesa cirúrgica para introdução do Kit do cateter de termodiluição Swan Ganz da Edwards Lifescience®



Fonte: Própria autoria.

Figura 2 - Introdutor fixado à pele para passagem do cateter de Swan Ganz (seta vermelha). Introdutor fixado à pele para a passagem do cateter de polietileno (seta azul)

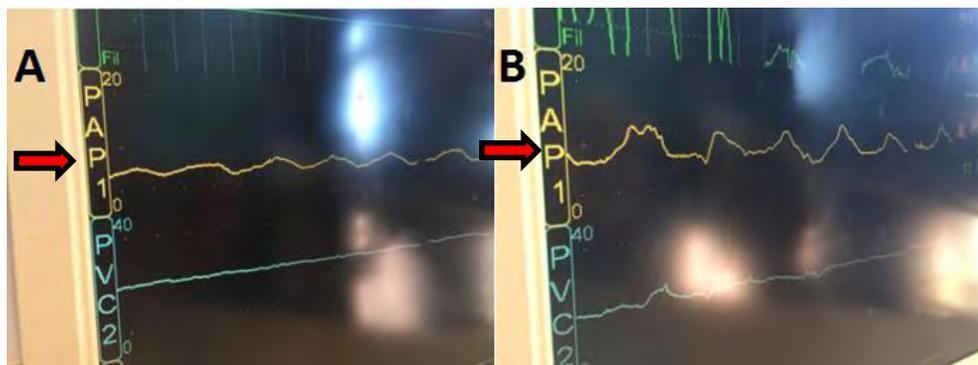


Fonte: Própria autoria.

Após conexão do cateter de Swan Ganz ao monitor multiparamétrico, era possível visualizar a presença de ondas de pressão, que se apresentavam com amplitude baixa e com platô longo, no formato da figura 3A ou com amplitude um pouco maior, porém, mantendo sempre o platô longo, podendo ainda, apresentar um pico, seguido de platô, como demonstrados na figura 3B. Esse padrão de onda

configura a localização do cateter na jugular. Neste momento, a escala da pressão da artéria pulmonar (PAP), no monitor, deve estar entre 0 e 20 mmHg.

Figura 3 – Ilustração da utilização do cateter de Swan Ganz. **A:** Ondas de pressão venosa central (PVC, seta), apresentando baixa amplitude e platô longo **B:** Ondas de PVC (seta) de maior amplitude, apresentando um platô simples ou um pico, seguido de platô



Fonte: Própria autoria.

Ao seguir introduzindo o cateter pelo vaso, as características da onda de pressão vão se modificando e, ao adentrar o átrio direito, o formato da onda passa a ser de platô, seguido de pico, como representado pela figura 4. Neste momento, a escala da pressão da artéria pulmonar (PAP), no monitor, ainda deve estar entre 0 e 20 mmHg.

Figura 4 – Ondas de átrio, apresentando baixa amplitude, porém representada por um platô longo, seguido por um pico (seta)

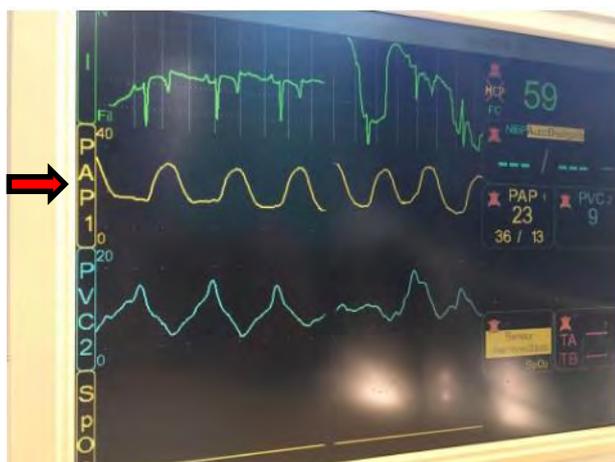


Fonte: Própria autoria.

A passagem do cateter do átrio para o ventrículo direito deve ser realizada lentamente, pois pode gerar certo desconforto ao animal. Neste momento, neste estudo, dois dos nove animais tentaram saltar o tronco de contenção. Quando a passagem do cateter do átrio para o ventrículo é bem-sucedida, facilmente se observa as alterações nas ondas de pressão, que apresentam uma amplitude muito

maior e um platô bem menor, quando comparada às demais ondas (Fig. 5). Neste momento, há uma mudança da escala da pressão da artéria pulmonar (PAP), no monitor, passando para valores entre 0 e 40 mmHg.

Figura 5 - Ondas de ventrículo, apresentando maior amplitude e platô curto, se assemelhando a uma curva de distribuição normal (seta)



Fonte: Própria autoria.

Neste momento, deve-se inflar o *cuff* do cateter de Swan Ganz, com 1,5 mL de ar, para que a extremidade do cateter flutue e o mesmo realize a passagem do ventrículo direito para a artéria pulmonar. Ao chegar na artéria pulmonar, alterações das ondas de pressão serão observadas, que voltam a apresentar uma amplitude menor e um platô mais longo, semelhante à pressão venosa central, porém, a partir desse momento, a escala da pressão da artéria pulmonar (PAP), no monitor, deve estar entre 0 e 40 mmHg, como se observa na figura 6.

Figura 6 - Ondas da artéria pulmonar apresentando amplitude menor que as ondas ventriculares, platô mais longo, se assemelhando a uma curva de pressão venosa central, porém com valores mais elevados (seta)

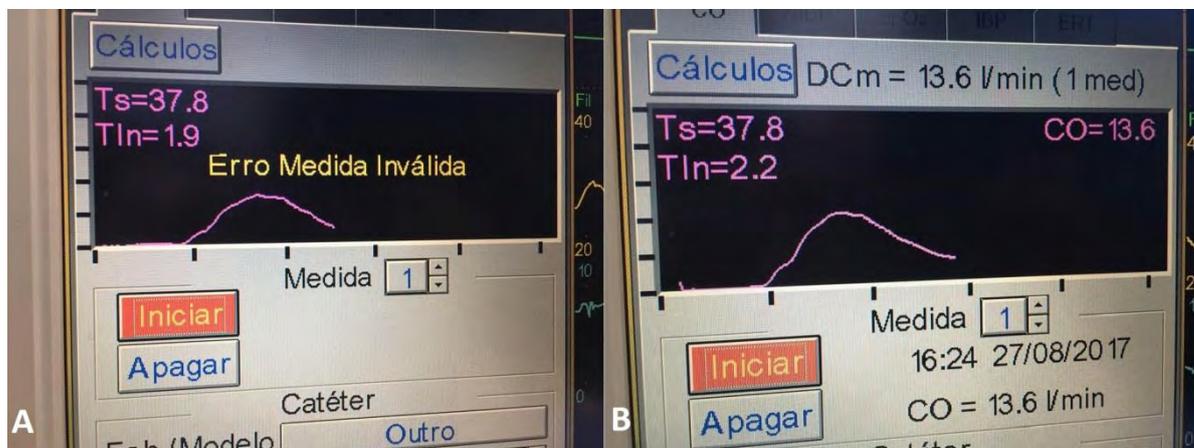


Fonte: Própria autoria.

Ao finalizar esta primeira etapa, foi realizada a passagem do cateter de polietileno no segundo introdutor, de maneira similar à realizada com o cateter de Swan Ganz, até que se consiga ondas de pressão similares às de pressão venosa central.

Nesse momento, era injetada a solução isotônica, entre 0 e 4°C, para mensuração do débito cardíaco. Para mensuração da temperatura da solução isotônica, um termômetro acoplado ao monitor multiparamétrico, é imerso em um isopor com água, gelo e a solução isotônica. O volume de solução injetada, deve ser de 0,1 ml por kg de peso vivo, em um período de, no máximo, 5 segundos. Para os animais utilizados neste estudo, o volume a ser injetado variou entre 35 a 45 ml de solução, para formação da curva de débito cardíaco (Fig. 7 A e B).

Figura 7 - A: Curva de débito cardíaco com erro de mensuração ocasionado pela assincronia no momento de infusão da solução isotônica gelada. **B:** Curva de débito cardíaco realizada com sucesso; valor obtido precisa ser matematicamente corrigido, multiplicando pelo fator três



Fonte: Própria autoria.

Após implantação do cateter de Swan Ganz com os animais em estação e mensuração do débito cardíaco pré-anestésico, o cateter era desconectado do monitor, porém mantido implantado, com bandagem, utilizando ataduras de crepom, ataduras elásticas e esparadrapos (Fig. 8), sendo o animal imediatamente conduzido ao centro cirúrgico, para a indução anestésica.

Figura 8 - Bandagem utilizando atadura de crepom, atadura elástica e esparadrapo para proteção do cateter até a chegada ao centro cirúrgico



Fonte: Própria autoria.

Durante todo o período de anestesia, a cada 10 minutos, foram colhidos os dados maternos de frequência cardíaca e respiratória, concentração final expiratória de gás carbônico (ETCO₂ - mmHg) e da saturação periférica da oxihemoglobina (SpO₂ - %), valores percentuais médios de inspiração e expiração de isofluorano, valores das pressões arteriais sistólica, média e diastólica (mmHg) e temperatura corpórea (°C), obtidos pelo monitor multiparamétrico portátil Digicare Networked Multi-Parameter Veterinary Monitor Lifewindow™ LW9xVetl® (Fig. 9).

Ressalta-se que o T0 foi considerado após a paramentação anestésica materno-fetal estar completa, ou seja, quando a monitoração da pressão arterial invasiva já estava estabelecida, a equipe de mensuração do débito cardíaco com o monitor reconectados ao animal, a equipe da monitoração fetal com o ultrassom localizando o coração e o eletrocardiograma materno-fetal já posicionado. Estabeleceu-se um tempo máximo de 15 minutos para início das mensurações.

Figura 9 - Monitor multiparamétrico portátil Digicare Networked Multi-Parameter Veterinary Monitor Lifewindow™ LW9xVetl® com seus registros momentos antes do acesso arterial para colheita das pressões arteriais sistólica, média e diastólica



Fonte: Própria autoria.

A partir dos valores obtidos de débito cardíaco, foi possível determinar:

- **Índice cardíaco (IC)**, em mL/kg/min, obtido pela fórmula $IC = DC / \text{Peso}$;
- **Volume sistólico (VS)**, em mL/bat, obtido pela fórmula $VS = DC / FC$;
- **Resistência Vascular Periférica (RVP)**, em dinas.seg.cm^{-5} , obtida pela fórmula $RVP = (PAM - PVC) / DC \times 79,9$

As avaliações foram realizadas imediatamente antes do início do procedimento anestésico (T-15) e a cada 15 minutos durante todo o período de anestesia geral inalatória (T0, T15, T30, T45, T60 e T75).

5.5.4 Pressão invasiva

A pressão arterial foi aferida de maneira invasiva, por meio de acesso à artéria facial transversa, com cateter periférico intravenoso 20G, que foi conectado ao aparelho de monitoração anestésica portátil, Digicare Networked Multi-Parameter Veterinary Monitor Lifewindow™ LW9xVet®, por meio de um equipo repleto com solução heparinizada (1000 UI de heparina sódica por litro de solução fisiológica 0,9%). O menisco de água foi posicionado na altura da articulação escápulo-umeral do animal, que corresponde à altura do coração, sendo o valor representado no visor do equipamento, as pressões arteriais sistólica, diastólica e média, em mmHg. Foi avaliada a pressão arterial invasiva a cada 10 minutos durante todo o período de anestesia geral inalatória.

5.5.5 Hemogasometria arterial

Para a análise hemogasométrica foi colhido 1 mL de sangue da artéria facial transversa dos animais, em seringa própria, que contém heparina de lítio com cálcio balanceado, evitando a formação de micro coágulos.

A colheita de sangue arterial durante a anestesia geral inalatória foi realizada pelo acesso posicionado previamente para avaliação da pressão arterial invasiva, sendo realizadas análises hemogasométricas seriadas, imediatamente antes a MPA (T-15) e em intervalos de 30 minutos durante todo o período de anestesia geral inalatória (T-15, T30, T60 e T75).

As avaliações de hemogasometria foram realizadas utilizando o equipamento portátil I-STAT®, que utiliza o cartucho CG8+ e 2 a 3 gotas sangue, sendo avaliados pH, pressão parcial de oxigênio (PaO₂), pressão parcial de gás carbônico (PaCO₂), bicarbonato (HCO₃⁻), Déficit de bases (ecf), saturação de oxigênio (SaO₂), concentração de hemoglobina, glicose, sódio, potássio, cálcio.

5.5.6 Lactato sanguíneo

Foi avaliado o lactato sanguíneo materno utilizando o monitor portátil Accutrend Plus Roche®. Para isso, foi realizada a colheita de sangue venoso da veia jugular

externa, sendo puncionada individualmente a cada colheita de sangue. Foram realizadas avaliações seriadas do lactato sanguíneo imediatamente antes a MPA (T-15) e a cada 30 minutos durante todo o período de anestesia geral inalatória (T30, T60 e T75).

Tabela 2 - Quadro descritivo das avaliações maternas

Método de avaliação	Tempo
Débito cardíaco, Pressão da artéria pulmonar e Pressão venosa central,	T-15, T0, T15, T30, T45, T60, T75.
Hemogasometria arterial	T-15, T30, T60 e T75.
Lactato sanguíneo	T-15, T30, T60 e T75.
Frequências cardíaca e respiratória, temperatura, oximetria de pulso, capnografia, pressão parcial de CO ₂ e pressão arterial invasiva	Avaliados constantemente a cada 10 minutos durante anestesia geral inalatória.
Exame físico dos animais	T-15, imediatamente após recuperação anestésica e constantemente até o momento do parto.

Fonte: Própria autoria. T=tempo em minutos; h=horas antes e após o protocolo experimental; MPA=Medicação pré-anestésica.

5.6 Comparação entre Dados Maternos e Fetais

Foi realizado estudo comparativo das alterações maternas com as fetais durante todo o período de avaliações. Foram buscadas correlações entre as alterações hemodinâmicas apresentadas pela égua prenhe durante o procedimento anestésico que possam predizer alterações hemodinâmicas no feto.

5.7 Avaliação da taxa do parto

As éguas tiveram o parto monitorado e assistido. Foram registrados os dados referentes ao índice de APGAR modificado para potros. Este sistema de pontuação classifica frequência e ritmo cardíaco, ritmo respiratório, tônus corporal e resposta a estímulos, como demonstrado na tabela 3 (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004). Foram calculados também o intervalo entre o procedimento anestésico e o parto, a duração do 1º estágio do parto (tempo entre o primeiro sinal de parto e ruptura da membrana alantocorionica), do 2º estágio do parto (tempo entre o ruptura da membrana alantocorionica e completa expulsão do feto), e do 3º estágio do parto (tempo entre a o tempo completa expulsão do feto e a liberação dos anexos fetais), o tempo para os potros ficarem em esternal, o tempo para os potros ficarem

em estação, para apresentação do reflexo de sucção, o tempo para mamarem e o tempo para liberarem o mecônio.

Tabela 3 - Score APGAR modificado para avaliação dos potros nascidos

Score	2	1	0
Frequência Cardíaca	>60 bpm, regular	<60 bpm, irregular	Ausente
Frequência Respiratória	Regular	Irregular	Ausente
Estímulo de reflexo nasal ou petelecos na orelha	Espirro ou tosse, mexer a cabeça	Fraca resposta ao estímulo	Sem resposta
Tônus muscular	Esternal, ativo	Alguma flexão	Decúbito lateral

Fonte: KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004, adaptado. Scores: 7-8 (normal); 4-6 (moderada asfixia); 0-3 (severa asfixia); bpm (batimentos por minuto).

5.8 Avaliação bioquímica do neonato

Cinco minutos após o nascimento dos potros era realizado o APGAR e imediatamente após foram colhidas amostras de sangue em tubos com EDTA para análise de hemograma, relação neutrófilo/linfócito e em tubos secos para avaliação dos perfis hepático (análises de AST, GGT, proteínas totais, albumina, globulinas, bilirrubina total, direta e indireta) e renal (análises de ureia e creatinina), a fim de comprovar que a anestesia não comprometeu nenhum desses sistemas e que o potro se encontrava hígido.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

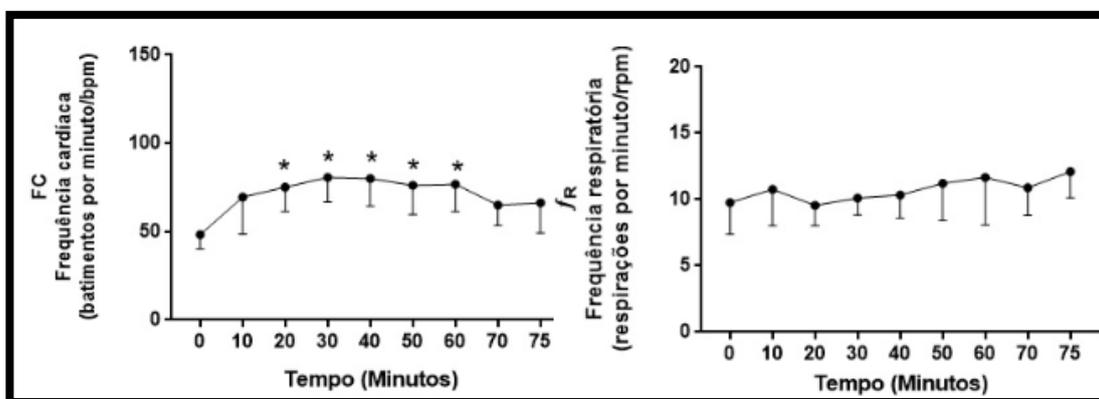
Os dados obtidos na fase experimental foram submetidos à análise estatística empregando-se o software Prisma para Windows. Foi utilizada a análise de variância para repetições múltiplas (one way RM ANOVA) para os dados paramétricos, na avaliação das diferenças das médias ao longo do tempo dentro de cada grupo. A comparação entre os grupos (diferentes monitorações fetais), nos diferentes intervalos, foi realizada pelo teste-t de Student. Para os dados não paramétricos foi utilizada a análise de variância para repetições múltiplas em blocos (Friedman RM ANOVA on Ranks) na avaliação das diferenças das médias ao longo do tempo dentro de cada grupo. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p \leq 0,05$.

