



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – CAMPUS
BOTUCATU
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES
ELETROCARDIOGRÁFICOS MATERNO-FETAL E NEONATAL EM
EQUINOS DA RAÇA MINI-HORSE**

JULIANA ALMEIDA NOGUEIRA DA GAMA

BOTUCATU- SP
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – CAMPUS
BOTUCATU
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES
ELETROCARDIOGRÁFICOS MATERNO-FETAL E NEONATAL EM
EQUINOS DA RAÇA MINI-HORSE**

JULIANA ALMEIDA NOGUEIRA DA GAMA

Defesa da tese apresentado a Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus
de Botucatu, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor no Programa
de Pós-Graduação em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Simone Biagio
Chiacchio

BOTUCATU - SP
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Gama, Juliana Almeida Nogueira da.

Determinação dos parâmetros cardiovasculares
eletrocardiográficos materno-fetal e neonatal em equinos
da raça mini-horse / Juliana Almeida Nogueira da Gama. -
Botucatu, 2018

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Simone Biagio Chiacchio

Capes: 50501062

1. Cardiologia veterinária. 2. Cavalos - Raças. 3.
Eletrocardiografia.

Palavras-chave: Cardiologia ; Cavalos; Eletrocardiograma;
Potros.

Título: DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES
ELETROCARDIOGRÁFICOS MATERNO-FETAL E NEONATAL EM EQUINOS
DA RAÇA MINI-HORSE

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Ass. Dr. Simone Biagio Chiacchio

Presidente e Orientador

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu,SP

Profa. Ass. Dra. Maria Lúcia Gomes Lourenço

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu,SP

Profa. Ass. Dra. Alessandra Melchert

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu,SP

Dr. Yudney Pereira da Motta

Membro Titular

Departamento de Clínica Médica de Pequenos Animais

UNOESTE

Dra. Letícia Peternelli da Silva

Membro Titular

Departamento de Clínica Médica de Grandes Animais

Universidade de Marília – UNIMAR - SP

Data da Defesa: 27 de agosto de 2018.

Deus não dá uma cruz mais pesada do que possamos carregar. Apenas precisamos saber a melhor maneira de apoiar-la sobre os ombros para não pesar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me proporcionado está aqui nesse momento conquistando mais uma etapa na minha vida profissional.

Aos meus pais, Eliene e Luciano, pelo amor incondicional, educação e criação e dedicação que me fizeram transformar nessa pessoa que eu sou hoje. Pelo apoio e compreensão que tiveram na minha escolha, entendendo a minha ausência. Agradeço principalmente ao meu pai que apresentou ao mundo dos cavalos quando eu ainda era apenas um bebê e fez com que eu amasse tanto esses animais como ele. Muitas vezes não tenho palavras para expressar a minha eterna gratidão por tudo que vocês fizeram e fazem por mim até hoje.

Ao meu irmão Pedro, carinho, amor, apoio durante todos esses anos.

Ao meu cachorro Hércules que mesmo tão novinho me mostrou o que é ser guerreiro de verdade, me fez descobrir a força que existe dentro de mim para enfrentar tudo o que aconteceu, e vencemos. Te amo meu Pequeno.

Ao Médico Veterinário e amigo Adelcio Barbosa da Silva Junior que através dele eu pude conhecer Botucatu, e me incentivou a sempre seguir em frente e nunca desistir.

As duas peças mais importantes dessa minha etapa acadêmica, Simone Biagio Chiacchio e Maria Lucia Gomes Lourenço. Sem palavras para agradecer a missão que foi a mim confiada. (Sim, uma missão, e das grandes).

À Gabriela Campos Amorim que desde o início, aceitou a empreitada, e percorreu ao meu lado durante todo o período de experimento, e me socorreu algumas vezes. Muito obrigada por tudo! (Ainda estou te devendo um rodízio!)

Ao Raphael Teixeira que muitas vezes eu fiz acordar mais cedo para ir ao Haras e me ajudou durante todo o experimento.

À minha grande amiga Silvana Garcete e sua família, por me proporcionarem grande momentos de alegria, carinho e amizade.

À minha amiga Marcinha pelos ótimos momentos que passamos juntas, amizade e ótima convivência em casa.

A Penélope pelo carinho, momentos de alegria, principalmente companhia, muitas vezes dormindo e roncando, mas sempre em baixo da minha mesa.

Aos meus avós de coração Suelene e Sergio que cuidaram tão bem de mim com amor e carinho durante todos esses anos.

À Angélica Alfonso e Raíssa Salgueiro pela ajuda nessa fase final.

À Professora Miriam Tsunemi que me salvou com as análises estatísticas.

Ao Sr. José Eden Matosinho e esposa, por ter aberto as portas do haras para a realização do experimento. Muito obrigada!

Aos Funcionários do Haras Água Azul pela colaboração e paciência.

À todos os animais que fizeram parte do experimento, muito obrigada pela colaboração e paciência.

Ao grupo Cardio/Neonatos por poder fazer parte dele, e contribuir para o crescimento do serviço.

Todos aqueles que participaram de forma direta ou indireta da minha caminhada para chegar até aqui.

LISTA DE TABELAS

Página

ARTIGO I - Determinação dos parâmetros clínicos eletrocardiográficos em éguas prenhes e potros da raça Mini – Horse

Tabela 1.	Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	30
Tabela 2.	Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	31
Tabela 3.	Médias e desvio-padrões da duração em ms dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	32
Tabela 4.	Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.....	33
Tabela 5.	Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.....	33
Tabela 6.	Médias e desvio-padrões da duração em ms dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.....	34
Tabela 7.	Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de neonatos da raça Mini-horse até 35 dias de vida.....	34
Tabela 8.	Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de neonatos da raça Mini-horse até 35 dias de vida.....	35
Tabela 9.	Médias e desvio-padrões da duração em ms dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de neonatos da raça Mini-horse até 35 dias de vida.....	35

ARTIGO II - Determinação dos parâmetros cardiovasculares eletrocardiográficos materno-fetal e neonatal em equinos da raça Mini-Horse

Tabela 1.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	54
------------------	---	----

Tabela 2.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	55
Tabela 3.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.....	56
Tabela 4.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.....	57
Tabela 5.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fetos da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	58
Tabela 6.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de fetos da raça Mini-horse durante os meses de gestação.....	59
Tabela 7.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de potros da raça Mini-horse até 35 dias de vida.....	60
Tabela 8.	Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de potros da raça Mini-horse até 35 dias de vida.....	61

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1.	Representação gráfica do potencial de ação da célula cardíaca (A) e da célula marca-passo (B).....	8
Figura 2.	Representação esquemática do processo de despolarização do ventrículo equino.....	9
Figura 3.	Representação esquemática da passagem do impulso elétrico pelo sistema de condução cardíaco, e demonstrado pelo exame eletrocardiográfico. O impulso elétrico nasce no nodo AS e despolariza os átrios, onda P (A); A condução do impulso para os ventrículos é atrasada pelo nodo AV, intervalo P-R (B); A despolarização do feixe de His e fibras de Purkinje, complexo RS (C).....	10
Figura 4.	Traçado eletrocardiográfico de uma égua Mini-Horse.....	11
Figura 5.	Diagrama da circulação cardiovascular fetal (esquerda) e adulta (direita).....	14

ARTIGO I - Determinação dos parâmetros clínicos eletrocardiográficos em éguas prenhes e potros da raça Mini – Horse

Figura 1.	Posicionamento dos eletrodos para a obtenção de um exame eletrocardiográfico na derivação base ápice A: posicionamento dos eletrodos no lado esquerdo, B: posicionamento dos eletrodos no lado direito.....	25
Figura 2.	Representação gráfica em Box Plot da FC em bpm de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	36
Figura 3.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P1 de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	36
Figura 4.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda R de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	37
Figura 5.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda S de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	37
Figura 6.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda T negativa de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto..	38

Figura 7.	Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do intervalo PR de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	38
Figura 8.	Representação gráfica em Box Plot da temperatura em °C de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.....	39
Figura 9.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P1 de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.....	39
Figura 10.	Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P2 de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.....	40

ARTIGO II - Determinação dos parâmetros cardiovasculares eletrocardiográficos materno-fetal e neonatal em equinos da raça Mini-Horse

Figura 1.	Posicionamento dos eletrodos para obtenção do ECG materno-fetal. A: lado direito; B: lado esquerdo.....	50
Figura 2.	Posicionamento dos eletrodos para obtenção do ECG neonatal.....	50
Figura 3.	Traçado eletrocardiográfico materno-fetal obtido através do Televet®. M+F: materno-fetal; M: materno; F: fetal.....	50
Figura 4.	Representação gráfica em Box Plot da FC em bpm de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	63
Figura 5.	Representação gráfica em Box Plot da LF em Hz de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.....	63
Figura 6.	Representação gráfica em Box Plot da FC em bpm de neonatos da raça Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.....	64
Figura 7.	Representação gráfica em Box Plot de SDNN em ms de neonatos da raça Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.....	64
Figura 8.	Representação gráfica em Box Plot de RMSSD em ms de neonatos da raça Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.....	65
Figura 9.	Representação gráfica em Box Plot da LF em Hz de neonatos da raça Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.....	65

LISTA DE ABREVIACÕES

[n.u.]: Unidades normalizadas

AV: Nodo Atrioventricular

BPM: Batimentos por minuto

Ca²⁺: Cálcio

ECG: Eletrocardiograma

FC: Frequência Cardíaca

FR: Frequência Respiratória

HF: Alta frequência

K⁺: Potássio

LF: Baixa frequência

mmHg: Milímetros de mercúrio

MPM: Movimentos pulmonares por minuto

ms: Milissegundos

mV: Milivolts

Na⁺: Sódio

PA: Pressão Arterial

PAD: Pressão Arterial Diastólica

PAM: Pressão Arterial Média

PAS: Pressão Arterial Sistólica

PSI: Puro Sangue Inglês

RMSSD: Raiz quadrada da média das diferenças sucessivas

RR: Média dos intervalos RR

SA: Nodo Sinusal

SDNN: Desvio padrão dos intervalos NN

T°C: Temperatura em graus Celsius

VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA.....	5
1. Introdução.....	6
2. Revisão de literatura.....	7
3. Justificativa e Hipótese.....	17
4. Objetivos.....	17
4.1 Objetivos Gerais.....	17
4.2 Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO II – ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	19
ARTIGO I - Determinação dos parâmetros clínicos eletrocardiográficos em éguas prenhes e potros da raça Mini – Horse.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Materiais e Métodos.....	24
Resultados e Discussão	26
Conclusões	29
Referências Bibliográficas	41
ARTIGO II - Determinação dos parâmetros cardiovasculares eletrocardiográficos materno-fetal e neonatal em equinos da raça Mini-Horse.....	44

Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	48
Resultados e Discussão.....	51
Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	66
Normas da Revista.....	69
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	77

GAMA, J. A. N. **Determinação dos parâmetros cardiovasculares eletrocardiográficos materno-fetal e neonatal em equinos da raça mini - horse.** Botucatu. 2018. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

RESUMO

A mortalidade durante os períodos pré e pós-natal representa uma perda considerável na espécie equina. A compreensão das alterações cardiovasculares durante prenhez é fundamental para o manejo das fêmeas prenhes e dos fetos. As observações clínicas confirmam que as mudanças ocorrem, embora a natureza exata destas alterações não seja bem evidente na literatura equina. O monitoramento da frequência cardíaca no feto, não só possibilita a verificação da saúde fetal e viabilidade, mas também fornece informações sobre o estágio de desenvolvimento do sistema nervoso autônomo. Desta forma, os objetivos do presente estudo foram descrever o comportamento dos parâmetros eletrocardiográficos (ECG), valores normais da frequência cardíaca (FC) e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nas éguas e nos neonatos. Para tal, foram utilizadas 10 éguas, de diferentes idades, pertencentes à raça Mini-Horse em todos os meses de gestação (11 meses) e após o parto. As éguas e os potros foram avaliados nos momentos, 24h, 7º, 14º, 21º, 28º e 35º dia após o nascimento. A frequência cardíaca das éguas ao serem avaliadas em conjunto apresentou significância estatística ($P<0,05$), assim como as amplitudes das ondas S, T negativa e duração do intervalo PR. As amplitudes das ondas P1 e R variaram estaticamente entre os momentos subsequentes durante a gestação. Quanto aos neonatos foram temperatura foram diferentes quando avaliadas em conjunto e entre os momentos. No eletrocardiograma (ECG) houve diferença na amplitude das ondas P1 e P2 ao serem avaliadas em conjunto. Os resultados não foram influenciados pelas modificações que ocorrem no organismo durante a gestação. O desenvolvimento neonatal não teve influencia para alterar significativamente os resultados. A FC materna quando avaliadas em conjunto variou estatisticamente ($P<0,05$) e baixa frequência (LF) em Hz apresentou aumento no 28º dia após o parto e quando comparada entre os momentos subsequentes $P<0,05$. Foi possível mensurar a FC e VFC do feto a partir do 4º mês (em torno de 113 dias). A FC neonatal diminui ao avançar da gestação e ao avançar da idade,

apresentando diferença estatística ao avaliadas em conjunto ($P=0,01987$); A média dos intervalos RR (SDNN) variou estatisticamente quando avaliado em conjunto ($P=0,0002488$) e entre os momentos da gestação e após o nascimento, o mesmo foi observado com os valores registrados de raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadro (RMSSD). A LF (Hz) apresentou $P<0,005$ quando avaliada em conjunto. Durante o período gestacional as alterações que ocorrem na fêmea não alteraram significativamente VFC e a FC nas éguas. O desenvolvimento do SNA causa influência direta na FC neonatal.

PALAVRAS-CHAVE: cardiologia, cavalos, potro, eletrocardiograma

GAMA, J.A.N. **Determination of maternal-fetal and neonatal electrocardiographic parameters in horses of the mini horse breed.** Botucatu. 2018. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

ABSTRACT

Mortality during the pre and postnatal periods represents a considerable loss in the equine species. The understanding of cardiovascular changes during pregnancy is fundamental for the management of pregnant females and fetuses. Clinical observations confirm that changes occur, although the exact nature of these changes is not very evident in the equine literature. Heart rate monitoring in the fetus not only enables fetal health check and viability, but also provides information on the developmental stage of the autonomic nervous system. The aim of the present study was to describe the behavior of electrocardiographic parameters (ECG), normal heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) in mares and neonates. For this, 10 mares, of different ages, belonging to the Mini-Horse breed were used in all gestation months (11 months) and after delivery. The mares and foals were evaluated at the times, 24h, 7o, 14o, 21o, 28o and 35 the day after birth. The mares heart rate when evaluated together showed statistical significance ($P < 0.05$), as well as the amplitudes of the S wave, negative T and PR interval duration. The amplitudes of the P1 and R waves varied statically between the subsequent moments during gestation. As for the neonates were temperature were different when evaluated together and between moments. On the electrocardiogram (ECG) there was a difference in the amplitude of the waves P1 and P2 when evaluated together. The results were not influenced by the changes that occur in the body during gestation. Neonatal development had no influence to significantly alter the results. Maternal HR when evaluated together varied statistically ($P < 0.05$) and low frequency (LF) in Hz presented increase on the 28th day after delivery and when compared between the subsequent moments $P < 0.05$. It was possible to measure HR and HRV of the fetus from the 4th month (around 113 days). Neonatal HR decreases as pregnancy progresses and as the child grows older, presenting a statistical difference when evaluated together ($P = 0.01987$); Mean RR intervals (SDNN) varied statistically when assessed together ($P = 0.0002488$) and between gestation and postnatal times, the

same was observed with the square root values of the sum of the successive differences between the normal RR intervals adjacent to the table (RMSSD). The LF (Hz) presented $P < 0.005$ when evaluated together. During the gestational period the changes that occurred in the female did not significantly change HRV and HR in the mares. The development of SNA causes a direct influence on neonatal HR

Key word: cardiology, horses, foal, electrocardiogram

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A criação de Mini-Horse vem sendo popularizada no Brasil e no mundo, como um ótimo campo de comércio. O interesse por essa raça tem aumentado nos últimos 10 anos, com registros de mais de 100.000 animais no mundo (SONDER, 2012). Este aumento considerável na criação alavanca um mercado de produtos e serviços especializados, a fim de atender os interesses dos proprietários destes animais.

As orientações seguidas na avaliação de raças miniaturas são originadas das observadas de grandes pôneis e em cavalos de tamanho convencional (GASTAL et al., 2008). Infelizmente, o pequeno tamanho destes animais, tem sido o principal obstáculo encontrado na realização de estudos reprodutivos e de diagnósticos gestacionais (MARCELLA, 1992). Visando minimizar o estresse causado pelo uso da palpação e ultrassonografia retal, muitos proprietários e pesquisadores recorrem à métodos hormonais para detecção de prenhez e monitoramento gestacional nesses animais. Dentre os entraves da equinocultura, destaca-se a mortalidade neonatal, com registros de 2-7% em cavalos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) (TAVEIRA; MOTA, 2007). A paridade, distocia e placentite foram apontadas como principais fatores de mortalidade fetal em bovinos e equinos (TAVEIRA; MOTA, 2007; BICALHO et al., 2007). Em cavalos, mais de 60% dos natimortos foram associados à insuficiência placentária envolvendo placentite (GILES et al., 1993; HONG et al., 1993).

A compreensão das alterações cardiovasculares da prenhez é fundamental para o manejo das gestantes e dos fetos (DENNIS et al., 2010). As observações clínicas confirmam que as mudanças ocorrem, embora a natureza precisa destas alterações não estão bem evidentes na literatura em equinos. A frequência cardíaca (FC) é um importante parâmetro de bem-estar fetal (ADAMS-BRENDEMUEHL; PIPERS, 1978; NAGEL et al., 2010), sendo a sua monitoração útil na detecção de alterações relacionadas à viabilidade fetal (ADAMS-BRENDEMUEHL; PIPERS, 1978; BASKA-VINCZE et al., 2015). Em equinos, a FC e sua variabilidade (VFC) podem ser determinadas através da eletrocardiografia (ECG) materno-fetal (BASKA-VINCZE et al., 2015). Entretanto, os valores de referência para os parâmetros fisiológicos em raças maiores sejam frequentemente utilizados para raças miniatura (NAGEL et al., 2011), o que ressalta a necessidade de estudos nessas etapas.

O que se pretende com o estudo é a descrever os parâmetros eletrocardiográficos, particularmente da VFC em éguas da raça mini-horse durante a gestação, do feto durante a gestação e no período neonatal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A principal função do coração é o bombeamento e distribuição do sangue para os órgãos do corpo. A ocorrência adequada dessa atividade mecânica depende da ação da atividade elétrica em toda a musculatura cardíaca (GILMOUR JR, 2015). A membrana da célula é composta por vários canais iônicos, que promovem as trocas de íons entre os meios intra e extracelular, gerando o potencial de ação (STEPHENSON, 2014).

O potencial de ação de uma célula cardíaca é dividido em 5 fases (figura 1A). A célula em repouso apresenta um potencial de membrana entre -80 mV e -90 mV devido a maior concentração de potássio (K^+) no seu interior. A partir do momento em que a célula é estimulada, canais rápidos de sódio (Na^+) são abertos aumentando sua concentração intracelular alterando o potencial de membrana para +20 mV, essa fase é chamada de despolarização (fase 0). No momento em que a polaridade intracelular é invertida, esses canais de Na^+ se fecham e a membrana da celular começa e se repolariza por um curto período (fase 1) (STEPHENSON, 2014).

Os Canais lentos de K^+ são abertos concentração de K^+ intracelular diminui para que a célula seja repolarizada. Os Canais lentos de Cálcio (Ca^{2+}) também são abertos o que aumenta a permeabilidade de Ca^{2+} para o interior da célula. Ao mesmo tempo em que um íon positivo sai, nesse caso o K^+ , um íon positivo entra, o Ca^{2+} causando uma estabilidade da voltagem, a qual chamamos de platô (fase 2). A entrada de Ca^{2+} é cessada e há um aumento na saída de K^+ que resulta a repolarização celular (fase 3) e retorna ao potencial de repouso (fase 4), para novamente ser estimulada e gerar um novo potencial de ação (STEPHENSON, 2014).

Período Refratário é o tempo necessário para que uma célula retorne ao seu potencial de repouso e consiga responder a um novo estímulo. Durante as fases 1, 2 e 3 do potencial de ação a célula não consegue ser estimulada novamente e gerar um segundo potencial de ação, (período refratário absoluto). Somente quando ocorrer a repolarização (fase 4) e o potencial estiver próximo ao de repouso e o estímulo na célula for bem intenso, a mesma conseguirá responder gerando um novo potencial de ação (período refratário relativo) (VAN LOON; PATTESON, 2010).

A célula marca-passo se despolariza espontaneamente e atinge o limiar do potencial de ação primeiro, pois o seu potencial de membrana é menos negativo do que das outras células cardíacas, em torno de -60 mV. A membrana dessa célula é composta por canais lentos de Na^+ , que são abertos devido à baixa polaridade. A concentração aumentada de Na^+ dentro da célula modifica o potencial de membrana deixando-a menos negativa (aproximadamente -40 mV), alcançando o limiar do potencial de ação celular (fase 0). Diferente das outras células do coração, a despolarização é ocasionada pela maior concentração de Ca^{2+} intracelular. Quando a célula chega ao seu limiar, os canais lentos de Na^+ se fecham e se abrem os canais lentos de Ca^{2+} , aumentando a voltagem celular para +20 mV. Uma vez despolarizada, Ca^{2+} e K^+ saem da célula e a polaridade retorna a -60 mV, abrindo os canais rápidos de Na^+ , gerando outro potencial de ação (Fig. 1B) (STEPHENSON, 2014).

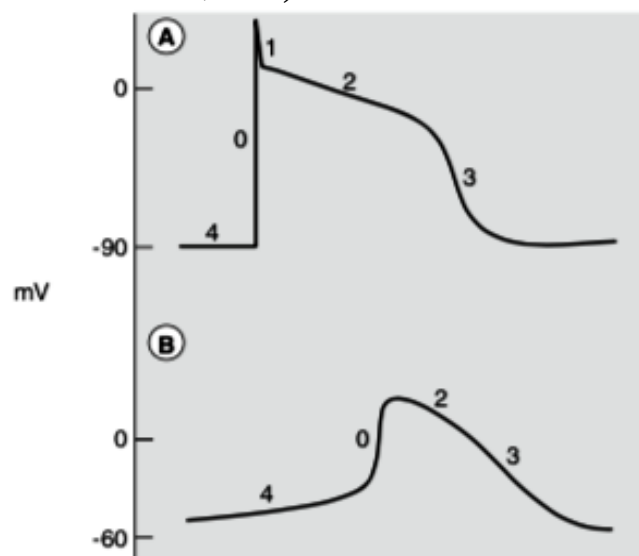


Figura 1. Representação gráfica do potencial de ação da célula cardíaca (A) e da célula marca-passo (B) (VAN LOON;PATTESON, 2010).

A célula marca-passo, localizada no nodo sinusal (SA), gera o potencial de ação que é propagado célula a célula por toda a via de condução elétrica do coração, percorrendo toda a extensão muscular cardíaca (STEPHENSON, 2014). O impulso elétrico sai do nodo SA, despolariza as células atriais, segue pelos feixes internodais até o nodo atrioventricular (AV), único meio de comunicação elétrica entre átrios e ventrículos, - onde a condução do impulso é feita de forma mais lenta. A partir daí é transmitido de forma rápida do Feixe de His e Rede de Purkinje para o miocárdio ventricular (MCINTOSH BRIGHT; MARR, 2010).

A via de condução elétrica do coração dos equinos é um pouco diferente quando comparada às outras espécies. As fibras de Purkinje estão distribuídas ao longo de toda a extensão da parede muscular dos ventrículos, alterando a sua despolarização, que se inicia na região basal do septo interventricular, normalmente da esquerda para a direita e ventral, (em alguns animais a propagação do impulso não ocorre nessa direção) seguindo das paredes ventriculares e porção média do septo e por fim a porção dorsal do septo (figura 2) (MCINTOSH BRIGHT; MARR, 2010).

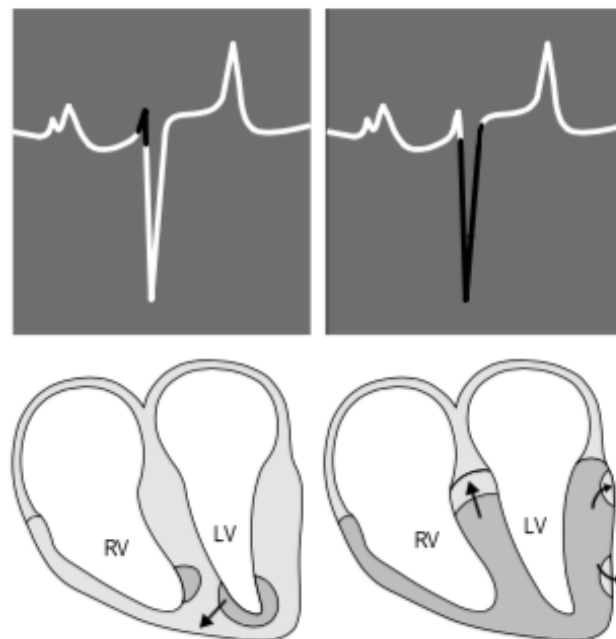


Figura 2. Representação esquemática do processo de despolarização do ventrículo equino (MCINTOSH BRIGHT; MARR, 2010).

Estas atividades elétricas do coração podem ser registradas e avaliadas pelo Exame Eletrocardiográfico (ECG) sob a forma de ondas. A onda P representa o impulso elétrico gerado no nodo SA e despolarização atrial (Fig. 3A). O intervalo P-R é o tempo entre o início da despolarização dos átrios até o começo da despolarização dos

ventrículos, nesse momento o impulso elétrico está no nodo AV que tem como função retardar a propagação elétrica (Fig. 3B), para que átrios e ventrículos não contraiam juntos. Complexo QRS é a despolarização ventricular (Fig. 3C). Intervalo QT representa o período entre o início da despolarização e o final da repolarização ventricular. Onda T é a repolarização ventricular.

O ECG é um exame que auxilia no diagnóstico de anormalidades na via de condução elétrica do coração, não sendo utilizada para avaliar tamanhos de câmaras na espécie equina como é bastante utilizada em pequenos animais (CASASNOVAS et al, 2014).

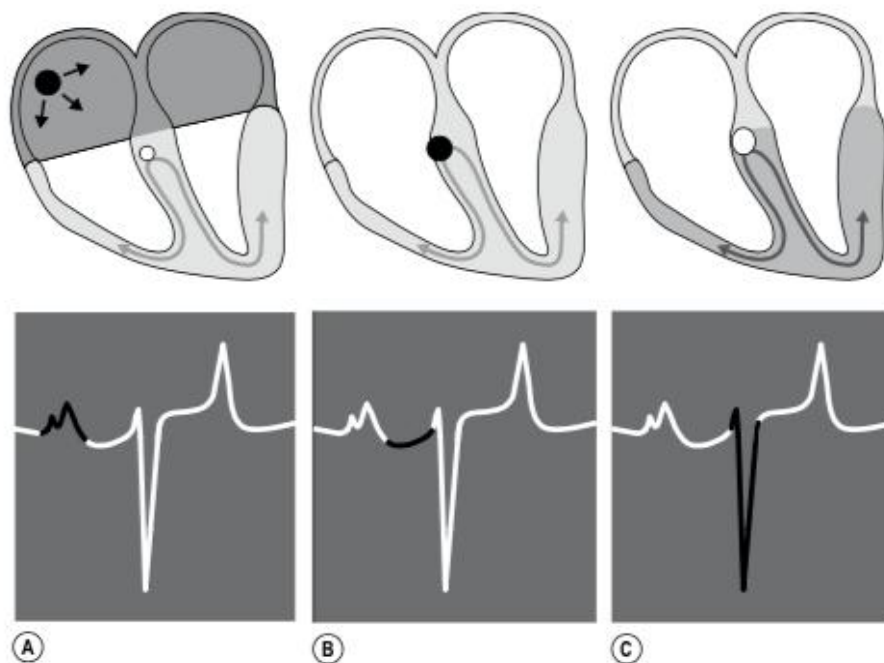


Figura 3. Representação esquemática da passagem do impulso elétrico pelo sistema de condução cardíaco, e demonstrado pelo exame eletrocardiográfico. O impulso elétrico nasce no nodo SA e despolariza os átrios, onda P (A); A condução do impulso para os ventrículos é atrasada pelo nodo AV, intervalo P-R (B); A despolarização do feixe de His e fibras de Purkinje, complexo RS (C) (MCINTOSH BRIGHT; MARR, 2010).

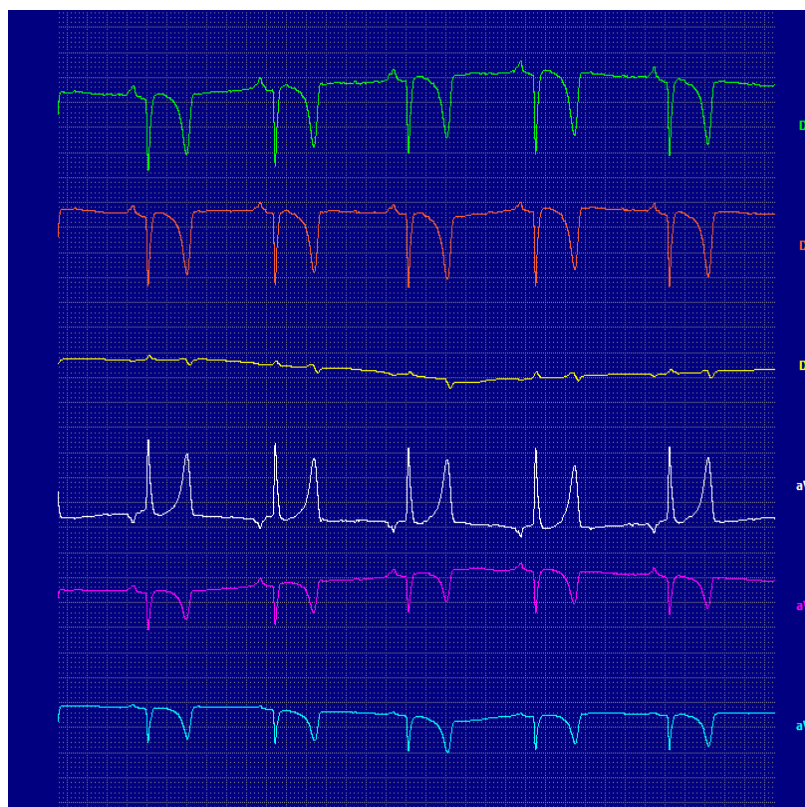


Figura 4. Traçado eletrocardiográfico de uma égua Mini-Horse (Fonte: Arquivo pessoal).

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) regula as funções do organismo de modo involuntário em resposta a presença de estímulos fisiológicos, ambientais, situações de estresse, alterações hemodinâmicas, para manter um equilíbrio interno do corpo. Ele inerva vários sistemas, incluindo o sistema cardiovascular, e atua diretamente na regulação da FC (KLEIN; CUNNINGHAM, 2014)

O sistema nervoso simpático reduz o intervalo entre os potenciais de ação da célula marca-passo, aumentando a frequência cardíaca; age no nodo AV, propagando o impulso com maior rapidez; nas células atriais e ventriculares aumentando a força e velocidade da contração, resultando em um maior bombeamento de sangue com uma maior pressão. O sistema nervoso parassimpático atua no nodo SA aumentando o tempo do potencial de ação, diminuindo a frequência cardíaca; no nodo AV, diminuindo a velocidade de propagação; nas células cardíacas supraventriculares prolongando o período refratário resultando na diminuição da força e a velocidade da contração cardíaca (STEPHENSON, 2014).