7 RESULTADOS

A monitoração anestésica foi realizada durante 75 minutos, completando um período de anestesia inalatória de 90 minutos, devido ao grande desbalanço hemodinâmico apresentado pelas éguas anestesiadas, que representava risco para a vida tanto da égua quanto do feto, inviabilizando um tempo maior de aferições.

Como as éguas foram anestesiadas com ventilação controlada, o número de movimentos respiratórios durante o procedimento experimental foi ajustado e mantido constante até o final da anestesia geral, em 10 movimentos por minuto ($p > 0,05$). Os valores obtidos de frequência cardíaca, em todos os tempos experimentais, se mantiveram acima dos valores descritos por Muir & Hubbell (2009) como parâmetros normais para a espécie (20 a 40 batimentos por minuto). Observou-se aumento da frequência cardíaca entre os tempos T20 e T60 ($p < 0,05$) quando comparado a T0 (Fig. 10).

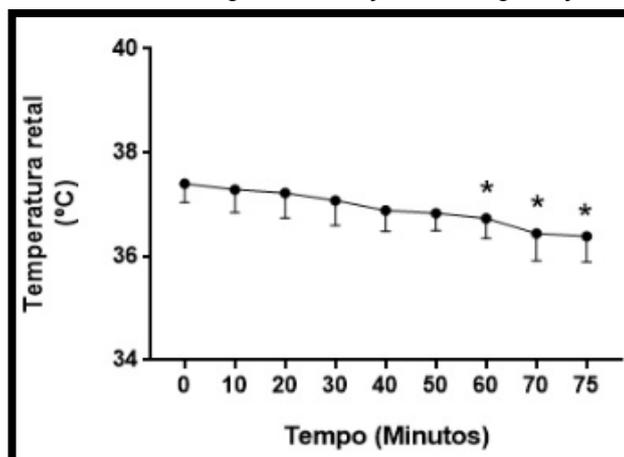
Figura 10 - Valores médios de frequência cardíaca (bpm) e respiratória (mpm) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Verificou-se redução da temperatura corpórea nos tempos T60, T70 e T75 ($p < 0,05$; Fig. 11), embora em nenhum tempo de avaliação tenha sido observada temperatura corpórea inferior a 36,5 °C ou superior a 38 °C, sendo então mantidos os valores de temperatura dentro do considerado seguro para anestesia geral inalatória em equinos (MUIR; HUBBELL 2009).

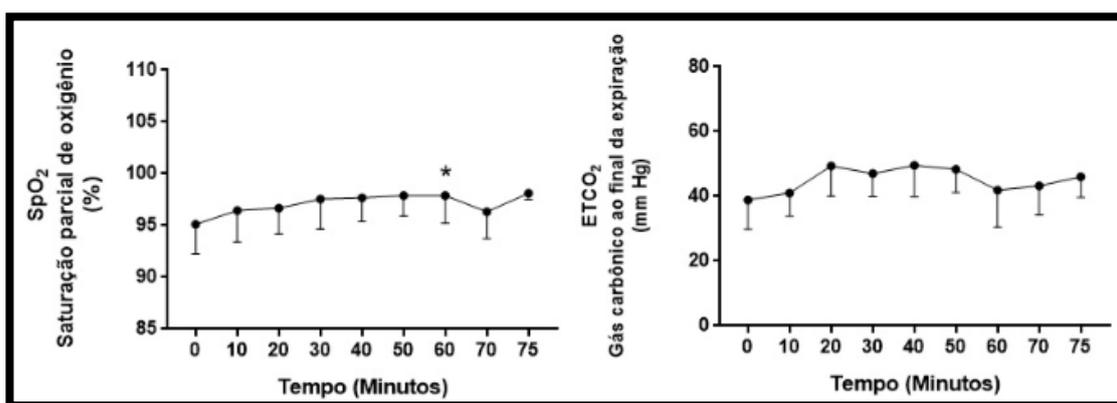
Figura 11 - Valores médios de temperatura corpórea (°C) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Os valores da saturação parcial de oxigênio se mantiveram sempre acima de 95%, valores considerados seguros para a espécie sob anestesia geral inalatória (MUIR; HUBBELL, 2009), sendo observado aumento somente em T60 ($p < 0,05$). O gás carbônico ao final da expiração deve ser mantido entre 30 e 50 mmHg em equinos anestesiados (MUIR; HUBBELL, 2009), não sendo observadas alterações desse parâmetro ao longo do período anestésico ($p > 0,05$) (Fig. 12).

Figura 12- Valores médios da concentração final expiratória de gás carbônico e (ETCO_2 ; mmHg) e da saturação periférica da oxihemoglobina (SpO_2 ; %) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação

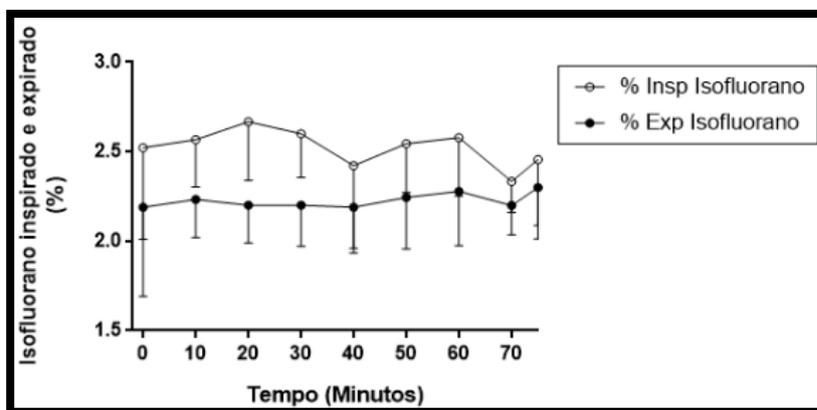


Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Os valores percentuais médios de inspiração e expiração de isoflurano foram padronizados e se mantiveram constantes ao longo do procedimento experimental ($p > 0,05$). O percentual de expiração de isoflurano foi mantido em 2,2%, o

equivalente a 1,5 da concentração alveolar mínima (CAM equinos) (MUIR; HUBBELL, 2009) (Fig.13).

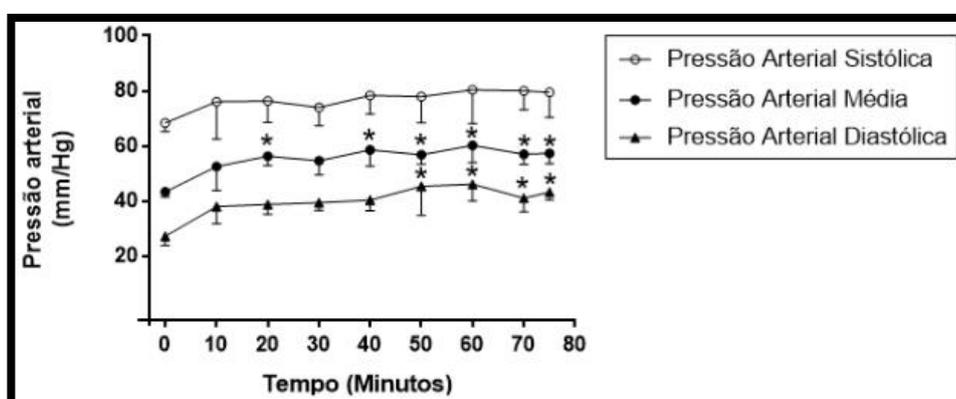
Figura 13 - Valores médios de inspiração e expiração de isoflurano (%) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

Com relação à pressão arterial média (PAM), em todos os tempos de avaliação, as éguas anestesiadas apresentaram PAM abaixo de 60 mmHg, mesmo estando sob infusão contínua de dobutamina (0,5 $\mu\text{g}/\text{Kg}$), valores considerados abaixo do seguro para anestesia inalatória em equinos (60 e 70 mmHg) (MUIR; HUBBELL, 2009). Observou-se, em relação a T0, elevação da PAM nos tempos T20, T40, T50, T60, T70 e T75 e da pressão arterial diastólica (PAD) nos tempos T50, T60, T70 e T75, ($p < 0,05$; Fig. 14).

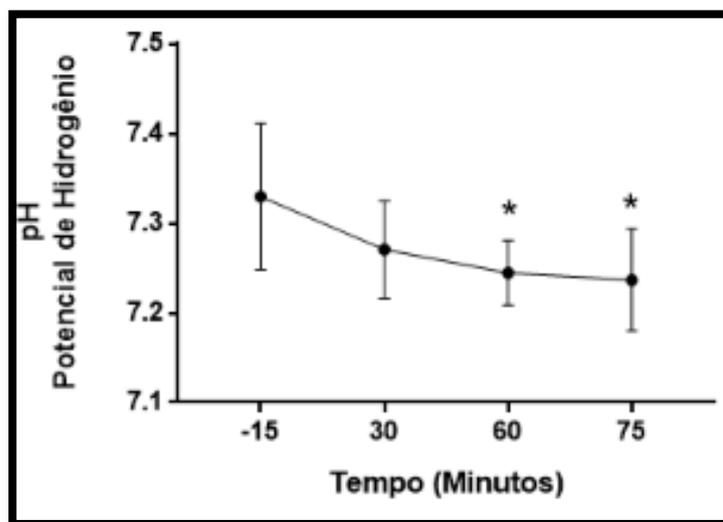
Figura 14 - Valores médios das pressões arteriais sistólica, média e diastólica (mmHg) durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). Fonte: Própria autoria.

Com relação ao pH arterial, foi verificada acidemia a partir de T30, uma vez que os valores de pH arterial seguros durante um procedimento anestésico em equinos devem variar entre 7,3 e 7,45 (HUGHES; BARDELL, 2019). Foi verificada redução de pH arterial em T60 e T75, quando comparado a T-15 ($p < 0,05$; Fig. 15).

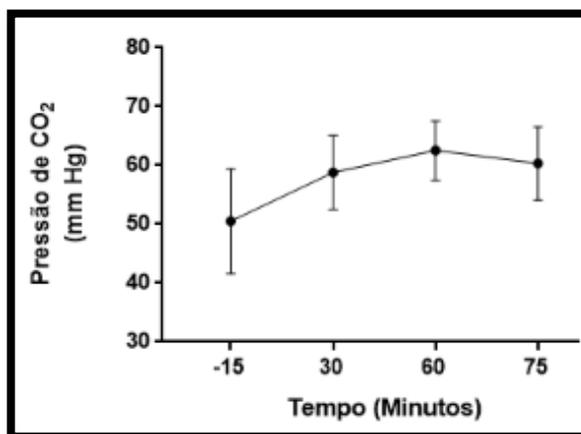
Figura 15 - Valores médios de pH arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Com relação aos resultados das mensurações da pressão parcial de gás carbônico arterial, nota-se que se mantiveram constantes ao longo da anestesia ($p > 0,05$). Contudo, em T30 e T60, os valores médios se encontram superiores aos valores de referência para procedimentos anestésicos em equinos (40 a 60 mmHg) (HUGHES; BARDELL 2019) (Fig. 16).

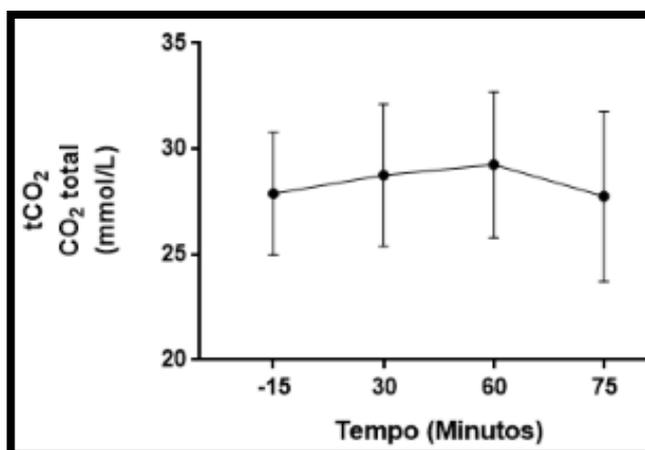
Figura 16 - Valores médios da pressão parcial de gás carbônico ($p\text{CO}_2$; mmHg) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

Da mesma forma, a concentração sanguínea de dióxido de carbono total arterial também não se alterou ao longo do tempo experimental ($p > 0,05$; Fig. 17).

Figura 17 - Valores médios do dióxido de carbono total (tCO_2 ; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação

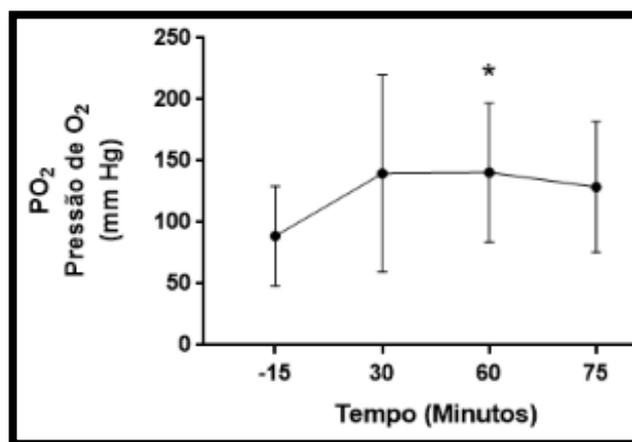


Fonte: Própria autoria.

Com relação aos resultados das mensurações da pressão parcial de oxigênio arterial, foi verificada elevação da PaO_2 em T60, em relação a T-15 ($p < 0,05$). Quando as éguas foram avaliadas em estação (T-15), com fração de oxigênio inspirada (FiO_2) de 21%, apresentaram valores médios de PaO_2 abaixo dos valores de referência (entre 82,6 a 112,3 mmHg) (MUIR; HUBBELL, 2009) e, durante a anestesia geral

inalatória, com FiO_2 de 100%, apresentaram valores médios de PaO_2 dentro do seguro para procedimentos anestésicos em equinos (entre 100 a 500 mmHg) (MUIR; HUBBELL, 2009; Fig. 18).

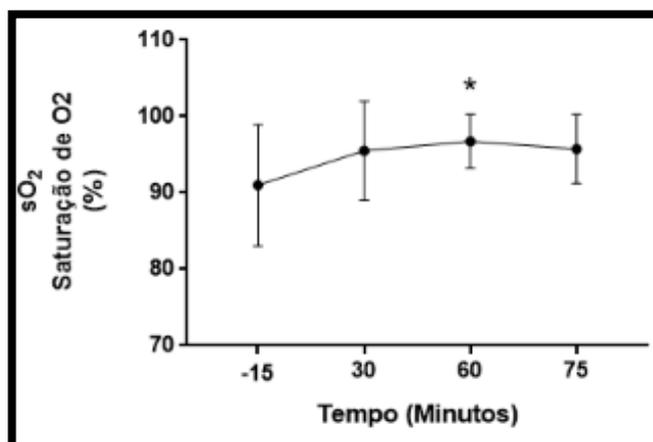
Figura 18 - Valores médios da pressão parcial de Oxigênio (pO_2 ; mmHg) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

A saturação de oxigênio arterial, assim como a saturação parcial de oxigênio registrada pelo monitor multiparamétrico, apresentaram elevação em T60, em relação a T-15 ($p < 0,05$). Na figura 19, estão apresentados os percentuais da saturação de oxigênio arterial ao longo do tempo.

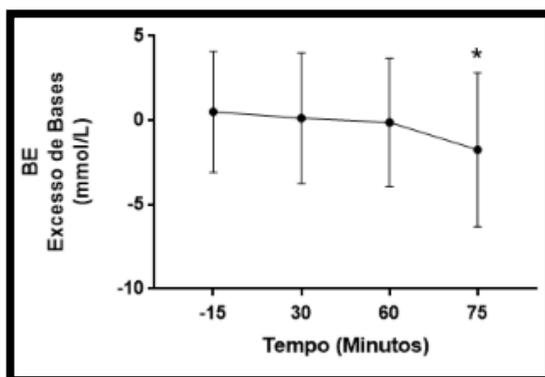
Figura 19 - Valores médios da saturação de oxigênio (SO_2 ; %) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Com relação aos déficits de bases arterial, as éguas anestesiadas mantiveram valores médios constantes e dentro do fisiológico para a espécie (0 ± 1 mmol/L) (MUIR; HUBBELL, 2009), exceto em T75, quando ocorreu uma redução, em relação a T-15, para $-1,75$ ($p < 0,05$; Fig. 20).