Os sistemas nervoso simpático e parassimpático atuam em conjunto sobre sistema de condução elétrico do coração aumentando ou diminuindo a FC de acordo com a necessidade do momento. Essas variações presente na FC são denominadas como Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), descreve como intervalos R-R com diferentes durações, e estão diretamente relacionadas com o funcionamento adequado do SNA. Então quando temos alta VFC significa que o SNA está funcionando de forma adequada. A VFC pode ser analisada através de métodos lineares, no domínio de tempo e da frequência e por métodos não lineares (VANDERLEI et al, 2009).

Análises feitas no domínio do tempo quantificam as mudanças da FC com a utilização de técnicas estatísticas ou geométricas. A partir da mensuração dos intervalos R-R, variáveis estatísticas podem ser obtidas, tais como: RR médio, SDNN (Desvio padrão de todos os intervalos RR normais); RMSSD (Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado); NN100 (número de pares de intervalos RR sucessivos que diferem de 100 ms); pNN100 (NN100 dividido pelo número total de intervalos RR). Além dessas variáveis estatísticas, há duas variáveis geométricas que são HRV triangular index (numero total de intervalos RR dividido pela altura do histograma) e TINN (largura da linha de base do histograma RR avaliado através da interpolação triangular) (TARVAINEN et al, 2014, 2008).

Quando a análise é feita pelo domínio da frequência, uma estimativa espectral é calculada para os intervalos R-R. As estimativas são divididas de acordo com a frequência, sendo muito baixa, baixa ou alta frequência (TARVAINEN et al, 2014, 2008).

Quando a fêmea está gestante ocorrem modificações no organismo da mesma, sendo elas anatômicas, hormonais, metabólicas e hemodinâmicas afim de suprir as necessidades da mãe e dar um suporte adequado para o desenvolvimento fetal. A principal alteração hemodinâmica durante o período gestacional é o aumento da frequência cardíaca e também do aumento do débito cardíaco e volume sanguíneo. Há relatos na literatura que em mulheres, essas alterações aumentam entre 30% e 50% (WARNES, 2013; FUJITANI; BALDISSERI, 2005). Durante o trabalho de parto na mulher o débito cardíaco aumenta em torno de 50% e no pós-parto aumenta cerca de 60 a 80 %.

A literatura também descreve em mulheres o decréscimo da pressão sanguínea durante o período gestacional, principalmente no terço inicial da gestação, e ao

chegarem ao terço final da gestação, próximo ao parto, os valores começaram a aumentar (SANGHAVI; RUTHERFORD, 2014).

Durante a vida intra-uterina, o feto depende de um suporte adequado de oxigênio e nutrientes provenientes da mãe, através da placenta. O sangue rico em oxigênio chega até o feto pela veia umbilical, ducto venoso e veia cava caudal. Esse sangue entra no átrio direito pela veia cava caudal. O forame oval comunica os átrios direito e esquerdo e devido a uma diferença de pressão o sangue oxigenado flui para o átrio esquerdo, e posteriormente para o ventrículo esquerdo, seguindo para a aorta, chegando ao coração e ao cérebro pelas artérias coronárias e tronco braquiocefálico. O sangue que entra no átrio direito a partir da veia cava cranial apresenta uma baixa concentração de oxigênio, pois grande parte foi consumida pelo cérebro, e grande parte segue para o ventrículo direito. Por uma diferença de pressão e pela presença do ducto arterioso, o sangue sai da artéria pulmonar para a aorta (KNOTTENBELT et al, 2004).

Do nascimento até os primeiros dias de vida, muitas mudanças ocorrem para que o neonato se adapte a vida extra-uterina (período de adaptação), incluindo o sistema cardiovascular, o qual sofre mudanças significativas. Logo após o nascimento, há uma queda na resistência vascular pulmonar o que resulta em uma diminuição da pressão na artéria pulmonar, átrio direito e ventrículo direito. Com a interrupção do suprimento sanguíneo via placenta (circulação de baixa resistência), a pressão arterial aórtica aumenta assim como no átrio e ventrículo esquerdos. Essa mudança de pressão entre os átrios direito e esquerdo resulta no fechamento do forame oval. O fechamento do ducto arterioso e ducto venoso ocorrem logo após o parto (HASSER et al, 2015).

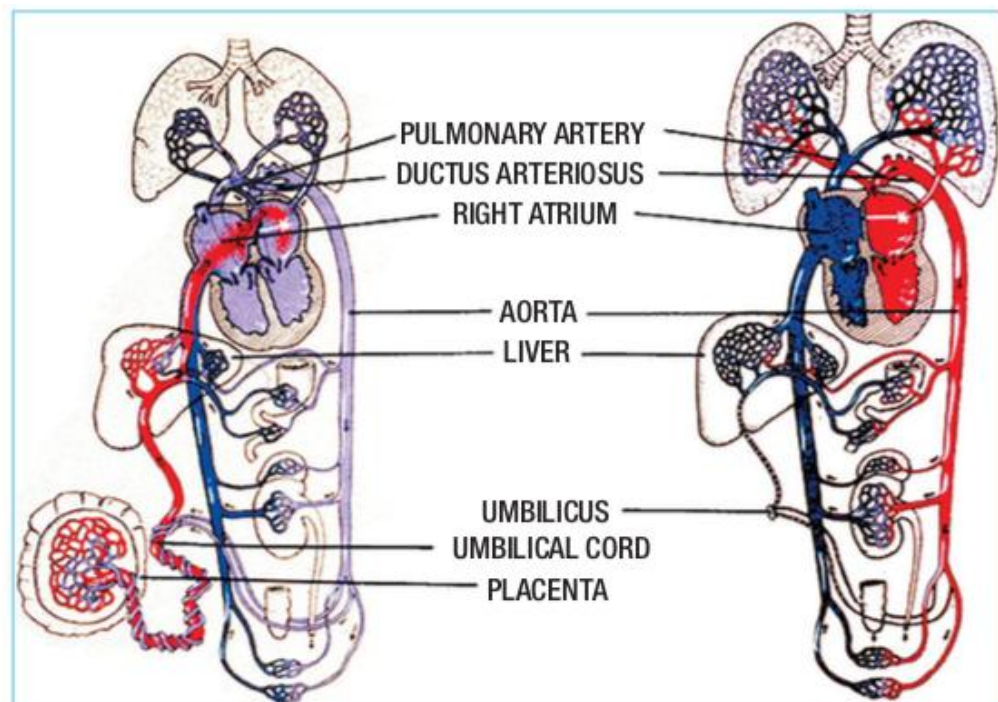


Figura 5. Diagrama da circulação cardiovascular fetal (esquerda) e adulta (direita) (KNOTTENBELT et al, 2004).

O Exame Eletrocardiográfico (ECG) em gestantes na maioria das vezes não apresenta nenhuma alteração. Porém em alguns casos podem ser encontradas alterações transitórias em Segmento QT e Onda T, na derivação III as Onda Q e T se apresentam invertidas (REGITZ-ZAGROSEK et al, 2011). Segundo Metz (2016), as arritmias mais comumente encontradas no ECG em gestantes são Taquicardia Sinusal e Taquicardia Supraventricular.

Apesar de muito utilizada na clínica de pequenos animais, os estudos acerca da eletrocardiografia em fetos equinos e em potros são escassos. Neste contexto, o exame eletrocardiográfico pode ser uma importante ferramenta na neonatologia equina, por tratar-se de uma técnica acessível, não-invasiva e de fácil realização a campo. O monitoramento da frequência cardíaca no feto, não só possibilita a verificação da saúde fetal e viabilidade, mas também fornece informações sobre o estágio de desenvolvimento do sistema nervoso autônomo.

Um dos primeiros estudos eletrocardiográficos em fetos realizados na Medicina Veterinária foi descrito por Too et al., (1965), utilizando o ECG em fetos da raça Holandesa com idade variando entre 105 e 288 dias. Não houve diferença no ECG nos diferentes estágios de gestação, com exceção do decréscimo inicial do complexo QRS e sua amplitude com idade fetal maior de 146 dias. Dois anos depois foi relatada a

utilização do ECG em éguas prenhes por Too e colaboradores em 1967, descrevendo a utilização deste exame em uma égua gestante de sete anos de idade sem raça definida. O ECG foi realizado entre 316 a 335 dias de gestação e continuou sendo realizado após o aparecimento dos sinais clínicos de parto. O ECG da mãe e do potro foram registrados. Os batimentos cardíacos do feto próximo ao nascimento eram de 66 batimentos por minuto (bpm), logo após o nascimento a frequência cardíaca manteve-se entre 108 a 216 bpm. Durante todo o processo de parição, a frequência cardíaca materna manteve-se estável, em torno de 48-60 bpm, porém detectou-se arritmia, caracterizada por bloqueio átrio ventricular incompleto. Durante a passagem do feto pelo canal do parto, os intervalos R-R se tornaram altamente irregulares.

Outro estudo em 1967, com a utilização do ECG em éguas gestantes, foi realizado por Kanagawa et al. que estudaram o eletrocardiograma em 17 éguas da raça Percheron no terço final da gestação, encontrando os batimentos cardíacos fetais com valores de 84 a 114 bpm e das éguas de 42 a 78 bpm.

O ECG fetal transcutâneo pode ser empregado para avaliar a viabilidade fetal em éguas prenhes após 150 dias de gestação (PARKES; COLLES, 1977; BUSS et al., 1980). Seu valor está intrinsecamente associado à detecção de frequências cardíacas anormais e arritmias, que podem indicar estresse fetal ou demais anormalidades (KNOTTENBELT et al., 2004). Além disso, pode ser útil no diagnóstico de gestação gemelar (PARKS; COLLES, 1977).

Em 1985, Matsui et al. avaliaram a FC materna e fetal em 10 éguas Puro Sangue a partir do sexto mês de gestação até o parto. A FC fetal diminuiu e a FC materna aumentou com avançar da gestação.

Nagel et al. (2010) avaliaram a FC e VFC em fetos equinos Warmblood sport, a partir do terço médio da gestação até o parto, e observaram que por volta dos 173 dias de gestação foi possível realizar o ECG fetal. A FC declinou de 115 bpm (170 a 240 dias de gestação) para 83 bpm (dia 320) e finalmente para 79 bpm antes do parto. Nos últimos 10 dias antes da parição, a FC e a VFC permaneceram constantes e não foi possível obter uma previsão do início do trabalho de parto. Apenas nos últimos 30 minutos antes do nascimento, em quatro animais, a frequência cardíaca diminuiu e o intervalo RR aumentou.

O ECG materno-fetal é uma técnica confiável para detectar sinais cardíacos em fetos equinos entre 173 dias e pode ser útil para o diagnóstico de gestação de risco (NAGEL et al, 2010).

Um estudo comparativo entre a FC e a VFC materna e fetal foi realizado por Nagel et al. (2011), entre éguas da raça Warmblood e pôneis da raça Shetland, com idade gestacional variando entre 280 a 300 dias. Os autores concluíram que, embora os intervalos RR fossem nitidamente maiores nos pôneis da raça Shetland, os intervalos RR fetais foram semelhantes em ambas as raças. Desta forma, os valores da frequência e a variabilidade da frequência cardíaca materna e fetal, parecem não diferir entre raças e entre os tamanhos corpóreos (NAGEL et al., 2011).

A VFC e a FC materno-fetal-neonatal foram avaliadas por Nagel et al. (2012) em éguas prenhes da raça Warmblood. Os autores sugerem que alterações nestes parâmetros indicam um impacto considerável sobre o sistema cardiovascular materno e que a adaptação à vida extra-uterina do potro está associada à uma resposta simpatoadrenal.

Dantas et al, (2015) analisaram e compararam os ECG realizados pelos métodos convencional e computadorizado em equinos da raça Mini Horse. Eles concluíram que a duração do complexo QRS foi superestimada em todas as derivações do plano frontal e também a amplitude da onda S na derivação base – ápice realizado pelo método computadorizado.

O efeito da FC sobre a gestação equina foi investigado em éguas da raça Warmblood (NAGEL et al., 2010, 2012) e a hemodinâmica da égua gestante já foi determinada (PIRRONE et al., 2012). Porém pouco se sabe sobre o efeito da gestação na função cardiovascular de animais.

Bazzano et al. (2014) monitoraram os parâmetros vitais em seis potros recém nascidos, da raça Puro Sangue durante a primeira semana de vida. Foram observadas mudanças significativas nos três primeiros dias de vida; a temperatura não se alterou significativamente e houve um aumento progressivo do pO_2 até o terceiro dia após o nascimento.

Parraguez et al. (2002) realizaram um estudo onde foram avaliados FC, FR, temperatura ($T^{\circ}C$) e variáveis sanguíneas (pH, PaO_2 , $PaCO_2$ etc.) em 15 potros da raça Puro Sangue Inglês. Nas primeiras 24 horas após o nascimento (momentos 0, 1, 2, 4, 8, 16 e 24 horas) . A FC mais baixa foi observada no momento 0, a maior no momento 1 e se manteve a partir do momento 4. A FR apresentou valores inversos ao da FC, no momento 0 apresentava valores altos e decresceu gradativamente até o momento 8, aumento no momento 16 e caiu novamente no momento 24. Nos primeiros 10 minutos

após o parto os potros apresentaram T°C mais baixa que foi aumentando ao longo dos momentos, até atingir os valores mais altos no momento 24.

Um estudo feito por Lombard et al. em 1984, determinou valores normais do ECG, PA e ecocardiograma em potros recém nascidos até três meses de vida. Foram avaliados 12 pôneis recém nascidos, 12 e 24 horas após o nascimento e sete, 14, 21, 30, 60 e 90 dias de idade. A PAS foi maior significativamente até o sétimo dia enquanto as PAM e PAD foram maiores significativamente no 21º dia, em comparação com os valores obtidos no primeiro dia após o nascimento, não apresentando modificações quando comparados os três últimos momentos. Nos 30 primeiros dias não houve diferença nos valores da FC, que diminuíram com 60 e 90 dias (o mesmo aconteceu com a FC mensurada pelo ECG). No ECG o intervalo P-R apresentou uma duração de 0,11 s durante os primeiros 30 dias e aumentou significativamente nos dois últimos momentos. A duração do complexo QRS nos dias 14, 21 e 30 diminuiu quando comparadas com o dia 1, e aumentou com 90 dias. O intervalo QT teve uma menor duração nos 30 primeiros dias e aos 90 dias apresentou um aumento significativo.

3. JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Entre as diversas fases da vida de um animal, existem duas que se caracterizam pelas maiores modificações adaptativas orgânicas, particularmente no que diz respeito ao sistema cardiovascular, a gestacional e a neonatal. A hipótese do presente estudo é, portanto que diante das adaptações do sistema cardiovascular durante a gestação, desenvolvimento fetal e neonatal, ocorram particularidades eletrocardiográficas inerentes ao desenvolvimento.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivos Gerais

Avaliar os parâmetros fisiológicos das éguas durante o período gestacional, bem como o exame eletrocardiográfico materno-fetal das mesmas a fim de detectar qualquer alteração que comprometa a viabilidade do feto.

4.2 Objetivos Específicos

Comparação dos exames eletrocardiográficos dos diferentes meses de gestação. Avaliação do desenvolvimento e atividade elétrica cardíaca dos fetos e dos neonatos por meio do eletrocardiograma.

Descrição dos parâmetros eletrocardiográficos e da variabilidade da frequência cardíaca em fêmeas da raça Mini-horse durante a gestação dos fetos e dos neonatos.

CAPÍTULO II
ARTIGOS CIENTÍFICOS

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CLÍNICOS
ELETROCARDIOGRÁFICOS EM ÉGUAS PRENHES E POTROS NEONATO
DA RAÇA MINI – HORSE**

[Determination of electrocardiographic clinical parameters in pregnancy mares and neonatal foals of the mini horse breed]

**GAMA, J.A.N.¹; CAMPOS, G.A.¹; TEIXEIRA, R.T.¹; TSUNEMI, M.H.²;
LOURENÇO, M.L.G.^{1*}; CHIACCHIO, S.B.¹**

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Departamento de Clínica Veterinária, Botucatu, SP.

² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências (IB), Departamento de Bioestatística, Botucatu, SP.

Autor correspondente: Maria Lucia Gomes Lourenço (maria-lucia.lourenco@unesp.br) – Tel: + 55 (14) 3880-2044. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Departamento de Clínica Veterinária – Rubião Júnior, Botucatu/SP – s/nº. CEP 18618-970, Botucatu, SP – Brasil.

RESUMO

Durante o período gestacional o organismo da fêmea passa por modificações para suprir suas necessidades fisiológicas e manter o feto, para que este se desenvolva. Assim como na mãe, o organismo do filhote também sofre modificações para se adaptar à vida extra-uterina (período de adaptação), incluindo o sistema cardiovascular. As observações clínicas confirmam que mudanças ocorrem, embora a natureza exata destas alterações não seja bem evidente na literatura equina. Desta forma, os objetivos do presente estudo foram descrever o comportamento dos parâmetros clínicos e eletrocardiográficos em éguas nos períodos pré e pós-parto e potros neonato até 35 dias de vida. A frequência cardíaca das éguas apresentou significância estatística ($P < 0,05$), assim como as amplitudes das ondas S, T negativa e duração do intervalo PR. As amplitudes das ondas P1 e R variaram estaticamente entre os momentos subsequentes durante a gestação.

35 Quanto aos neonatos foram temperatura foram diferentes quando avaliadas em conjunto
36 e entre os momentos. No eletrocardiograma (ECG) houve diferença na amplitude das
37 ondas P1 e P2 ao serem avaliadas em conjunto. Os resultados não foram influenciados
38 pelas modificações que ocorrem no organismo durante a gestação. O desenvolvimento
39 neonatal não teve influencia para alterar significativamente os resultados.

40

41 PALAVRAS-CHAVE: cardiologia, cavalos, potro neonato, eletrocardiograma

42

43

44 **ABSTRACT**

45 During the gestational period the female organism undergoes modifications to supply its
46 physiological needs and keep the fetus to develop. As in the mother, the puppy's body
47 also undergoes modifications to adapt to extra uterine life (period of adaptation),
48 including the cardiovascular system. Clinical observations confirm that changes occur,
49 although the exact nature of these changes is not very evident in the equine literature.
50 Thus, the objectives of the present study were to describe the behavior of clinical and
51 electrocardiographic parameters in mares in the pre and postpartum periods and
52 neonatal foals up to 35 days of life. The mares heart rate when evaluated together
53 showed statistical significance ($P < 0.05$), as well as the amplitudes of the S wave,
54 negative T and PR interval duration. The amplitudes of the P1 and R waves varied
55 statically between the subsequent moments during gestation. As for the neonates were
56 temperature were different when evaluated together and between moments. On the
57 electrocardiogram (ECG) there was a difference in the amplitude of the waves P1 and
58 P2 when evaluated together. The results were not influenced by the changes that occur
59 in the body during gestation. Neonatal development had no influence to significantly
60 alter the results.

61

62 Key word: cardiology, horses, neonatal foal, electrocardiogram

63

64

65

66

67

68

69 INTRODUÇÃO

70

71 Quando a fêmea está gestante ocorrem modificações no organismo da mesma,
72 sendo elas anatômicas, hormonais, metabólicas e hemodinâmicas para suprir as
73 necessidades da mãe e do desenvolvimento fetal.

74 A principal alteração hemodinâmica durante o período gestacional é o aumento
75 da frequência cardíaca, bem como o aumento do débito cardíaco e do volume
76 sanguíneo. Há relatos na literatura que em mulheres essas alterações aumentam em
77 torno de 30% (Warnes, 2013).

78 Durante a gestação em mulheres, o volume sanguíneo pode aumentar em média
79 35 %, o débito cardíaco aumenta de 40% a 43%, a frequência cardíaca de 15% a 17%, a
80 pressão arterial média não tem mudança significativa, a pressão sistólica decresce 3 a 5
81 mm Hg e a pressão diastólica cai 5 a 10 mm Hg (Abbas *et al.*, 2005).

82 Borges (1997) relata as principais alterações cardiovasculares encontradas em
83 mulheres gestantes sem patologias cardíacas que incluíram: aumento da frequência
84 cardíaca, volume sistólico, débito cardíaco, diâmetro do átrio esquerdo, diâmetro do
85 ventrículo esquerdo, espessamento da parede ventricular e aumento da massa
86 ventricular esquerda, além de diminuição significativa da pressão arterial média e da
87 resistência periférica.

88 O exame eletrocardiográfico em gestantes na maioria das vezes não apresenta
89 nenhuma alteração, porém em alguns casos podem ser encontradas alterações
90 transitórias em Segmento QT e Onda T, na derivação III as Onda Q e T apresentam se
91 invertidas (Regitz-Zagrosek *et al.*, 2011). Segundo Metz (2016) as arritmias mais
92 comumente encontradas no ECG em gestantes são Taquicardia Sinusal e Taquicardia
93 Supraventricular.

94 Schade *et al.* (2014) encontram diferenças na FC obtida através do ECG ao
95 comparar a éguas Criolas prenhes com éguas não prenhes, garanhões e machos
96 castrados. Outro estudo, também avaliando o ECG em éguas Criolas prenhes e não
97 prenhes, ao comparar os parâmetros eletrocardiográficos entre os dois grupos, revelou
98 diferença estatística significativa no tempo de duração do complexo QRS (Pascon *et al.*,
99 2015).

100 Dantas et al. (2015) analisaram e compararam os ECG realizados pelos métodos
101 convencional e computadorizado em equinos da raça Mini Horse. Eles concluíram que a
102 duração do complexo QRS foi superestimada em todas as derivações do plano frontal e

103 também a amplitude da onda S na derivação base – ápice realizado pelo método
104 computadorizado.

105 Alterações fisiológicas da gestação podem repercutir em possíveis alterações
106 cardíacas que em mulheres, predispõe à ocorrência de partos prematuros, menor
107 crescimento e ganho de peso fetal. Entretanto métodos diagnósticos para detecção
108 dessas alterações não são frequentemente utilizados. (Rombaldi *et al.*, 2008).

109 Johnson *et al.* (1976) relatam a PAS variando de entre 70 e 170 mmHg em
110 equinos da raça Puro Sangue. Nagel *et al.* (2016) determinou mudanças da pressão
111 arterial, FC e VFC em 10 éguas Puro Sangue durante os três últimos meses de gestação
112 e no pré e pós parto. A pressão arterial sistólica e diastólica diminuiu durante os três
113 últimos meses de gestação, atingindo valores mais baixos três dias antes do parto. Após
114 o parto houve um aumento e um a três dias após o parto os valores foram constantes.

115 Estas mudanças que ocorrem no organismo da fêmea são de suma importância
116 para um desenvolvimento adequado do feto, influenciando na viabilidade fetal e que ele
117 nasça a termo. Do nascimento até os primeiros dias de vida, muitas mudanças ocorrem
118 para que o neonato se adapte a vida extra-uterina (período de adaptação), incluindo
119 adaptação do sistema cardiovascular, onde sofre mudanças significativas. Durante os
120 primeiros minutos de vida os neonatos podem apresentar arritmias fisiológicas, que se
121 ajustam após o aumento do tônus vagal (Knottenbelt *et al.*, 2004).

122 Bazzano *et al.* (2014) monitoraram os parâmetros vitais em seis potros recém
123 nascidos da raça Puro Sangue, durante a primeira semana de vida. Foram observadas
124 mudanças significativas nos três primeiros dias de vida; a temperatura não se alterou
125 significativamente e houve um aumento progressivo do pO₂ até o terceiro dia após o
126 nascimento.

127 Parraguez *et al.* (2002), realizaram um estudo avaliando a FC, FR, temperatura
128 (T°C) e variáveis sanguíneas em 15 potros da raça Puro Sangue Inglês, nas primeiras 24
129 horas após o nascimento (momentos 0, 1, 2, 4, 8, 16 e 24 horas) . A FC mais baixa foi
130 observada no momento 0, a maior no momento 1 e se manteve a partir do momento 4.
131 A FR apresentou valores inversos ao da FC, no momento 0 apresentava valores altos e
132 decresceu gradativamente até o momento 8, aumento no momento 16 e caiu novamente
133 no momento 24. Nos primeiros 10 minutos após o parto os potros apresentaram T°C
134 mais baixa que foi aumentando ao longo dos momentos até atingirem os valores mais
135 altos no momento 24.

Um estudo feito por Lombard *et al.* em 1984, determinou valores normais do ECG, PA e ecocardiograma em potros recém nascidos até três meses de vida. Eles avaliaram 12 pôneis recém nascidos, 12 e 24 horas após o nascimento e sete, 14, 21, 30, 60 e 90 dias de idade. A PAS foi significativamente maior até o sétimo dia enquanto as PAM e PAD foram significativamente maiores no 21º dia, em comparação com os valores obtidos no primeiro dia após o nascimento, não apresentando modificações quando comparadas os três últimos momentos. Nos 30 primeiros dias não houve diferença nos valores da FC, que diminuiu com 60 e 90 dias (o mesmo aconteceu com a FC mensurada pelo ECG). No ECG o intervalo P-R apresentou uma duração de 0,11 s durante os primeiros 30 dias e aumentou significativamente nos dois últimos momentos. O tempo de duração do complexo QRS nos dias 14, 21 e 30 diminuiu quando comparados com o dia 1, e aumentou com 90 dias. O intervalo QT teve uma menor duração nos 30 primeiros dias e aos 90 dias apresentou um aumento significativo.

O ECG é um exame que auxilia no diagnóstico de anormalidades na via de condução elétrica do coração, não sendo utilizado para avaliar tamanhos de câmaras na espécie equina como é bastante utilizado em pequenos animais (Casasnovas *et al.*, 2014).

Apesar de muito utilizada na clínica de pequenos animais, os estudos acerca da eletrocardiografia em potros são escassos, assim como nas éguas gestantes. Neste contexto, o exame eletrocardiográfico pode ser uma importante ferramenta na neonatologia equina, por tratar-se de uma técnica acessível, não-invasiva e de fácil realização à campo.

Desta forma, os objetivos do presente estudo foram avaliar os parâmetros eletrocardiográficos no plano base-ápice em éguas nos períodos pré e pós-parto e seus respectivos potros até 35 dias de vida, em animais da raça Mini-Horse.

161

162

163 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Haras Água Azul situado no Município de Dois Córregos, Estado de São Paulo, localizado a 673 metros de altitude, latitude de 22°21'58''S, longitude de 48°22'49''O. Todos os procedimentos experimentais foram realizados após aprovação na Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Botucatu, sob protocolo nº122/2015.

170 Foram avaliadas 10 éguas da raça Mini-Horse, em todos os meses de gestação
171 (320 a 360 dias, ± 11 meses) e seus respectivos potros, 24h, 7º, 14º, 21º, 28º e 35º dia de
172 vida. As éguas foram cuidadosamente selecionadas de acordo com sua docilidade e
173 submetidas ao exame clínico geral, principalmente reprodutivo, incluindo exame de
174 conformação perineal, exame retal, ultrassonográfico e vaginal.

175 As éguas ficam soltas em piquetes de capim mato grosso (*Paspalum notatum*). É
176 fornecido capim napiê (*Pennisetum purpurem*) picado com cana de açúcar (*Saccharum
177 officinarum*) no cocho, meio kilo de ração comercial de manhã e a noite. O controle de
178 endoparasitas foi feito com a utilização de Ivermectina e Levamisol.

179 Foram realizados exames clínicos (auscultação cardíaca, respiratória e
180 temperatura) em todos os meses de gestação. A pressão arterial não invasiva (PA) foi
181 mensurada com um manguito inflável aplicado confortavelmente à base da cauda do
182 animal, em topografia arterial coccígea ventral, utilizando o método Doppler. O exame
183 eletrocardiográfico foi obtido por meio do eletrocardiógrafo computadorizado digital
184 (módulo de ECGPC veterinário, TEB®, Brasil), na derivação base-ápice e interpretado
185 com auxílio de software específico (software de análise ECGPC veterinário versão 6.2,
186 TEB®, Brasil).

187 Na derivação base ápice, os eletrodos amarelo e verde, foram colocados nas
188 regiões do ápice cardíaco (entre o 5º e o 6º espaço intercostal esquerdo, Fig. 1A) e na
189 região acima da articulação úmero rádio-ulnar esquerda, respectivamente. Os eletrodos
190 vermelho e preto foram acoplados no sulco da jugular do lado direito e na região da
191 cernelha também do lado direito (Fig. 1B), respectivamente, sendo depois umedecidos
192 com álcool. O posicionamento dos eletrodos foi o mesmo nas éguas e nos neonatos.



202 Figura 1. Posicionamento dos eletrodos para a obtenção de um exame eletrocardiográfico
na derivação base ápice A: posicionamento dos eletrodos no lado esquerdo, B:
posicionamento dos eletrodos no lado direito. (Fonte: Arquivo pessoal).

203 Após a obtenção dos traçados eletrocardiográficos, os mesmos foram
204 interpretados na derivação I (interação elétrica entre os eletrodos amarelo e vermelho),
205 onde foram analisados o ritmo cardíaco, a frequência cardíaca (bpm), a duração em ms
206 da onda P, intervalo P-R, complexo QRS, intervalo QT, índice QTc e onda T;
207 amplitudes em mV das onda P, R, S e T.

208 A suposição de normalidade da distribuição de cada parâmetro foi avaliada pelo
209 teste Kolmogorov-Smirnov, e as estatísticas descritivas tais como média e desvio-
210 padrão foram calculados para cada momento.

211 As comparações múltiplas entre os momentos consecutivos foram realizadas e
212 os casos significativos foram registrados para $p < 0,05$.

213

214

215 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

216

217 As análises estatísticas dos parâmetros clínicos e eletrocardiográficos das éguas
218 prenhes durante os meses de gestação, até 35 dias de vida do potro e pós-parto das
219 éguas estão descritas nas tab. de 1 a 12

220 Os parâmetros clínicos avaliados apresentaram uma constância ao longo do
221 período gestacional e pós parto (Tab. 1 e 4). Os valores da FC encontrados estão de
222 acordo com os relatados por Kanagawa e colaboradores (1965), não apresentando
223 diferença estatística significativa entre os momentos subsequentes, embora ao serem
224 analisados em conjunto apresentaram um valor estatístico significativo ($p = 0,03406$)
225 (Fig 2). Fisiologicamente a FC em éguas nos período e pós parto estava dentro dos
226 valores fisiológicos para a espécie equina e as possíveis alterações hemodinâmicas
227 durante esse período não influenciaram para que ocorresse um aumento da FC assim
228 como a literatura descreve em mulheres gestantes (Abbas *et al*, 2005; Warnes, 2013).
229 Outro parâmetro aferido foi a FR (Tab. 1), onde aparentemente os valores encontrados
230 são análogos e dentro dos valores esperados para a espécie, não houve diferença
231 estatística entre momentos analisados. Ao compararmos a temperatura entre os
232 momentos, e entre os períodos pré e pós-parto, os valores da mesma foram
233 significativamente semelhantes.