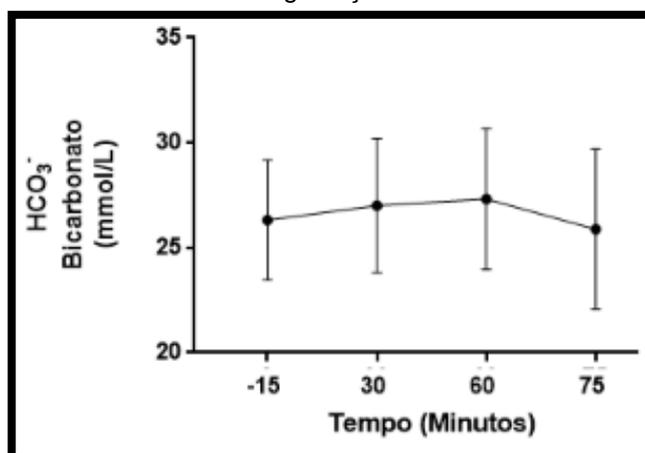
Figura 20 - Valores médios do déficit de bases dissolvidas no plasma (Base Excess; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Durante todo o período de anestesia geral inalatória, os valores médios de bicarbonato arterial variaram dentro da normalidade para a espécie (entre 23,55 a 33,9 mmol/L) (HUGHES; BARDELL, 2019) e não apresentaram alterações ao longo do tempo de avaliação ($p > 0,05$; Fig. 21).

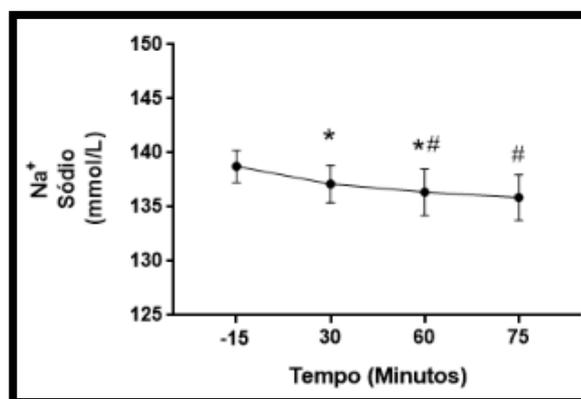
Figura 21 - Valores médios do bicarbonato sanguíneo (HCO_3^- ; mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

Foi verificada redução ao longo do tempo do valor médio de sódio arterial, sendo os valores médios em T30, T60 e T75 menores que T-15, assim como os valores médios em T60 e T75 foram menores que em T30. Apesar desta redução os valores médios de sódio arterial se mantiveram dentro do intervalo de referência para a espécie (133 a 141 mmol/L) (HUGHES; BARDELL, 2019) (Fig. 22).

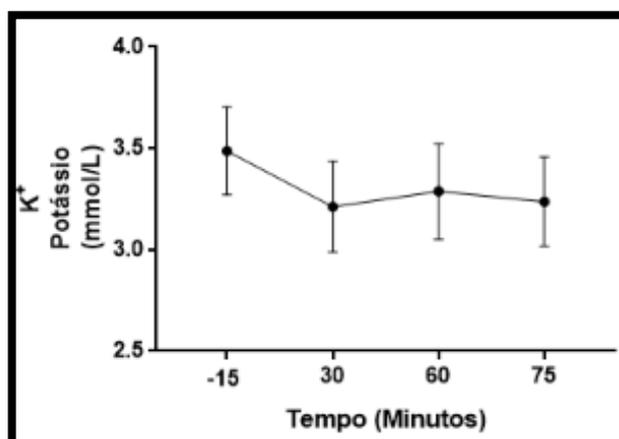
Figura 22 - Valores médios do sódio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo, em relação à T0 e # diferença entre T30 e os demais tempos ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Os valores médios arteriais de potássio não se alteraram ao longo do tempo ($p > 0,05$) (Fig.23). Ademais, esses resultados permaneceram dentro intervalo de variação considerado fisiológico para equinos, de 3,05 a 4,65 mmol/L (HUGHES & BARDELL 2019).

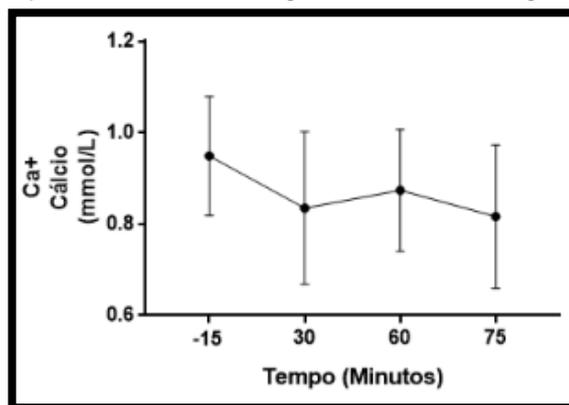
Figura 23 - Valores médios do potássio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

Os valores médios de cálcio arterial não apresentaram variações ao longo do tempo de anestesia geral inalatória ($p>0,05$) (Fig. 24). Apesar disso, os resultados apresentaram-se inferiores aos valores de referência para a espécie, que varia de 1,34 a 1,72 mmol/L (HUGHES; BARDELL, 2019).

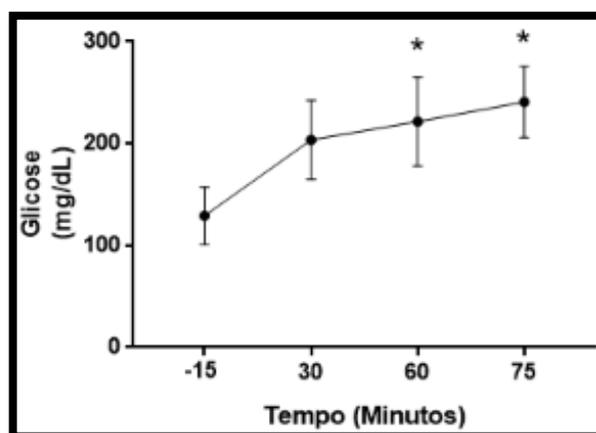
Figura 24 - Valores médios do cálcio no plasma (mmol/L) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

A concentração de glicose arterial apresentou-se elevada em T60 e T75, quando comparado ao tempo prévio à anestesia (T-15) ($p<0,05$). Ademais, nos tempos T30, T60 e T75, esses resultados apresentaram-se superiores aos níveis fisiológicos para equinos, que devem variar entre 75,6 a 131,4 mg/dL (HOLLIS; BOSTON; CORLEY, 2007) (Fig. 25).

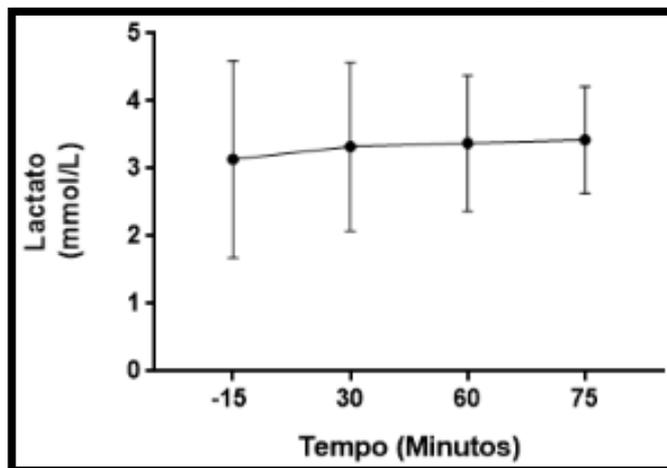
Figura 25 - Valores médios de glicose (mg/dL) arterial obtidos por meio de hemogasometria durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p<0,05$). Fonte: Própria autoria.

Os valores de lactato arterial não se alteraram ao longo do tempo ($p>0,05$), mas se apresentaram desde T-15 acima dos valores de referência (1,11 a 1,78 mmol/L) (MEYER; HARVEY, 1998) (Fig. 26).

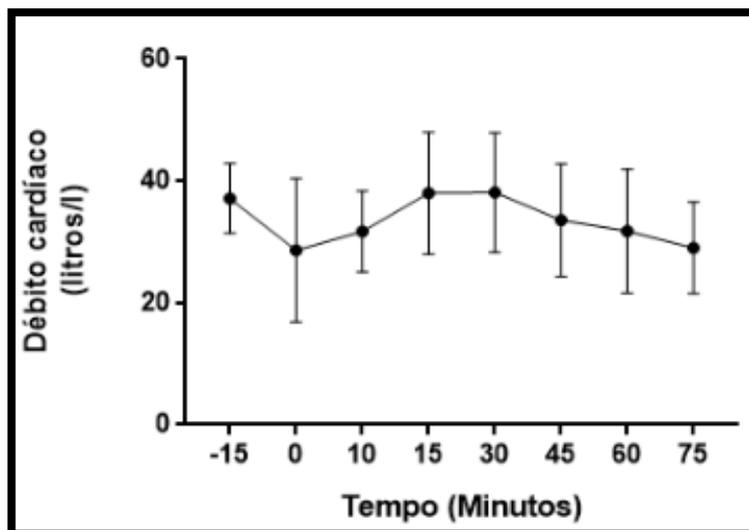
Figura 26 - Valores médios de Lactato (mmol/L) arterial obtidos por meio de fitas para mensuração do lactato durante o período de anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

As mensurações do débito cardíaco não apresentaram alterações ao longo do tempo ($p>0,05$) (Fig. 30). Além disso, os resultados apresentaram-se similares aos descritos por Ambrósio et al. (2013), durante anestesia geral inalatória de cavalos hípidos (Fig. 27).

Figura 27 – Valores médios de débito cardíaco obtidos por meio do cateter de Swan-Ganz

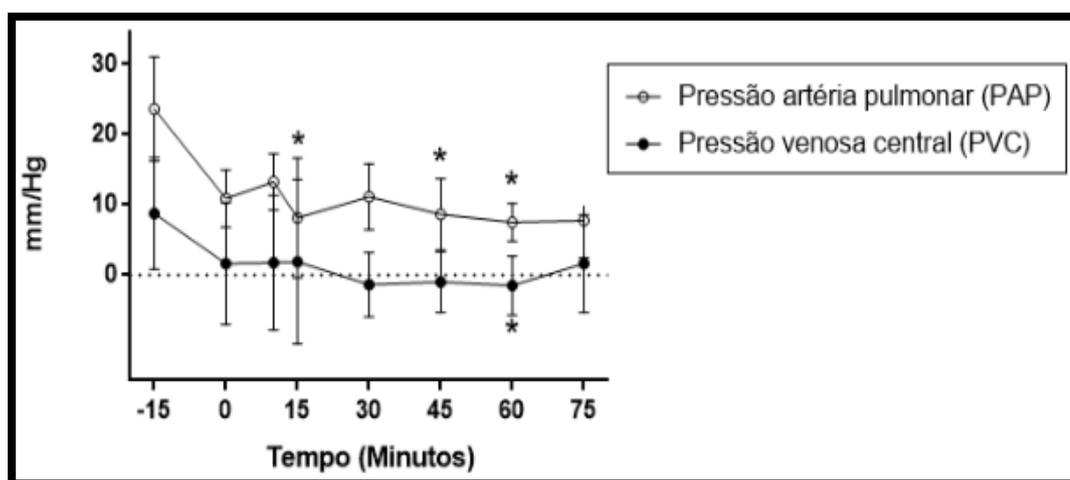


Fonte: Própria autoria.

Foram verificados valores médios de pressão da artéria pulmonar (PAP) abaixo dos valores esperados para equinos, tanto em estação quando em decúbito dorsal (12 mmHg com oclusão e 25 ± 3 mmHg sem oclusão da artéria pulmonar) (AMBRÓSIO et al., 2013). Verificou-se redução da PAP em T15, T45 e T60, em relação ao T-15.

Foram verificados valores médios de pressão venosa central (PVC) inferiores aos valores de normalidade para a espécie (5 a 10 mmHg) (MUIR; HUBBELL, 2009), durante todo o tempo de anestesia geral inalatória. Verificou-se redução da PVC, em T60 quando comparado com T-15, ($p < 0,05$) (Fig. 28).

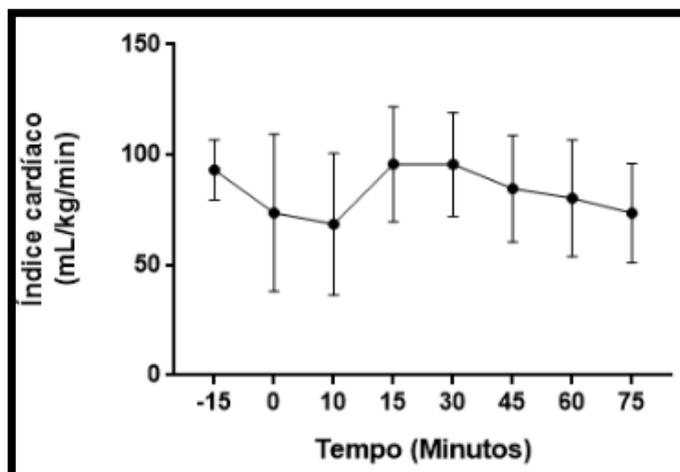
Figura 28 – Valores médios de Pressão da artéria pulmonar (PAP) e Pressão venosa central (PVC) obtidos através do cateter de Swan-Ganz e do cateter de polipropileno, respectivamente



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Os resultados referentes ao índice cardíaco não apresentaram alterações ao longo do procedimento ($p > 0,05$) (Fig. 29). Ademais, os valores médios apresentaram-se similares aos descritos por Muir e Hubbell (2009), com equinos em estação ($72,6 \pm 8,2$ mL/Kg/min).

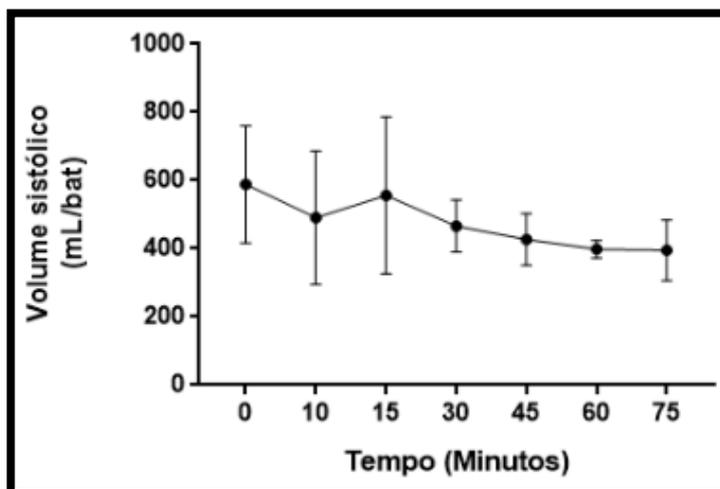
Figura 29 – Valores médios dos cálculos do índice cardíaco



Fonte: Própria autoria.

Da mesma forma, os dados referentes ao volume sistólico não demonstraram alterações ao longo do procedimento ($p > 0,05$) (Fig. 30). Os valores médios de volume sistólico se apresentaram abaixo dos descritos por Ambrósio et al. (2013) (730 ± 100 mL/batimento) e da referência da espécie descrita por Muir e Hubbell (2009) (854 ± 160 mL/batimento).

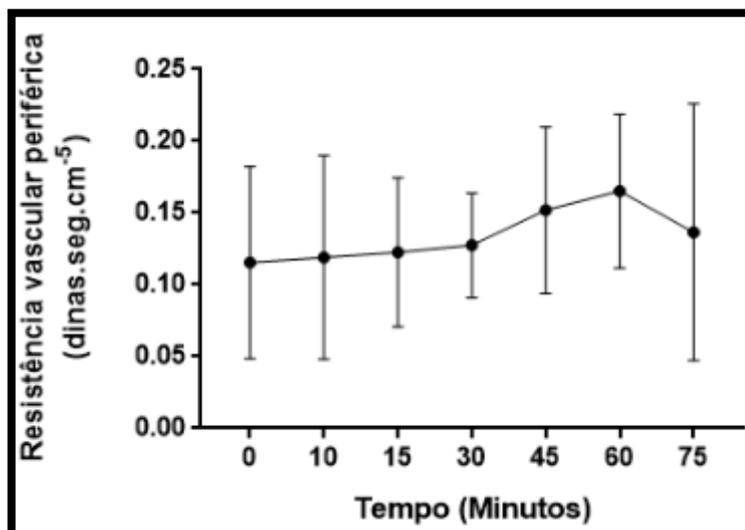
Figura 30 – Valores médios dos cálculos do volume sistólico



Fonte: Própria autoria.