234 A Pressão Arterial Sistólica (PAS) segundo o método de Doppler apresentaram
235 uma variação durante todos os meses de gestação, semelhantes aos valores encontrados
236 por Johnson e colaboradores (1976) em equinos da raça Puro Sangue (Tab. 1). Em todos

os momentos analisados a PAS não apresentou variação significativa, os valores registrados apresentaram um decréscimo ao final da gestação, 24 horas após o parto ela aumentou e ao final 35º dia após o parto registrou o valor mais baixo ($94 \pm 11,74$). A literatura descreve em mulheres um decréscimo da PAS durante o período gestacional (Abbas et al, 2005; Fujitani e Baldisseri, 2005).

A principal diferença da realização do exame eletrocardiográfico entre equinos e os pequenos animais é o plano em que o exame é realizado o ECG que modifica a posicionamento dos eletrodos, onde nos equinos utiliza - se o plano base-ápice e o plano Frontal para pequenos animais porque devido ao posicionamento do coração no tórax do cavalo, o mesmo não se encontra no meio do triângulo (Triângulo de Einthoven) formado pela interação elétrica entre os eletrodos (van Loon e Patteson, 2010). Ao longo de todos os meses de gestação a Arritmia Sinusal estava presente na grande maioria dos traçados, e a FC aferida pelo ECG estava dentro dos padrões de normalidade e apresentou valores semelhantes a FC dos parâmetros clínicos aferidos pela auscultação. A Arritmia Sinusal foi o ritmo predominante (43,5%), ocorreu por variações dos intervalos RR vizinhos, alterando a FC, seguido do ritmo sinusal (41,2%) e a taquicardia sinusal (15,3%). A bradicardia sinusal (<28 bpm) não esteve presente em nenhum dos exames. Essas alterações na FC podem ser justificadas pelos fatores que causaram momentos de estresse, outros estímulos e o fato dos animais estarem sendo contido para a realização do exame. A FC mensurada pelo ECG apresentou um valor estatístico significativo quando analisadas em conjunto.

As Tab. 2 e 3 mostram os valores descritivos (médias e desvios padrão) dos parâmetros eletrocardiográficos no plano base-ápice durante os meses de gestação e nas Tab. 5 e 6 até 35º dia após o parto. O ECG do cavalo é avaliado pelo tempo de duração das ondas podendo ser medida em segundos (s) ou milissegundos (ms). Todas as ondas estão com os valores de duração dentro da normalidade descrita para a espécie (van Loon e Patteson, 2010) Dentre todos os parâmetros eletrocardiográficos aferidos somente o intervalo P-R apresentou diferença estatística quando avaliados os momentos em conjunto ($p= 0,003516$) (Fig.7). A amplitude do primeiro pico da onda P apresentou valores estatisticamente diferentes quando comparados os três últimos momentos antecedentes ao parto ($p=0,0276$ e $p=0,0176$) (Fig. 3) . Isso pode ter ocorrido devido às alterações cardiovasculares que ocorrem durante o período gestacional, como aumento do volume sanguíneo que promove dilatação do átrio direito (compensatório), aumentando assim a amplitude da onda P (Blanco *et al.*,2012). A onda R também

271 apresentou uma amplitude que se difere na estatística quando avaliamos os meses 3 e 4
272 ($p=0,00908$), 4 e 5 ($p=0,02392$) (Fig. 4). Ao avaliarmos a amplitude da onda S em
273 todos os momentos o valor de $p=0,0001872$ foi estatisticamente diferente (Fig. 5), o
274 mesmo podemos dizer ao se referir a onda T de polaridade negativa ($p=0,02823$) (Fig.
275 6). A onda P biapiculada esteve presente em 86,5%, única em 13,5%, bifásica não
276 esteve presente. É possível observar alteração do padrão morfológico da onda P em um
277 mesmo animal, que apresentou morfologias diferentes em momentos subsequentes. A
278 onda T apresentou morfologias diferentes, maior predomínio bifásico (68,1%) e
279 negativo (31,9%). O complexo QRS tem morfologias diferentes, sendo elas fisiológicas
280 para a espécie equina. O complexo rS esteve presente em 68,1% e somente a onda S em
281 31,9% dos traçados eletrocardiográficos. Não foi observada a presença da onda Q.

282 A Tab.7 mostra os parâmetros clínicos dos potros até 35 dias após o nascimento.
283 A FC decresceu com o avançar da idade, semelhantes aos resultados descritos por
284 Lombard *et al.* em 1984, não havendo diferença significativa ao realizar comparações
285 estatísticas entre os momentos subsequentes e em conjunto. A FR apresentou uma
286 inconstância ao longo dos momentos apresentando um maior valor com 21 dias, dentre
287 as análises feitas não foram diferentes. O mesmo pode ser afirmado sobre a temperatura
288 que apresentou uma média superior no 21º dia, e ao compararmos os momentos 21 e 28
289 dias apresentou uma diferença no valor p ($p=0,00523$) e ao comparar os momentos em
290 conjunto também houve diferença no valor estatístico ($p=0,03284$) (Fig.8). Existem
291 vários fatores ou condições que podem influenciar a variação da temperatura corporal
292 como período do dia e temperatura do ambiente, taxa metabólica basal, que influenciam
293 na produção, absorção e troca de calor com ambiente.

294 A PAS aferida pelo método Doppler não apresentou alterações estatísticas
295 significativas, mesmo apresentando oscilações ao longo dos momentos. Discordando de
296 Lombard e colaboradores (1984) onde descrevem um aumento significativo da PAS até
297 o sétimo dia de vida (Tab. 7).

298 Os parâmetros eletrocardiográficos aferidos nos potros estão descritos nas Tab.
299 8 e 9. Ao serem analisados quanto a duração, os parâmetros avaliados não apresentaram
300 diferença estatística. Os resultados encontrados diferem dos encontrados por Lombard
301 *et al.*. Ao avaliarmos as ondas em amplitude, obtivemos uma diferença estatística
302 significativa ao compararmos os momentos em conjunto das ondas P1 e P2 ($p=0,03369$
303 e $p=0,03883$) (Fig. 9 e 10). A morfologia da onda P bifásica em 66,7% dos traçados e
304 um pico 33,3 %. O padrão morfológico da onda T foi bifásico (70%), polaridade

305 positiva (28,3%) e polaridade negativa (1,7%). O complexo rS foi proeminente (88,3%)
306 seguido pela onda S (11,7%). O ritmo cardíaco predominante foi taquicardia sinusal,
307 seguida ritmo sinusal e posteriormente arritmia sinusal.

308 A amplitude das ondas nas avaliações eletrocardiográficas em equinos não é
309 muito bem descrita na literatura devido a grande variedade morfológica das ondas
310 devido a passagem do impulso elétrico pelas células cardíacas ocorrer em direções
311 aleatórias. As outras ondas não apresentaram diferenças significativas.

312 Ao compararmos os valores eletrocardiográficos dos potros e das éguas quanto à
313 duração, os dos potros apresentaram valores menores. A duração da onda P está
314 diretamente ligada ao tamanho dos átrios e a FC. Um coração de menor tamanho resulta
315 em uma maior FC e menor duração da onda P (Santarosa *et al.*,2016). O mesmo não
316 pode ser dito quando compararmos as éguas com outros equinos adultos, pois as
317 durações dos parâmetros eletrocardiográficos são semelhantes aos referidos a raças de
318 equinos com maior estatura.

319

320

321 **CONCLUSÃO**

322 As alterações cardiovasculares durante a gestação não modificaram os
323 parâmetros clínicos e eletrocardiográficos das éguas durante o período gestacional.

324 Os valores dos parâmetros eletrocardiográficos estavam dentro dos limites de
325 referência descritos para a espécie equina e podem ser comparados com equinos de
326 maior estatura.

327 Os exames eletrocardiográficos das éguas e dos potros não apresentaram
328 nenhuma alteração correspondente a qualquer anormalidade elétrica cardíaca.

329 Os parâmetros clínicos e eletrocardiográficos dos neonatos não foram
330 influenciados pelo desenvolvimento até 35 dias de vida.

331 Os parâmetros eletrocardiográficos dos potros foram menores do que os das
332 éguas.

333

334

335

336

337

338 Tabela 1. Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de fêmeas da raça Mini-horse durante os meses de
339 gestação.

	1° mês	2° mês	3° mês	4° mês	5°mês	6° mês	7° mês	8° mês	9° mês	10° mês	11° mês
FC (bpm)	52±8,33	54,4±7,11	50,6±9,52	48,6±6,54	46,8±8,44	44,8±10,29	42,8±10,72	46,4±6,31	47,4±8,81	48±7,42	57,43±11
FR (mpm)	31,14±19,39	33,6±8,21	29,1±8,33	38,4±12,25	30,4±7,17	28,4±4,4	29,7±5,89	28,1±10,55	32,1±14,94	26,89±9,66	28±7,66
T° (°C)	37,19±0,56	37,3±0,58	37,48±0,64	37,45±0,75	37,43±0,69	36,75±0,73	36,46±1,06	36,56±1,08	36,8±0,87	36,61±1,31	37,01±0,92
PAS (mmHg)	105,71±18,13	112±12,06	112,5±24,07	109,5±27,07	105±34,64	118,5±33,35	106,3±15,96	92,5±13,59	96±8,1	98,33±16,01	97,86±12,2

340
341 FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; T°C: temperatura em graus Celsius; PAS: Pressão Arterial Sistólica.

342
343
344
345

346 Tabela 2. Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse durante
347 os meses de gestação.

	1° mês	2° mês	3° mês	4° mês	5° mês	6° mês	7° mês	8° mês	9° mês	10° mês	11° mês
Amplitude (mV)											
P ₁	0,08±0,04	0,11± 0,03	0,09±0,04	0,12±0,05	0,10±0,03	0,08±0,02	0,09±0,03	0,09±0,03	0,08±0,04*	0,18±0,29*	0,06±0,02*
P ₂	0,21±0,05	0,25±0,04	0,22±0,04	0,22±0,08	0,21±0,05	0,22±0,07	0,20±0,05	0,20±0,04	0,18±0,05	0,20±0,06	0,19±0,03
R	0,04±0,02	0,04±0,03	0,02±0,01*	0,06±0,07*	0,03±0,03*	0,03±0,04	0,03±0,01	0,03±0,02	0,05±0,04	0,05±0,03	0,05±0,04
S	1,48±0,33	1,23±0,33	1,31±0,32	1,08±0,24	1,26±0,16	1,11±0,19	1,19±0,22	1,15±0,19	1,11±0,16	1,08±0,39	1,29±0,17
T _{neg}	1,09±0,43	0,94±0,25	0,89±0,38	0,69±0,29	0,81±0,28	0,73±0,36	0,69±0,34	0,73±0,34	0,59±0,25	0,81±0,38	0,73±0,43
T _{pos}	0,04±0,05	0,08±0,08	0,10±0,10	0,07±0,04	0,05±0,04	0,04±0,03	0,06±0,034	0,06±0,03	0,06 ± 0,05	0,06±0,02	0,11±0,08

348 *: Significancia Estatística (p<0,05); P1: 9° mês e 10° mês P= 0,0276, 10° mês e 11° mês P=0,0176; R: 3° mês e 4° mês P=0,00908, 4° mês e 5°
349 mês P=0,02392.

350 Tabela 3. Médias e desvios-padrões da duração em ms dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse
351 durante os meses de gestação.

	1°mês	2° mês	3° mês	4° mês	5°mês	6° mês	7° mês	8° mês	9° mês	10° mês	11° mês
Duração (ms)											
P	81,43±10,63	82±10,33	81±13,70	80±12,47	83±11,60	77±14,18	83±9,49	81±14,49	88±10,33	83,33±18,03	81,43±9
PR	171,43±28,54	177±29,83	182±33,60	184±18,97	185±29,53	182±26,58	176±24,13	177±27,51	178±25,73	161,11±24,21	152,86±20,59
RS	82,86±7,56	85±8,50	84±8,43	83±12,52	84±9,66	82±7,89	84±6,99	82±7,89	81±8,76	83,33±12,25	84,29±9,76
QT	451,43±41,40	433±39,74	441±39,57	445±35,67	464±28,75	467±29,46	443±33,68	454± 38,93	449±36,35	435,56±47,20	412,86±44,24
QT _c	415,71±16,18	410± 29,06	404±40,88	409±23,31	410±31,27	405±25,50	406±17,13	403±33,35	394±19,55	413,33±34,28	405,71±12,72
T	160±19,15	158±37,65	146±22,71	138±19,89	159 ±32,81	160±27,08	141±17,13	150±24,94	137±24,97	146,67±26,46	130±21,60

352
353
354

Tabela 4. Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
FC (bpm)	50,8±10,51	54±11,47	47,8±7,45	52,4±7,11	47,2±7,57	52,1±5,47
FR (mpm)	27±9,76	26,3±6,6	22±8,11	24,4±8,98	27,2±7,66	24,4±11,58
T° (°C)	37,25±0,84	37,13±0,77	37,23±0,59	37,24±0,73	37,24±0,69	37,23±0,51
PAS (mmHg)	103±12,95	98,5±12,03	105±12,69	108,5±33,25	103,5±27,99	94±11,74

FC; frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; T°C: temperatura; PAS: Pressão Arterial Sistólica.

Tabela 5. Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 dias após o parto.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
Amplitude (mV)						
P ₁	0,10±0,04	0,09±0,02	0,10±0,04	0,11±0,05	0,08±0,05	0,09±0,04
P ₂	0,23±0,05	0,23±0,05	0,24±0,04	0,23±0,05	0,23±0,05	0,23±0,03
R	0,05±0,04	0,04±0,03	0,05±0,03	0,05±0,04	0,05±0,04	0,03±0,02
S	1,54±0,26	1,53±0,25	1,40±0,22	1,46±0,26	1,42±0,17	1,42±0,23
T _{neg}	1,09±0,51	1,15±0,56	1,06±0,44	1,10±0,6	0,9±0,34	1,20±0,63
T _{pos}	0,05±0,05	0,07±0,08	0,01±0,13	0,01±0,11	0,03±0,07	0,06±0,04

Tabela 6. Médias e desvio-padrões da duração em ms dos parâmetros eletrocardiográficos (plano base-ápice) de fêmeas da raça Mini-horse até 35 após o parto.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
Duração (ms)						
P	84±21,71	82±9,19	87±6,75	80±12,47	86±10,75	83±13,37
PR	156±21,71	164±33,4	178±25,30	167±30,57	183±31,64	181±34,79
RS	80±32,04	84±6,99	81±7,38	85±8,5	79±5,68	82±6,32
QT	430±49,67	444±48,35	455±37,19	431±41,22	452±27,41	468±42,11
QT _c	408±19,32	426±35,96	420±31,97	420±34,96	434±21,19	408±34,58
T	140±22,61	142±23,48	146±26,33	141±19,69	144±20,66	149±26,01

Tabela 7. Médias e desvio-padrões dos parâmetros clínicos e PAS pelo método Doppler de potros da raça Mini-horse até 35 dias de vida.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
FC (bpm)	103,6±32,36	102±17,91	101,2±9,62	100,2±16,07	100,8±11,44	91,7±18,04
FR (mpm)	69,5±30,20	63,8±31,59	55,2±33,83	72±20,48	56,2±20,19	50,1±5,37
T° (°C)	38,3±0,41	38,69±0,54	38,71±0,23	39,02±0,77*	38,43±0,32*	38,64±0,34
PAS (mmHg)	105,5±18,63	104,5±16,74	108,5±12,26	110±14,72	109±11,74	108,5±15,82

FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; T°C: temperatura; PAS: Pressão Arterial Sistólica; *: Significância estatística (P<0,05).

376 Tabela 2. Médias e desvio-padrões das amplitudes dos parâmetros eletrocardiográficos
 377 (plano base-ápice) de potros da raça Mini-horse até 35 dias de vida.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
Amplitude (mV)						
P ₁	0,17±0,07	0,13±0,03	0,11±0,05	0,11±0,03	0,09±0,05	0,12±0,06
P ₂	0,27±0,07	0,28±0,08	0,26±0,09	0,21±0,08	0,21±0,08	0,22±0,08
R	0,06±0,04	0,07±0,06	0,05±0,03	0,08±0,06	0,06±0,02	0,05±0,03
S	2,48±0,31	2,67±0,75	2,45±0,79	2,23±0,83	2,24±0,77	2,20±0,8
T _{neg}	0,30±0,15	0,28±0,28	0,57±0,31	0,47±0,38	0,48±0,14	0,64±0,33
T _{pos}	0,18±0,15	0,25±0,16	0,37±0,37	0,36±0,29	0,30±0,35	0,19±0,15

378

379

380

381 Tabela 9. Médias e desvio-padrões da duração em ms dos parâmetros
 382 eletrocardiográficos (plano base-ápice) de potros da raça Mini-horse até 35 dias de vida.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
Duração (ms)						
P	57±9,35	55,2±13,38	58,3±13,82	56±12,19	56,5±11,87	58,8±13,03
PR	109,8±13,75	101,3±18,56	104,4±28,64	104,1±18,63	105,3±21,52	108,1±14,63
RS	58,9±5,38	58,5±5,38	63,2±11,05	60,5±7,62	63±13,57	65,7±9,74
QT	289,6±31,9	269,1±32,56	274,4±31,77	263,1±42,57	274,1±44,48	296,2±42,75
QT _c	380,8±22,84	357,5±18,86	370,4±25,79	364±34,35	365,3±29,98	371,7±31,16
T	90,6±21,43	92,40±18,53	99,1±24,52	78,4±31,94	98,5±26,22	104±32,07

383

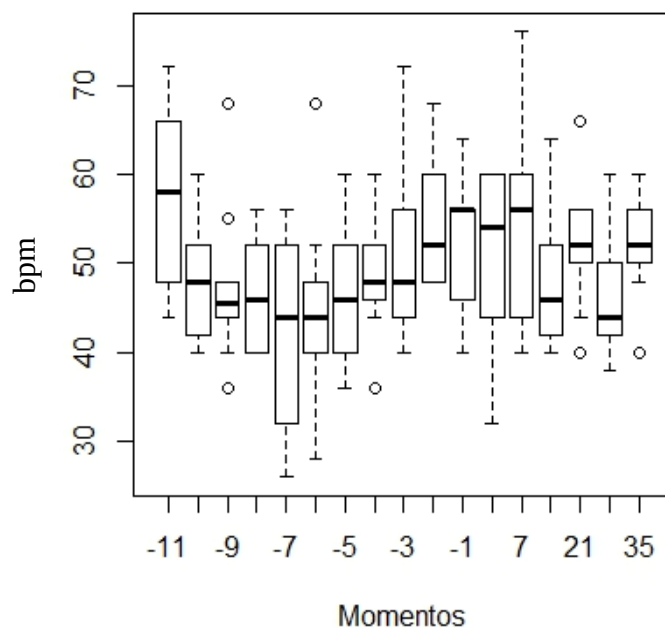


Figura 2. Representação gráfica em Box Plot da FC em bpm de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

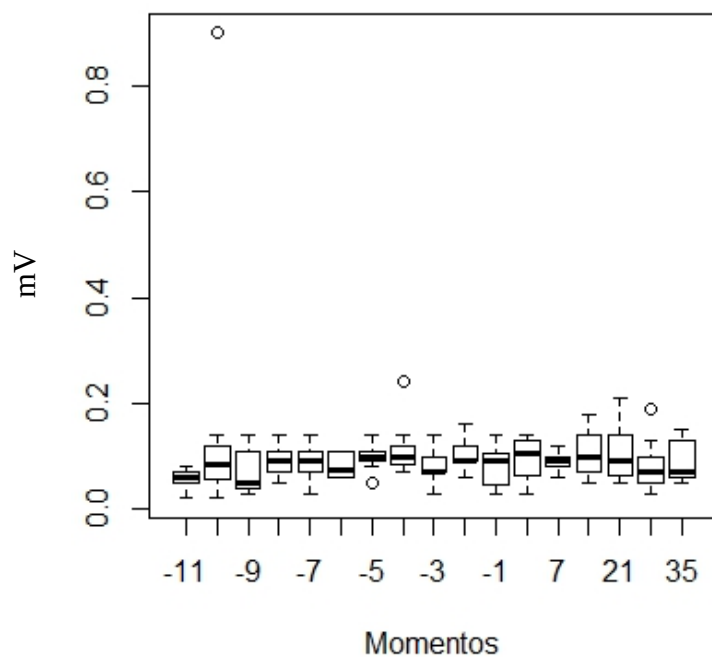


Figura 3. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P1 de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

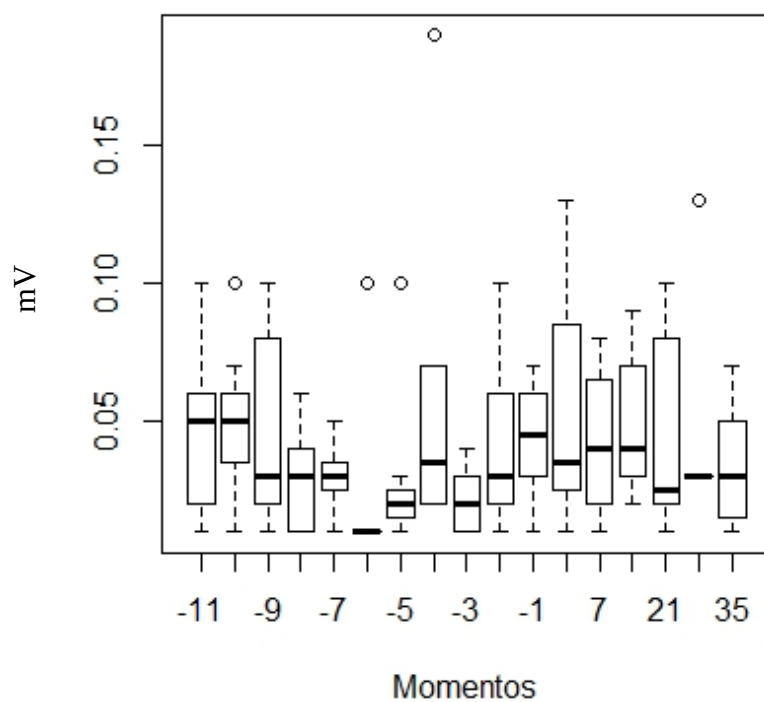


Figura 4. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda R de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

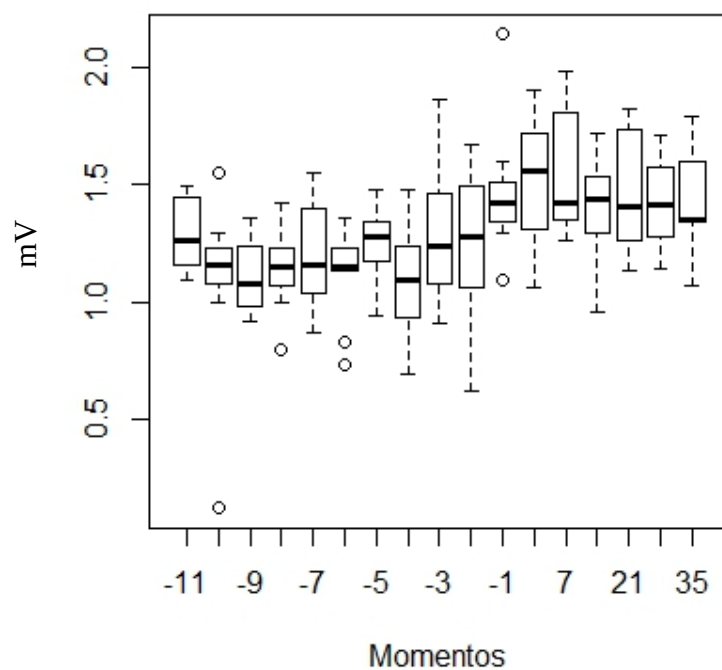


Figura 5. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda S de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

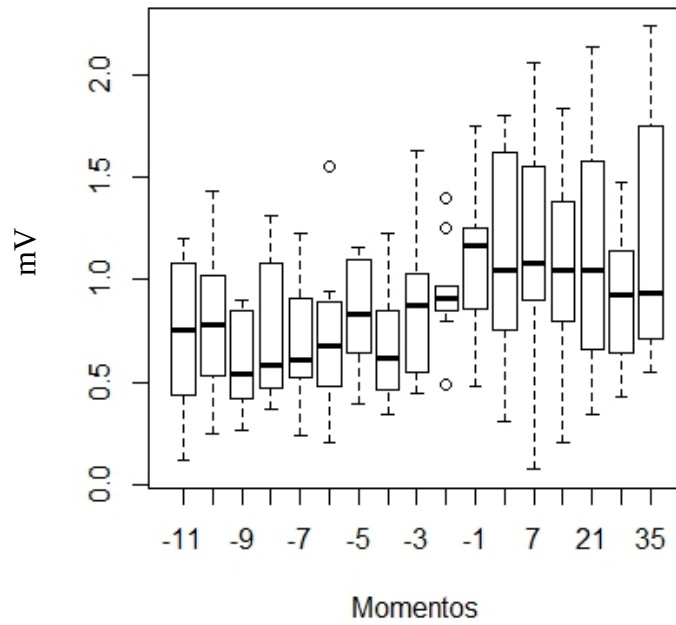


Figura 6. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda T negativa de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

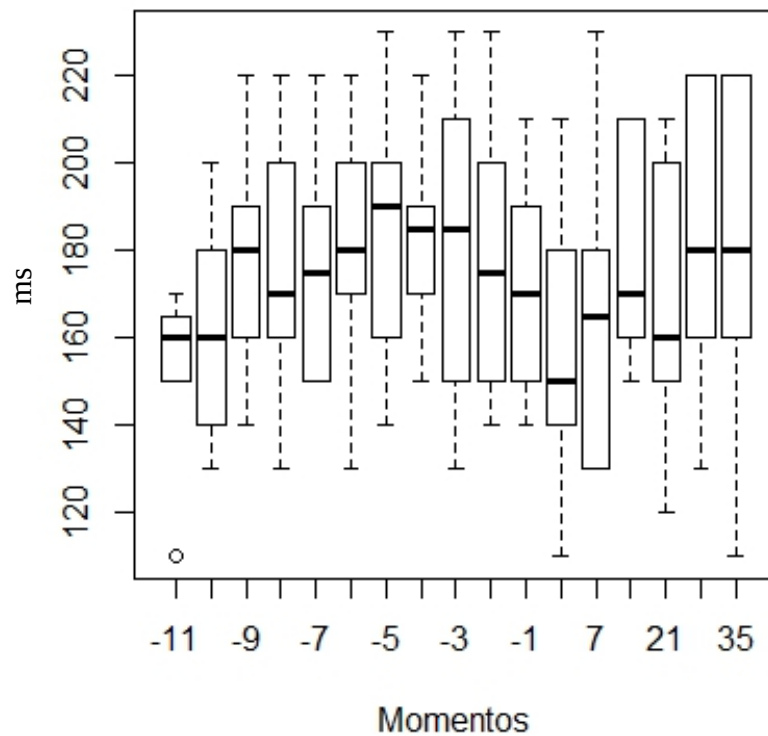


Figura 7. Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do intervalo PR de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós parto.

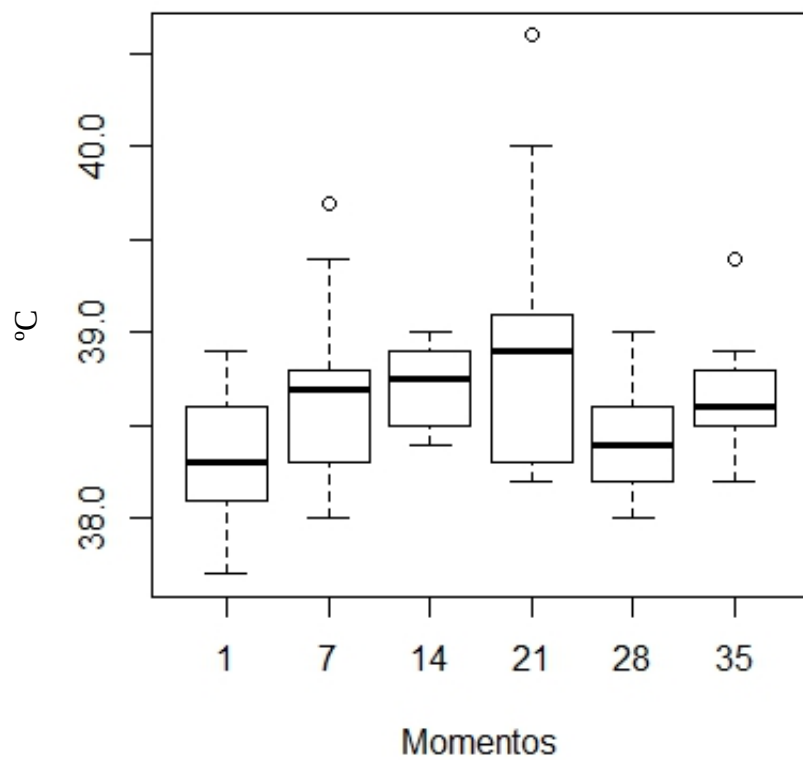


Figura 8. Representação gráfica em Box Plot da temperatura em °C de potros da raça Mini- Horse até 35 dias de vida.

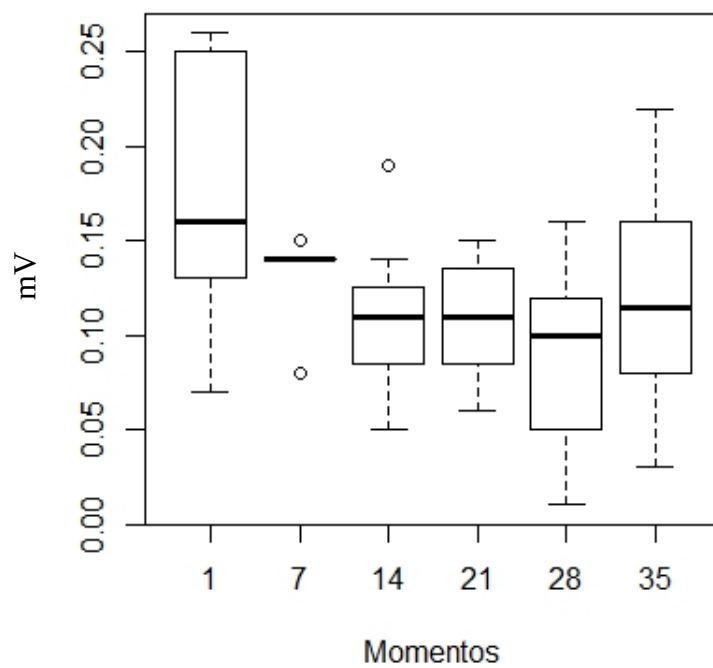


Figura 9. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P1 de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.

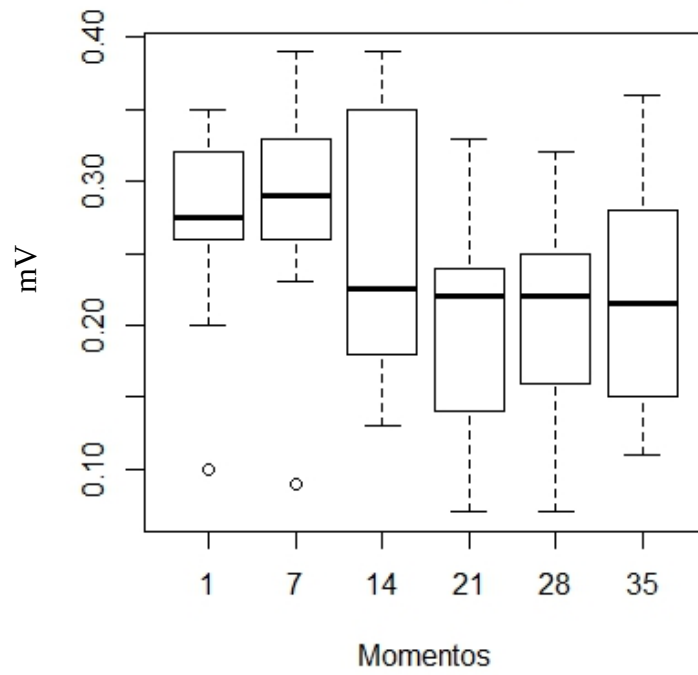


Figura 10. Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P2 de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida

429 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

430

431 ABBAS, A.E.; LESTER, S.J.; CONNOLLY, H. Pregnancy and the cardiovascular
432 system. *Int. j. cardiol.*,v. 98, p. 179-189, 2005.

433

434 BAZZANO, M.; GIUDUCE, E.; DI PIETRO,S. et al. Vital Parameters in Newborn
435 Thoroughbred foals during the first week of life. *Int. J. Anesthesiol. Res.*, v. 2, n. 2, p.
436 27-30, 2014.

437

438 BLANCO, P.G.; BATISTA, P.R.; RE, N.E. et al. Electrocardiographic changes in
439 normal and abnormal canine pregnancy. *Reprod. Domest. Anim.*, v.47, p.252-256, 2012.

440

441 BORGES, V.T.M. *Estudo Longitudinal das Alterações Hemodinâmicas e Estruturas*
442 *Cardíacas em Gestantes sem Patologia*. Dissertação de Mestrado, 1997.

443

444 CASASNOVAS, A.F.; AYUDA, T.C.; ABENIA, J.F. Exame do Sistema
445 Cardiovascular, In:____ *A Exploração Clínica do Cavalo*. São Paulo: MedVet, 2014, p.
446 95-114.

447

448 DANTAS, G.N.; LOURENÇO, M.L.G.; SANTAROSA, B.P. et al. Métodos
449 eletrocardiográficos em equinos American Miniature Horse. *Ciência Rural*. v. 45, n. 5,
450 p. 848-853, 2015.

451

452 FUJITANI, S.; BALDISSERI, M. R. Hemodynamic assessment in a pregnant and
453 peripartum patient. *Crit.Care. Med.*, v. 33, n. 10 (suppl), p. 354-361, 2005.

454

455 JOHNSON, J. H.; GARNER, H. E.; HUTCHESON, D. P. Ultrasonic measurement of
456 arterial blood pressure in conditioned thoroughbreds. *Equine Vet. J.*, v.8, n.2, p.55-57,
457 1976.

458

459 KANAGAWA, H.; TOO, K.; KAWATA, K. Fetal electrocardiogram at late gestational
460 stages in horses preliminary study. *Jpn. J.Vet. Res.*, v.15, n.1, p.15-19, 1967.

461

462 KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. *Equine neonatology*
 463 *medicine and surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004.

464

465 LOMBARD, C. W.;EVANS, M.; MARTIN, L. et al. Blood pressure, electrocardiogram
 466 and echocardiogram measurements in growing pony foal. *Equine Vet. J.*, v. 16, n. 4, p.
 467 342-347, 1984.

468

469 MAGDESIAN, K. G. Monitoring the critically ill equine patient. *Vet. Clin. Equine.*,
 470 v.20, p.11-39, 2004.

471

472 METZ, T.D.; KHANNA, A. Evaluation and Management of Maternal Cardiac
 473 Arrhythmias. *Obstet. Gynecol. Clin. North. Am.* v. 43, iss. 4, p. 729-745, 2016.

474

475 NAGEL, C.; TRENK, L.; AURICH, J. et al. Changes in blood pressure, heart rate, and
 476 blood profile in mares during the last 3 months of gestation and the peripartum period.
 477 *Theriogenology*, v. 86, p. 1856-1864, 2016.

478

479 PARRAGUEZ, V. H.; COLOMA, I.; RIQUELME, R. et al. Blood and physiological
 480 variables in Thoroughbred foals during the first 24 hours of life. *Arq. Cien. Vet. Zool.*,
 481 v. 5, n. 2, p. 169-176, 2002.

482

483 PASCON, J. P. E.; SANTOS, F. P.; PEREIRA, D.T.P. et al. Estudo eletrocardiográfico
 484 de éguas da raça Crioula. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 35, n. 4, p. 319-323, 2015.

485

486 REGITZ-ZAGROSEK, V.; LUNDQVIST, C.B.; BORGHI, C. et al. ESC Guidelines
 487 on the management of cardiovascular diseases during pregnancy. *Eur. Heart J.*, v. 32, p.
 488 3147–3197, 2011.

489

490 ROMBALDI, A.R.; ESPINOSA, S.M.; WITTKE, C.C. et al. Valvulopatiasna Gestação:
 491 Conduta Clínica, Anticoagulação e Tratamento Cirúrgico. *Revista SOCERGS*, n. 15, p
 492 1-4, 2008.

493

494 SANTAROSA, B.P.; LOURENÇO, M.L.G.; DANTAS, G.N. et al. Effects of
 pregnancy and correlation of weight and heart rate with electrocardiographic parameters

495 in the American Miniature Horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.68, n.3, p.579-586,
 496 2016.
 497
 498 SCHADE, J.; SCHADE, M.F.S.; FONTEQUE, J.H. Auscultatory and
 499 electrocardiographic characteristics of Crioulo horses. *Pesq. Vet. Bras.* v. 34, n. 3, p.
 500 281-289, 2014.
 501
 502 STEPHENSON, R. B. Fisiologia Cardiovascular. In: KLEIN, B. G. *Cunningham*
 503 *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 158-252.
 504
 505 VAN LOON, G.; PATTESON, M. Electrophysiology and Arrhythmogenesis, In:
 506 MARR, C.M.; BOWER, M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Saunders Elsevier, 2010, p.
 507 59-73.
 508
 509 WARNES, C. A.; LEE, T.H. Gravidez e Cardiopatia, In: BONOW, R.O.; LIBBY, L.;
 510 MANN, D.L. et al. *Braunwald Tratado de Doenças Cardiovasculares*. 9. ed. Rio de
 511 Janeiro: Elsevier, 2013.

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CARDIOVASCULARES
ELETROCARDIOGRÁFICOS MATERNO-FETAL E NEONATAL EM
EQUINOS DA RAÇA MINI-HORSE**

*[Determination of maternal-fetal and neonatal electrocardiographic parameters
in horses of the Mini-Horse breed]*

**GAMA, J.A.N.¹; CAMPOS, G.A.¹; TEIXEIRA, R.T.¹; TSUNEM, M.H.²;
LOURENÇO, M.L.G.^{3*}; CHIACCHIO, S.B.³**

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia (FMVZ), Departamento de Clínica Veterinária, Botucatu, SP.

² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências (IB), Departamento
de Bioestatística, Botucatu, SP.

Autor correspondente: Maria Lucia Gomes Lourenço (maria-lucia.lourenco@unesp.br)
– Tel: + 55 (14) 3880-2044. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Departamento de Clínica Veterinária –
Rubião Júnior, Botucatu/SP – s/nº. CEP 18618-970, Botucatu, SP – Brasil

RESUMO

Os objetivos do presente foram avaliar dos valores normais da frequência cardíaca (FC) e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nas éguas, fetos e neonatos. Para tal, foram utilizadas 10 éguas, nos períodos pré e pós-parto, as éguas e os potros foram avaliados nos momentos, 24h, 7º, 14º, 21º, 28º e 35º dia após o nascimento. A FC materna quando avaliadas em conjunto variou estatisticamente ($P < 0,05$) e baixa frequência (LF) em Hz apresentou aumento no 28º dia após o parto e quando comparada entre os momentos subsequentes $P < 0,05$. Foi possível mensurar a FC e VFC do feto a partir do 4º mês (em torno de 113 dias). A FC do feto diminuiu ao avançar da gestação e ao avançar da idade, apresentando diferença estatística ao avaliadas em conjunto ($P < 0,05$); O desvio padrão dos intervalos RR (SDNN) variou estatisticamente quando avaliado em conjunto ($P < 0,05$) e entre os momentos da gestação e após o nascimento, o mesmo foi observado com os valores registrados da raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado (RMSSD). A LF (Hz) apresentou $P < 0,005$ quando avaliada em conjunto. Durante o

37 período gestacional as alterações que ocorrem na fêmea não alteraram
38 significativamente VFC e a FC nas éguas. O desenvolvimento do Sistema Nervoso
39 Autônomo (SNA) causa influência direta na FC neonatal.

40

41 Palavras-chave: cardiologia, cavalos, potros, variabilidade da frequência cardíaca

42

43 **ABSTRACT**

44 The objectives of the present study were to evaluate the normal values of heart rate
45 (HR) and heart rate variability (HRV) indices in mares, fetuses and neonates. For this,
46 10 mares were used, in the pre and postpartum periods, mares and foals were evaluated
47 at the moments, 24h, 7, 14, 21, 28 and 35 the day after birth. Maternal HR when
48 evaluated together varied statistically ($P < 0.05$) and low frequency (LF) in Hz presented
49 increase on the 28th day after delivery and when compared between the subsequent
50 moments $P < 0.05$. It was possible to measure HR and HRV of the fetus from the 4th
51 month (around 113 days). The HR of the fetus decreased with advancing gestation and
52 with advancing age, presenting a statistical difference when evaluated together
53 ($P < 0.05$). The standard deviation of the RR intervals (SDNN) varied statistically when
54 evaluated together ($P < 0.05$) and between gestational and postnatal times, the same was
55 observed with the recorded square root values of the sum of the successive differences
56 between the normal RR intervals adjacent to the square (RMSSD). The LF (Hz)
57 presented $P < 0.005$ when evaluated together. During the gestational period the changes
58 that occurred in the female did not significantly change HRV and HR in the mares. The
59 development of the Autonomic Nervous System (ANS) has a direct influence on
60 neonatal HR..

61

62 Key word: cardiology, horses, foal, heart rate variability

63

64 **INTRODUÇÃO**

65

66 O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) regula as funções do organismo de modo
67 involuntário em resposta a presença de estímulos fisiológicos, ambientais, situações de
68 estresse, alterações hemodinâmicas, para manter um equilíbrio interno do corpo. Ele
69 inerva vários sistemas, incluindo o sistema cardiovascular, e atua diretamente na
70 regulação da FC (Klein e Cunningham, 2014).

71 O SNA é dividido em sistema nervoso simpático e sistema nervoso
72 parassimpático, atuando em conjunto no sistema de condução elétrico do coração
73 aumentando ou diminuindo a FC de acordo com a necessidade do momento. Essas
74 variações presente na FC são denominadas com Variabilidade da Frequência Cardíaca
75 (VFC), que pode ser obtido através do ECG (Vanderlei *et al.*, 2009).

76 O ECG fetal tem sido utilizado para o diagnóstico da vitalidade do feto e uns
77 dos primeiros relatos em fetos equinos foi descrito por Too *et al.* em 1967.

78 Em 1985, Matsui *et al.* avaliaram a FC materna e fetal em 10 éguas Puro Sangue
79 a partir do sexto mês de gestação até o parto. A FC fetal diminuiu e a FC materna
80 aumentou ao avançar da gestação.

81 Nagel *et al.* (2016) observou mudanças da pressão arterial, FC e VFC em 10
82 éguas Puro Sangue durante os três últimos meses de gestação e no pré e pós parto. A FC
83 aumentou significativamente no terço final da gestação e atingiu valor máximo nos
84 últimos três dias antes do parto e logo após o parto os valores da mesma foram
85 significativamente menores. Passada 12 horas do parto a FC diminuiu. Os índices da
86 análise do domínio de tempo (SDRR e RMSSD) foram constantes durante os três
87 últimos meses de gestação e três dias antecedentes ao parto. Logo após o parto os
88 valores dos índices aumentaram e após 12 h decresceram. Um a três dias após o parto o
89 valor da raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre os intervalos RR
90 normais adjacentes ao quadrado (RMSSD) aumentou.

91 Wulf *et al.* (2017) avaliaram a FC e RMSSD em 62 potros Puro Sangue até 360
92 horas após o nascimento podendo observar que a FC aumentou 30 minutos após o
93 nascimento e RMSSD diminuiu após 1 hora, e ao comparar machos e fêmeas houve
94 diferença estatística.

95 Nagel *et al.* (2010) avaliaram a FC e VFC em fetos equinos, a partir do terço
96 médio da gestação até o parto, e observaram que por volta dos 173 dias de gestação foi
97 possível realizar o ECG fetal. A FC declinou de 115 bpm (170 a 240 dias de gestação)
98 para 83 bpm (dia 320) e finalmente para 79 bpm antes do parto. Nos últimos 10 dias
99 antes da parição, a FC e a VFC permaneceram constantes e não foi possível obter uma
100 previsão do início do trabalho de parto. Apenas nos últimos 30 minutos antes do
101 nascimento, em quatro animais, a frequência cardíaca diminuiu e o intervalo RR
102 aumentou.

103 Um estudo comparativo entre a FC e a VFC materna e fetal foi realizado por
104 Nagel *et al.* (2011), entre éguas da raça Warmblood e pôneis da raça Shetland, com

105 idade gestacional variando entre 280 a 300 dias. Os autores concluíram que, embora os
106 intervalos RR fossem nitidamente maiores nos pôneis da raça Shetland, os intervalos
107 RR fetais foram semelhantes em ambas as raças (Nagel *et al.*, 2011). Desta forma, os
108 valores da frequência e a variabilidade da frequência cardíaca materna e fetal, parecem
109 não diferir entre raças e entre os tamanhos corpóreos.

110 Baska-Vincze *et al.*(2015) descrevem a utilização do ECG materno-fetal para
111 determinar a FC e VFC fetal em éguas da raça Lipizzano entre 121 e 333 dias de
112 prenhez. A FC fetal foi detectada a partir do 5º mês (121 dias) e apresentou um
113 decréscimo significativo ao avançar da gestação.

114 Ohmura e Jones em 2017 investigaram as mudanças na FC e sua variabilidade
115 em função da idade. Eles avaliaram 83 animais da raça Puro Sangue, com idades
116 variando entre 24 h de vida até mais de 25 anos. Foi observada uma diminuição da FC
117 desde o nascimento. Potros com sete dias apresentaram uma FC mais alta. A FC foi
118 mais baixa nos animais de três a sete anos. A análise no domínio de frequência mostrou
119 um aumento na banda de baixa frequência (LF) desde o nascimento, os maiores valores
120 obtidos de LF foram os animais de três a sete anos. A banda de alta frequência (HF)
121 também aumentou com a idade, porém os maiores valores foram observados nos
122 animais mais velhos. A relação LF/HF foram mais baixas nos equinos com mais idade.

123 Em 2015, Nagel *et al.* determinaram valores da FC e VFC no feto e potro
124 durante a após o parto até cinco meses de vida (13 potros Puro Sangue). A FC fetal
125 diminui com a proximidade do parto, e aumento logo após o nascimento. Os valores de
126 SDRR e RMSSD não se alteram durante o período de estudo.

127 A VFC e a FC materno-fetal-neonatal foram avaliadas por Nagel *et al.*(2012).
128 Os autores sugerem que alterações nestes parâmetros indicam um impacto considerável
129 sobre o sistema cardiovascular materno e que a adaptação à vida extra-uterina do potro
130 está associada à uma resposta simpatoadrenal.

131 O ECG fetal transcutâneo pode ser empregado para avaliar a viabilidade fetal em
132 éguas prenhes após 150 dias de gestação (Parkes e Colles, 1977; Buss *et al.*, 1980).
133 Trata-se de um exame que vem substituindo o uso do ultrassom abdominal. Seu valor
134 está intrinsecamente associado à detecção de frequências cardíacas anormais e arritmias
135 que podem indicar estresse fetal ou demais anormalidades (Knottenbelt *et al.*, 2004).
136 Além disso, pode ser útil no diagnóstico de gêmeos (Parks e Colles, 1977), relatado por
137 Vera *et al.* (2018) utilizando o ECG para o diagnóstico de gestação gemelar em uma
138 égua Puro Sangue no 8º mês de gestação. Através do exame eletrocardiográfico foi

139 possível visualizar a FC dos dois fetos ao mesmo tempo, sendo diferenciada pelas
140 sequências de repetições de R-R, indicando a presença de dois ritmos cardíacos
141 diferentes, uma em torno de 96 bpm e o outro em torno de 118 bpm.

142 O uso do ECG fetal para diagnóstico de gêmeos já tinha sido relatado por Matsui
143 em 1985 em uma égua Puro Sangue. Ele registrou o eletrocardiograma fetal gemelar a
144 partir de 208 até 336 dias de gestação, entre 241 e 323 dias de gestação não foi possível
145 a diferenciação das FC dos fetos. Ao avançar da gestação a FC diminuiu e somente
146 quatro dias antes do parto pode ser observado a FC dos fetos separadamente.

147 Apesar de muito utilizada na clínica de pequenos animais, os estudos acerca da
148 eletrocardiografia em fetos equinos e em potros são escassos. Neste contexto, o exame
149 eletrocardiográfico pode ser uma importante ferramenta na neonatologia equina, por
150 tratar-se de uma técnica acessível, não-invasiva e de fácil realização à campo. O
151 monitoramento da frequência cardíaca no feto, não só possibilita a verificação da saúde
152 fetal e viabilidade, mas também fornece informações sobre o estágio de
153 desenvolvimento do sistema nervoso autônomo.

154 Desta forma, os objetivos do presente estudo foram avaliar as reações de
155 adaptação cardiofisiológica, correlacionadas ou não aos índices da variabilidade da
156 frequência cardíaca durante a fase fetal, neonatal, conhecida como período de
157 adaptação, e nas éguas no período pré e pós-parto, em animais da raça Mini-Horse.

158

159

160 MATERIAL E MÉTODOS

161 O estudo foi realizado no Haras Água Azul situado no Município de Dois
162 Córregos, Estado de São Paulo, localizado à 673 metros de altitude, latitude de
163 22°21'58''S, longitude de 48°22'49''O. Todos os procedimentos experimentais foram
164 realizados após aprovação na Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de
165 Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
166 Filho", Campus Botucatu, sob protocolo nº122/2015.

167 Foram avaliadas 10 éguas da raça Mini-Horse, em todos os meses de gestação
168 (320 a 360 dias, $\pm$ 11 meses) e seus respectivos potros até o 35º dia de vida. As éguas
169 foram cuidadosamente selecionadas de acordo com sua docilidade e submetidas ao
170 exame clínico geral, principalmente reprodutivo, incluindo exame de conformação
171 perineal, exame retal, ultrassonográfico e vaginal.

172 As éguas ficam soltas em piquetes de capim mato grosso (*Paspalum notatum*). É
173 fornecido capim napiê (*Pennisetum purpurem*) picado com cana de açúcar (*Saccharum*
174 *officinarum*) no cocho, meio kilo de ração comercial de manhã e a noite. O controle de
175 endoparasitas é feito com a utilização de Ivermectina e Levamisol.

176 Os registros do ECG materno-fetal-neonatal foram realizados com a utilização
177 do sistema Televet 100 (Kruuse®, versão 4.1.3, Marslev, Dinamarca) como descrito por
178 Nagel e colaboradores (2010; 2011; 2012). Para a fixação dos eletrodos nas éguas,
179 foram utilizados eletrodos adesivos a base de hidrogel, de acordo com o seguinte
180 posicionamento: o eletrodo verde foi colocado no terço médio da região cervical
181 esquerda. O eletrodo amarelo foi posicionado na região do flanco esquerdo. O eletrodo
182 preto (neutro) foi acoplado na garupa esquerda das éguas (Fig. 1B). E o eletrodo
183 vermelho, foi posicionado no lado direito do abdômen, na altura da articulação
184 femorotibiopatelar (Fig. 1A).

185 Para as gravações do ECG neonatal, o eletrodo verde foi colocado três
186 centímetros à direita do esterno. Os eletrodos vermelho e preto foram fixados 20 e 30
187 cm abaixo da cernelha no lado esquerdo do tórax (Fig. 2A). E o eletrodo amarelo foi
188 posicionado semelhante ao eletrodo vermelho sobre o lado oposto do tórax (Fig. 2B)
189 (Ille *et al.*, 2014). Os dados foram gravados durante cinco minutos e transferidos para
190 um computador via Bluetooth (Nagel *et al.*, 2012).

191 Para a análise da VFC, foi utilizado um Software Kubios (Biomedical Signal
192 Analysis Group, Departamento de Física Aplicada da Universidade de Kuopio,
193 Finlândia). A FC e as variáveis da VFC foram obtidas a partir de todos os registros
194 maternos, fetais e neonatais, em três intervalos de 5 minutos desde o início, meio e fim
195 de cada gravação (Fig. 3). A partir dos intervalos RR ou NN registrados, as variáveis da
196 VFC no domínio de tempo, SDNN (desvio padrão dos intervalos NN), RMSSD (raiz
197 quadrada da média das diferenças sucessivas), pNN50 dos fetos e potros, e no domínio
198 de frequência, LF (baixa frequência) e HF (alta frequência) em Hz (hertz) e [n.u.]
199 (unidades normalizadas) e LF/HF ratio (razão entre baixa frequência e alta frequência)
200 foram calculadas.

201 A suposição de normalidade da distribuição de cada parâmetro foi avaliada pelo
202 teste Kolmogorov-Smirnov, e as estatísticas descritivas tais como média e desvio-
203 padrão foram calculados para cada momento.

204 As comparações múltiplas entre os momentos consecutivos foram realizadas e
205 os casos significativos foram registrados para $p < 0,05$



Figura 1. Posicionamento dos eletrodos para obtenção do ECG materno-fetal. A: lado direito; B: lado esquerdo (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 2. Posicionamento dos eletrodos para obtenção ECG neonatal. A: lado esquerdo. B: lado direito (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 3. Traçado eletrocardiográfico materno-fetal obtido através do Televet®. M+F: materno-fetal; M: materno; F: fetal (Fonte: Arquivo pessoal).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tab. 1 e 3 demonstram os valores descritivos (média e desvio padrão) da VFC em domínio de tempo das éguas pré e pós-parto, onde foram descritas intervalo RR (ms), FC (bpm), desvio padrão das médias dos intervalos RR (SDNN), e raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). Visualizamos uma grande variação de valores ao compararmos os meses de gestação, podendo dizer que do ponto de vista numérico que aparentemente as éguas apresentam uma atividade cardíaca normal, segundo o critério descrito por Bowen (2010). A FC materna diminuiu no terço médio da gestação, sendo que o menor valor registrado foi ao 6º mês ($47,1 \pm 4,95$), e aumentou no terço final, alcançando valor mais alto no 11º mês ($58,57 \pm 7,07$). Após o parto os valores registrados decresceram até o 35º dia ($49,6 \pm 5,42$). A média da FC variou significativamente ($P=0,03457$) ao serem avaliadas em conjunto (Fig. 4).

Os valores obtidos do SDNN reduziram até 4º mês, aumentou drasticamente no 5º mês ($15,22 \pm 17,16$). Ao avançar da gestação diminuiu novamente e aumentou no último mês antes do parto ($6,39 \pm 7,36$). No período pós-parto as médias e desvios padrão foram inconstantes, o maior valor foi no 21º dia. Não houve diferença estatística.

A RMSSD variou conforme os meses de gestação, o valor mais alto registrado foi ao 5º mês ($11,47 \pm 11,74$) e o mais baixo foi ao 10º mês ($2,41 \pm 1$). Após o parto reduziu no 14º dia ($6,97 \pm 7,25$) e aumentou no 21º dia ($15,11 \pm 15,74$) e diminuiu nas duas últimas semanas. As análises não demonstraram significância estatística.

As variáveis no domínio de frequência das éguas nos períodos pré e pós-parto estão descritas nas Tab. 2 e 4. A LF (Hz) variou estatisticamente ao comparar os momentos 21 e 28 dias ($P=0,0264$), 28 e 35 dias ($P=0,0387$), apresentando um maior valor no 28 dia ($0,10 \pm 0,13$) (Fig. 5). A HF (Hz) apresentou valores similares durante os períodos pré e pós-parto. As outras variáveis não foram estatisticamente diferentes entre os momentos.

As Tab. 5 e 6 apresentam os valores descritivos (média e desvio padrão) da VFC em domínio de tempo e domínio de frequência dos fetos durante os meses de gestação. Foi possível a detecção de sinais cardíacos fetais a partir do 4º mês de gestação (em torno de 113 dias). A FC média dos fetos foi mais alta no 5º mês ($102 \pm 4,16$), nos últimos meses da gestação ela reduziu (Fig. 6). O SDNN foi inconstante durante todos os meses, registrando o menor e maior valores no final da gestação ($7,23 \pm 5,3$ e $25,69 \pm 14,52$) (Fig 7). O mesmo pode ser dito sobre RMSSD, também apresentou menor e maior valor ($5,27 \pm 4,33$ e $18,69 \pm 10,27$)

no final da gestação (Fig. 8). O LF (Hz) foi maior no 5º mês de gestação ($0,09 \pm 0,05$). O HF (Hz) tem um aumento no 6º mês ($0,39 \pm 0,51$) e diminui no 11º mês ($0,13 \pm 0$) (Fig. 9). A LF (n.u.) variou ao longo da gestação, registrando menor valor no 4º mês ($61,18 \pm 8,49$) e um maior valor no 6º mês ($81,97 \pm 8,18$), apresentou um aumento ao avançar da gestação. A HF (n.u.) foi maior no 5º mês ($44,11 \pm 33,99$) e menor valor no 6º mês ($17,86 \pm 8,13$), os valores decresceram ao longo da gestação. A razão LF/HF teve menor valor registrado no 4º mês ($1,69 \pm 0,59$) e maior valor no 6º mês ($9,13 \pm 22,15$), os valores aumentaram ao avançar da gestação.

As Tab. 7 e 8 os valores descritivos (média e desvio padrão) da VFC em domínio de tempo e domínio de frequência dos neonatos até 35 dias de vida. A FC média decresceu ao avançar dos dias, que foi menor no 35º dia após o parto ($98,8 \pm 14,61$). O SDNN aumentou até alcançar o valor máximo 14º dia, e reduziu nos dias subsequentes. O RMSSD aumentou até o 14º dia.

Quanto a análises dos índices no domínio de frequência, a LF (Hz) aumentou no 21º dia ($0,08 \pm 0,02$) e diminui no 35º dia ($0,05 \pm 0,01$), a HF (Hz) foi maior no 14º dia ($0,29 \pm 0,43$). A LF (n.u.) aumento até o 14º dia ($70,17 \pm 18,49$) e apresentou valor mais alto no 35º dia ($72,2 \pm 12,27$). A HF (n.u.) decresceu ao longo das semanas. A razão LF/HF aumentou atingindo o maior valor no 14º dia ($6,10 \pm 8,86$).

Ao compararmos os momentos neonatais a FC média apresentou diferença estatística ao ser analisada em conjunto ($P=0,01978$). O SDNN variou significativamente ao comparar os momentos antes e após o nascimento ($P=0,0385$) assim como avaliadas em conjunto ($P=0,0002488$). O mesmo aconteceu com RMSSD entre os momentos ($P=0,0157$) e em conjunto ($P= <0,001$).

A LF (Hz) não variou estatisticamente ao comparar os momentos entre fetos e potros mas apresentou variação ao ser analisada em conjunto ($P=0,03135$).

As outras variáveis (HF em Hz, LF e HF em n.u., LF/HF ratio) não apresentaram diferenças perante as análises feitas entre os momentos e em conjunto.

A análise dos índices da VFC é um método simples e não invasivo para investigar o funcionamento do SNA em resposta a condições fisiológicas e patológicas, assim como situações de estresse (Von Borel *et al.*, 2007).

Os índices do domínio de frequência da VFC estão ligados as respostas do SNA. Acredita-se que as alterações de VLF na FC são causadas pelo tônus vasomotor periférico,

termorregulação e ao sistema renina angiotensina, porém ainda não foi bem esclarecido como o SNA age sobre a VLF. A LF está correlacionada atividade simpática, ou até mesmo correspondem a atuação parassimpática com influências simpáticas. A HF corresponde a modulação vagal que atua no nodo sinusal. A razão LF/HF corresponde ao balanço simpato-vagal.

As análises realizadas através do domínio de tempo não apresentaram diferenças estatísticas nas éguas durante os períodos pré e pós-parto, indicando que não foi localizado nenhum fator causador de estresse, quando presente pode resultar na diminuição da VFC (Schmidt *et al.*,2010).

A FC das éguas não sofreu grandes modificações, os maiores valores foram observados no ultimo mês de gestação ($58,57 \pm 7,07$) e 7º dia após a parição ($53,9 \pm 7,56$). Durante a gestação ocorre o aumento do volume sanguíneo, do débito cardíaco e da FC, para suprir as necessidades maternas e fetais. Para que essas alterações hemodinâmicas ocorram, o SNA atua regulando a FC de acordo com as necessidades do organismo (Warnes, 2013; Vanderlei *et al.*,2009).

Apesar de não ter significância estatística, pode se observar variação dos valores de SDNN entre os períodos pré e pós-parto, mostrando uma atuação conjunta do SNS e SNP.

A LF (Hz) aumentou significativamente no 28º dia após o parto, apresentando uma maior atuação simpática.

O ECG detectou sinais cardíacos fetais a partir do 4º mês de gestação (aproximadamente 113 dias), diferentes de outros estudos que relatam ser a partir de 170 dias (Nagel *et al.*,2010). A FC é um parâmetro que indica bem estar fetal. Ela sofreu alterações ao longo da gestação, o maior valor registrado foi no 5º mês, decrescendo ao avançar da gestação. A FC fetal diminuiu conforme o avançar da gestação assim como descrito por Nagel *et al.*(2010).

As alterações da FC podem estar ligadas diretamente com o desenvolvimento do SNA dos filhotes, em equinos, por exemplo, com o avançar da gestação a FC fetal tende a diminuir progressivamente, após o nascimento e com desenvolvimento dos potros ela tende a cair. Assim, Matsui *et al.* em 1984 avaliaram a FC de equinos, pôneis e bezerros nas fases fetal e neonatal até 4 a 5 meses de idade. Foi verificado que a FC aumentou muito após o nascimento e diminui com avançar da idade. Isso pode justificar as diferenças das variáveis das VFC que foram observadas ao comparar o período gestacional e nascimento dos neonatos.

312

313

314

315

316 Tabela 1. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fêmeas da raça Mini-horse
 317 durante os meses de gestação.

	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5ºmês	6º mês	7º mês	8º mês	9º mês	10º mês	11º mês
RR médio (ms)	1180,14± 140,95	1092,8± 113,56	1182,2± 178,64	1232,3± 148,72	1201,4± 219,78	1290,3± 124,39	1207,6± 177,6	1242,8± 206,55	1172,7± 192,3	1116,56± 132,59	1039,4± 135,74
FC média (bpm)	51,57±6,63	55,5±5,91	51,5±7,2	49,4±5,95	51,3±8,29	47,1±4,95	50,7±7,92	49,5±8,48	52,3±8,21	54,33±6,26	58,57±7,07
SDNN (ms)	13,31±14,68	12,19±16,82	8,8±13,24	6,92±4,06	15,22±17,16	8,15±4,09	6,88±7,64	4,46±1,91	5,05±2,72	2,99±1,26	6,39±7,36
RMSSD (ms)	10,10±10,34	8,36±10,05	7,7±11,54	6,07±4,06	11,47±11,74	6,84±4,22	5,81±6,05	3,97±1,60	4,33±2,41	2,41±1	4,19±4,39

318 RR médio: médias dos intervalos RR; FC média: frequência cardíaca média; SDNN: desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD: Raiz
 319 quadrada média das diferenças sucessivas de RR.
 320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330 Tabela 2. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio da frequência) de fêmeas da raça Mini-
331 horse durante os meses de gestação.