Os dados referentes à resistência vascular periférica também não apresentaram alterações ao longo do procedimento ($p > 0,05$) (Fig. 31), sendo os valores médios encontrados abaixo dos valores descritos por Muir e Hubbell (2009) ($0,265 \pm 0,081$ dinas/segundo/cm⁻⁵).

Figura 31 – Valores médios dos cálculos da resistência vascular periférica



Fonte: Própria autoria.

Apresenta-se, a seguir, uma compilação dos resultados respiratórios, hemogasométricos (Tab. 4) e hemodinâmicos (Tab. 5) observados durante a monitoração anestésica das éguas gestantes.

Tabela 4 – Parâmetros hemogasométricos transanestésicos

Parâmetro	T-15	T30	T60	T75
pH	7,346 (7,28-7,36)	7,266 (7,25-7,29)	7,253* (7,21-7,28)	7,261* (7,18-7,28)
PaCO ₂ (mmHg)	51,4 (43,45-59,23)	60,7 (55,53-63,6)	64,15 (58,63-66,38)	59,95 (54,43-65,55)
PaO ₂ (mmHg)	69,5 (57,5-130,8)	108,5 (90,25-175,8)	149* (78,75-197,5)	135 (72,75-177,8)
Deficit de bases (mmol/L)	0,5 ± 3,59	0,125 ± 3,87	- 0,125 ± 3,80	-1,75* ± 4,56
HCO ³⁻ (mmol/L)	26,55 (23,33-29,03)	28,15 (24,78-29,28)	29,1 (25,08-29,6)	26,7 (23,3-28,93)
SO ₂ (%)	91 (86,5-98,75)	97,5 (95,25-99)	98,5* (93,25-99,75)	98 (91,5-99)

Legenda: pH: Potencial de dissociação do hidrogênio; PaCO₂: Pressão arterial de gás carbônico; PaO₂: Pressão arterial de Oxigênio; HCO³⁻: Bicarbonato. * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 (p<0,05). **Fonte:** Própria autoria.

Tabela 5 – Parâmetros hemodinâmicos transanestésicos

Parâmetro	T-15	T0	T10	T15	T30	T45	T60	T75
DC (litros)	37,11 ± 5,71	28,63 ± 11,73	31,71 ± 6,65	38,01 ± 10,00	38,1 ± 9,77	33,57 ± 9,22	31,77 ± 10,18	29,04 ± 7,52
PAP (mmHg)	23 (21,5-26,5)	9 (8-15)	13,5 (9-17)	8,5* (2-13,5)	10,5 (8,25-13,75)	8,5* (4-13,5)	8* (4,50-10,25)	7* (2,75-13,75)
PVC (mmHg)	6,5 (4-10,5)	1 (-6-6,5)	0 (-4,75-4)	-2 (-6-13,75)	-2 (-4,75-2,5)	0,5 (-6-1,75)	-1,5* (-5,75-0,75)	0 (-2,75-3,75)
IC (ml/Kg/min)	93,17 ± 13,59	73,65 ± 35,63	68,56 ± 32,16	95,80 ± 26,06	95,67 ± 23,57	84,66 ± 24,18	80,26 ± 26,49	73,57 ± 22,49
VS (ml/bat.)	-	588,79 ± 171,42	436,61 ± 262,35	556,51 ± 230,38	466,39 ± 76,32	426,91 ± 75,83	398,75 ± 25,88	410,31 ± 99,39
RVP (din.s.cm⁻⁵)	-	0,132 ± 0,05	0,136 ± 0,06	0,123 ± 0,05	0,128 ± 0,04	0,152 ± 0,06	0,165 ± 0,05	0,182 ± 0,04

Legenda: DC: Débito cardíaco; PAP: Pressão da artéria pulmonar; PVC: Pressão venosa central; IC: Índice cardíaco; VS: Volume sistólico; RVP: Resistência vascular periférica. * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

O registro da frequência cardíaca fetal foi realizado sem intercorrências, tanto com as éguas em estação quanto em decúbito dorsal, por meio da ultrassonografia transabdominal (Fig. 32A e B).

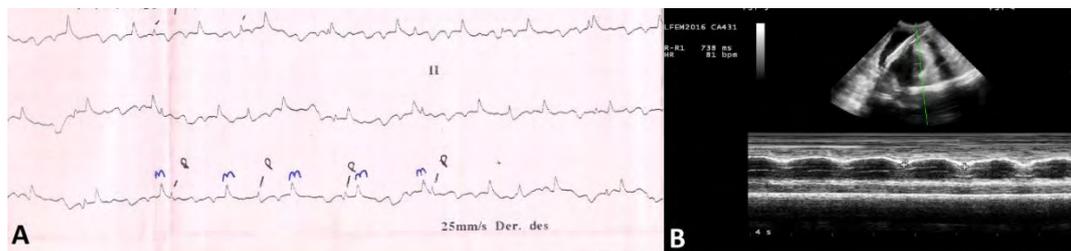
Figura 32 - A: Exame de ultrassonografia transabdominal para avaliação de frequência cardíaca, com o animal em estação. **B:** Exame de ultrassonografia transabdominal para avaliação de frequência cardíaca, com o animal em decúbito dorsal, durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Fonte: Própria autoria.

Observou-se muitas interferências na leitura do eletrocardiograma materno-fetal em decúbito dorsal, o que dificultou a execução do exame. Apesar disso, foi possível realizar o exame em todos os animais do estudo, sendo que os dados colhidos, impressos pelo aparelho e, posteriormente, analisados, a fim de identificar os batimentos maternos (M) e fetais (P) (Fig. 33 A). Nos mesmos momentos, foram registradas avaliações de frequência cardíaca fetal, tanto pelo eletrocardiograma quanto pelo exame ultrassonográfico em modo M (Fig. 33 B).

Figura 33 - A: Eletrocardiograma materno fetal trans anestésico, “M” batimentos maternos e “P” batimentos fetais. **B:** Ultrassonografia em modo M para avaliação da frequência cardíaca fetal

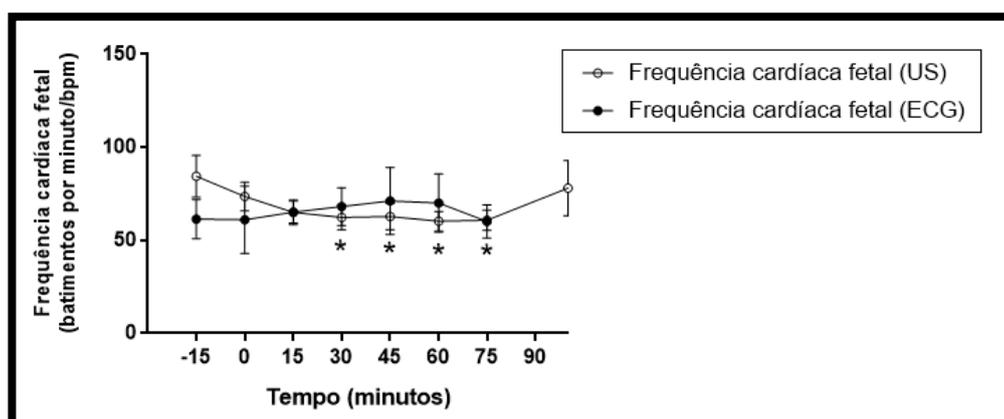


Fonte: Própria autoria.

Na figura 34, estão dispostos os dados referentes à frequência cardíaca fetal obtida por meio do ultrassom e do eletrocardiograma. Quando comparada a frequência cardíaca fetal, obtida em um mesmo momento experimental, utilizando as duas técnicas em questão, não foram observadas diferenças ($p>0,05$).

Por meio da ultrassonografia transabdominal, foi possível observar uma redução na frequência cardíaca fetal, em relação a T-15, a partir de T30 até o final do procedimento anestésico (T75) ($p<0,05$). Ademais, imediatamente após a recuperação anestésica (Tpós), verificou-se que os valores médios de frequência cardíaca fetal eram semelhantes ao T-15 ($p>0,05$). Com relação aos dados da frequência cardíaca registrados pelo eletrocardiograma materno fetal, não foram observadas alterações ao longo do tempo quando comparado ao T-15 ($p<0,05$) (Fig. 34 e Tab. 6).

Figura 34 - Valores das frequências cardíacas fetais (bpm) obtidas com eletrocardiograma materno-fetal e ultrassonografia em modo M, durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação



Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p<0,05$). Fonte: Própria autoria.

Tabela 6 – Avaliações das frequências cardíacas obtidas pelo eletrocardiograma materno-fetal e por ultrassonografia transabdominal

Parâmetro	T-15	T0	T15	T30	T45	T60	T75	Tpós	Parto
ECG (bat./min)	61 (53,5-71,5)	56 (48-72,5)	65 (60-66,5)	68 (62,5-75)	71 (57,5-84,5)	68 (58-80,5)	57 (54-67,5)	-	135,11 ± 21,71
US (bat./min)	86 (72-94,5)	73 (68-78)	63 (61-71,5)	62* (57,5-67,5)	61* (58,5-69,5)	60* (56-64)	59* (57-62,5)	77 (67-83,75)	

Legenda: * diferença ao longo do tempo em relação à T-15 ($p < 0,05$). **Fonte:** Própria autoria.

Todos as éguas foram acompanhadas 24 horas após o procedimento experimental e monitoradas durante o momento do parto (Fig. 35 A e B). Os valores médios (\pm desvio padrão) dos dados inerentes ao parto e os obtidos por meio da avaliação placentária estão dispostos na figura 36 e os valores individuais estão apresentados no apêndice.

Figura 35 – Ilustração de parto de égua. **A:** Início da expulsão fetal, membrana do alantocóron rompida e potro envolto pela membrana amniótica. **B:** Membrana do alantocóron e membrana amniótica rompidas

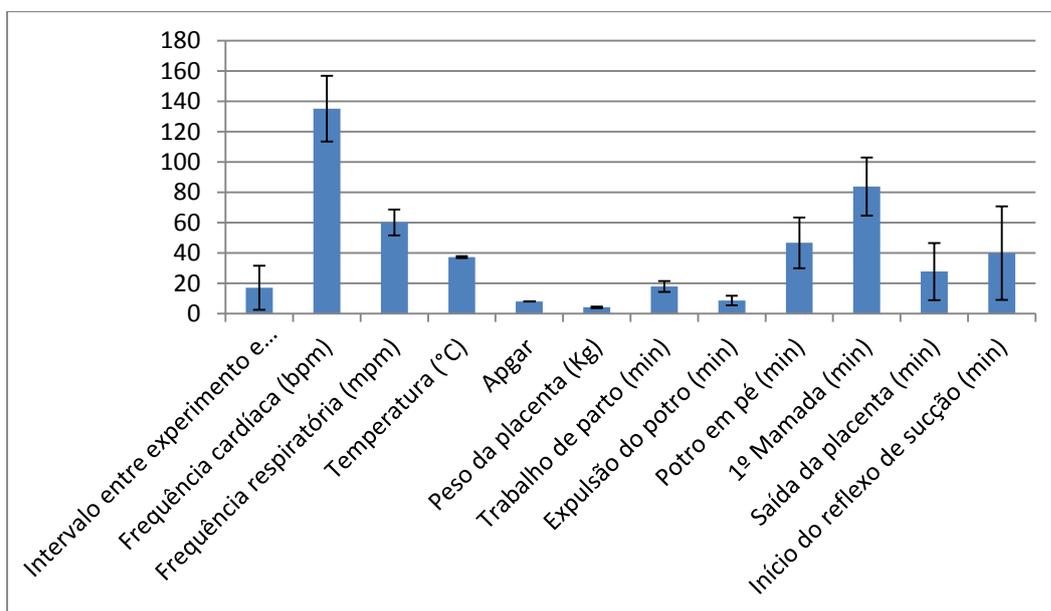


Fonte: Própria autoria.

O intervalo entre o dia do procedimento anestésico e o dia do parto foram de $17 \pm 14,56$ dias. Os valores obtidos no momento dos partos foram agrupados de acordo com os estágios do parto, sendo caracterizado o primeiro estágio do parto entre o início dos sinais de desconforto e a ruptura da bolsa alantocorionica ($9,33 \pm 4,12$ minutos), o segundo estágio, que se inicia após a ruptura da membrana alantocorionica e se encerra após a completa expulsão do feto ($8,55 \pm 3,17$ minutos) e o terceiro estágio do parto, que se inicia após a completa expulsão do feto e finaliza após o delivramento completo dos anexos fetais ($27,67 \pm 18,85$ minutos).

Com relação as análises neonatais, se iniciou com a realização do score APGAR modificado para a espécie equina após 5 minutos da completa expulsão fetal, sendo que todos os potros nascidos apresentaram o score máximo ($8 \pm 0,00$). Com relação aos tempos para ficar em estação os valores encontrados sofram de $46,67 \pm 16,73$ minutos e o tempo para realizar a primeira mamada foi de $83,78 \pm 19,10$ minutos.

Figura 36 - Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações e observações obtidas no momento do parto



Fonte: Própria autoria.

Não houve o nascimento de nenhum potro que apresentasse sinais de prematuridade ou dismaturidade. Além disso, todos os potros nasceram vivos e à avaliação, segundo o escore de APGAR modificado para a espécie equina, todos apresentaram pontuação máxima equivalente a 8 pontos.

Com relação às análises sanguíneas, tanto o hemograma quanto a avaliação bioquímica sérica, para funções hepática e renal, se apresentaram dentro dos valores considerados fisiológicos para neonatos equinos (Tab. 7 e 8).

Tabela 7 - Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações hematológicas dos potros no momento do parto.

Parâmetro	Valores \pm desvio padrão	Referência
Leucócitos Totais (x100/ μ L)	7611 \pm 2384	5200-13900
Hemácias (x10 ⁶ / μ L)	10,03 \pm 1,14	6,4-10
Hemoglobina (g/dL)	15,3 \pm 1,25	11-17
Hematócrito (%)	40,59 \pm 4,31	32-47
VCM (fL)	40,63 \pm 3,07	43-54
HCM (pg)	15,31 \pm 1,13	15-19
CHCM (%)	37,82 \pm 2,54	34-37
Plaquetas (x1000/ μ L)	258,11 \pm 47,82	100-270
Proteína plasmática (g/dL)	4,6 \pm 0,52	3,1-6

Legenda: VCM: Volume corpuscular médio; HCM: Hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração da hemoglobina corpuscular média. **Fonte:** Meyer e Harvey (2004), adaptado.

Tabela 8 - Valores médios (\pm desvio padrão) das avaliações bioquímicas renais e hepáticas dos potros no momento do parto

Parâmetro	Valores \pm desvio padrão	Referência
Ureia (mg/dL)	23,62 \pm 5,94	21-54
Creatinina (mg/dL)	1,78 \pm 0,61	0,8-1,8
AST (U/L)	120,67 \pm 43,23	226-366
GGT (%)	18,33 \pm 8,32	10-25
Albumina (g/dL)	2,83 \pm 0,17	2,7-4,2
Globulinas (g/dL)	1,33 \pm 0,51	2,1-3,8
BT (mg/dL)	2,04 \pm 1,67	0,50- 2,10
BD (mg/dL)	0,16 \pm 0,13	0-0,40
BI (mg/dL)	1,85 \pm 1,53	1,20-2

Fonte: Meyer e Harvey (2004), adaptado.

8 DISCUSSÃO

Este estudo é o primeiro que apresenta uma avaliação da monitoração fetal e materna, durante anestesia geral inalatória de éguas em terço final de gestação. Ficou demonstrado que éguas em terço final de gestação, em decúbito dorsal, sob anestesia geral inalatória, com 1,5 CAM de isoflurano, durante 90 minutos, mesmo em animais sadios, houveram alterações hemodinâmicas intensas. Foi verificada redução do pH sanguíneo, aumento da pressão parcial de gás carbônico arterial e pouca elevação da pressão parcial de oxigênio arterial, mesmo sob fração de inspiração de 100%, demonstrando o comprometimento das funções ventilatórias. Apresentaram ainda, valores das pressões arteriais média e diastólica abaixo do considerado seguro para anestésias gerais na espécie, mesmo com a inclusão de infusão contínua de dobutamina (0,5 µg/Kg), um agente inotrópico positivo (DANCKER et al., 2018), evidenciando que o procedimento anestésico prolongado, nesta categoria, pode ser considerado como pouco seguro (MUIR; HUBBELL, 2009).

Neste estudo, o tempo experimental foi interrompido com 90 minutos de anestesia geral inalatória, tendo em vista as alterações hemodinâmicas e hemogasométricas apresentadas pelas éguas, a fim de garantir segurança para a égua e o potro, respeitando-se os preceitos de ética e bem-estar animal.