	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	6º mês	7º mês	8º mês	9º mês	10º mês	11º mês
LF (Hz)	0,06±0,01	0,06±0,02	0,06±0,2	0,06±0,03	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,02	0,07±0,03	0,05±0,01	0,05±0,01	0,06±0,02
HF (Hz)	0,17±0,03	0,15±0,02	0,18±0,05	0,16±0,03	0,15±0,03	0,17±0,03	0,16±0,03	0,15±0,03	0,16±0,02	0,17±0,04	0,18±0,03
LF (n.u.)	69,16±12	78,36±6,85	67,98±15	73,73±12,71	75,22±12,86	68,98±10,81	65,84±13,28	70,85±12,11	65,43±12,20	68,36±9,81	69,92±18,47
HF (n.u.)	30,64±11,88	20,66±6,41	31,75±14,91	26,07±12,66	24,49±12,63	30,59±10,59	33,75±13,23	28,85±12,02	34,43±12,12	31,39±9,77	29,69±18,36
LF/HF ratio	2,94±2,29	4,41±2,93	2,95±2,1	8,85±17,21	5,11±5,1	2,76±1,85	2,43±1,52	3,17±2,06	2,37±1,60	2,56±1,45	3,68±2,72

332 LF: baixa frequência; HF: alta frequência; Hz: hertz; [n.u.]: unidades normalizadas; LF/HF ratio: razão entre baixa frequência e alta
333 frequência.

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343 Tabela 3. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fêmeas da raça Mini-horse
 344 até 35 dias após o parto.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
RR médio (ms)	1140,3±141	1131,6±153,68	1164,3±121,36	1150±121,9	1157,9±98,97	1225,5±148,1
FC média (bpm)	53,3±6,22	53,9±7,56	52,2±6,12	52,60±5,13	52,20±4,44	49,6±5,42
SDNN (ms)	12,21±8,23	17,31±25,72	8,39±8,25	19,55±22,32	11,92±7,84	12,56±11,62
RMSSD (ms)	10,85±8,10	13,19±17,54	6,97±7,25	15,11±15,74	9,77±6,31	10,57±8,77

345 RR médio: médias dos intervalos RR; FC média: frequência cardíaca média; SDNN: desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD: Raiz
 346 quadrada média das diferenças sucessivas de RR.

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358 Tabela 4. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de fêmeas da raça Mini-
 359 horse até 35 dias após o parto.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
LF (Hz)	0,07±0,02	0,06±0,02	0,05±0,01	0,05±0,02*	0,10±0,13*	0,05±0,02*
HF (Hz)	0,15±0,03	0,15±0,03	0,16±0,03	0,16±0,03	0,16±0,03	0,16±0,03
LF (n.u.)	74,1±9,53	77,65±10,06	76,59±11,43	76,38±13,81	78,49±8,35	69,73±10,39
HF (n.u.)	25,65±9,40	22,2±9,99	22,58±11,25	23,48±13,73	21,27±8,35	30,03±10,25
LF/HF ratio	3,51±2,12	4,95±4,19	4,45±3,08	6,89±9,18	4,57±2,63	2,69±1,25

360 LF: baixa frequência; HF: alta frequência; Hz: hertz; [n.u.]: unidades normalizadas; LF/HF ratio: razão entre baixa frequência e alta
 361 frequência; *: Significância estatística (P<0,05).

362

363

364

365

366
367
368
369
370
371

372
373
374
375
376
377
378
379
380

Tabela 5. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de fetos da raça Mini-horse durante os meses de gestação.

	4° mês	5°mês	6° mês	7° mês	8° mês	9° mês	10° mês	11° mês
RR médio (ms)	613,5±14,73	590±24,21	692,8±111,96	592,8±49,23	664,8±141,7	617±57,5	632,67±55,86	658,57±58,3
FC média (bpm)	96,25±4,11	102±4,16	88,2±13,3	101,8±7,79	93,3±16,14	98±8,62	95,44±8,05	91,57±7,96
SDNN (ms)	16,58±10,97	10±2,26	23,26±18,11	10,53±5,50	19,74±17,36	10,86±10,91	7,23±5,3	25,69±14,52
RMSSD (ms)	11.03±4,87	7,43±1,87	13,82±10,98	8,25±7,78	12,74±9,06	5,69±5,25	5,27±4,33	18,69±10,27
pNN50 (%)	0	0,50±1,58	3,13±4,88	0,83±2,63	2,31±2,91	0,32±0,64	0,36±0,57	3,32±4,28

RR médio: médias dos intervalos RR; FC média: frequência cardíaca média; SDNN: desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD: Raiz quadrada média das diferenças sucessivas de RR; pNN50: Proporções de intervalos RR que diferem de 50 ms.

381

382

383

384

385

386 Tabela 6. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de fetos da raça Mini-horse
 387 durante os meses de gestação.

	4° mês	5°mês	6° mês	7° mês	8° mês	9° mês	10° mês	11° mês
LF (Hz)	0,07±0,02	0,09±0,05	0,06±0,02	0,08±0,04	0,05±0,02	0,05±0,01	0,06±0,02	0,08±0,03
HF (Hz)	0,16±0,06	0,15±0,02	0,39±0,51	0,16±0,04	0,17±0,05	0,16±0,02	0,17±0,05	0,13±0
LF (n.u.)	61,18±8,49	55,66±34,21	81,97±8,18	61,69±26,27	73,23±21,83	73,36±21,27	73,25±19,06	75,99±17,04
HF (n.u.)	38,34±8,6	44,11±33,99	17,86±8,13	37,94±25,83	26,23±21,02	26,43±21,25	26,38±19,09	23,93±16,95
LF/HF ratio	1,69±0,59	3,07±3,17	5,72±3,3	9,13±22,15	8,37±9,86	8,5±10,21	8,49±15,7	5,21±3,58

388 LF: baixa frequência; HF: alta frequência; Hz: hertz; [n.u.]: unidades normalizadas; LF/HF ratio: razão entre baixa frequência e alta frequência.
 389

390

391

392

393

394

395

396

397

398 Tabela 7. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo) de potros da raça Mini-horse até 35
 399 dias de vida.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
RR médio (ms)	585,33±78,88	558,5±66,96	576,2±74,05	577±52,36	608,7±62,85	620,7±104,33
FC média (bpm)	104,11±13,13	108,50±12,83	105,6±13,42	104,7±9,25	99,5±9,12	98,8±14,61
SDNN (ms)	2,57±1,63	3,42±2,96	7,80±8,89	2,56±1,07	4,73±6,02	4,76±4
RMSSD (ms)	1,48±0,51	1,83±1,45	3,84±3,98	1,69±0,81	2,83±3,58	3,06±2,83
pNN50 (%)	0,19±0,6	1,11±3,51	0	0,90±1,62	0,41±0,74	0,26±0,83

400 RR médio: médias dos intervalos RR; FC média: frequência cardíaca média; SDNN: desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD: Raiz quadrada
 401 média das diferenças sucessivas de RR; pNN50: Proporções de intervalos RR que diferem de 50 ms.
 402

403
404

405

406 Tabela 8. Médias e desvio-padrões dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (domínio de frequência) de potros da raça Mini-horse até
407 35 dias de vida.

	24 horas	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias
LF (Hz)	0,06±0,02	0,06±0,03	0,05±0,02	0,08±0,02	0,06±0,02	0,05±0,01
HF (Hz)	0,16±0,03	0,17±0,04	0,29±0,43	0,18±0,03	0,16±0,03	0,18±0,04
LF (n.u.)	56,56±14,89	59,82±21,79	70,17±18,49	58,44±18,72	67,01±15,21	72,2±12,27
HF (n.u.)	42,34±14,26	39,69±21,58	29,38±18,3	41,27±18,82	32,75±15,17	27,45±12,25
LF/HF ratio	1,65±1,04	4,75±8,96	6,10±8,86	1,91±1,31	3,92±5,52	3,38±2,12

408 LF: baixa frequência; HF: alta frequência; Hz: hertz; [n.u.]: unidades normalizadas; LF/HF ratio: razão entre baixa frequência e alta frequência;
409

410

411

412 **CONCLUSÕES**

413 Durante o período gestacional as alterações que ocorrem na fêmea não alteraram
414 significativamente os índices da variabilidade da frequência cardíaca nas éguas. As
415 diferenças estatísticas ocorreram quase um mês após o parto.

416 Foi possível a detecção dos sinais cardíacos fetais a partir do 4º mês de
417 gestação.

418 O desenvolvimento do SNA neonatal influência nas mudanças dos índices da
419 VFC.

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

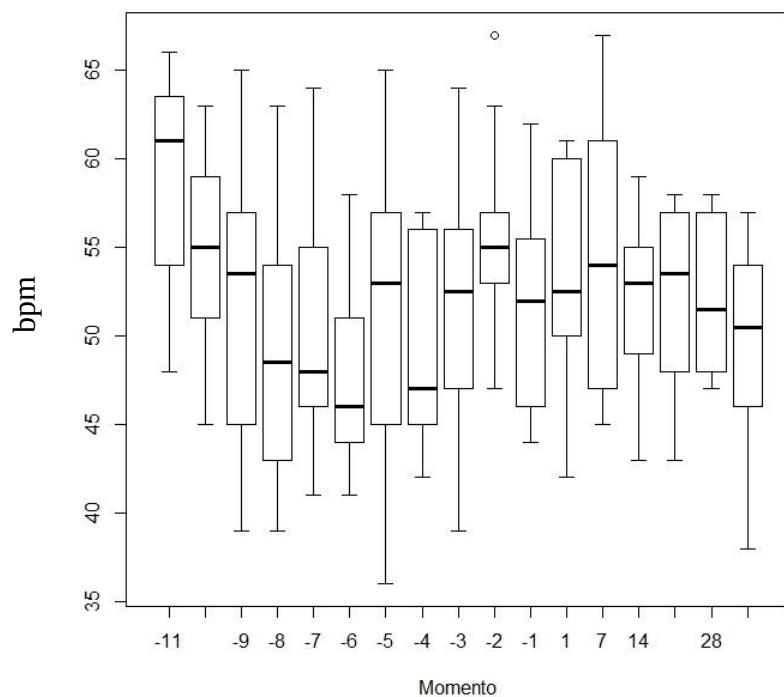


Figura 4. Representação gráfica em Box Plot da FC média em bpm de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

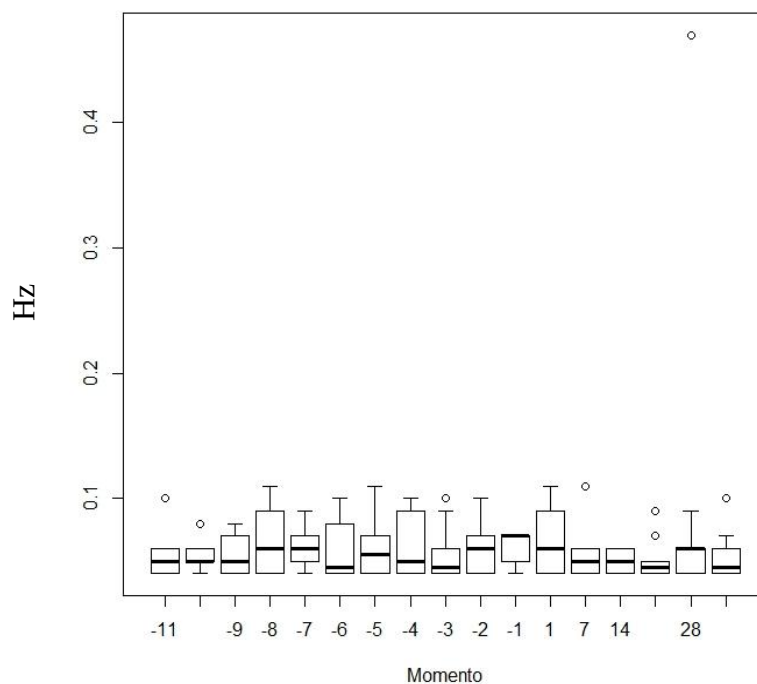
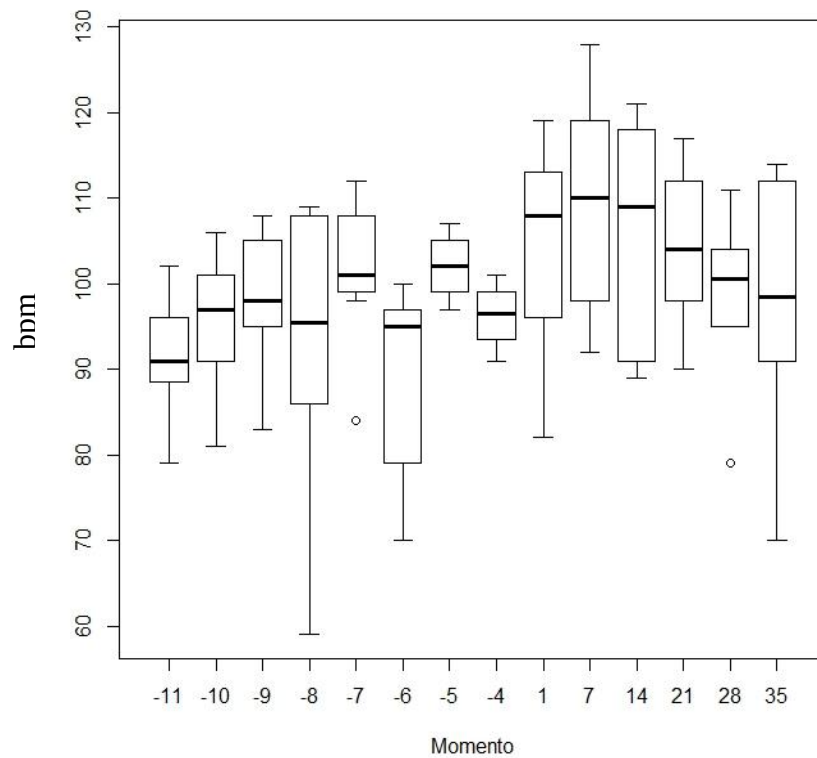
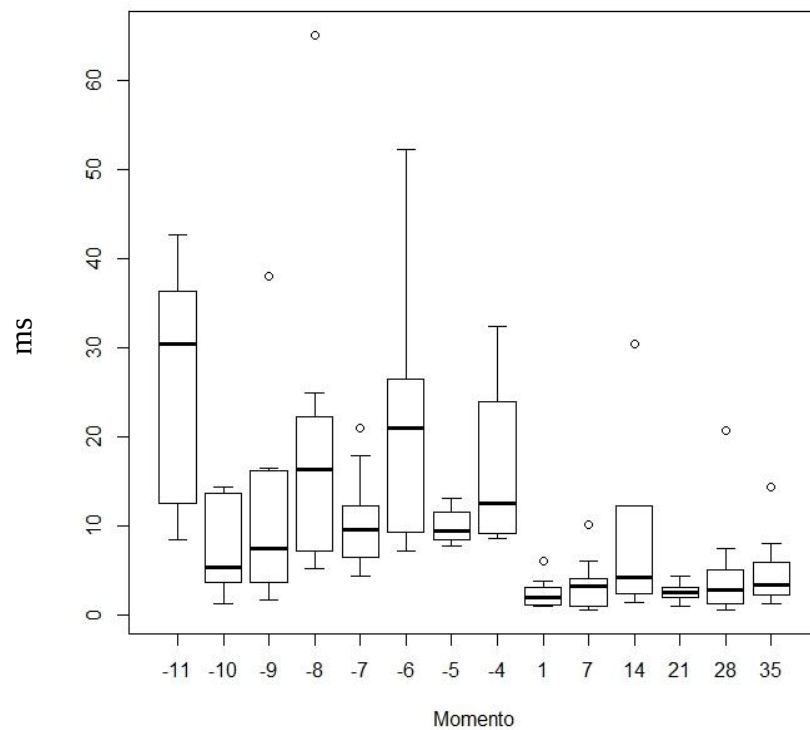


Figura 5. Representação gráfica em Box Plot da LF em Hz de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.

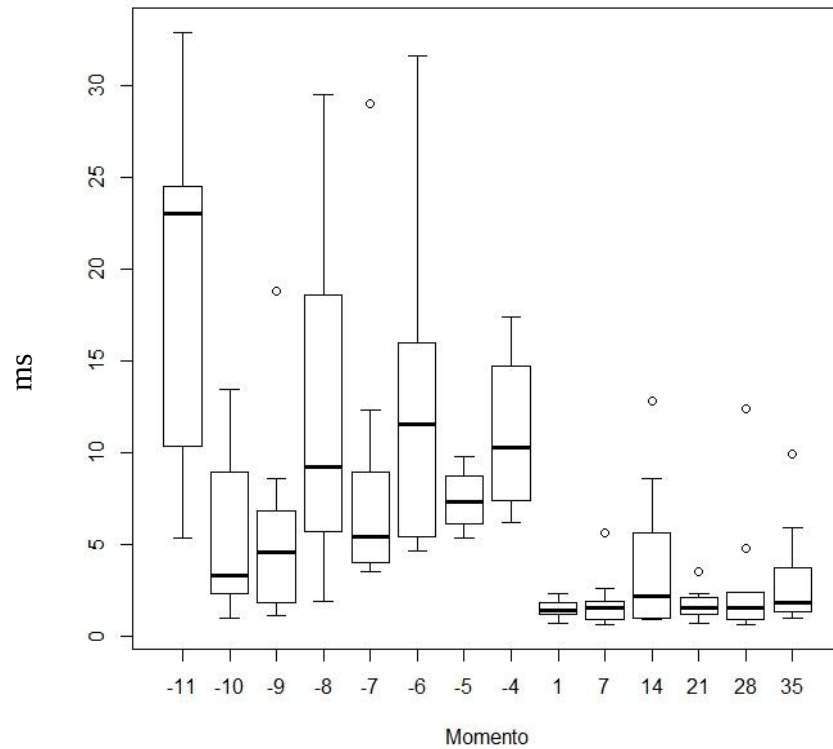


459
 460 Figura 6. Representação gráfica em Box Plot da FC média em bpm de neonatos da raça
 461 Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.

462

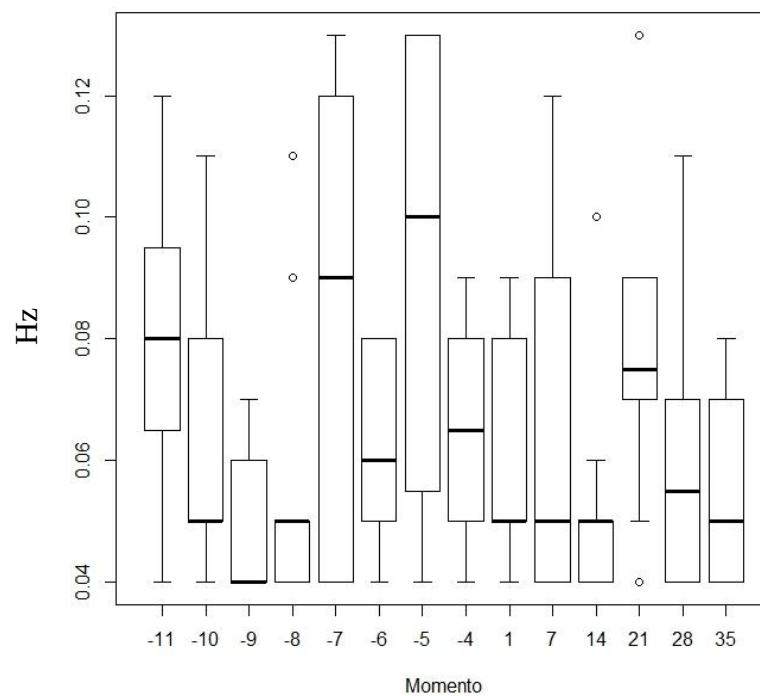


463
 464 Figura 7. Representação gráfica em Box Plot de SDNN em ms de neonatos da raça
 465 Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.



466
 467 Figura 8. Representação gráfica em Box Plot de RMSSD em ms de neonatos da raça
 468 Mini-Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.

469
 470



471
 472 Figura 9. Representação gráfica em Box Plot da LF em Hz de neonatos da raça Mini-
 473 Horse no período gestacional e até 35 dias de vida.

474 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

475

476 BASKA-VINCZE, B.; BASKA, F.; SZENCI, O. Fetal Heart Rate and Fetal Heart Rate
477 Variability in Lipizzaner Broodmares. *Acta. Vet. Hung.*, v. 66, n. 1, p. 89-99, 2015.

478

479 BOWEN, I.M. Ambulatory Electrocardiography and Heart Rate Variability, In: MARR,
480 C.M., BOWER, I.M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Saunders Elsevier, 2010, p. 127-
481 137.

482

483 BUSS, D.D.; ASBURY, A.C.; CHEVALIER, L. Limitations in equine fetal
484 electrocardiography. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 177, n. 2, p. 174-176, 1980.

485

486 ILLE, N.; ERBER, R.; AURICH, C. et al. Comparison of heart rate and heart rate
487 variability obtained by heart rate monitors and simultaneously recorded
488 electrocardiogram signals in nonexercising horses. *J. Vet. Behav.*, v. 9, p. 341-346,
489 2014.

490

491 KLEIN, B. G.; CUNNINGHAM, J.G. O Sistema Nervoso Autônomo. In: KLEIN, B. G.
492 *Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 118-
493 128.

494

495 KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. *Equine neonatology*
496 *medicine and surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004.

497

498 MATSUI, K. Fetal and maternal heart rate in a case of twin pregnancy of the
499 Thoroughbred horse. *Jpn. J. Vet. Sci.*, v. 47, n. 5, p. 817-821, 1985.

500

501 MATSUI, K.; SUGANO, S.; MASUYAMA, I. Changes in the fetal heart rate of
502 Thoroughbred horse through the gestation. *Jpn. J. Vet. Sci.*, v. 47, n. 4, p. 597-601,
503 1985.

504

505 MATSUI, K.; SUGANO, S.; MASUYAMA, I. et al. Alterations in the heart rate of
506 Thoroughbred horse, pony and Holstein cow through pre – and post – natal stages. *Jpn.*
507 *J. Vet. Sci.*, v. 46, n. 4, p. 505-510, 1984.

508

509 NAGEL, C.; TRENK, L.; AURICH, J. et al. Changes in blood pressure, heart rate, and
510 blood profile in mares during the last 3 months of gestation and the peripartum period.
511 *Theriogenology*, v. 86, p. 1856-1864, 2016.

512

513 NAGEL, C.; ERBER, R.; ILLE, N. et al. Heart rate and salivary cortisol concentrations
514 in foal at birth. *Vet. J.*, v. 203, p. 250-252, 2015.

515

516 NAGEL, C.; ERBER, R.; BERGMAIER, C. et al. Cortisol and progestin release, heart
517 rate and heart rate variability in the pregnant and postpartum mare, fetus and newborn
518 foal. *Theriogenology*, v. 78, p. 759–767, 2012.

519

520 NAGEL, C.; AURICH, J.; PALM, F. et al. Heart rate and heart rate variability in
521 pregnant warmblood and Shetland mares as well as their fetuses. *Anim. Reprod. Scie.*,
522 v.127, p.183-187, 2011.

523

524 NAGEL, C.; AURICH, J.; AURICH, C. Determination of heart rate and heart rate
525 variability in the equine fetus by fetus maternal electrocardiography. *Theriogenology*, v.
526 73, p. 973–983, 2010.

527

528 OHMURA, H.; JONES, J. H. Changes in heart rate and variability as a function of age
529 in Thoroughbred horses. *J. Equine, Sci.*, v. 28, n. 3, p. 99-103, 2017.

530

531 PARKES, R.D.; COLLES, C.M. Fetal electrocardiography in the mare as a practical aid
532 to diagnosing singleton and twin pregnancy. *Vet. Rec.*, v. 100, p. 25-26, 1977.

533

534 SCHMIDT, A.; MÖSTL, E.; WEHNERT, C. et al. Cortisol release and heart rate
535 variability in horses during road transport. *Horm Behav.*,v.57, p.209-215, 2010.

536

537 TOO, K.; KANAGAWA, H.; KAWATA, K. Fetal and maternal electrocardiograms
538 during parturition in a mare. *Jap. J.Vet. Res.*, v.15, n.1, p.5-13, 1967.

539

540 VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C.M.; HOSHI, R.A. et al. Noções básicas de
541 variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev. Bras. Cir.*
542 *Cardiovasc.*, v. 24, n.2, p.205-217, 2009.

543

544 VERA, L.; DECLOEDT, A.; VAN STEENKISTE, G. et al. Electrocardiographic
545 confirmation of a twin pregnancy in a mare at 8 months of gestation. *J. Vet. Cardiol.*, p.
546 1-6, 2018

547

548 WULF, M.; ERBER, R.; ILLE, N. et al. Effects of foal sex on some perinatal
549 characteristics in the immediate neonatal period in the horse. *J. Vet. Behav.*, v. 18, p.37-
550 42, 2017.

551

552 WARNES, C. A. Gravidez e Cardiopatia, In: BONOW, R.O. et al. *Braunwald Tratado*
553 *de Doenças Cardiovasculares*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

554

555

556

NORMAS DA REVISTA

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Link para acesso as normas: [HTTP://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm](http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm)

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A.E.; LESTER, S.J.; CONNOLLY, H. Pregnancy and the cardiovascular system. *Int. J. Cardiol.*, v. 98, p. 179-189, 2005.

ADAMS-BRENDEMUEHL, C.; PIPERS, F.S. Antepartum evaluations of equine fetus. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, v. 35, p. 565-573, 1987.

BAZZANO, M.; GIUDICE, E.; DI PIETRO, S.; PICCIONE, G. Vital Parameters in Newborn Thoroughbred foals during the first week of life. *Int. J. Anesthesiol. Res.*, v. 2, n. 2, p. 27-30, 2014.

BASKA-VINCZE, B.; BASKA, F.; SZENCI, O. Fetal Heart Rate and Fetal Heart Rate Variability in Lipizzaner Broodmares. *Acta. Vet. Hung.*, v. 66, n. 1, p. 89-99, 2015.

BICALHO, R.C.; GALVÃO, K.N.; CHEONG, S.H.; GILBERT, R.O.; WARNICK, L.D.; GUARD, C.L. Effect of stillbirths on dam survival, reproduction performance in Holstein dairy cows. *J. Dairy. Sci.*, v. 90, p. 2797–2803, 2007.

BLANCO, P.G.; BATISTA, P.R.; RE, N.E.; MATTIOLI, G.A.; GOBELLO, C. Electrocardiographic changes in normal and abnormal canine pregnancy. *Reprod. Domest. Anim.*, v.47, p.252-256, 2012.

BORGES, V.T.M. *Estudo Longitudinal das Alterações Hemodinâmicas e Estruturas Cardíacas em Gestantes sem Patologia*. Dissertação de Mestrado, 1997.

BOWEN, I.M. Ambulatory Electrocardiography and Heart Rate Variability, In: MARR, C.M., BOWER, I.M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Saunders Elsevier, 2010, p. 127-137.

BUSS, D.D.; ASBURY, A.C.; CHEVALIER, L. Limitations in equine fetal electrocardiography. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 177, n. 2, p. 174-176, 1980.

CASASNOVAS, A.F.; AYUDA, T. C.; ABENIA, J.F. Exame do Sistema Cardiovascular, In:____ *A Exploração Clínica do Cavalo*. São Paulo: MedVet, 2014, p. 95-114.

DANTAS, G. N.; LOURENÇO, M.L.G.; SANTAROSA, B.P.; ULIAN, C.M.V.; HECKLER, M.C.T.; CARVALHO, L.R.; CHIACCHIO, S.B. Métodos eletrocardiográficos em equinos American Miniature Horse. *Ciênc. Rural*. v. 45, n. 5, p. 848-853, 2015.

DENNIS, A.; ARHANGHELSCHI, I.; SIMMONS, S.; ROYSE, C. Prospective observational study of serial cardiac output by transthoracic echocardiography in healthy pregnant women undergoing elective caesarean delivery. *Int. J. Obst. Anesth.*, v. 19, p. 142–148, 2010.

FUJITANI, S.; BALDISSERI, M. R. Hemodynamic assessment in a pregnant and peripartum patient. *Crit.Care. Med.*, v. 33, n. 10 (suppl), p. 354-361, 2005.

GASTAL, E.L; NEVES, A.P.; MATTOS, R.C.; PRETUCCI, B.P.L.; GASTAL, M.O.; GINTHER, O.J. Miniature ponies 1: follicular, luteal, and endometrial dynamics during the oestrus cycle. *Reprodu. Fertil. Dev.*, v. 20, p. 376-385, 2008.

GILES, R.C.; DONAHUE, J.M.; HONG, C.B.; TUTTLE, P.A.; PETRITES-MURPHY, M.B.; POONACHA, K.B.; ROBERTS, A.W.; TRAMONTIN, R.R; SMITH, B.; SW2ERCZEK, T.W. Causes of abortion, stillbirth, and perinatal death in horses: 3527 cases (1986–1991). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 203, p. 1170–1175, 1993.

GILMOUR JR. R.F. Electrophysiology of the Heart, In: REECE, W.O.; ERICKSON, H.H.; GOFF, J.P.; UEMURA, E.E. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13. ed. [s.i.]: Wiley-blackwell, 2015. p.304-326.

HASSER, E. M. et al. Special Circulations. In: In: REECE, W.O.; ERICKSON, H.H.; GOFF, J.P.; UEMURA, E.E. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13. ed. [s.i.]: Wiley-blackwell, 2015. p. 399-428.

HONG, C.B.; DONAHUE, J.M.; GILES, R.C.; PETRITES-MURPHY, M.B.; POONACHA, K.B.; ROBERTS, A.W.; SMITH, B.J.; TRAMONTIN, R.R.; TUTTLE, P.A.; SWERCZEK, T.W. Equine abortion and stillbirth in central Kentucky during 1988 and 1989 foaling seasons. *J. Vet. Diagn. Invest.*, v. 5, p. 560–566, 1993.

ILLE, N.; ERBER, R.; AURICH, C.; AURICH, J. Comparison of heart rate and heart rate variability obtained by heart rate monitors and simultaneously recorded electrocardiogram signals in nonexercising horses. *J. Vet. Behav.*, v. 9, p. 341-346, 2014.

JOHNSON, J. H.; GARNER, H. E.; HUTCHESON, D. P.; Ultrasonic measurement of arterial blood pressure in conditioned thoroughbreds. *Equine Vet. J.*, v.8, n.2, p.55-57, 1976.

KANAGAWA, H.; TOO, K.; KAWATA, K. Fetal electrocardiogram at late gestational stages in horses preliminary study. *Jap. J. Vet. Res.* v.15, n.1, p.15-19, 1967.

KLEIN, B. G.; CUNNINGHAM, J.G. O Sistema Nervoso Autônomo. In: KLEIN, B. G. *Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 118-128.

KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. *Equine neonatology medicine and surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004.

LOMBARD, C. W.; EVANS, M.; MARTIN, L.; TEHRANI, J. Blood pressure, electrocardiogram and echocardiogram measurements in growing pony foal. *Equine Vet. J.*, v. 16, n. 4, p. 342-347, 1984.

MAGDESIAN, K. G. Monitoring the critically ill equine patient. *Vet. Clin. Equine.*, v.20, n.1, p.11-39, 2004.

MARCELLA, K.L. General care of miniature horses. *Equine Pract.*, v. 14, p. 25-28, 1992.

MATSUI, K.; SUGANO, S.; MASUYAMA, I. Changes in the fetal heart rate of Thoroughbred horse through the gestation. *Jpn. J. Vet. Sci.*, v. 47, n. 4, p. 597-601, 1985.

MCINTOSH BRIGHT, J.; MARR, C. M. Introduction to cardiac anatomy and physiology. In: MARR, C.M., BOWER, I.M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Saunders Elsevier, 2010. p. 3-19.

METZ, T.D.; KHANNA, A. Evaluation and Management of Maternal Cardiac Arrhythmias. *Obstet. Gynecol. Clin. North. Am.* v. 43, iss. 4, p. 729-745, 2016.

NAGEL, C.; TRENK, L.; AURICH, J.; WULF, M.; AURICH, C. Changes in blood pressure, heart rate, and blood profile in mares during the last 3 months of gestation and the peripartum period. *Theriogenology*, v. 86, p. 1856-1864, 2016.

NAGEL, C.; ERBER, R.; BERGMAIER, C.; WULF, M.; AURICH, J.; MÖSTL, E.; AURICH, C. Cortisol and progestin release, heart rate and heart rate variability in the pregnant and postpartum mare, fetus and newborn foal. *Theriogenology*, v. 78, p. 759–767, 2012.

NAGEL, C.; ERBER, R.; ILLE, N.; WULF, M.; MÖSTL, E.; AURICH, C. Heart rate and salivary cortisol concentrations in foal at birth. *Vet. J.*, v. 203, p. 250-252, 2015.

NAGEL, C.; AURICH, J.; PALM, F.; AURICH, C. Heart rate and heart rate variability in pregnant warm blood and Shetland mares as well as their fetuses. *Anim. Reprod. Scie.*, v.127, p.183-187, 2011.

NAGEL, C.; AURICH, J.; AURICH, C. Determination of heart rate and heart rate variability in the equine fetus by fetus maternal electrocardiography. *Theriogenology*, v. 73, p. 973–983, 2010.

OHMURA, H.; JONES, J. H. Changes in heart rate and variability as a function of age in Thoroughbred horses. *J. Equine. Sci.*, v. 28, n. 3, p. 99-103, 2017.

PARKES, R.D.; COLLES, C.M. Fetal electrocardiography in the mare as a practical aid to diagnosing singleton and twin pregnancy. *Vet. Rec.*, v. 100, p. 25-26, 1977.

PASCON, J. P. E.; SANTOS, F.P.; PEREIRA, D.T.P.; MISTIERI, M.L.A.; MOZZAQUATRO, F.D. Estudo eletrocardiográfico de éguas da raça Crioula. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 35, n. 4, p. 319-323, 2015.

PARRAGUEZ, V. H.; COLOMA, I.; RIQUELME, R.; LLANOS, A.J.; ESCOBAR, C. Blood and physiological variables in Thoroughbred foals during the first 24 hours of life. *Arq. Cien. Vet. Zool.*, v. 5, n. 2, p. 169-176, 2002.

PIRRONE, A.; MIRIELLA, J.; GENTILINI, F.; CASTAGNETTI, C. Amniotic fluid and blood lactate concentrations in mares and foals in the early postpartum period. *Theriogenology*, v. 78, p. 1182–1189, 2012.

REGITZ-ZAGROSEK, V.; LUNDQVIST, C.B; BORGHI, C.; CIFKOVA, R.; FERREIRA, R.; FOIDART, J.; GIBBS, J.S.R.; GOHLKE-BAERWOLF, C.; GORENEK, B.; LUNG, B., KIRBY, M.; MAAS, A.H.E.M.; MORAIS, J.; NIHOYANNOPOULOS,P.; PIEPER, P.G.; PRESBITERO, P.; ROOS-HESSELINK, J.W.; SCHAUFELBERGER, M.; SEELAND, U.; TORRACCA, L. ESC Guidelines on the management of cardiovascular diseases during pregnancy. *Eur. Heart. J.*, v. 32, p. 3147-3197, 2011.

ROMBALDI, A.R. et al. Valvulopatiasna Gestação: Conduta Clínica, Anticoagulação e Tratamento Cirúrgico. *Revista SOCERGS*, n. 15, p 1-4, 2008.

SANGHAVI, M.; RUTHERFORD, J. D. Cardiovascular Physiology of Pregnancy. *Circulation.*, v. 130, p. 1003-1008, 2014.

SANTAROSA, B.P.; LOURENÇO, M.L.G.; DANTAS, G.N.; ULIAN, C.M.V; HECKLER, M.C.T.; SUDANO, M.J.; GONÇALVES, R.C.; CHIACCHIO, S.B. Effects of pregnancy and correlation of weight and heart rate with electrocardiographic

parameters in the American Miniature Horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.68, n.3, p.579-586, 2016.

SCHADE, J.; SCHADE, M. F. S.; FONTEQUE, J. H. Auscultatory and electrocardiographic characteristics of Crioulo horses. *Pesq. Vet. Bras.* v. 34, n. 3, p. 281-289, 2014.

SCHMIDT, A.; MÖSTL, E.; WEHNERT, C.; AURICH, J.; MÜLLER, J.; AURICH, C. Cortisol release and heart rate variability in horses during road transport. *Horm Behav.*,v.57, p.209-215, 2010.

STEPHENSON, R. B. Fisiologia Cardiovascular. In: KLEIN, B. G. *Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 158-252.

SONDER, C. The Miniature Horse: More Than Just a Smaller Horse! *The Horse Report*, 2012. Disponível em
<http://www.vetmed.ucdavis.edu/ceh/local_resources/pdfs/pubs-Dec2012-sec.pdf>.
Acesso em 10 de março de 2015.

TARVAINEN, M. P.; NISKANEN, J.P.; LIPPONEN, P.O.; RANTA-AHO, P.O.; KARJALAINEN, P.A. Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Comput. Methods. Programs. Biomed.*, v. 113, p. 210-220, 2014.

TARVAINEN, M. P.; NISKANEN, J.P.; LIPPONEN, P.O.; RANTA-AHO, P.O.; KARJALAINEN, P.A. Kubios HRV – A software for advanced heart rate variability analysis. *IFMBE Proceedings.*, v. 22, p. 1022-1025, 2008.

TAVEIRA, R.Z.; MOTA, M.D.S. Genetic and quantitative evaluation of breeding traits in thoroughbred mares. *REDVET.*, v. VIII, n. 5, p. 1–11, 2007.

TOO, K.; KANAGAWA, H.; KAWATA, K. Fetal and maternal electrocardiograms during parturition in a mare. *Jap. J. Vet. Res.*, v.15, n.1, p.5-13, 1967.

TOO, K; KANAGAWA, H.; KAWATA, K. Fetal Electrocardiogram in Dairy Cattle I Fundamental Studies. *Jap. J. Vet. Res.*, v. 13, n. 3, p. 71-83, 1965.

VAN LOON, G.; PATTESON, M. Electrophysiology and Arrhythmogenesis, In: MARR, C.M.; BOWER, M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Saunders Elsevier, 2010, p. 59-73.

VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C.M.; HOSHI, R.A.; CARVALHO, T.D.; GODOY, M.F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, v. 24, n.2, p.205-217, 2009.

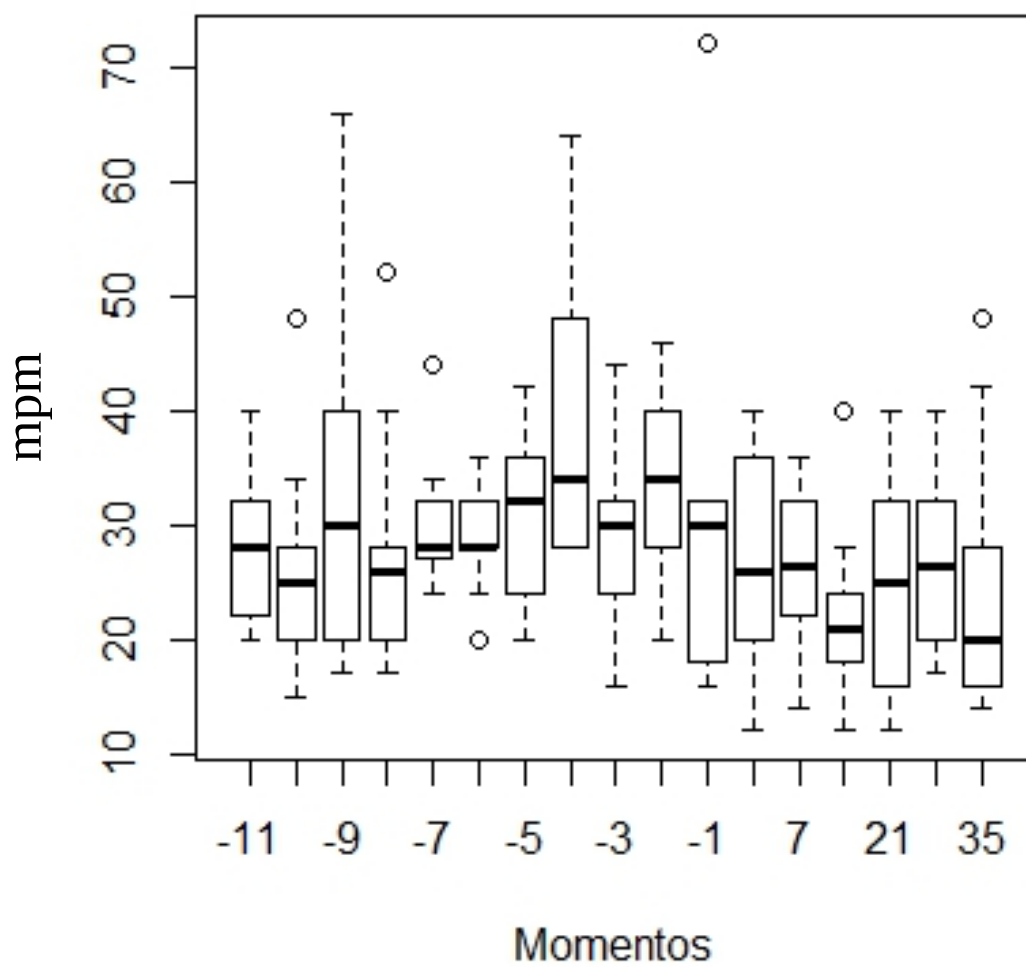
VERA, L.; DECLOEDT, A.; VAN STEENKISTE, G.; DE CLERCQ, D.; GOVAERE, J.; VAN LOON, G. Electrocardiographic confirmation of a twin pregnancy in a mare at 8 months of gestation. *J. Vet. Cardiol.*, p. 1-6, 2018

VON BORELL, E.; LANGBEIN, J.; DESPRÉS, G.; HANSEN, S.; LETERRIER, C.; MARCHANT-FORDE, J.; MARCHANT-FORDE, R.; MINERO, M.; MOHR, E.; PRUNIER, A.; VALANCE, D.; VEISSIER, I. Heart Rate Variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - A review. *Physiology & Behavior*, v. 92, p. 293-316, 2007.

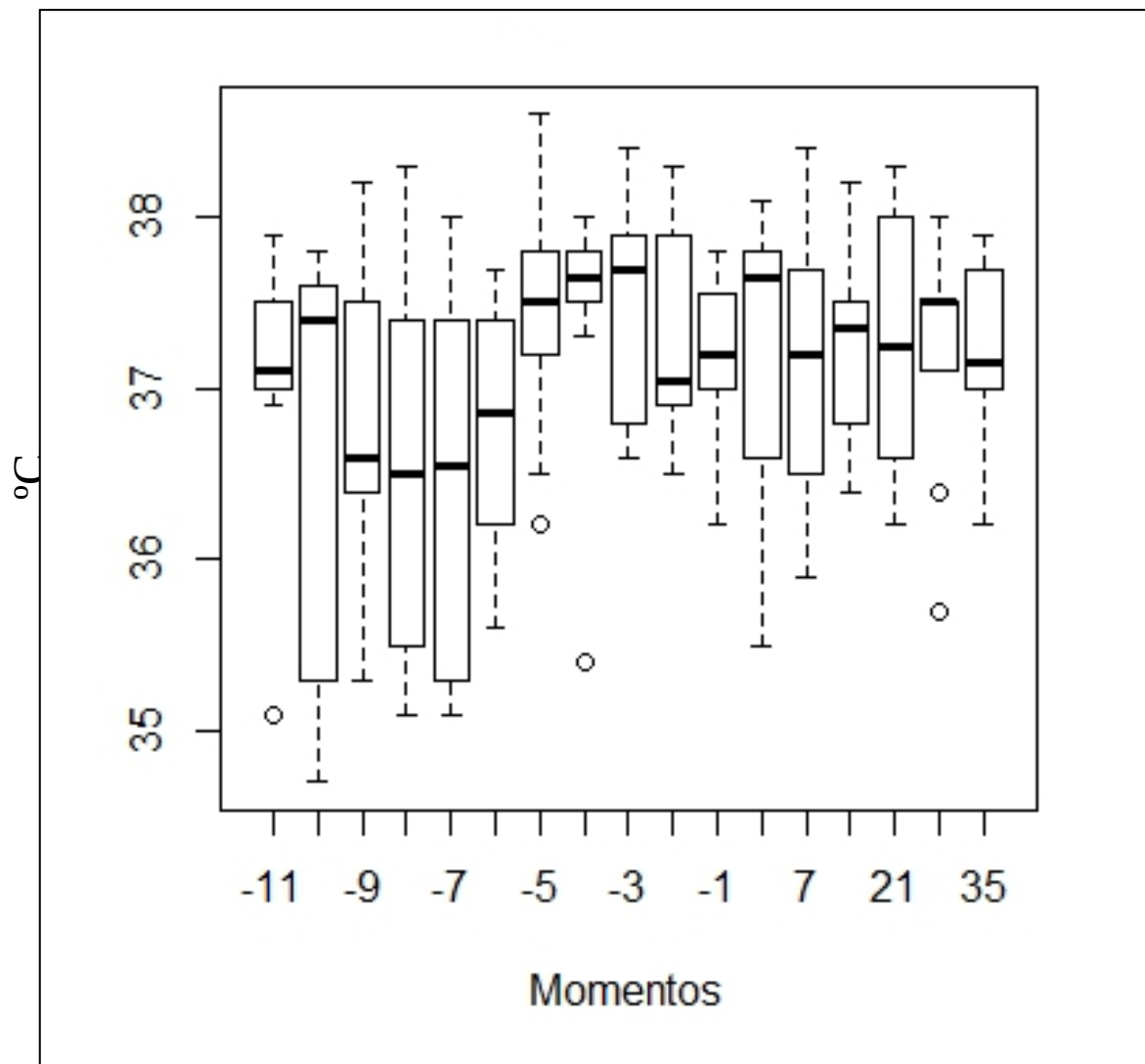
WULF, M.; ERBER, R.; ILLE, N. et al. Effects of foal sex on some perinatal characteristics in the immediate neonatal period in the horse. *J. Vet. Behav.*, v. 18, p.37-42, 2017.

WARNES, C. A. Gravidez e Cardiopatia, In: BONOW, R.O.; MANN, D.L.; ZIPES, D.P.; LIBBY, P.; BRAUNWALD, E. *Braunwald Tratado de Doenças Cardiovasculares*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

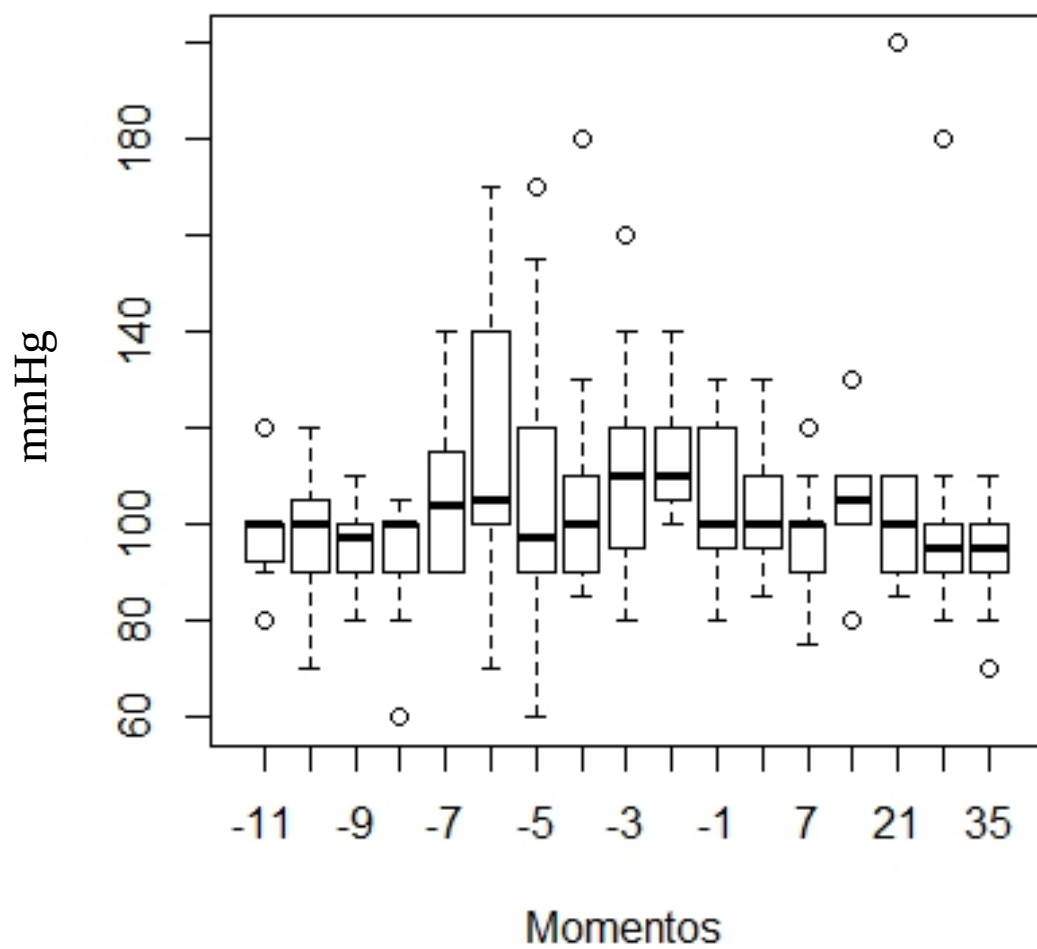
ANEXOS



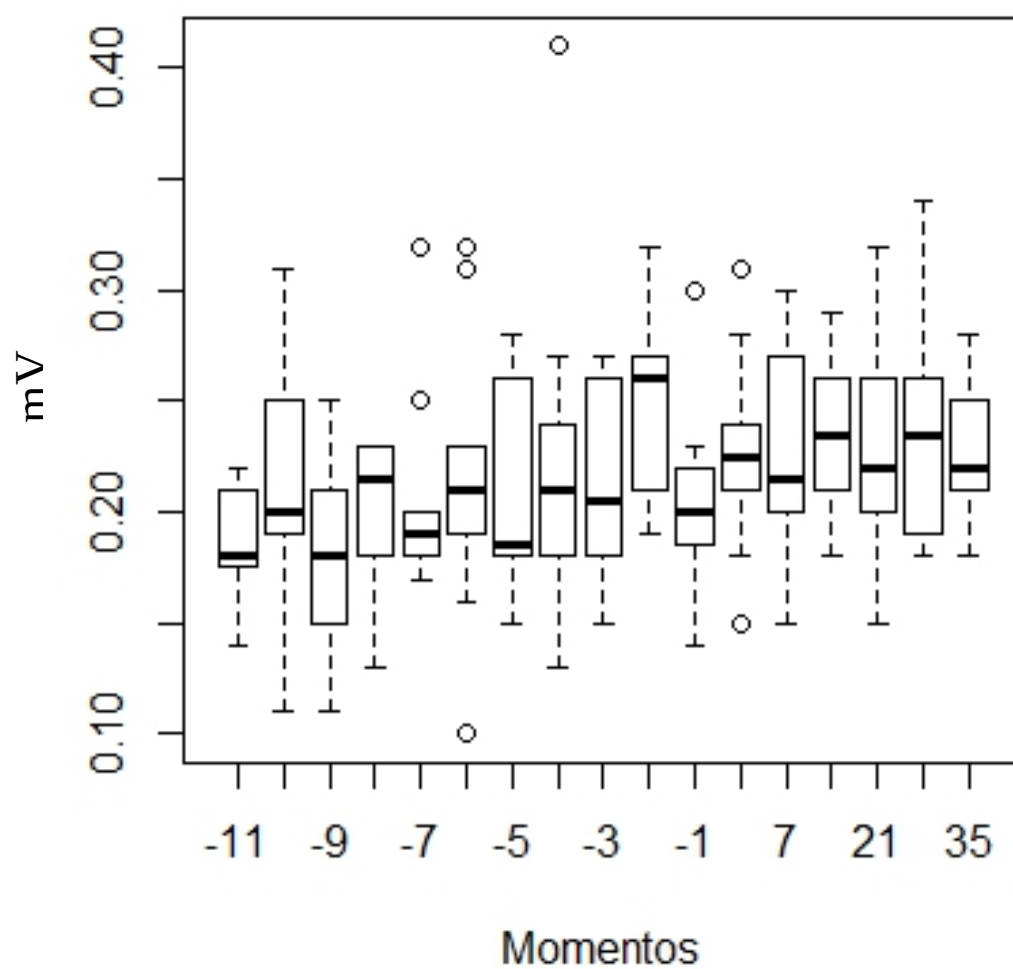
Representação gráfica de Box Plot da FR em bpm de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



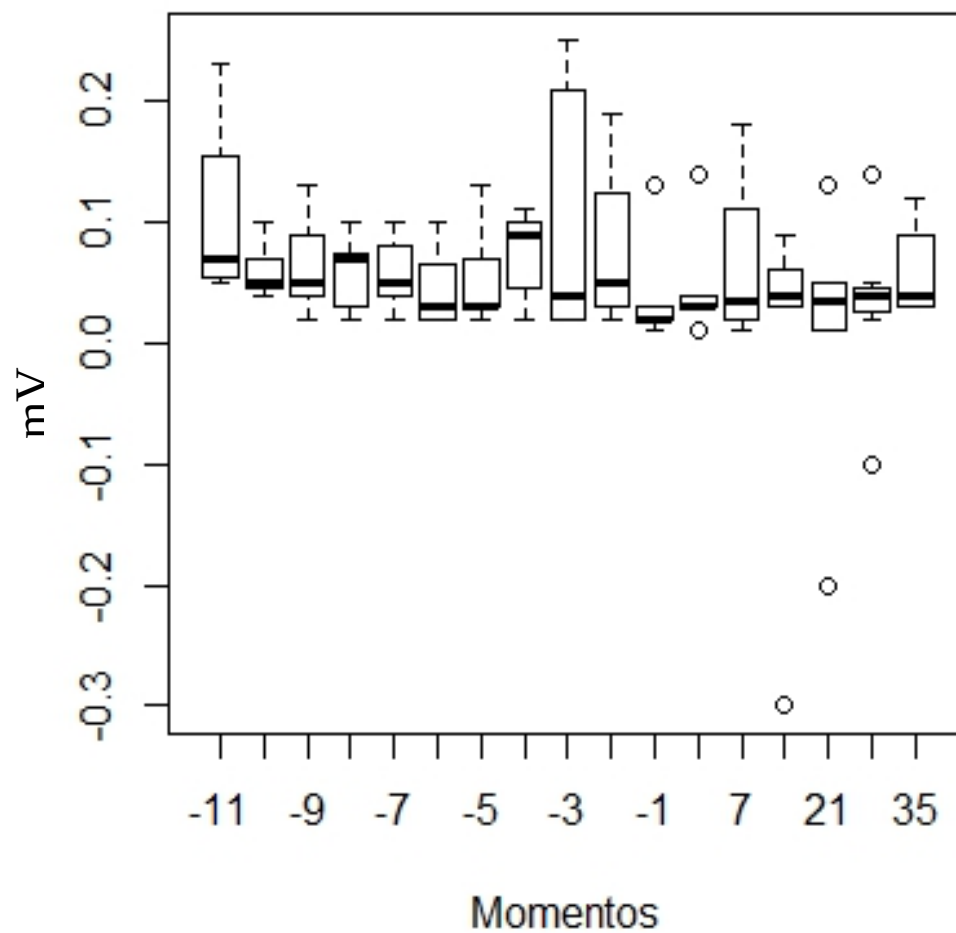
Representação gráfica de Box Plot da temperatura em °C de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



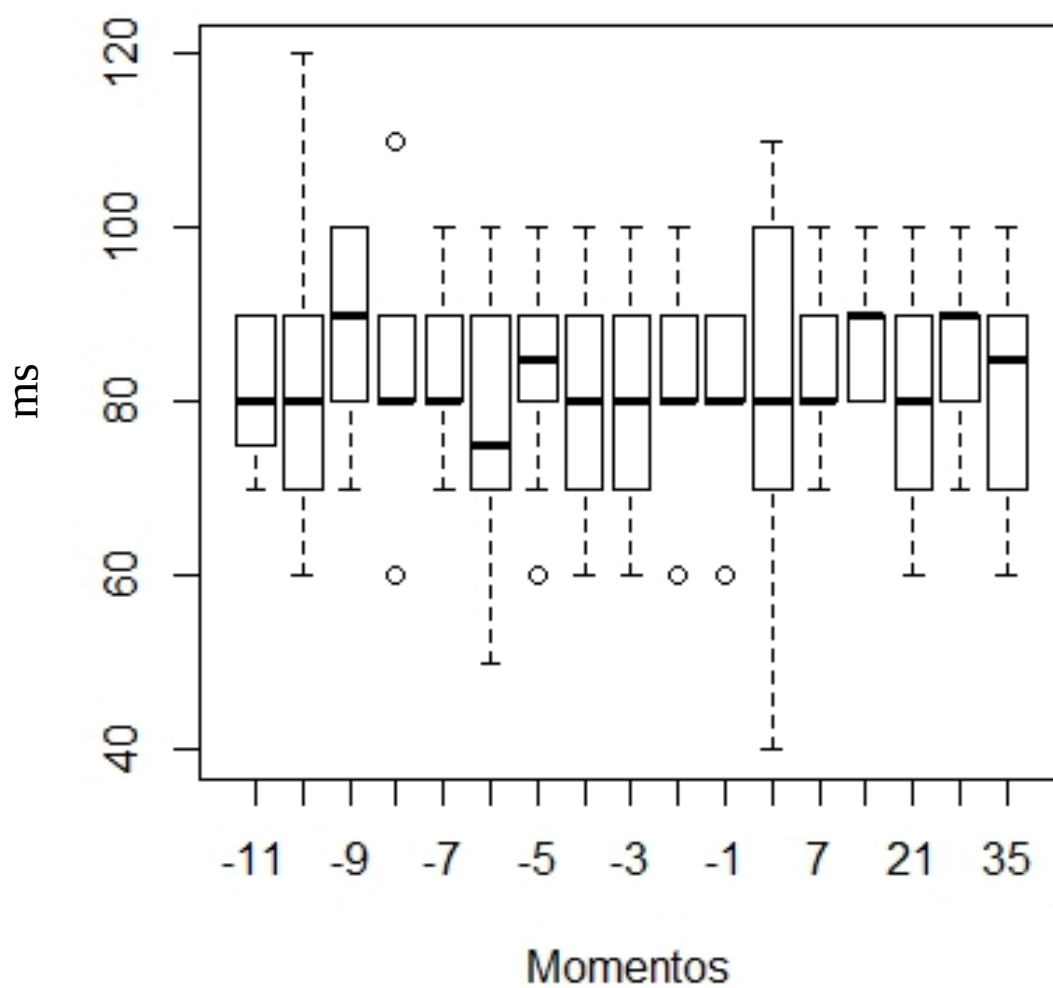
Representação gráfica de Box Plot da PAS em mmHg de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto, segundo o método Doppler.