Alguns parâmetros de monitoração materna foram pré-determinados e mantidos, a fim de se realizar um protocolo anestésico seguro para equinos. Sendo assim, padronizou-se a frequência respiratória, em 10 movimentos respiratório por minuto, a fração de oxigênio inspirado (FIO₂) de 100% e uma pressão positiva de 30 mmH₂O, garantindo um volume inspirado de um litro para cada 100 Kg de peso vivo (MUIR; HUBBELL 2009). De maneira similar, padronizou-se a expiração de isoflurano em 2,2%, o que corresponde a 1,5 da concentração alveolar mínima (CAM), sendo ajustada a inspiração de isoflurano de acordo com a demanda do fármaco, ficando, em média, próximo a 2,5%. Padronizou-se também que, em caso de hipotensão, a pressão arterial média seria mantida entre 50 e 60 mmHg, sendo infundida dobutamina (0,5 µg/Kg), se necessário, a fim de se manter os animais em uma hipotensão controlada.

A saturação de oxigênio obtida tanto pelo hemogasômetro quanto pelo monitor multiparamétrico apresentou-se a cima de 95% em todo o período experimental, demonstrando uma boa ligação entre o oxigênio circulante e as moléculas de

hemoglobina (MUIR; HUBBELL, 2009). Como os animais estavam expostos a FIO₂ de 100%, houve uma elevação na saturação de oxigênio, em T60, chegando em 99%. Com relação aos valores médios da pressão parcial de oxigênio arterial (PaO₂), verificou-se que quando as éguas eram avaliadas em estação (T-15), momentos antes do início do procedimento experimental, apresentavam valores de PaO₂ abaixo do esperado para a espécie equina (MUIR; HUBBELL, 2009). Durante o período anestésico, com os animais em decúbito dorsal e com FIO₂ de 100%, verificou-se uma elevação da PaO₂, passando a apresentar valores médios dentro da referência para a espécie (MUIR; HUBBELL, 2009), porém, em valores muito próximos ao mínimo esperado (100 mmHg). Atribui-se os baixos valores de PaO₂ das éguas gestantes em estação, como uma associação do aumento da pressão abdominal sobre o diafragma, que reduz a amplitude dos movimentos respiratórios e o estresse da colheita do sangue arterial. Após a indução anestésica, com os animais ventilados mecanicamente, com uma FIO₂ de 100%, apresentaram elevação da PaO₂. A referência da PaO₂ em animais anestesiados e em decúbito dorsal é de 100 a 500 mmHg, sendo que quanto mais próximo a 500 mmHg, mais trocas gasosas estão ocorrendo (MUIR; HUBBELL, 2009). Nos animais anestesiados neste estudo, o pico da PaO₂ ocorreu em T60, com mediana de 149 mmHg (intervalo interquartil, 78,75 - 197,5 mmHg), demonstrando trocas gasosas próximas ao mínimo recomendado (MUIR; HUBBELL, 2009). Neste caso, a dificuldade de trocas gasosas se deve tanto ao decúbito dorsal, quanto a compressão da veia cava abdominal (TAYLOR, 2007).

A pressão parcial de gás carbônico arterial (PaCO₂) manteve-se sem variações ao longo do tempo, apesar disso, em T60, houve o maior acúmulo de gás carbônico no sangue, alcançando uma mediana para PaCO₂ de 64,15 mmHg (intervalo interquartil, 58,53 - 66,38 mmHg). Nos tempos T30 e T60, as medianas da PaCO₂ foram mais elevadas do que a referência para equinos anestesiados (40-60 mmHg), 60,7 mmHg (intervalo interquartil, 55,53 - 63,6 mmHg) e 64,15 mmHg (intervalo interquartil, 58,53 - 66,38 mmHg), respectivamente, demonstrando que as trocas gasosas estavam ocorrendo de maneira ineficiente (MUIR; HUBBELL, 2009).

A hipercapnia na fêmea gestante pode causar acidose fetal, pois a PaCO₂ do feto se correlaciona de maneira direta com a materna, podendo ocasionar depressão cardíaca e hipotensão fetal (TAYLOR, 2007). Em humanos, sabe-se que de maneira fisiológica, a PaCO₂, na gestante, se mantém com valores levemente abaixo (30 mmHg) do que os valores encontrados em não gestantes, sendo preconizado a

manutenção dessa hipocarbúria também durante a ventilação mecânica (NÍ MHUIREACHTAIGH; O'GORMAN, 2006). Sendo assim, a elevação da PaCO₂ observada nas éguas em terço final em gestação, durante a anestesia geral inalatória, demonstrada neste estudo, aponta para um possível risco de ocorrência de sofrimento fetal.

O pH arterial das éguas gestantes sob anestesia geral inalatória apresentou redução para valores abaixo da referência, a partir de T30 (mediana, 7,266; intervalo interquartil, 7,254 - 7,288), sendo que nos tempos T60 (mediana, 7,253; intervalo interquartil, 7,207 - 7,277) e T75 (mediana, 7,261; intervalo interquartil, 7,178 - 7,28) a redução do pH ocorreu de maneira mais acentuada. Apesar da marcante acidemia, a concentração do bicarbonato permaneceu em níveis fisiológicos, mantendo-se inalterado ao longo de todo o procedimento experimental. Sendo assim, o aumento da PaCO₂, associada a uma redução do pH e à manutenção do bicarbonato em níveis fisiológicos, caracteriza um quadro de acidose respiratória (MUIR; HUBBELL, 2009). Com relação ao déficit de bases, verificou-se uma inversão do déficit de bases que, em T0 e T30 eram positivos, para valores negativos, em T60 e T75, sendo abaixo do fisiológico para a espécie (0 ± 1 mmol/L) em T75 ($-1,75 \pm 4,56$) (MUIR; HUBBELL, 2009). Essa inversão de valores, caracteriza uma deficiência de bases (SCHIRALD; GUIOTTO, 2014), e está diretamente relacionada à redução de valores médios de pH sanguíneo, sem compensação fisiológica, via bicarbonato. Nesses mesmos tempos, os valores médios de PaCO₂ apresentaram-se acima dos valores de referência (>60 mmHg) (MUIR; HUBBELL 2009).

Sabe-se que a anestesia geral inalatória, em decúbito dorsal na espécie equina, causa dificuldade na realização das trocas gasosas em qualquer categoria desta espécie, devido à pressão abdominal sobre o diafragma durante o decúbito dorsal (BRIGANTI et al., 2015; UQUILLAS et al., 2017; SCHAUVLIEGE et al., 2018). Este estudo evidencia que, em éguas no terço final de gestação, período em que há o maior crescimento fetal, essa pressão abdominal é ainda mais elevada, devido à presença do útero gravídico, intensificando a ineficiência pulmonar (FERNANDES, 2006; TAYLOR, 2007). Nas éguas desse experimento foram verificadas importantes alterações ventilatórias, mesmo sob o efeito de uma fração de oxigênio inspirada de 100%, um litro de oxigênio para cada 100 Kg de peso vivo e 30 cmH₂O de pressão durante a ventilação mecânica, refletindo em importantes alterações hemogasométricas.

Ambrósio et al. (2013), apresentaram os prós e contras da utilização da pressão positiva respiratória final (PEEP) na ventilação mecânica de equinos anestesiados em decúbito dorsal. Segundo os autores, mesmo com um efeito deletério na hemodinâmica pulmonar, influenciando o retorno venoso (pré carga) e reduzindo o fluxo sanguíneo nos capilares pulmonares, a pressão positiva constante do ar entrando nos pulmões é uma ferramenta interessante para minimizar a área pulmonar que sofre atelectasia e melhorando assim os parâmetros ventilatórios. Nas éguas gestantes, a utilização da PEEP com o intuito de melhorar as trocas gasosas, poderá intensificar as alterações circulatórias concomitantemente existentes. Provavelmente a única maneira de implementar sua utilização, será com valores relativamente baixos, a fim de obter melhores resultados positivos tanto nos parâmetros pulmonares quanto circulatórios, levando a resultados satisfatórios como os apresentados por Ambrósio et al. (2013) nas outras categorias da espécie equina.

Alterações similares são demonstradas em estudos com procedimentos laparoscópicos, com equinos anestesiados em decúbito dorsal e insuflação peritoneal de gás carbônico (DONALDSON; TROSTLE; WHITE, 1998). Nesses casos, existe a elevação da pressão abdominal ocasionada pela distensão abdominal e, conseqüente, compressão diafragmática e de vasos sanguíneos abdominais, ocorrências similares às encontradas neste estudo, uma vez que a compressão diafragmática e dos vasos abdominais também ocorrem, nesse caso pelo útero gravídico. Porém, nas éguas gestantes deste estudo, os efeitos hemodinâmicos foram imediatos ao decúbito, apresentando maiores áreas de atelectasia pulmonar e, conseqüentemente, maiores complicações anestésicas que os estudos de laparoscopias (DONALDSON; TROSTLE; WHITE, 1998). Além disso, no procedimento laparoscópico, há a possibilidade de descompressão abdominal, melhorando rapidamente os parâmetros respiratórios e hemodinâmicos dos animais, enquanto nas éguas gestantes essa compressão é permanente, inclusive durante a recuperação anestésica.

Desde o início do procedimento anestésico, a frequência cardíaca materna apresentou-se elevada (MUIR; HUBBELL, 2009), se intensificando a partir de T20. Ao mesmo tempo, foi verificada hipotensão durante todo o período de anestesia geral inalatória. Sob infusão contínua de dobutamina, tanto a pressão arterial média quanto a diastólica se elevaram, a partir do T40, mas ainda assim, permaneceram em valores abaixo do fisiológico (MUIR; HUBBELL, 2009), não sendo possível

manter a pressão arterial média em valores acima de 60 mmHg. A perfusão útero-placentária tem uma grande correlação com a pressão arterial materna, sendo que baixas pressões maternas podem resultar em asfixia fetal. Em humanos, uma pressão acima de 70-80 mmHg garante uma boa perfusão uterina (ROSEN, 1999). Neste estudo, foi necessária a manutenção da infusão da dobutamina (0,5 µg/Kg) durante todo o procedimento anestésico, na tentativa de manter uma boa perfusão tecidual e uterina (DANCKER et al., 2018). Porém, ficou evidente o quadro hipotensivo das éguas anestesiadas, refletindo em possível risco de sofrimento fetal.

A compressão exercida pelo útero, feto e seus anexos sobre a veia cava caudal gera uma importante redução no volume de sangue que entra no átrio direito (pré carga cardíaca), reduzindo assim a capacidade do coração em realizar seu completo preenchimento, diminuindo a sua capacidade circulatória, que por sua vez diminui a pressão arterial diastólica e, conseqüentemente, reduz a pressão arterial média (TAYLOR, 2007; ARAOS et al., 2019).

Diante da baixa pressão arterial média, a elevação da frequência cardíaca materna durante o período anestésico ocorreu como medida compensatória fisiológica do próprio organismo, com o objetivo de manter a perfusão sanguínea periférica (GUYTON; HALL, 2006). Além disso, a infusão contínua de dobutamina está relacionada com o aumento da frequência cardíaca materna, um dos efeitos colaterais da utilização deste fármaco inotrópico (DANCKER et al., 2018).

O débito cardíaco se manteve inalterado ao longo do procedimento anestésico, mesmo com a hipotensão apresentada pelos animais, demonstrando que o organismo das éguas gestantes, de uma maneira eficiente, foi capaz de manter o fluxo sanguíneo. Apesar do volume sistólico apresentado pelos animais deste estudo ser abaixo dos valores encontrados por Ambrósio et al. (2009) e descritos por Muir e Hubbell (2009), provavelmente, a elevação da frequência cardíaca tenha sido responsável pela manutenção do débito cardíaco em valores constantes e similares aos encontrados por esses autores, considerados fisiológicos para a espécie equina. A fim de padronizar o débito cardíaco em função dos diferentes pesos e tamanhos dos animais, permitindo a correlação dos dados de uma maneira ajustada e fidedigna, tem-se o cálculo do índice cardíaco (MUIR; HUBBELL, 2009). Neste estudo, verificou-se manutenção dos valores de índice cardíaco, ao longo do tempo, dentro do considerado fisiológico para a espécie, corroborando os resultados

encontrados para débito cardíaco e ratificando a efetividade da resposta fisiológica das éguas gestantes frente às alterações hemodinâmicas sofridas.

A pressão da artéria pulmonar é gerada pela resistência da artéria pulmonar para passagem de sangue do ventrículo direito em direção aos capilares pulmonares. Quando se tem uma baixa pressão da artéria pulmonar, há uma menor passagem de sangue e, conseqüentemente, menos capilares pulmonares serão preenchidos e ficarão disponíveis para as trocas gasosas, como por exemplo, em um choque hipovolêmico (MUIR; HUBBELL, 2009). Em casos de hipotensão pulmonar, apesar dos alvéolos estarem repletos de ar, no caso dos animais anestesiados com oxigênio 100%, apresentam uma baixa perfusão capilar, fazendo com que as trocas gasosas sejam reduzidas, mantendo o gás carbônico em altas concentrações. A redução do fluxo sanguíneo pulmonar, pode ter diversas causas como por exemplo áreas de atelectasia, edema ou trombose pulmonar, causando, por consequência, a abertura dos *shunts* pulmonares, desviando o fluxo sanguíneo de volta ao coração, misturando o sangue arterial com o venoso, atrapalhando as trocas gasosas e acumulando dióxido de carbono (MUIR; HUBBELL, 2009).

Neste estudo, durante o procedimento anestésico, a pressão da artéria pulmonar se manteve abaixo do esperado para equinos anestesiados em estação (23 ± 4 mmHg; MUIR; HUBBELL, 2009) e em decúbito dorsal (25 ± 2 mmHg; AMBRÓSIO et al., 2013). A dificuldade em realizar a perfusão sanguínea em tecido pulmonar pode ter duas origens em éguas no terço final da gestação, sendo elas, grandes áreas de atelectasia pulmonar, ocasionadas pelo aumento da compressão torácica e a redução do retorno venoso, ocasionada pela compressão uterina sobre a veia cava caudal. Além disso, esses fatores acabam sendo intensificados pelo posicionamento dos animais em decúbito dorsal (TAYLOR, 2007).

O coração funciona como uma bomba, necessitando do sangue como seu substrato a ser bombeado. Por isso, a entrada de sangue no coração ocorre de maneira passiva, fazendo com que não falte substrato a ser bombeado (BERGER; TAKALA, 2018). O retorno venoso ao coração direito ocorre por meio das veias cavas craniais e caudais, desembocando no átrio direito. A pressão sanguínea na entrada do átrio direito é conhecida como a pressão venosa central (REEMS; AUMANN, 2012). A pressão venosa central (PVC) tem sido considerada uma fonte confiável na predição da pré-carga cardíaca direita. Tanto na medicina humana quanto na veterinária, a pressão venosa central tem sido utilizada com frequência

para o ganho de informações a respeito da função cardíaca e da presunção do volume intravascular (REEMS; AUMANN, 2012).

Previamente ao início do procedimento anestésico, a PVC das éguas gestantes encontravam-se dentro do esperado para a espécie (5 – 10 mmHg; MUIR; HUBBELL, 2009). Após a indução anestésica, em que foi instituído o decúbito dorsal, a PVC reduziu para níveis abaixo do esperado. A mediana da PVC atingiu valores negativos nos tempos T15, T30, T45 e T60, demonstrando que a pré carga estava sendo influenciada negativamente. Alguns dos múltiplos fatores que influenciam a pressão venosa central são a utilização da pressão positiva durante a ventilação mecânica, o tamponamento cardíaco, a efusão pleural e o aumento da pressão intra-abdominal (REEMS; AUMANN, 2012). Neste caso, além da ventilação mecânica à pressão positiva, o útero gravídico pressionando a veia cava caudal também pode ser a causa dos valores baixos da PVC, desde o princípio do procedimento anestésico (TAYLOR, 2007).

Sendo assim, apesar do volume sistólico se apresentar baixo, provavelmente devido a um retorno venoso prejudicado, a PVC baixa e até mesmo negativa em alguns momentos, devido à compressão uterina sobre a veia cava abdominal, houve o aumento compensatório da frequência cardíaca materna, a fim de manter o débito cardíaco dentro dos limites necessários para manter uma boa perfusão tecidual e, conseqüentemente, uterina. Ao mesmo tempo, demonstra-se, neste estudo, inúmeros fatores que elevam o risco de sofrimento fetal durante anestesia geral inalatória em éguas em terço final de gestação.

A partir dos resultados observados durante este estudo, é possível destacar algumas condutas que, ao serem empregadas durante a anestesia geral de éguas em terço final de gestação, podem melhorar a resposta hemodinâmica dos pacientes, a fim de proteger tanto a égua quanto o feto. Essas condutas visam atuar principalmente no posicionamento do paciente, com o objetivo melhorar a função ventilatória e reduzir o peso do útero gravídico sobre a veia cava caudal. Em humanos, assim como em animais, a utilização da posição de trendelenburg reversa pode melhorar a capacidade pulmonar (SCHAUVLIEGE et al., 2018; PERLLI et al., 2000). Além disso, o posicionamento materno levemente lateralizado à esquerda, em humanos, facilita o retorno venoso e aumenta a pré carga cardíaca (KENDRICK; WOODARD; CROSS, 1995; TAYLOR, 2007).