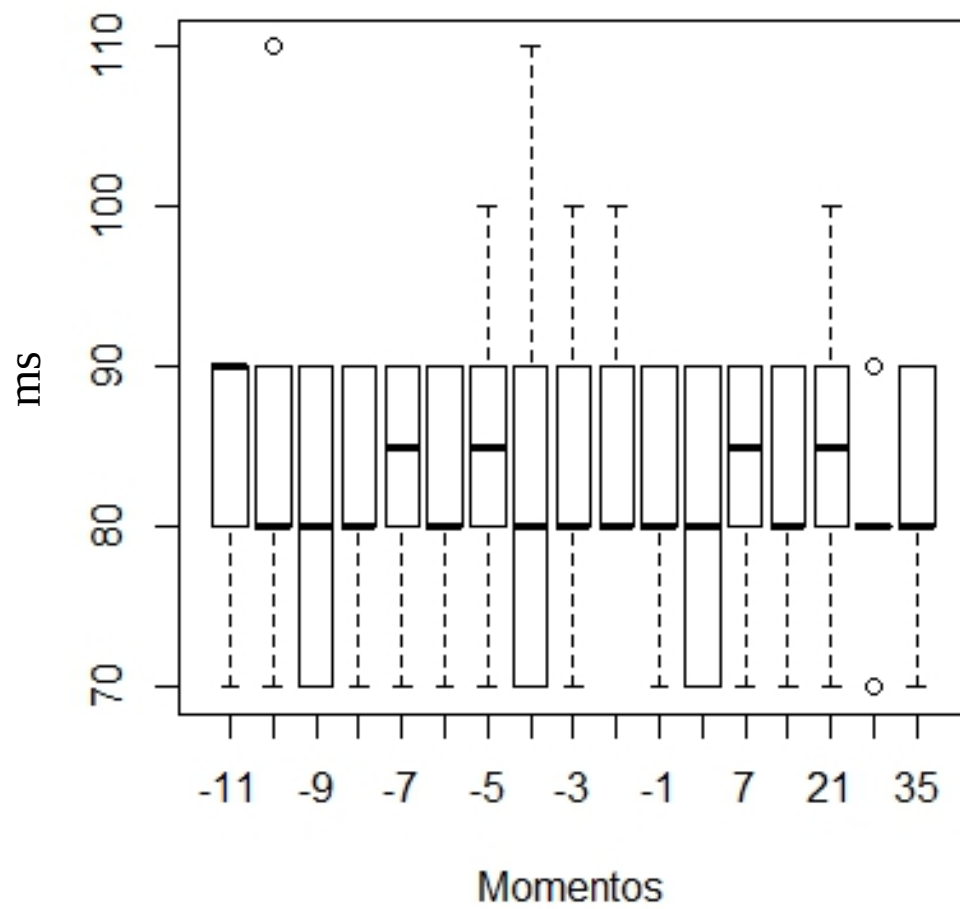
Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda P2 de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



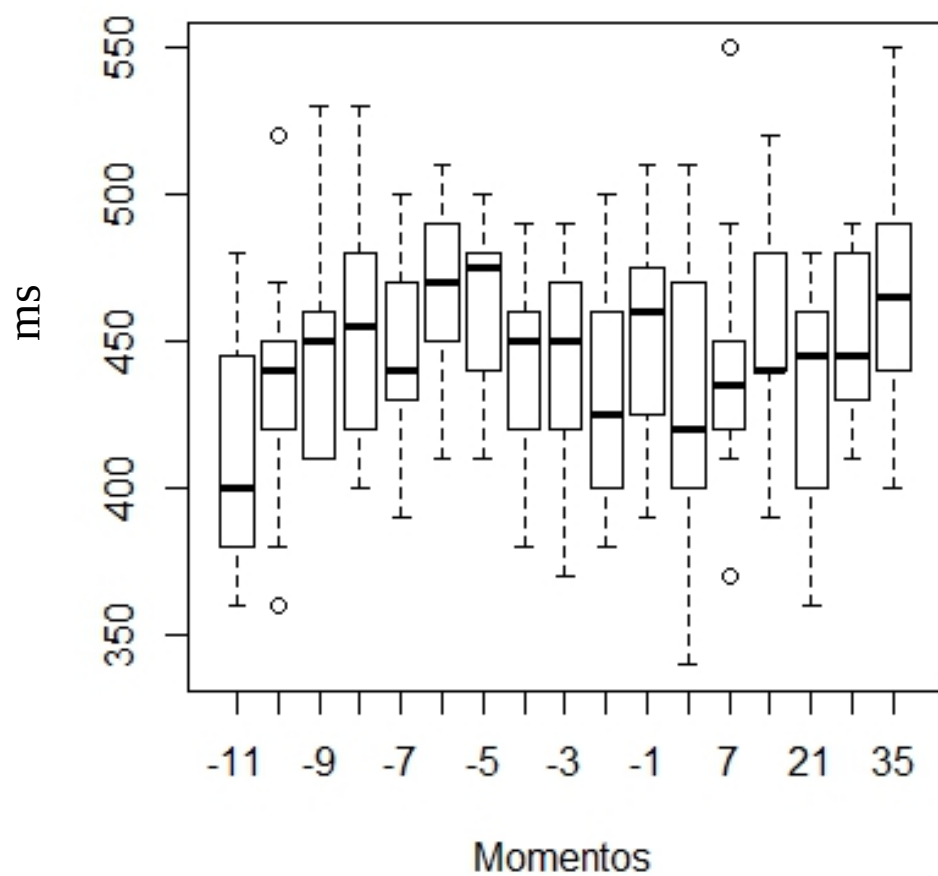
Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda T positiva de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



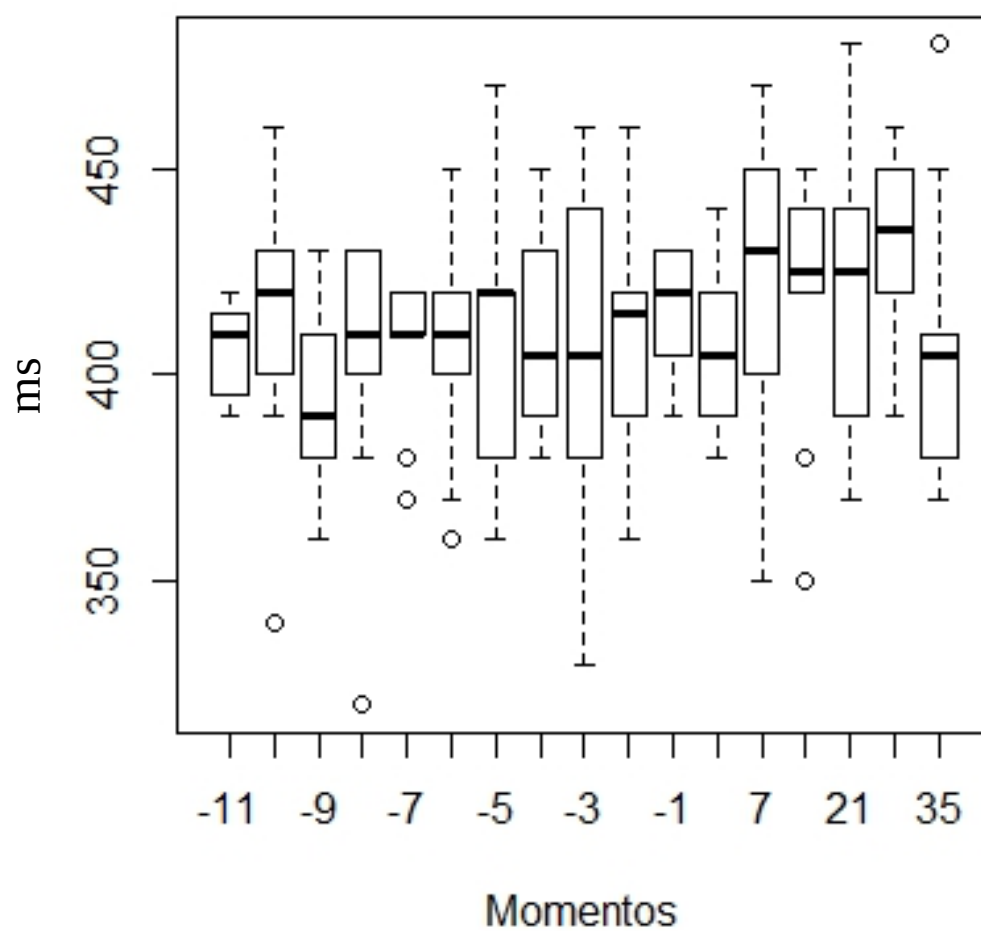
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms da onda P de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



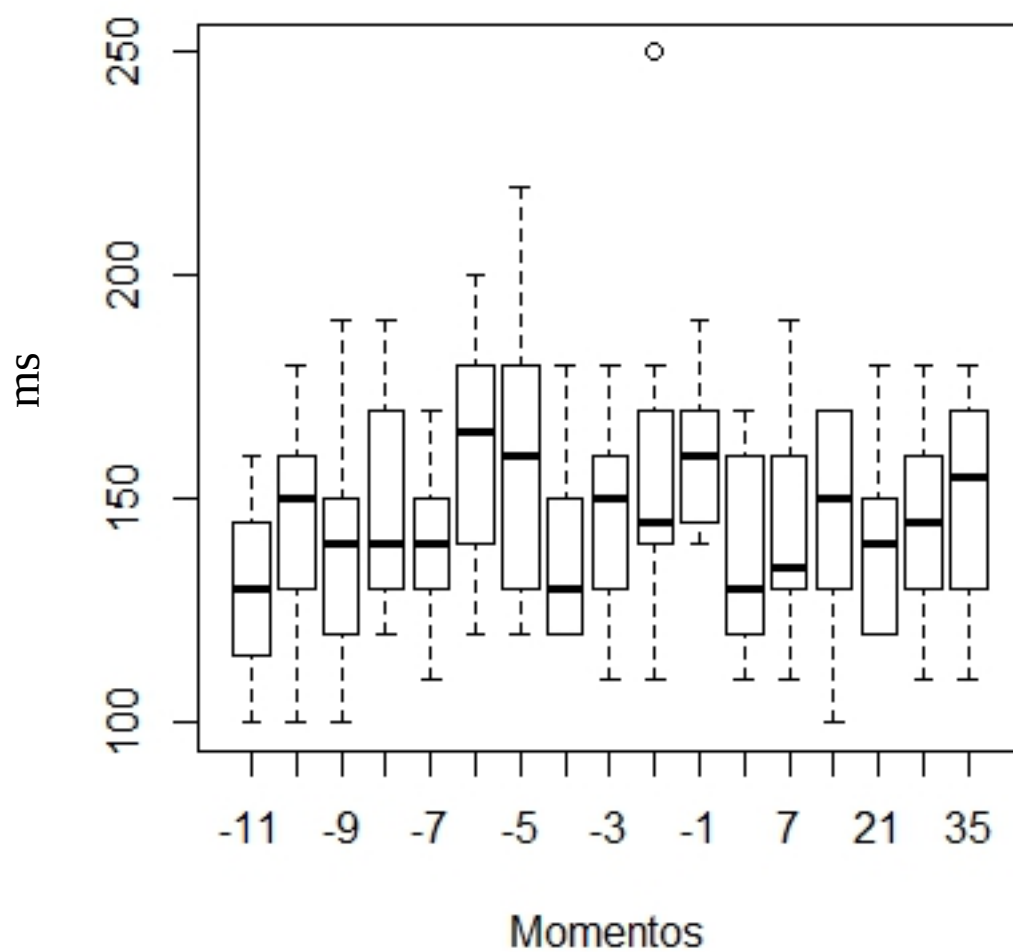
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do complexo RS de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



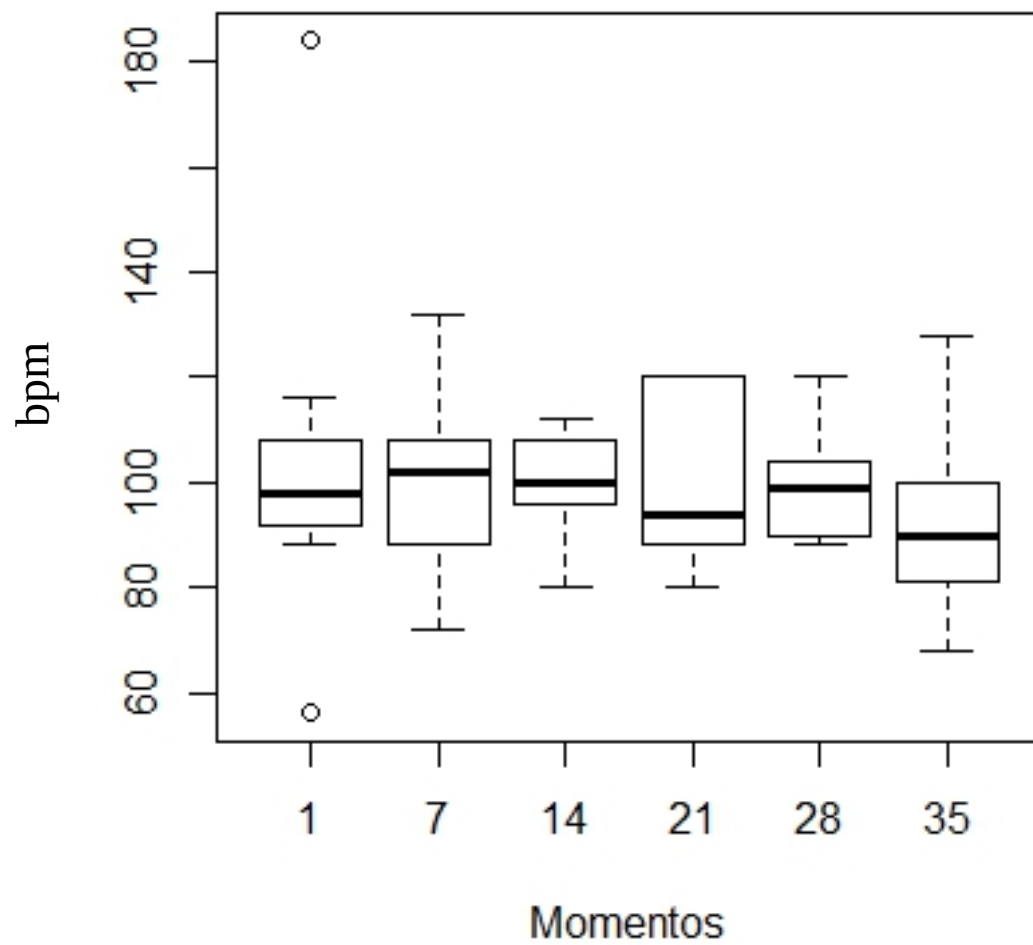
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do intervalo QT de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



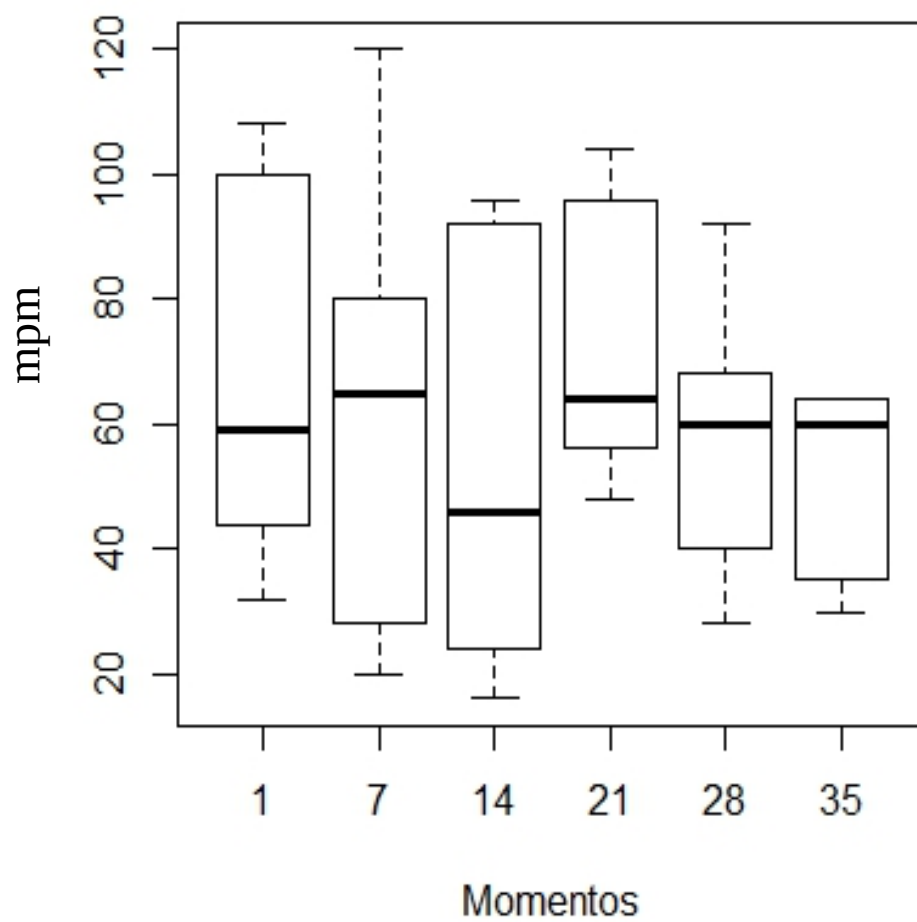
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do índice QT_c de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



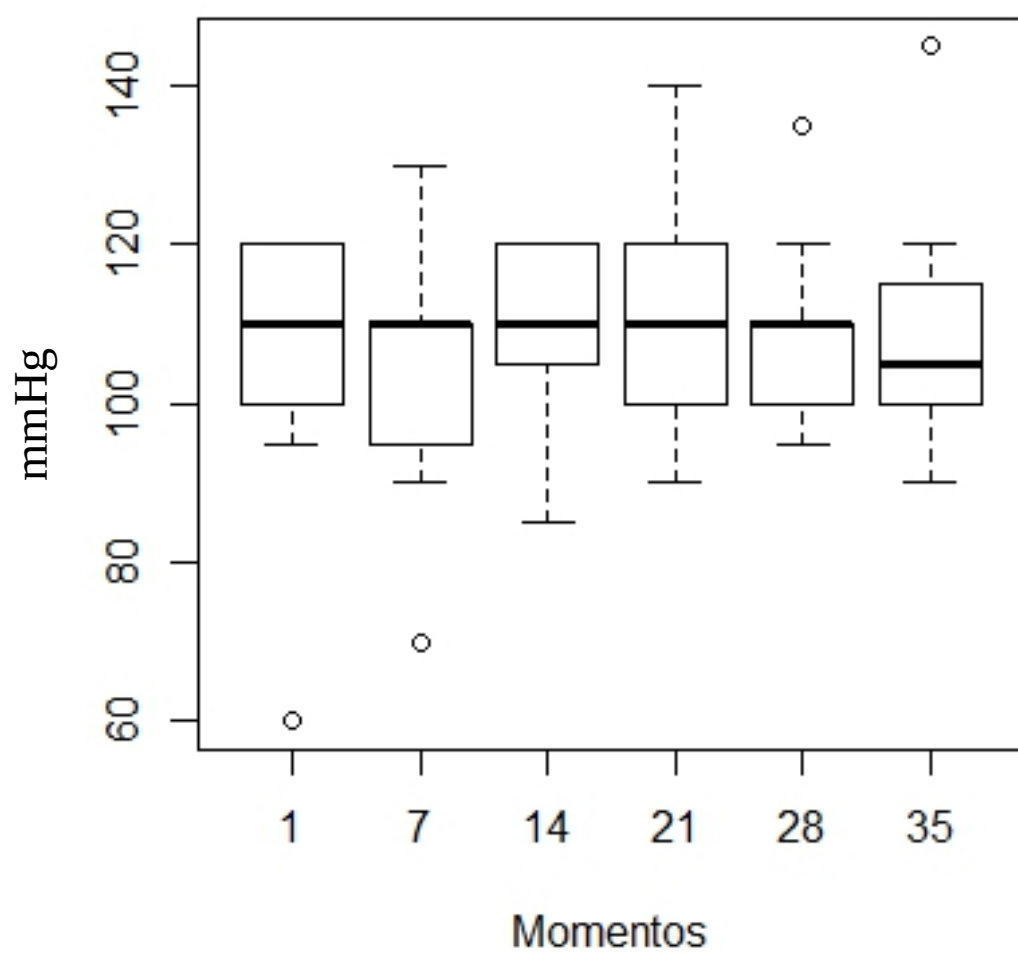
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms da onda T de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



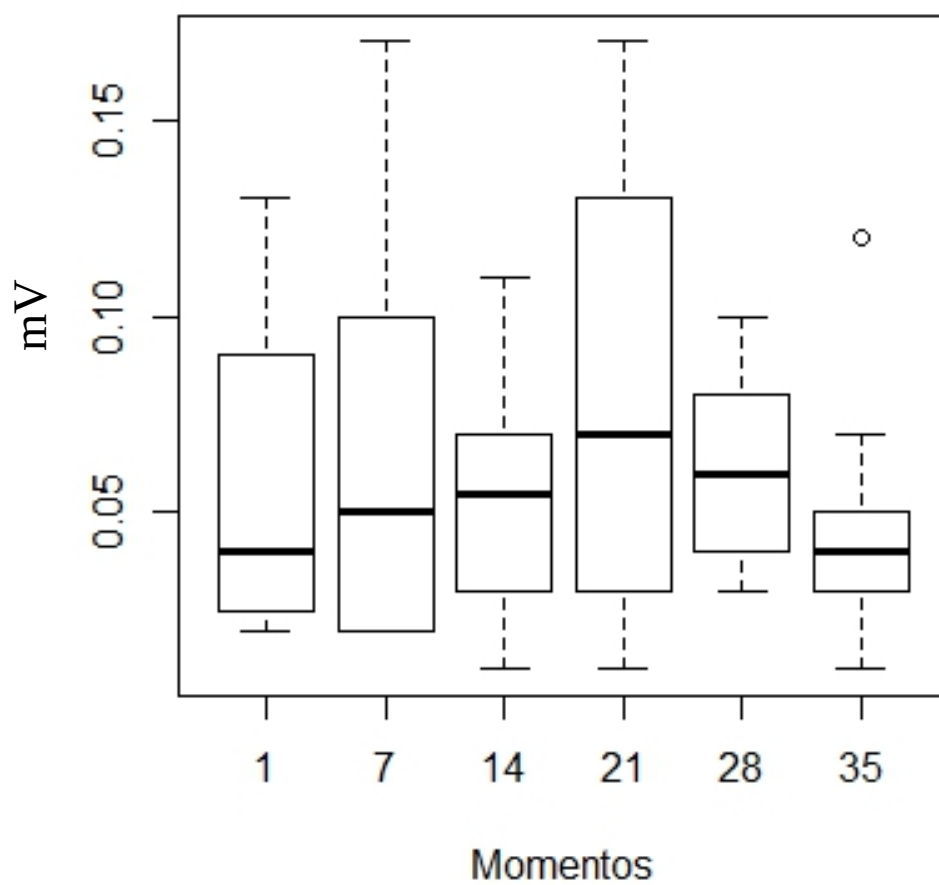
Representação gráfica em Box Plot da FC em bpm de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



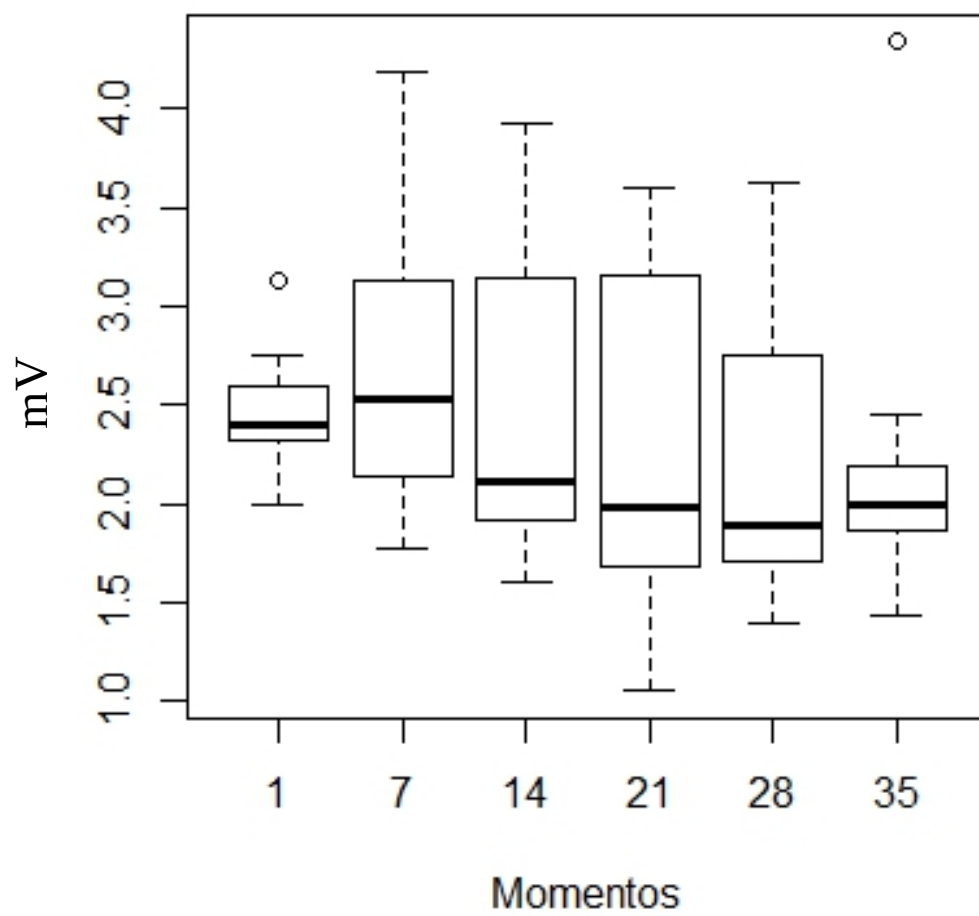
Representação gráfica em Box Plot da FR em bpm de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



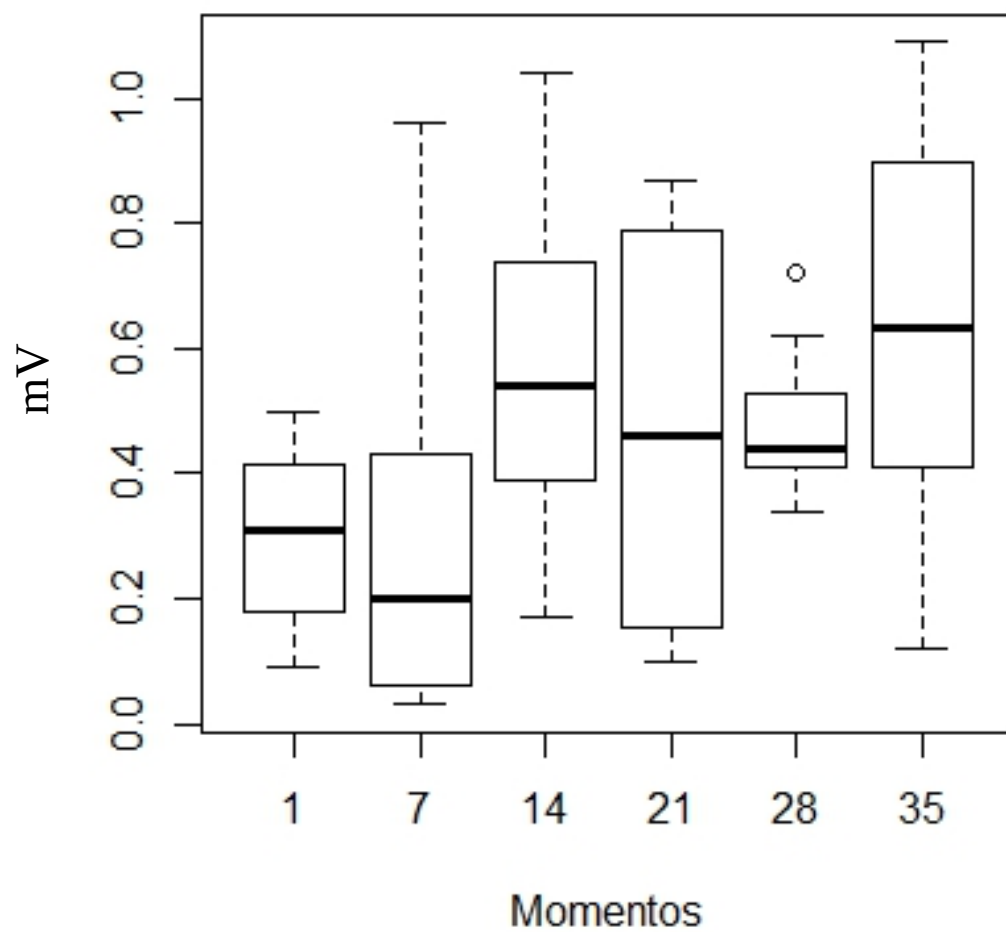
Representação gráfica em Box Plot da PAS em mmHg de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida, seguindo o método Doppler.



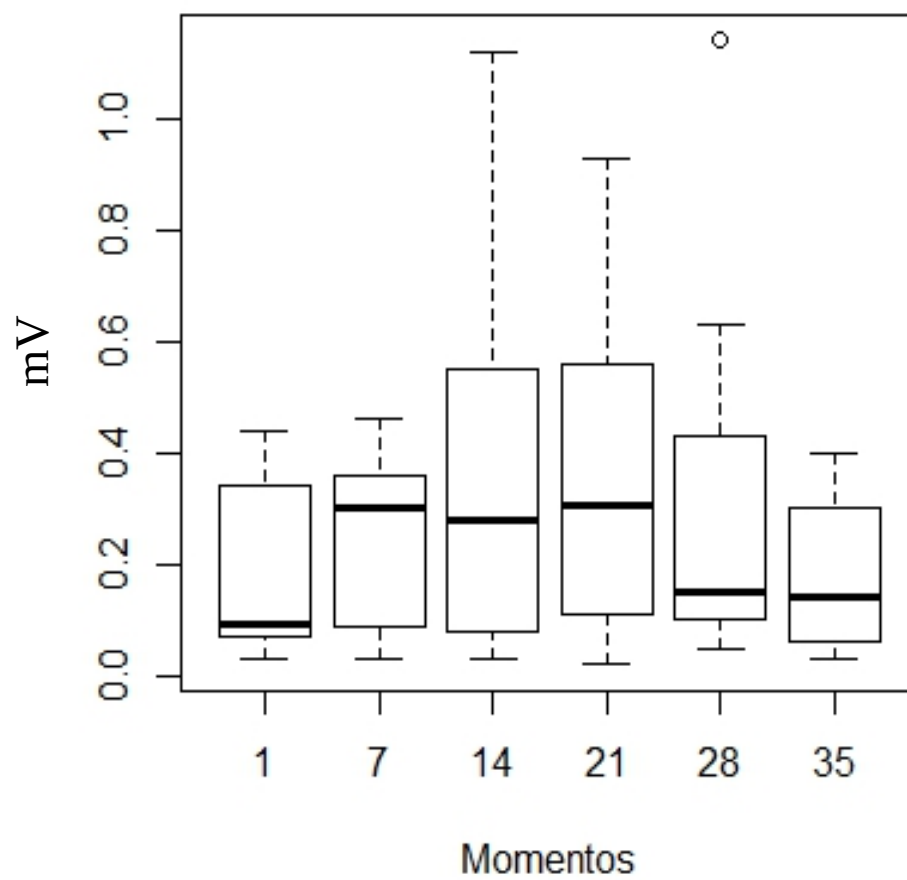
Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda R de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



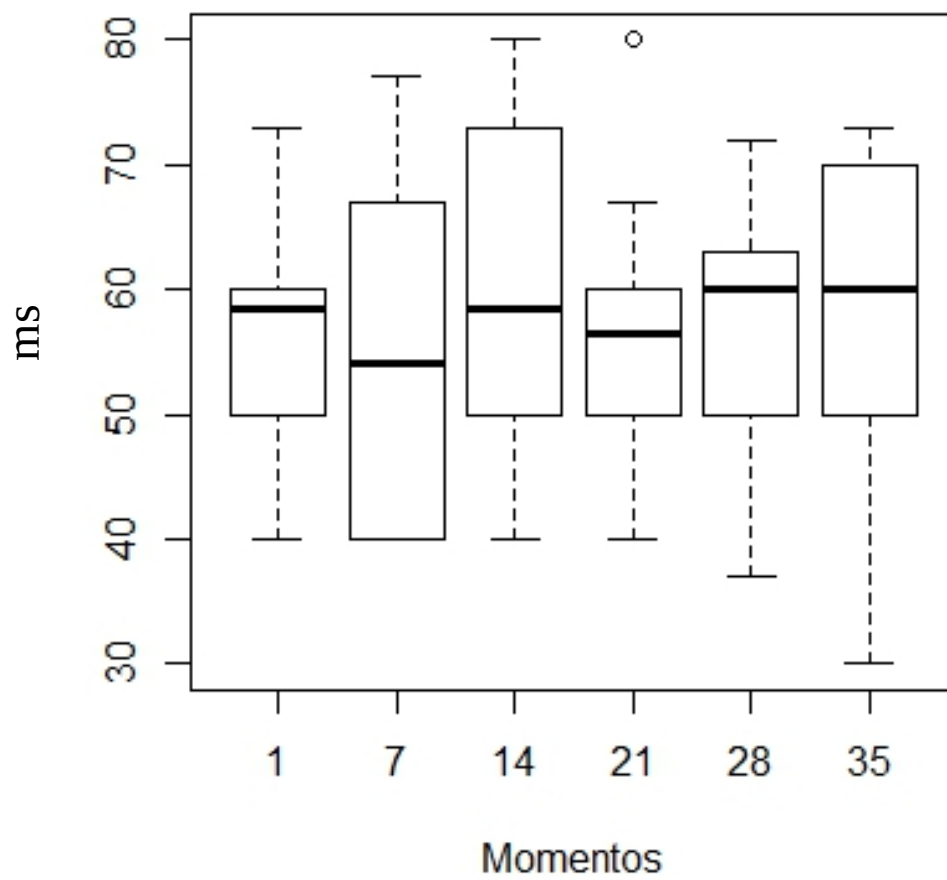
Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda S de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