Com relação à concentração arterial de eletrólitos durante a anestesia geral inalatória, verificou-se que o sódio se apresentou dentro do limiar fisiológico de equinos (HUGHES; BARDELL, 2019), embora tenha ocorrido redução ao longo do tempo, alcançando níveis mínimos em T75. Também, os valores de cálcio e potássio não se alteraram ao longo do tempo. Os valores de cálcio apresentaram-se, em todos os tempos experimentais, abaixo dos valores de referência para a espécie (HUGHES; BARDELL, 2019), podendo estar relacionado a uma maior exigência do mineral pela fase gestacional em que os animais se encontram (CAMPELO, 2008).

O lactato de éguas no momento do parto pode se elevar, mantendo uma média um pouco acima do considerado fisiológico para a espécie. Alguns autores correlacionam o aumento do lactato no momento do parto ao esforço do sistema musculoesquelético (PIRRONE et al., 2012). Apesar dos animais experimentais não terem realizado o esforço físico do parto, o fator que se deve considerar para o aumento do lactato sistêmico é o estresse proporcionado pelo manejo prévio ao procedimento, que inclui o contato direto com o ser humano, associado ao longo período de manipulação necessário para implantação do cateter de Swan Ganz, que poderiam justificar a elevação dessa mediana desde o momento prévio a anestesia.

A glicose sérica elevou-se ao longo do tempo, apresentando um resultado acima do considerado fisiológico para a espécie, a partir de T30. Para a mensuração do débito cardíaco, utilizou-se solução gelada (0 a 4°C) de glicose a 5%, em *bolus* de 0,1 ml/Kg de peso vivo, o que pode ter influenciado a mensuração dos dados, elevando gradativamente a glicemia dos animais.

Dentre as técnicas de avaliação fetal utilizadas, há uma maior empregabilidade da ultrassonografia abdominal, uma vez que a técnica é amplamente conhecida e difundida no meio veterinário, o equipamento é facilmente encontrado em centros especializados de equinos e possibilita a avaliação de outros parâmetros simultaneamente, como atividade fetal, avaliação doppler de vasos maternos e fetais, avaliação da ecogenicidade dos líquidos e espessura das junções uteroplacentárias (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2015). As desvantagens da técnica de ultrassonografia é sua baixa funcionalidade em celiotomias, uma vez que com a cavidade abdominal exposta, há entrada de gás, o que impossibilita a formação da imagem ultrassonográfica. Neste estudo, essa técnica foi considerada o considerado padrão ouro para colheita dos dados fetais.

A empregabilidade da técnica de eletrocardiograma materno fetal em animais em decúbito lateral ou dorsal, ainda não foi descrita. O eletrocardiograma materno fetal é uma técnica de monitoração contínua do feto, empregado em equinos a partir do 5 mês de gestação, tendo a possibilidade de comparar as frequências cardíacas maternas com as fetais, podendo correlacioná-las ao longo do tempo (NAGEL; AURICH; AURICH, 2010). A grande vantagem desse método é a possibilidade de seu uso mesmo durante as laparotomias, uma vez que a presença de gás na cavidade abdominal não interfere no seu funcionamento. Dentre as desvantagens dessa técnica, pode-se descrever sua limitação nas demais avaliações fetais, necessidade de equipamentos que muitas vezes não são empregados em centros de atendimento de equinos, falta de descrição e padronização em sua utilização em posições que não seja em estação (NAGEL; AURICH; AURICH, 2010). Neste experimento, para realização do eletrocardiograma materno-fetal em decúbito dorsal, foi necessária a realização de algumas adaptações no posicionamento dos eletrodos (NAGEL; AURICH; AURICH, 2010), para a formação das ondas elétricas.

Uma característica importante observada neste estudo foi que a atividade fetal se manteve bastante reduzida durante todo o período de anestesia geral inalatória das éguas gestantes, demonstrando ocorrer de maneira simultânea a anestesia fetal. Neste estudo, foram utilizados xilazina, como tranquilizante e cetamina para indução anestésica, visto serem os fármacos anestésicos que menos causam efeitos deletérios no sistema respiratório fetal (TAYLOR, 2007). Porém, como atravessam a barreira placentária, podem causar efeitos depressores do sistema nervoso e cardiorrespiratório, em associação ao anestésico inalatório, efeitos registrados pela baixa atividade fetal e pela queda marcante da frequência cardíaca fetal, ao longo do tempo (BRUSSEAU; MIZRAHI-ARNAUD, 2013; TAYLOR, 2007).

A bradicardia observada nos fetos sob anestesia geral inalatória deste estudo pode ser explicada pela associação do efeito dos fármacos anestésicos (TAYLOR, 2007) e, também, de provável hipóxia fetal, ocasionada pela redução do suprimento sanguíneo materno ao feto, devido à hipoperfusão tecidual causada pela hipotensão e pela dificuldade de troca gasosas maternas (BASKA-VINCZE; BASKA; SZENCI, 2015). Comparando-se a monitoração anestésica materna com a frequência cardíaca fetal, demonstrou-se que a redução da frequência cardíaca fetal foi evidente a partir do T30, até o final do procedimento experimental. Nesses mesmos tempos, as alterações hemodinâmicas e hemogasométricas maternas apresentaram as

maiores variações. O pH sanguíneo materno reduzido e a PaCO₂ elevada, sob uma pressão arterial média abaixo do seguro para a espécie, gera uma dificuldade de trocas gasosas teciduais, inclusive no útero gravídico, refletindo diretamente na hemodinâmica fetal, ou seja, causando sofrimento fetal.

A baixa atividade fetal transanestésica, associada à queda intensa da frequência cardíaca fetal, em procedimentos cirúrgicos prolongados, pode gerar dúvidas para o cirurgião sobre a necessidade da realização de uma cesariana, principalmente em pacientes com idades gestacionais avançadas, considerando-se aspectos relacionados ao sofrimento fetal (NÍ MHUIREACHTAIGH; O’GORMAN, 2006). Tendo em vista os resultados deste estudo, em que todos os nove potros vieram a termo em condições de parto natural, sem nenhuma complicação para as éguas ou para os potros e, considerando os possíveis gastos econômicos e prejuízos à saúde associados ao nascimento de um potro prematuro ou dismaturo (CASTAGNETTI et al., 2007), a realização de intervenções obstétricas, como a cesariana, não deve ser recomendada, a não ser que haja o risco eminente de morte materna. Embora tenha sido observado sinais de sofrimento fetal durante o período anestésico, essa característica é transitória e controlável com um bom monitoramento anestésico materno, sendo verificado o retorno aos valores fisiológicos da frequência cardíaca fetal, assim como o retorno da atividade do feto, imediatamente após a recuperação anestésica, sem comprometimento como alterações hematológicas ou em funções hepática ou renal.

As alterações hemodinâmicas e hemogasométricas maternas, bem como a redução na frequência cardíaca fetal, que ocorreram de forma simultânea e que foram se intensificando ao longo do tempo, fizeram que, por medida de segurança tanto para saúde materna quanto a fetal, fosse estabelecido em 90 minutos o tempo total de anestesia geral inalatória. Pelos resultados obtidos nesse estudo, foi possível classificar a anestesia de éguas em terço final de gestação como uma anestesia de risco, especialmente, se por período acima de 90 minutos.

Um fato interessante observado nesse estudo foi o posicionamento fetal unanimemente distribuído na porção abdominal caudo-lateral esquerda. Uma possível explicação para tal posicionamento fetal, durante o decúbito dorsal, é que o ceco, por ser posicionado na região abdominal direita, possa vir a pressionar o útero gravídico e deslocá-lo para a região abdominal esquerda. Esse posicionamento

lateralizado à esquerda, pode indiretamente facilitar o retorno venoso, tendo efeito protetor hemodinâmico, tanto para a égua quanto para o feto, anestesiados.

Para mulheres grávidas, nos procedimentos anestésicos realizados em decúbito dorsal, sugere-se que o posicionamento, na mesa cirúrgica, seja lateralizado 15° à esquerda, a fim de descomprimir a veia cava abdominal e melhorar os parâmetros hemodinâmicos maternos (KENDRICK; WOODARD; CROSS, 1995; TAYLOR, 2007). Além disso, na medicina humana, durante a anestesia geral inalatória em pacientes obesos, preconiza-se, associada à ventilação controlada (PEEP), a utilização do posicionamento de trendelenburg reverso, a fim de reduzir a pressão das vísceras no diafragma (PERLLI et al., 2000). Em equinos saudáveis e não gestantes, verifica-se melhora das funções respiratórias, minimizando as áreas de atelectasia pulmonar, afetando positivamente os resultados da hemogasometria, quanto à saturação de oxigênio, pressão arterial de oxigênio e pressão arterial de gás carbônico (SCHAUVLIEGE et al., 2018). Sendo assim, novos estudos devem ser conduzidos a fim de encontrar alternativas seguras para anestésias gerais inalatórias que necessitam de um período de tempo mais prolongado em éguas em terço final de gestação.

9 CONCLUSÃO

A anestesia geral inalatória, em éguas em terço final de gestação, nos moldes desse estudo, promove importantes alterações hemodinâmicas e hemogasométricas na égua gestante e sofrimento fetal, embora não ocasione perda gestacional ou alterações no momento do parto.

É possível realizar o monitoramento fetal transanestésico de maneira eficiente, preferencialmente utilizando a ultrassonografia transabdominal para visualização direta dos batimentos cardíacos fetais.

Apesar da intensa redução da frequência cardíaca fetal a partir dos 30 minutos de anestesia geral, imediatamente após a recuperação anestésica materna os valores retornam para a normalidade, demonstrando que as alterações são transitórias.

Em casos clínicos, o tempo anestésico muitas vezes não pode ser alterado, sendo um grande limitador da saúde fetal pós-anestésica. Ressalta-se a importância de novos estudos na área de obstetrícia anestésica equina, a fim de estabelecer os riscos dos procedimentos anestésicos e buscar alternativas que visem minimizá-los.

REFERÊNCIAS

- ABD-ELNAEIM, M. M. M. et al. Structural and haemovascular aspects of placental growth throughout gestation in young and aged mares. **Placenta**, London, v. 27, p. 1103-1113, 2006.
- ALLEN, W. R. The Physiology of early pregnancy in the mare. In: AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** v. 46, p. 338-354, 2000.
- ALLEN, W. R.; STEWART, F. Equine placentation. **Reproduction, Fertility and Development**, Victoria, v. 13, p. 623-634, 2001.
- AMBRÓSIO, A. M. et al. Effects of positive end-expiratory pressure titration on gas exchange, respiratory mechanics and hemodynamics in anesthetized horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Chichester, v. 40, n. 6, p. 564–572, 2013.
- ARAOS, J. et al. Dynamic prediction of fluid responsiveness during positive pressure ventilation: a review of the physiology underlying heart–lung interactions and a critical interpretation. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Chichester, v. 47, n. 1, p. 3–14, 2020.
- ASA physical status classification system. ASA, 2014.
- BALDWIN, E. A. et al. Antepartum nonobstetrical surgery at > 23 weeks' gestation and risk for preterm delivery. **The American Journal of Obstetrics & Gynecology**, Philadelphia, v. 212, n. 2, p. 232.e1-232.e5, 2015.
- BASKA-VINCZE, B.; BASKA, F.; SZENCI, O. Transabdominal ultrasonographic evaluation of fetal well-being in the late-term mare and cow. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v. 62, n. 4, p. 439-451, 2014.
- BASKA-VINCZE, B.; BASKA, F.; SZENCI, O. Fetal heart rate and fetal heart rate variability in Lipizzaner broodmares. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v. 63, n. 1, p. 89-99, 2015.
- BERGER, D.; TAKALA, J. Determinants of systemic venous return and the impact of positive pressure ventilation. **Annals of Translational Medicine**, [Hong Kong], v. 6. n. 18, p. 350, 2018.
- BOAS, W. W. V.; LUCENA, M. R.; RIBEIRO, R. C. Anestesia para cirurgia não obstétrica durante a gravidez. **Revista de Medicina de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 19, sulp. 1, p. S79-S79, 2009.
- BONAGURA, J. B.; MUIR, W. W. The cardiovascular system. In: MUIR, W. W.; HUBBELL, J. A. E. (Ed.). **Equine anesthesia: monitoring and emergency therapy**. St Louis: Mosby Year Book Inc, 1991. p. 39-104.
- BINETTI, A. et al. Impact of Trendelenburg (head down) and reverse Trendelenburg (head up) position on respiratory and cardiovascular function in anaesthetized

horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Chichester, v. 45, n. 6, p. 760-771, 2018.

BOENING, K. J.; LEENDERTSE, I. D. A. P. Review of 115 cases of colic in the pregnant mare. **Equine Veterinary Journal**, Hoboken, v. 25, p. 518–521, 1993.

BOLLWEIN, H. et al. Transrectal Doppler sonography of uterine and umbilical blood flow during pregnancy in mares. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 61, p. 499–509, 2004.

BRIGANTI, A. et al. Accuracy of different oxygenation indices in estimating intrapulmonary shunting at increasing infusion rates of dobutamine in horses under general anaesthesia. **Veterinary Journal**, London, v. 204, n. 3, p. 351–356, 2015.

BRUSSEAU, R.; MIZRAHI-ARNAUD, A. Fetal anesthesia and pain management for intrauterine therapy. **Clinics in Perinatology**, Philadelphia, v. 40, n. 3, p. 429–442, 2013.

CANISSO, I. F. et al. How to perform transabdominal ultrasound-guided fetal fluid sampling in mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, Maryland Heights, v. 34, n. 9, p. 1143-1147, 2014.

CAMPELO, J. A. C. de S. **Perfil bioquímico sérico de éguas gestantes e não gestantes das raças brasileiro de hipismo e bretão**. 2008. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CASTAGNETTI, C. et al. Evaluation of lung maturity by amniotic fluid analysis in equine neonate. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 67, p. 1455-1462, 2007.

CHATTERJEE, K. The Swan-Ganz catheters: past, present, and future: a viewpoint. **Circulation (Baltimore)**, Philadelphia, v. 119, n. 1, p. 147-152, 2009.

CHENIER, T. S.; WHITEHEAD, A. E. Foaling rates and risk factors for abortion in pregnant mares presented for medical or surgical treatment of colic: 153 cases (1993–2005). **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 50, n. 5, p. 481-485, 2009.

CLOTHIER, J. et al. Equine gestational length and location: is there more that the research could be telling us? **Australian Veterinary Journal**, Chichester, v. 95, n. 12, p. 454–461, 2017.

CONLEY, A. J. Review of the reproductive endocrinology of the pregnant and parturient mare. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 86, n. 1, p. 355–365, 2016.

DANCKER, C. et al. Effects of dobutamine, dopamine, phenylephrine and noradrenaline on systemic haemodynamics and intestinal perfusion in isoflurane anaesthetised horses. **International Journal of Laboratory Hematology**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 42–49, 2016.

DONALDSON, L. L.; TROSTLE, S. S.; WHITE, N. A. Cardiopulmonary changes

associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in mechanically ventilated, dorsally recumbent, halothane anaesthetised horses. **Equine Veterinary Journal**, Hoboken, v. 30, n. 2, p. 144–151, 1998.

DRUMM, N. J. et al. Factors influencing foaling rate following colic surgery in pregnant. **Equine Veterinary Journal**, Hoboken, v. 45, n. 3, -. 346-9, 2013.

FERNANDES, W. R. et al. Características eletrocardiográficas em eqüinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 143-149, 2004.

FERNANDES, F. C. Anestesia na grávida para cirurgia não obstétrica. In: CAVALCANTI, I. L.; CANTINHO, F. A. F.; ASSAD, A. (Ed.). **Medicina perioperatória SAERJ**. Rio de Janeiro: Sociedade de Anestesiologia do Estado do Rio de Janeiro, 2006. cap. 86, p. 757-770.

GINTHER, O. J. **Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects**. 2. ed. Madison, Wisconsin: Equiservices, 1992. 642 p.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Textbook of medical physiology**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HEMBERG, E. et al. Occurrence of bacteria and polymorphonuclear leukocytes in fetal compartments at parturition; relationships with foal and mare health in the peripartum period. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 84, n. 1, p. 163-169, 2015.

HOLLIS, A. R.; BOSTON, R. C.; CORLEY, K. T. T. Blood glucose in horses with acute abdominal disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Malden, v. 21, n. 5, p. 1099–1103, 2007.

HUGHES, J.; BARDELL, D. Determination of reference intervals for equine arterial blood-gas, acid-base and electrolyte analysis. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Chichester, v. 46, n. 6, p. 765–771, 2019.

IRIZARRY, R.; REISS, A. Blood gases: interpretations and clinical applications. **Compendium: Continuing Education for Veterinarians**, Yardley, PA, n. October, p. 1–7, 2009.

ISANI, G. et al. Identification of the most abundant proteins in equine amniotic fluid by a proteomic approach. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 174, p. 150–160, 2016.

ITSKOVITZ-ELDOR, J.; THALER, I. Fetal and maternal cardiovascular physiology. In: MAULIK, D. (Ed.). **Doppler ultrasound in obstetrics and gynecology**. 2nd ed. Heidelberg: Springer, 2005. cap. 9, p. 113-131.

KENDRICK J. M.; WOODARD C. B.; CROSS, S. B. Surveyed use of fetal and uterine monitoring during maternal surgery. **AORN Journal**, Hoboken, v. 62, n. 3, p. 391-392, 1995.

KNOTTENBELT DC, HOLDSTOCK N, MADIGAN JE. *Equine Neonatology: Medicine and Surgery*. 1st ed. [s.l.] **Elsevier**. English, 2004.

LYLE, S. K. et al. Laparoscopic placement of an indwelling allantoic catheter in the mare: biochemical, cytologic, histologic, and microbiologic findings. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 94, n. 1–4, p. 428–431, 2006.

LUZ, L. C. et al. Mortalidade em anestesia de cães e gatos: estudo retrospectivo de 5.366 procedimentos anestésicos. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 17, supl, p. 13-15, 2012.

MEYER, D. J.; HARVEY, J. W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. 3th ed. St. Louis: Saunders, 2004

MUIR W. W., HUBBELL J. A. E. **Equine anesthesia: monitoring and emergency therapy**. 2nd ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2008.

MUIR, W. W.; SKARDA, R. T.; MILNE, D. W. Estimation of cardiac output in the horse by thermodilution techniques. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 37, n. 6, p. 697-700, 1976.

NAGEL, C.; AURICH, J.; AURICH, C. Determination of heart rate and heart rate variability in the equine fetus by fetomaternal electrocardiography. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 73, n. 7, p. 973-983, 2010.

NÍ MHUIREACHTAIGH, R.; O’GORMAN, D. A. Anesthesia in pregnant patients for nonobstetric surgery. **Journal of Clinical Anesthesia**, [Stoneham, MA], v. 18, n. 1, p. 60–66, 2006.

NOEL-MORGAN, J.; MUIR, W. W. Anesthesia-associated relative hypovolemia: mechanisms, monitoring, and treatment considerations. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 5, n. March, p. 1-13, 2018.

OLIVEIRA, M. L. F. et al. Análise de pO₂, pH, Na⁺, K⁺ e Ca⁺⁺ em sangue e fluido alantoideano bovino. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVESIDADE DE SÃO PAULO, 22., Pirassununga, 2014. **Resumos...** São Paulo: USP, 2014.

ORTENZI, A. V. Avaliação pré-anestésica. In: POSSO, I. et al. **Tratado de anestesiologia SAESPI**. 6. ed. São Paulo: Atheneu, 2006. cap. 83, v. 2, p. 1015-1030.

PALMER, J. E. Neonatal foal resuscitation. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 159-182, 2007.

PERILLI, V. et al. The effects of the reverse trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. **Anesthesia and Analgesia**, New York, v. 91, n. 6, p. 1520–1525, 2000.

PIMENTA, E. L. M. **Estudo comparativo entre a atropina e a hioscina na**

reversão da bradicardia induzida pela detomidina em equinos. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

PIRRONE, A. et al. Amniotic fluid and blood lactate concentrations in mares and foals in the early postpartum period. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 78, n. 6, p. 1182–1189, 2012.

REEMS, M. M.; AUMANN, M. Central venous pressure: principles, measurement, and interpretation. **Compendium: Continuing Education For Veterinarians**, Yardley, v. 34, n. 1, p. 1–10, 2012.

ROSEN, M. A. Management of anesthesia for the pregnant surgical patient. **Anesthesiology**, Lancaster, v. 91, n. 4, p. 1159–1163, 1999.

RUDZIŃSKI, P. N. et al. Pulmonary artery rupture as a complication of Swan-Ganz catheter application. Diagnosis and endovascular treatment: a single centre's experience. **Advances in Interventional Cardiology**, Poznan, v. 12, n. 2, p. 135–139, 2016.

SCHAUVLIEGE, S. et al. Cardiorespiratory effects of a 7° reverse Trendelenburg position in anaesthetized horses: a randomized clinical trial. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Chichester, v. 45, n. 5, p. 648–657, 2018.

SCHIRALDI, F.; GUIOTTO, G. Base excess, strong ion difference, and expected compensations: As simple as it is. **European Journal of Emergency Medicine**, London, v. 21, n. 6, p. 403–408, 2014.

SCHLAFER, D. H. Postmortem examination of the equine placenta, fetus and neonate: methods and interpretation of findings. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2004. **Proceedings...** 2004. v. 50, p. 144–161.

SHIH, A. Cardiac output monitoring in horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 155–167, 2013.

SIEME, H. et al. Improving the formation and function of the corpus luteum in the mare. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 39, n. 1, p. 117-120, 2015.

TAYLOR, P. M.; SILVER, M.; FOWDEN, A. L. Intravenous catheterisation of foetus and mare in late pregnancy: management and respiratory, circulatory and metabolic effects. **Equine Veterinary Journal**, Hoboken, v. 24, n. 5, p. 391-396, 1992.

TAYLOR, P. Anaesthesia in Special Situations. In: TAYLOR, P. M.; CLARKE, K. W. M. A. **Handbook of equine anaesthesia**. Edinburgh: Elsevier, 2007. p. 177–2007.

THAKKAR, A. B.; DESAI, S. P. Swan, Ganz, and Their Catheter: Its evolution over the past half century. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 169, n. 9, p. 636-642, 2018.

UQUILLAS, E. et al. Effect of reducing inspired oxygen concentration on oxygenation parameters during general anaesthesia in horses in lateral or dorsal recumbency. **Australian Veterinary Journal**, Carlton, v. 96, n. 1–2, p. 46–53, 2018.

WILSHER, S.; ALLEN, W. R. The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 35, p. 476-483, 2003.

WOOD, P. et al. Theriogenology Lipidomics of equine amniotic fluid : Identification of amphiphilic (O- acyl) - u -hydroxy-fatty acids. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 105, p. 120-125, 2018.

WYNN, M. A. A. et al. A comparison of progesterone assays for determination of peripheral pregnane concentrations in the late pregnant mare. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 106, p. 127-133, 2018.

APÊNDICES

Frequência Cardíaca	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha		54	70	79	73	82	83	81	69 -
Mineirinha		60	67	77	76	72	71	84	64 -
Paloma		37	70	83	87	70	64	62	53 50
Rosa café		46	83	90	94	98	86	82	83 71
Madona		57	81	87	91	90	77	82 -	71
Nutella		51	110	86	89	88	85	89	103
Bretã		41	40	60	79	84	91	79	78 -
Mocotó		49	58	65	88	90	90	90 -	64
Ciranda		40	47	50	49	46	39	42	44 40
Média	48,33333	69,55556	75,22222	80,66667	80	76,22222	76,77778	65,16667	66,5
Desvio padrão	7,968689	20,82733	13,80016	13,84738	15,52417	16,54371	15,33605	14,79752	21,69562
Frequência Respiratória	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha		13	15	11	10	10	14	14	9 -
Mineirinha		7	7	9	10	9	7	9	8 -
Paloma		9	9	9	9	14	14	20	15 13
Rosa café		9	10	9	9	10	9	10	9 9
Madona		9	9	9	13	12	15	9 -	10
Nutella		10	15	11	10	10	13	13 -	13
Bretã		7	10	9	9	10	10	10	12 -
Mocotó		14	10	7	10	8	9	10 -	16
Ciranda		10	12	12	11	10	10	10	12 12
Média	9,777778	10,77778	9,555556	10,11111	10,33333	11,22222	11,66667	10,83333	12,16667
Desvio padrão	2,386304	2,728451	1,509231	1,269296	1,732051	2,818589	3,570714	2,639444	2,483277
ETCO2	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha		50	45	49	49	54	52	47	55 -
Mineirinha		47	49	50	38	32	32	32	31 -
Paloma		33	35	35	41	45	47	22	28 48
Rosa café		37	44	43	46	45	46	43	45 42
Madona		30	32	45	52	50	50	58 -	52
Nutella		46	35	65	54	65	50	37 -	53
Bretã		29	39	43	43	43	53	35	53 -
Mocotó		29	53	60	59	55	58	53 -	49
Ciranda		49	37	54	41	57	47	50	48 32
Média	38,88889	41	49,33333	47	49,55556	48,33333	41,88889	43,33333	46
Desvio padrão	9,047713	7,123903	9,26013	7	9,593111	7,158911	11,40663	11,32549	7,874008
SpO2	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha		91	91	93	91	92	93	91	90 -
Mineirinha		90	93	95	95	97	99	99	97 -
Paloma		95	99	99	100	100	99	100	99 99
Rosa café		96	98	99	99	98	98	99	98 98
Madona		98	98	98	98	98	98	98 -	98
Nutella		96	100	99	100	99	100	99 -	99
Bretã		98	94	93	98	98	98	98	97 -
Mocotó		95	97	96	98	98	98	98 -	97
Ciranda		97	98	98	99	99	98	99	98 98
Média	95,11111	96,44444	96,66667	97,55556	97,66667	97,88889	97,88889	96,5	98,16667
Desvio padrão	2,848001	3,045944	2,5	2,877113	2,291288	1,964971	2,666667	3,271085	0,752773
Inspiração de Isoflurano	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha		1,7	2,5	2,4	2,3	1,3	2,3	2,5	2,4 -
Mineirinha		2,9	2,5	2,8	2,9	2,5	2,5	2,4	2,5 -
Paloma		2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,5	2 1,7
Rosa café		2,8	2,8	2,9	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2 2,4
Madona		1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,3	2,8 -	2,4
Nutella		2,4	2,6	3	2,4	2,7	2,8	2,7 -	2,7
Bretã		3,3	3,1	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,4 -
Mocotó		2,9	2,6	3,2	3	3	3,1	3,3 -	3,1
Ciranda		2,3	2,3	2,2	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6 2,6
Média	2,522222	2,566667	2,666667	2,6	2,422222	2,544444	2,577778	2,35	2,483333
Desvio padrão	0,511805	0,264575	0,327872	0,244949	0,463081	0,274368	0,327024	0,216795	0,462241

Expiração de Isoflurano	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha	2,3	2,2	2,1	2,1	1,9	2	2,2	2,2	-
Mineirinha	1,4	2,2	2,1	2	2,2	2,3	2,3	2,4	-
Paloma	2,2	2,1	2,3	2,2	2,5	2,5	2,4	1,9	1,7
Rosa café	2,3	2,3	2,4	2,3	2,1	1,9	2	2	2,1
Madona	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1	-	2,4
Nutella	1,9	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	-	2,5
Bretã	2,9	2,7	2,2	2,2	2,1	2,1	2	2,3	-
Mocotó	2,9	2,3	2,6	2,7	2,6	2,7	3	-	2,7
Ciranda	2,1	2,2	2	2,1	2	2,3	2,2	2,4	2,5
Média	2,188889	2,233333	2,2	2,2	2,188889	2,244444	2,277778	2,2	2,316667
Desvio padrão	0,498609	0,212132	0,212132	0,229129	0,257121	0,287711	0,303223	0,209762	0,360093
Pressão arterial Sistólica	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha	-	-	-	73	90	88	91	-	-
Mineirinha	72	69	74	68	79	87	93	79	-
Paloma	74	92	84	73	80	87	84	82	90
Rosa café	66	82	71	66	69	75	80	82	85
Madona	68	92	80	87	81	85	96	-	92
Nutella	68	65	78	72	82	77	68	-	67
Bretã	-	49	64	69	71	67	65	65	-
Mocotó	63	80	70	78	71	62	64	-	65
Ciranda	68	80	90	80	82	73	82	92	79
Média	68,42857	76,125	76,375	74	78,33333	77,88889	80,33333	80	79,66667
Desvio padrão	3,644957	14,53506	8,348439	6,63325	6,78233	9,505846	12,19631	9,721111	11,5181
Pressão arterial média	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha	-	-	-	45	74	52	74	-	-
Mineirinha	42	50	57	50	54	55	62	52	-
Paloma	46	60	60	55	57	63	56	62	64
Rosa café	43	60	59	53	55	57	57	59	59
Madona	40	64	56	62	58	60	66	-	60
Nutella	44	50	56	55	58	55	55	-	51
Bretã	-	34	49	57	57	59	57	51	-
Mocotó	43	51	54	61	57	56	57	-	58
Ciranda	46	52	60	54	57	54	58	61	53
Média	43,42857	52,625	56,375	54,66667	58,55556	56,77778	60,22222	57	57,5
Desvio padrão	2,149197	9,272656	3,662064	5,220153	5,93951	3,382964	6,200358	5,147815	4,764452
Pressão arterial diastólica	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha	-	-	-	40	58	70	60	-	-
Mineirinha	26	38	40	34	31	34	41	32	-
Paloma	31	43	42	39	43	51	47	48	50
Rosa café	28	40	43	39	40	41	40	41	43
Madona	23	46	36	43	38	40	44	-	42
Nutella	22	35	39	37	42	39	44	-	44
Bretã	-	24	35	41	44	43	43	37	-
Mocotó	29	37	33	43	42	48	51	-	40
Ciranda	32	41	43	39	41	42	45	48	41
Média	27,28571	38	38,875	39,44444	42,11111	45,33333	46,11111	41,2	43,33333
Desvio padrão	3,817254	6,63325	3,833592	2,833333	7,096556	10,48809	6,13279	6,978539	3,559026
Temperatura °C	T0	T10	T20	T30	T40	T50	T60	T70	T75
Castanha	37,2	37	37	36,7	36,7	36,7	36,7	36,4	-
Mineirinha	37,6	37,2	37,1	37,3	37,2	37,2	37,1	37,2	-
Paloma	36,7	36,9	37,4	37,4	37	37	36,7	36,6	36,6
Rosa café	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,1	37,1	37,1	37,2
Madona	38	37,9	37,9	37,6	37	36,9	37	-	36,8
Nutella	37,5	37,3	37	36,8	36,6	36,6	36,5	-	36,4
Bretã	37,6	37,8	37,4	37	36,8	37	37	36,9	-
Mocotó	37,3	37,5	37,5	37,3	37,1	36,9	36,6	-	36,8
Ciranda	37,2	36,5	36,2	36,1	36,1	36,1	35,9	35,8	35,7
Média	37,4	37,28889	37,22222	37,07778	36,88889	36,83333	36,73333	36,66667	36,58333
Desvio padrão	0,360555	0,445658	0,479004	0,479004	0,401386	0,331662	0,384057	0,520256	0,507609

pH	T0	T30	T60	T75
Madona	7,406	-	-	7,255
Nutella	7,333	-	-	7,262
Bretã	7,295	-	-	7,136
Mocotó	7,284	-	-	7,243
Ciranda	7,275	-	-	7,225
Média	7,3186	-	-	7,2242
Desvio Padrão	0,053622			0,051261
pCO2	T0	T30	T60	T75
Madona	41,8	-	-	58,3
Nutella	55,5	-	-	60,5
Bretã	51,9	-	-	64,6
Mocotó	57,7	-	-	62,5
Ciranda	17,4	-	-	64,5
Média	44,86	-	-	62,08
Desvio Padrão	16,51554			2,70037
pO2	T0	T30	T60	T75
Madona	43	-	-	84
Nutella	43	-	-	68
Bretã	34	-	-	56
Mocotó	40	-	-	56
Ciranda	39	-	-	42
Média	39,8	-	-	61,2
Desvio Padrão	3,701351			15,7226
Base excess	T0	T30	T60	T75
Madona	2	-	-	-1
Nutella	4	-	-	0
Bretã	-1	-	-	-7
Mocotó	1	-	-	0
Ciranda	-19	-	-	-1
Média	-2,6	-	-	-1,8
Desvio Padrão	8,357033			2,638181
HCO3	T0	T30	T60	T75
Madona	26	-	-	26
Nutella	29,3	-	-	27,5
Bretã	25	-	-	21,8
Mocotó	27,2	-	-	27
Ciranda	8,1	-	-	27,1
Média	23,12	-	-	25,88
Desvio Padrão	8,547924			2,3467
TCO2	T0	T30	T60	T75
Madona	27	-	-	28
Nutella	31	-	-	29
Bretã	27	-	-	24
Mocotó	29	-	-	29
Ciranda	9	-	-	29
Média	24,6	-	-	27,8
Desvio Padrão	8,876936			2,167948
SO2	T0	T30	T60	T75
Madona	76	-	-	94
Nutella	73	-	-	91
Bretã	55	-	-	78
Mocotó	66	-	-	83
Ciranda	67	-	-	71
Média	67,4	-	-	83,4
Desvio Padrão	8,080842			9,396808

Sódio	T0	T30	T60	T75
Madona	139	-	-	138
Nutella	140	-	-	136
Bretã	140	-	-	140
Mocotó	139	-	-	137
Ciranda	138	-	-	134
Média	139,2	-	-	137
Desvio Padrão	0,83666			2,236068
Potássio	T0	T30	T60	T75
Madona	3,6	-	-	3,4
Nutella	3,7	-	-	3,4
Bretã	3,5	-	-	3,4
Mocotó	3,3	-	-	3,4
Ciranda	4,9	-	-	3,6
Média	3,8	-	-	3,44
Desvio Padrão	0,632456			0,089443
Cálcio	T0	T30	T60	T75
Madona	1,02	-	-	0,84
Nutella	1,05	-	-	0,83
Bretã	1,1	-	-	0,85
Mocotó	0,66	-	-	0,72
Ciranda	0,66	-	-	0,74
Média	0,898	-	-	0,796
Desvio Padrão	0,219135			0,061074
Hematócrito	T0	T30	T60	T75
Madona	52	-	-	44
Nutella	44	-	-	39
Bretã	29	-	-	44
Mocotó	57	-	-	46
Ciranda	20	-	-	43
Média	40,4	-	-	43,2
Desvio Padrão	15,56599			2,588436
Hemoglobina	T0	T30	T60	T75
Madona	17,7	-	-	15
Nutella	15	-	-	13,3
Bretã	9,9	-	-	15
Mocotó	19,4	-	-	15,6
Ciranda	6,8	-	-	14,6
Média	13,76	-	-	14,7
Desvio Padrão	5,296508			0,860233
Glicose	T0	T30	T60	T75
Madona	127	-	-	184
Nutella	128	-	-	252
Bretã	124	-	-	246
Mocotó	166	-	-	232
Ciranda	27	-	-	249
Média	114,4	-	-	232,6
Desvio Padrão	51,81023			28,22765
Lactato	T0	T30	T60	T75
Madona	3,3	-	-	2,3
Nutella	2,4	-	-	3,3
Bretã	-	-	-	-
Mocotó	-	-	-	-
Ciranda	-	-	-	-
Média	2,85	-	-	2,8
Desvio Padrão	0,636396			0,707107

Pressão artéria pulmonar	T pré MPA	T0	T10	T15	T30	T45	T60	T75
Castanha	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineirinha	21	9	14	10	9	8	8	10
Paloma	-	12	8	7	10	12	11	15
Rosa café	10	9	13	-6	20	9	4	2
Madona	37	8	19	22	8	2	8	1
Nutella	23	18	18	1	11	4	6	5
Bretã	25	8	8	5	14	16	11	7
Mocotó	27	7	14	14	4	4	4	15
Ciranda	23	16	12	12	13	14	8	7
Média	23,714286	10,875	13,25	8,125	11,125	8,625	7,5	7,75
Desvio Padrão	8,0148671	4,086126	4,026697	8,509449	4,733996	5,097268	2,725541	5,311712
Pressão Venosa Central	T pré MPA	T0	T10	T15	T30	T45	T60	T75
Castanha	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineirinha	4	-8	-	-6	-5	-7	-7	-6
Paloma	-	-7	-5	-2	-4	-3	-1	0
Rosa café	4	-3	-4	-6	-8	-7	-7	-3
Madona	2	1	4	18	3	2	1	3
Nutella	5	8	-1	-2	-1	0	-2	4
Bretã	27	19	23	22	6	1	6	17
Mocotó	11	1	4	1	1	5	-2	0
Ciranda	9	2	-8	-10	-3	1	0	-2
Média	8,8571429	1,625	1,857143	1,875	-1,375	-1	-1,5	1,625
Desvio Padrão	8,5912469	8,716774	10,35098	11,71614	4,565007	4,309458	4,242641	6,988511

Débito Cardíaco									Débito Cardíaco (Litros)								
	T pré MPA	T0	T10	T15	T30	T45	T60	T75		T pré MPA	T0	T10	T15	T30	T45	T60	T75
Castanha	-	-	-	-	-	-	-	-									
Mineirinha 1	9,6	14,8	-	15,8	12,3	13	11,9	14,5	Mineirinha 1	28,8	44,4		47,4	36,9	39	35,7	43,5
Mineirinha 2	10,5	16	-	15	13,4	13,7	11,1	13,8	Mineirinha 2	31,5	48		45	40,2	41,1	33,3	41,4
Mineirinha 3	10	16,1	-	15,1	12,9	13,1	11,1	13,4	Mineirinha 3	30	48,3		45,3	38,7	39,3	33,3	40,2
Mineirinha 4	10,5	16,4	-	14,6	12,9	12,7	11,1	14,3	Mineirinha 4	31,5	49,2		43,8	38,7	38,1	33,3	42,9
Mineirinha 5	9,8	15,5	-	15,5	12,6	12,5	11,6	14,5	Mineirinha 5	29,4	46,5		46,5	37,8	37,5	34,8	43,5
Média Mineirinha	10,08	15,76	-	15,2	12,82	13	11,36	14,1	Média Mineirinha	30,24	47,28	-	45,6	38,46	39	34,08	42,3
Desvio Padrão	0,4086563	0,626897	-	0,463681	0,408656	0,458258	0,371484	0,484768	Desvio Padrão	1,096540013	1,682141	-	1,244186	1,09654	1,229634	0,996795	1,300769
Paloma 1	11,1	7,1	10	12,1	13,4	9,2	8,3	7,9	Paloma 1	33,3	21,3	30	36,3	40,2	27,6	24,9	23,7
Paloma 2	13,2	7,2	10,4	12,5	13,1	9,1	8	7,6	Paloma 2	39,6	21,6	31,2	37,5	39,3	27,3	24	22,8
Paloma 3	-	7,3	9,9	11,8	13,4	8,7	8,5	7,4	Paloma 3	-	21,9	29,7	35,4	40,2	26,1	25,5	22,2
Paloma 4	-	-	-	-	-	-	-	-	Paloma 4	-	-	-	-	-	-	-	26,1
Paloma 5	-	-	-	-	-	-	-	-	Paloma 5	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Paloma	12,15	7,2	10,1	12,13333	13,3	9	8,375	7,633333	Média Paloma	36,45	21,6	30,3	36,4	39,9	27	25,125	22,9
Desvio Padrão	1,4849242	0,1	0,264575	0,351188	0,173205	0,264575	0,298608	0,251661	Desvio Padrão	4,454772721	0,3	0,793725	1,053565	0,519615	0,793725	0,895824	0,754983
Rosa café 1	12,9	9,7	12,9	12,8	15,3	12,6	8,7	8,8	Rosa café 1	38,7	29,1	38,7	38,4	45,9	37,8	26,1	26,4
Rosa café 2	12,6	10,2	-	-	15,8	13	9,2	8,8	Rosa café 2	37,8	30,6	-	-	47,4	39	27,6	26,4
Rosa café 3	12,7	10,1	-	-	15,8	13	8,9	8,7	Rosa café 3	38,1	30,3	-	-	47,4	39	26,7	26,1
Rosa café 4	-	-	-	-	-	-	-	-	Rosa café 4	-	-	-	-	-	-	-	-
Rosa café 5	-	-	-	-	-	-	-	-	Rosa café 5	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Rosa café	12,733333	10	12,9	12,8	15,63333	12,86667	8,933333	8,766667	Média Rosa café	38,2	30	38,7	38,4	46,9	38,6	26,8	26,3
Desvio Padrão	0,1527525	0,264575	#DIV/0!	#DIV/0!	0,288675	0,23094	0,251661	0,057735	Desvio Padrão	0,458257569	0,793725	-	0	0,866025	0,69282	0,754983	0,173205
Madona 1	13,3	10,3	13	15,5	17,9	13,8	15,2	11,2	Madona 1	39,9	30,9	39	46,5	53,7	41,4	45,6	33,6
Madona 2	13,7	10,4	13	15,3	18,1	14,3	15,7	11,5	Madona 2	41,1	31,2	39	45,9	54,3	42,9	47,1	34,5
Madona 3	13,3	9,9	13,4	15,4	18,2	13,8	15,3	11,6	Madona 3	39,9	29,7	40,2	46,2	54,6	41,4	45,9	34,8
Madona 4	-	-	-	-	-	-	-	-	Madona 4	-	-	-	-	-	-	-	-
Madona 5	-	-	-	-	-	-	-	-	Madona 5	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Madona	13,433333	10,2	13,13333	15,4	18,06667	13,96667	15,4	11,43333	Média Madona	40,3	30,6	39,4	46,2	54,2	41,9	46,2	34,3
Desvio Padrão	0,2309401	0,264575	0,23094	0,1	0,152753	0,288675	0,264575	0,208167	Desvio Padrão	0,692820323	0,793725	0,69282	0,3	0,458258	0,866025	0,793725	0,6245
Nutella 1	14,1	14,5	10,5	10,1	10	10,8	13,5	8,7	Nutella 1	42,3	43,5	31,5	30,3	30	32,4	40,5	26,1
Nutella 2	14,3	14,9	10,3	10,8	9,8	10,7	13,5	8,5	Nutella 2	42,9	44,7	30,9	32,4	29,4	32,1	40,5	25,5
Nutella 3	13,4	14,8	9,9	11	9,6	11,4	13,9	8,2	Nutella 3	40,2	44,4	29,7	33	28,8	34,2	41,7	24,6
Nutella 4	13,8	-	9,9	10,9	-	11,4	-	-	Nutella 4	41,4	-	29,7	32,7	-	34,2	-	-
Nutella 5	-	-	-	-	-	11,4	-	-	Nutella 5	-	-	-	-	-	34,2	-	-
Média Nutella	13,9	14,73333	10,15	10,7	9,8	11,14	13,63333	8,466667	Média Nutella	41,7	44,2	30,45	32,1	29,4	33,42	40,9	25,4
Desvio Padrão	0,391578	0,208167	0,3	0,408248	0,2	0,357771	0,23094	0,251661	Desvio Padrão	1,174734012	0,6245	0,9	1,224745	0,6	1,073313	0,69282	0,754983
Bretã 1	13,7	5,8	11,8	17,7	12	14,5	13,6	12,6	Bretã 1	41,1	17,4	35,4	53,1	36	43,5	40,8	37,8
Bretã 2	14,6	5,3	12,2	18,2	12,6	14,5	13,9	12,7	Bretã 2	43,8	15,9	36,6	54,6	37,8	43,5	41,7	38,1
Bretã 3	14,3	5,6	12,6	17,5	12,5	14,1	13,5	11,5	Bretã 3	42,9	16,8	37,8	52,5	37,5	42,3	40,5	34,5
Bretã 4	14,6	5,3	12,3	17,7	12,6	-	-	11,6	Bretã 4	43,8	15,9	36,9	53,1	37,8	-	-	34,8
Bretã 5	-	-	-	-	-	-	-	11,3	Bretã 5	-	-	-	-	-	-	-	33,9
Média Bretã	14,3	5,5	12,225	17,775	12,425	14,36667	13,66667	11,94	Média Bretã	42,9	16,5	36,675	53,325	37,275	43,1	41	35,82
Desvio Padrão	0,4242641	0,244949	0,330404	0,298608	0,287228	0,23094	0,208167	0,658027	Desvio Padrão	1,272792206	0,734847	0,991211	0,895824	0,861684	0,69282	0,6245	1,974082
Mocotó 1	13,8	6,1	6,8	7,9	12,8	10,1	6,7	7,9	Mocotó 1	41,4	18,3	20,4	23,7	38,4	30,3	20,1	23,7
Mocotó 2	13,2	7	6,3	8	11,9	10,2	6,7	8,2	Mocotó 2	39,6	21	18,9	24	35,7	30,6	20,1	24,6
Mocotó 3	13,3	6,8	6,2	7,5	12,2	9,6	6,7	8,3	Mocotó 3	39,9	20,4	18,6	22,5	36,6	28,8	20,1	24,9
Mocotó 4	13,4	6,4	-	-	11,7	9,9	-	-	Mocotó 4	40,2	19,2	-	-	35,1	29,7	-	-
Mocotó 5	-	6,4	-	-	-	-	-	-	Mocotó 5	-	19,2	-	-	-	-	-	-
Média Mocotó	13,425	6,54	6,433333	7,8	12,15	9,95	6,7	8,133333	Média Mocotó	40,275	19,62	19,3	23,4	36,45	29,85	20,1	24,4
Desvio Padrão	0,2629956	0,357771	0,321455	0,264575	0,479583	0,264575	0	0,208167	Desvio Padrão	0,788986692	1,073313	0,964365	0,793725	1,438749	0,793725	0	0,6245
Ciranda 1	8,9	6,7	8,6	9,8	8	5,5	7,3	7,2	Ciranda 1	26,7	20,1	25,8	29,4	24	16,5	21,9	21,6
Ciranda 2	9	6,6	9,5	8,8	7,8	5	6,6	6,7	Ciranda 2	27	19,8	28,5	26,4	23,4	15	19,8	20,1
Ciranda 3	9	6,1	9,3	9,7	7,1	5,2	6,9	7	Ciranda 3	27	18,3	27,9	29,1	21,3	15,6	20,7	21
Ciranda 4	-	6,2	9	9,8	7,2	5,1	6,3	-	Ciranda 4	-	18,6	27	29,4	21,6	15,3	18,9	-
Ciranda 5	-	-	-	-	7,1	-	6,3	-	Ciranda 5	-	-	-	-	21,3	-	18,9	-
Média Ciranda	8,9666667	6,4	9,1	9,525	7,44	5,2	6,68	6,966667	Média Ciranda	26,9	19,2	27,3	28,575	22,32	15,6	20,04	20,9
Desvio Padrão	0,057735	0,294392	0,391578	0,485627	0,427785	0,216025	0,426615	0,251661	Desvio Padrão	0,173205081	0,883176	1,174734	1,45688	1,283355	0,648074	1,279844	0,754983
Média Total	12,373542	9,541667	10,57738	12,66667	12,70438	11,18625	10,59354	9,68	Média total (Litros)	37,120625	28,625	31,73214	38	38,11313	33,55875	31,78063	29,04
Desvio Padrão	1,9017507	3,909021	2,394731	3,331848	3,256543	3,07303	3,391747	2,506213	Desvio padrão	5,70525224	11,72706	7,184194	9,995544	9,76963	9,21909	10,17524	7,51864

Eletrocardiograma	T pré MPA	T0	T15	T30	T45	T60	T75	T90	Tpós
Castanha	43	50	-	47	48	-	-	75	
Mineirinha	55	-	-	-	103	100	53	-	
Paloma	68	46	60	75	75	68	50	44	
Rosa café	64	50	79	81	94	88	75	77	
Madona	52	56	-	65	55	54	55	-	
Nutella	60	100	60	-	75	50	57	-	
Bretã	75	75	65	75	71	62	57	65	
Mocotó	75	70	68	75	60	73	75	-	
Ciranda	-	42	60	60	60	65	60	60	
Média	61,5	61,125	65,33333	68,28571	71,22222	70	60,25	64,2	
Desvio Padrão	11,27576415	19,46012	7,474401	11,75747	18,06777	16,82685	9,573028	13,29286	
Ultrassonografia	T pré MPA	T0	T15	T30	T45	T60	T75	T90	Tpós
Castanha	90	-	-	-	-	-	-	64	88
Mineirinha	-	75	68	56	60	56	56	-	67
Paloma	99	68	63	62	59	56	58	-	66
Rosa café	86	89	75	72	72	71	74	-	80
Madona	70	70	62	61	61	60	59	-	89
Nutella	100	63	55	53	52	54	56	-	70
Bretã	70	81	63	59	58	58	58	-	77
Mocotó	87	75	75	73	67	64	63	-	107
Ciranda	74	68	60	63	74	64	62	-	59
Média	84,5	73,625	65,125	62,375	62,875	60,375	60,75	64	78,11111
Desvio Padrão	12,07121724	8,314145	7,079901	7,049569	7,491662	5,655276	5,922114		14,81928

Nome das éguas	Nome dos potros	Intervalo entre experimento e parto (dias)	Frequência cardíaca	Frequência respiratória	Temperatura	Apgar	Peso da placenta
Rosa Café	Pocahontas	5	136	52	37,3	8	4,3
Paloma	Hanna Montanna	14	128	80	37,8	8	4
Mineirinha	Dianna	15	168	56	37,3	8	5
Madona	Elvis	7	156	60	37,2	8	4,2
Ciranda	Stuart	5	92	56	35,8	8	3,2
Nutella	Kinder	7	128	60	36,7	8	4
Bretã	Floquinho	20	136	60	37,6	8	4,3
Mocotó	Arizona	32	148	52	37,7	8	3,5
Castanha	Colorado	48	124	65	38	8	4,5
Média		17	135,1111111	60,11111111	37,26666667	8	4,111111111
Desvio Padrão		14,56021978	21,70509413	8,550503559	0,670820393	0	0,530199124

Nome das éguas	Nome dos potros	Trabalho de parto (min)	Expulsão do potro (min)	Potro em pé (min)	1ª Mamada (min)	Saída da placenta (min)	Início do reflexo de sucção (min)
Rosa Café	Pocahontas	21	7	46	83	40	-
Paloma	Hanna Montanna	17	6	56	102	17	46
Mineirinha	Dianna	14	8	42	75	0	46
Madona	Elvis	21	16	44	54	36	-
Ciranda	Stuart	14	10	66	96	36	21
Nutella	Kinder	24	8	71	111	10	84
Bretã	Floquinho	16	5	49	92	45	-
Mocotó	Arizona	19	9	27	58	10	-
Castanha	Colorado	15	8	19	83	55	2
Média		17,88888889	8,555555556	46,66666667	83,77777778	27,66666667	39,8
Desvio Padrão		3,551212625	3,166666667	16,73320053	19,10351916	18,84807682	30,87393723