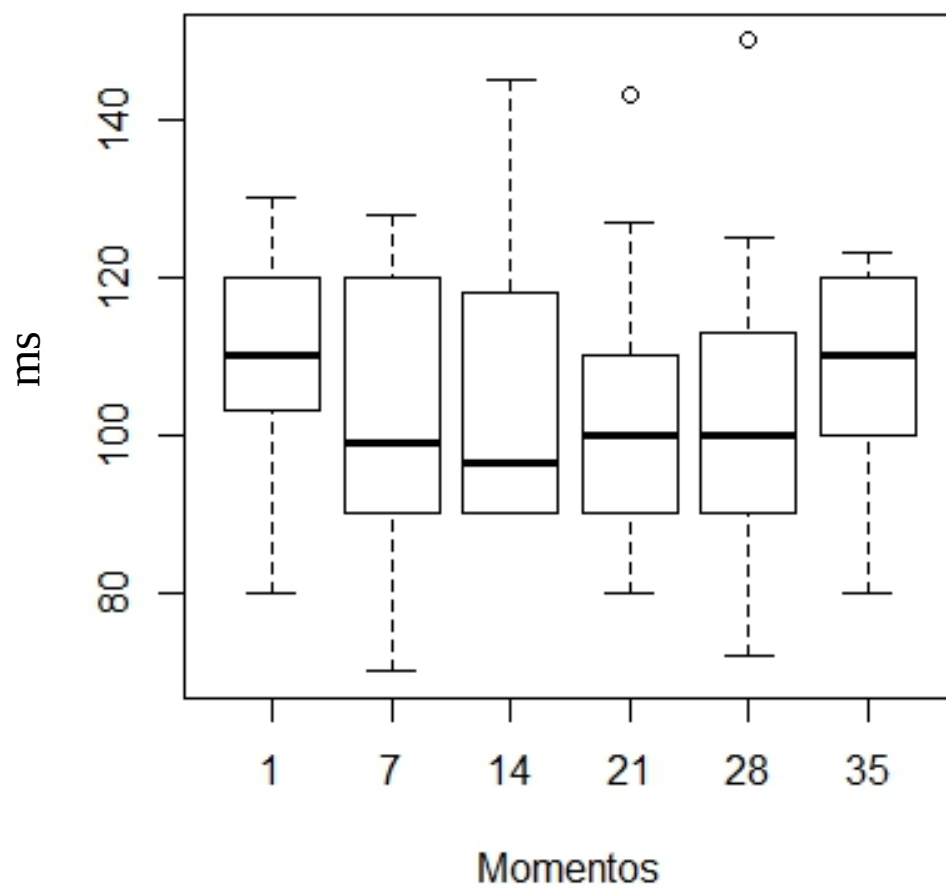
Representação gráfica em Box Plot da amplitude em mV da onda T negativa de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



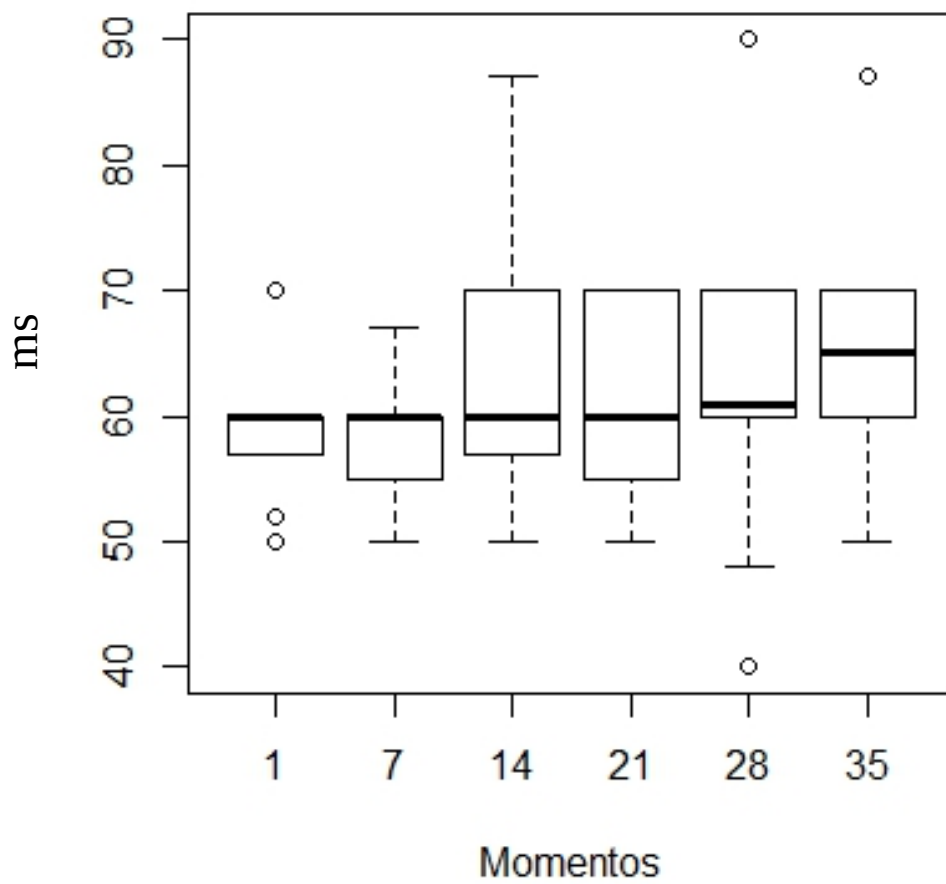
Representação gráfica das em Box Plot da amplitude em mV da onda T positiva de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



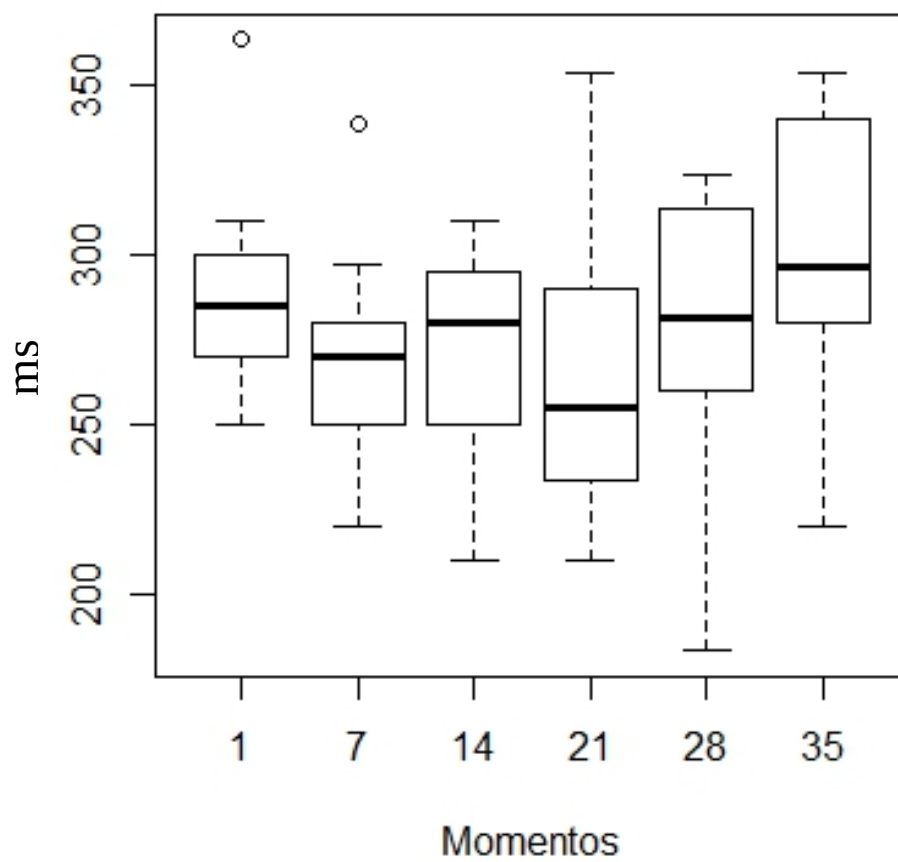
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms da onda P de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



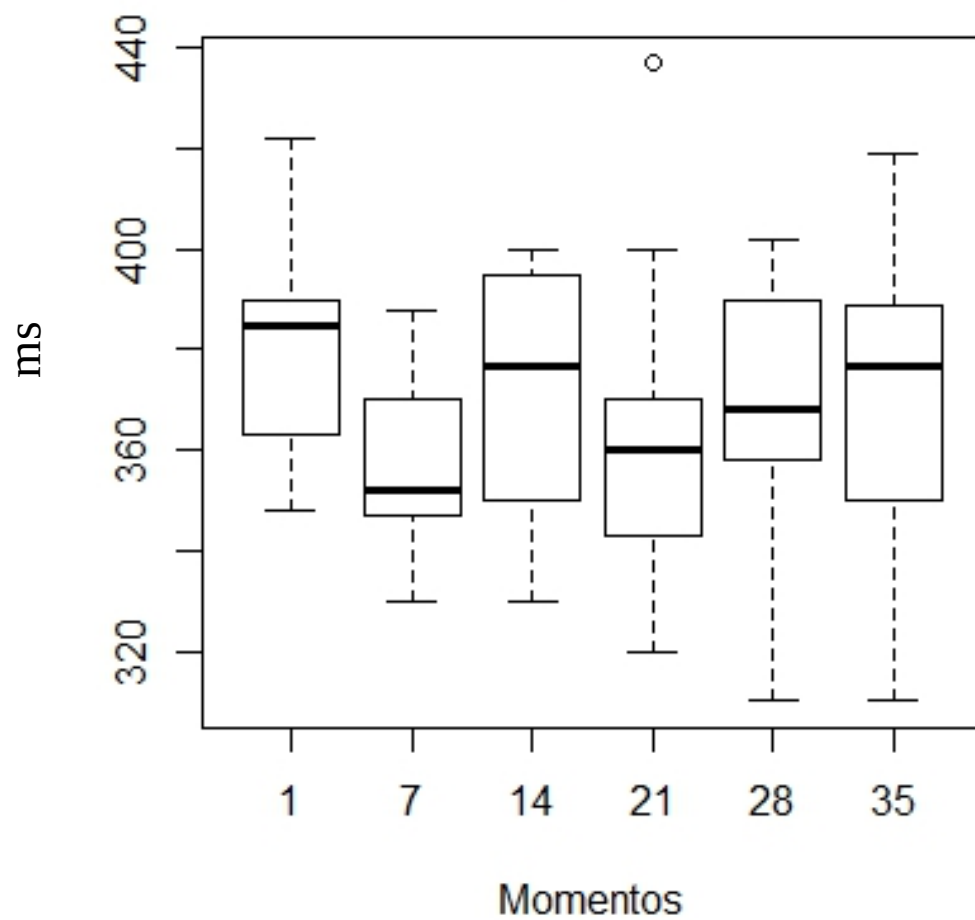
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do intervalo PR de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



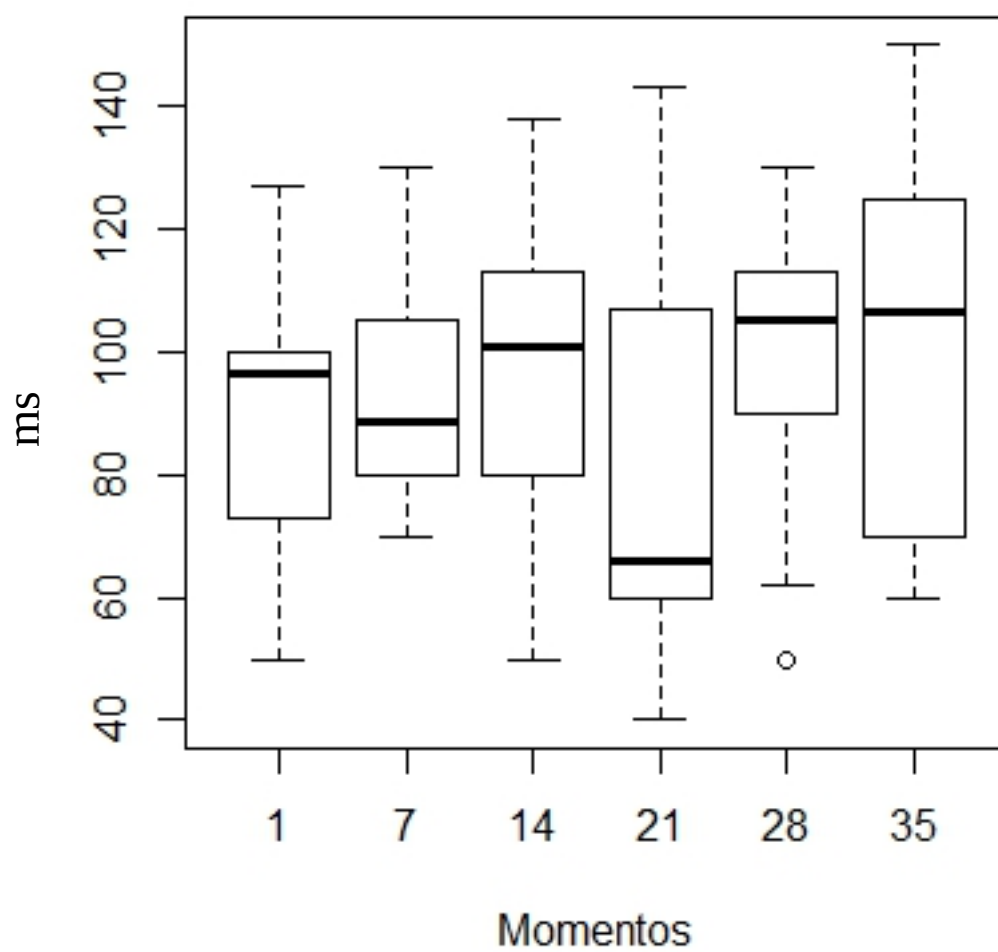
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do complexo QRS de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



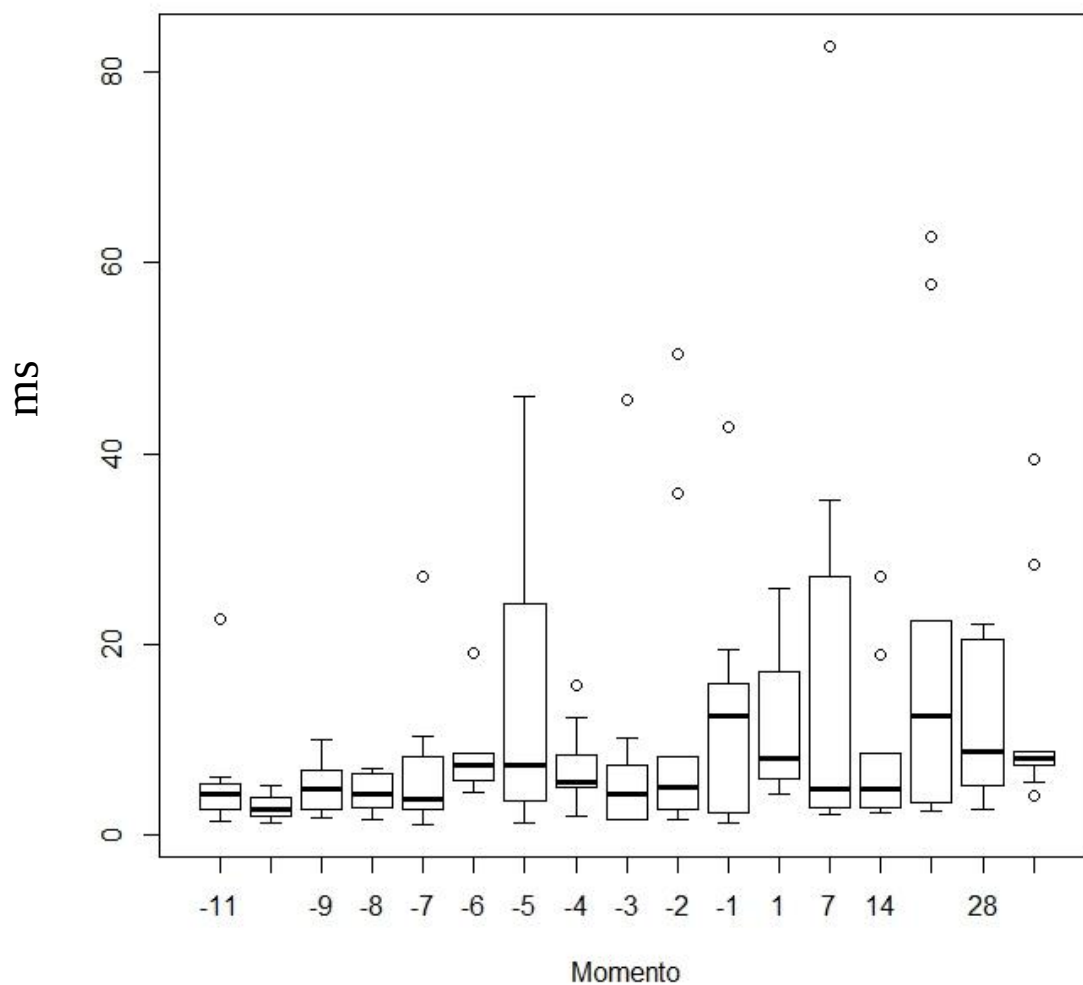
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do intervalo QT de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



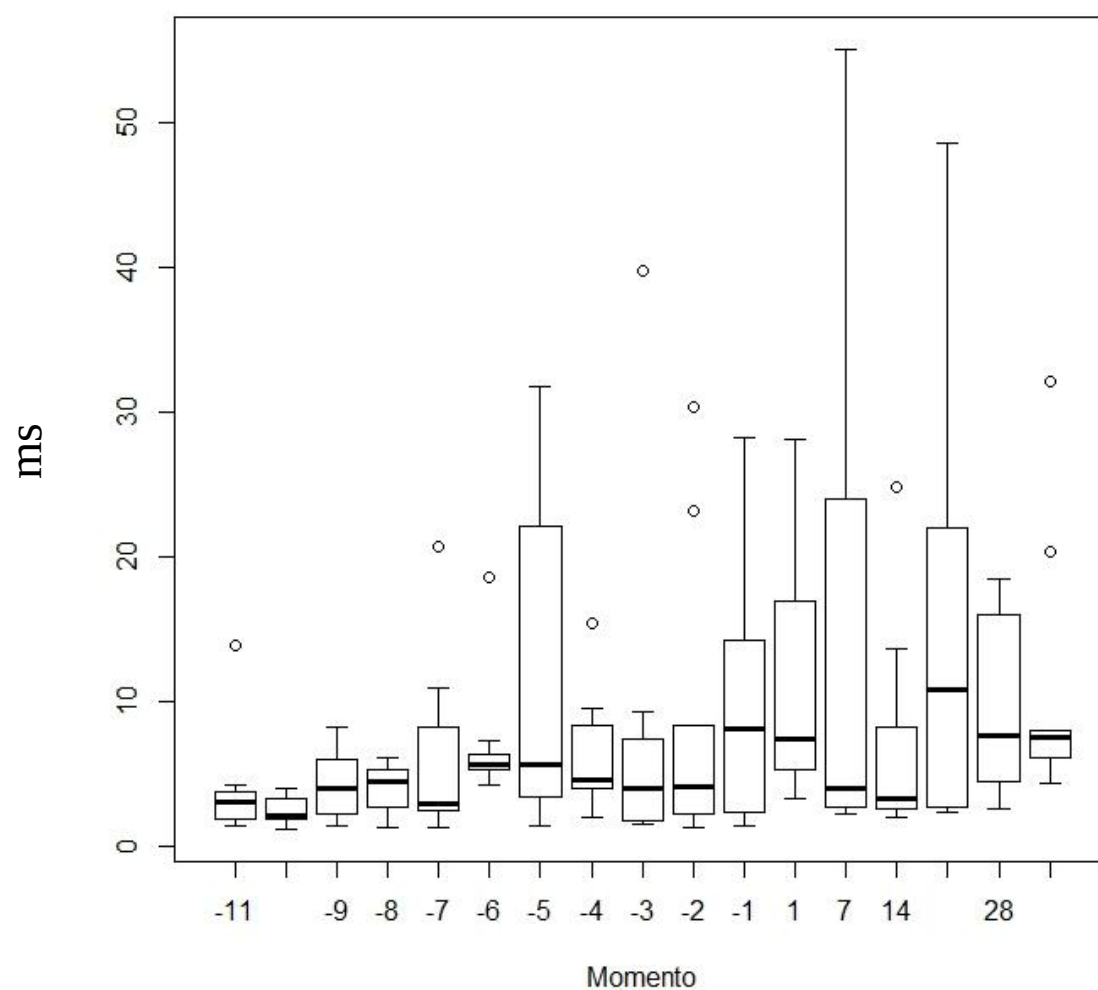
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms do índice QT_c de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



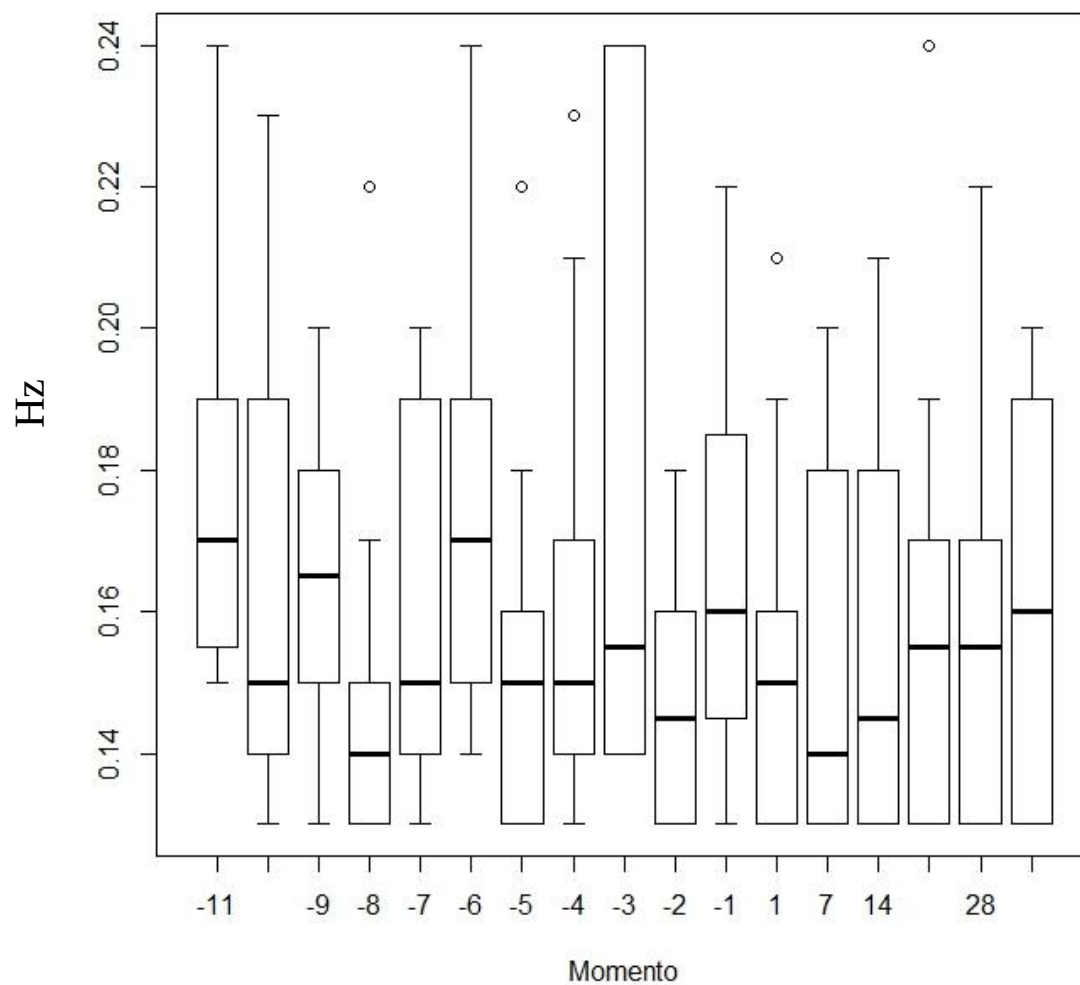
Representação gráfica em Box Plot da duração em ms da onda T de potros da raça Mini-Horse até 35 dias de vida.



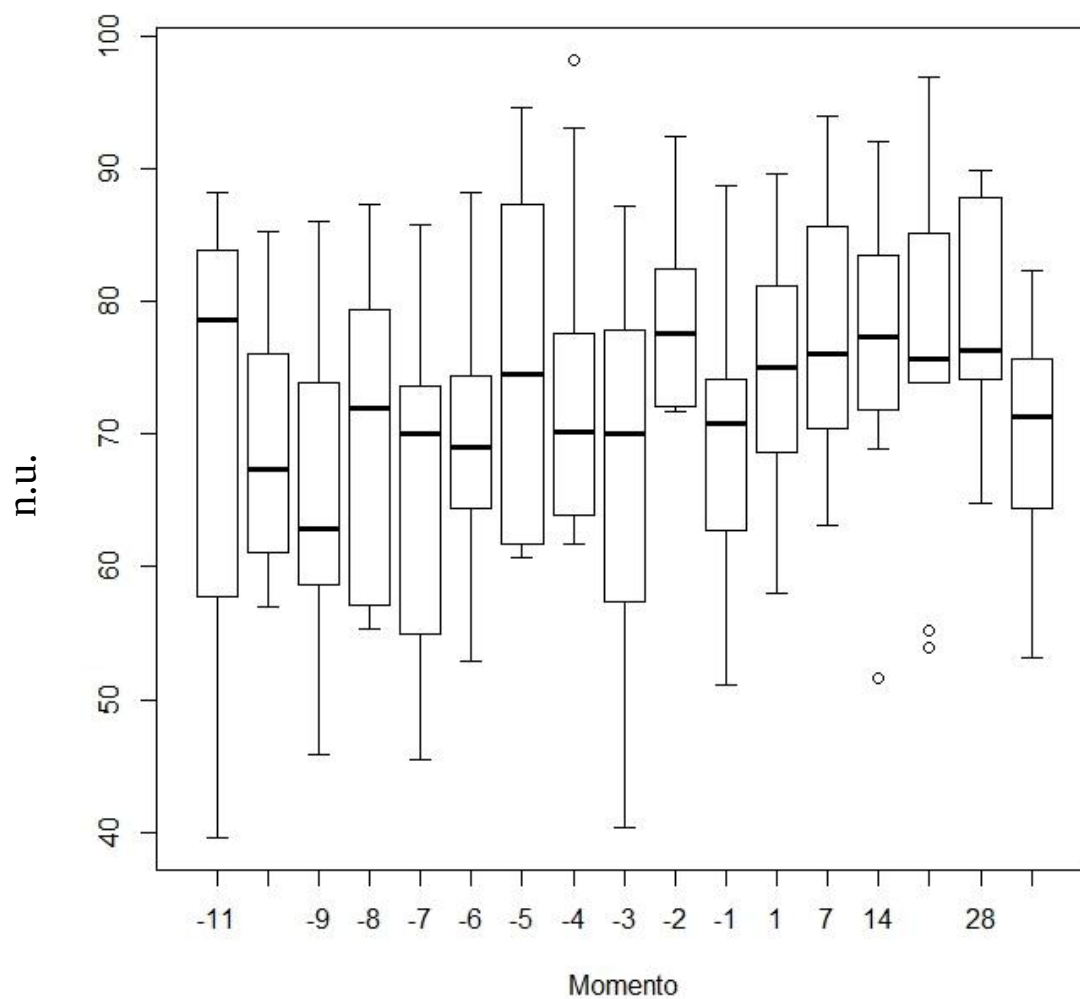
Representação gráfica em Box Plot de SDNN em ms de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



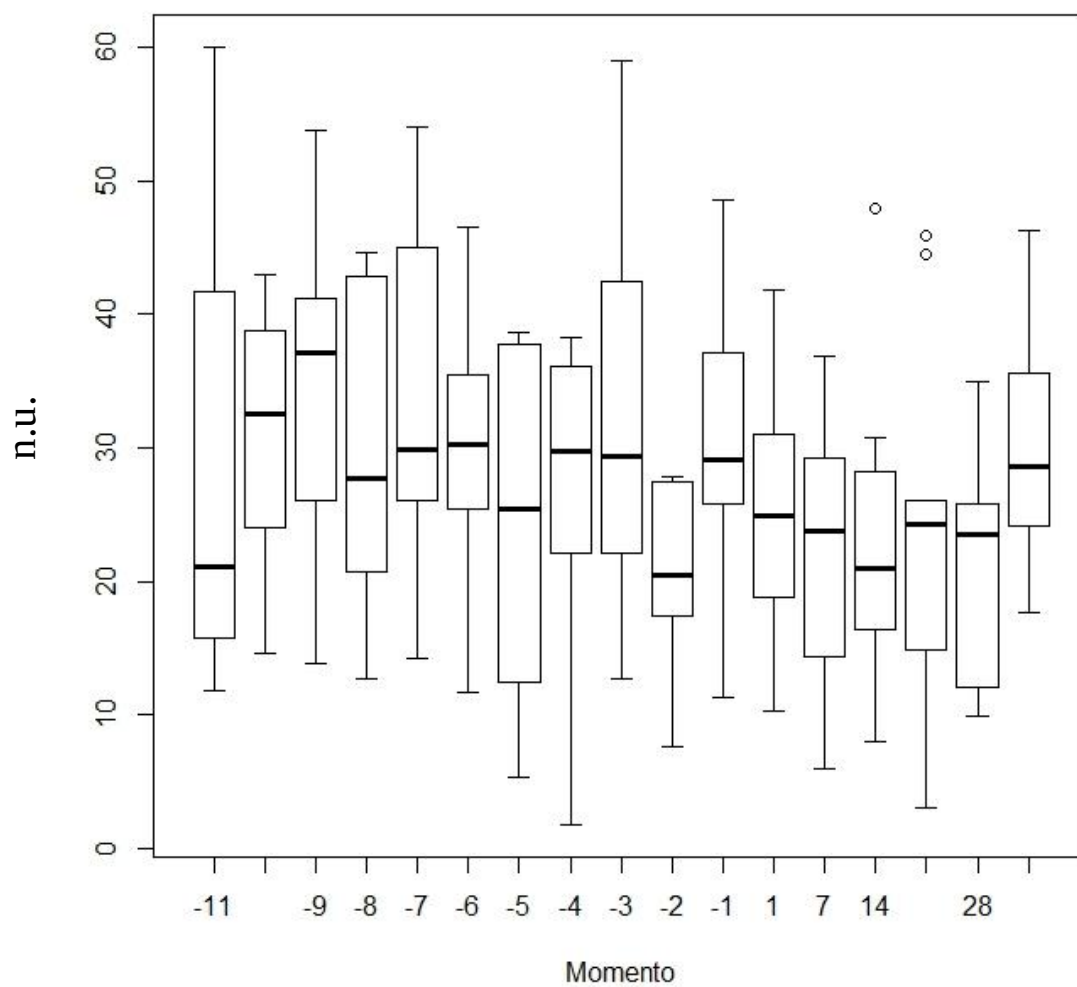
Representação gráfica em Box Plot de RMSSD em ms de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



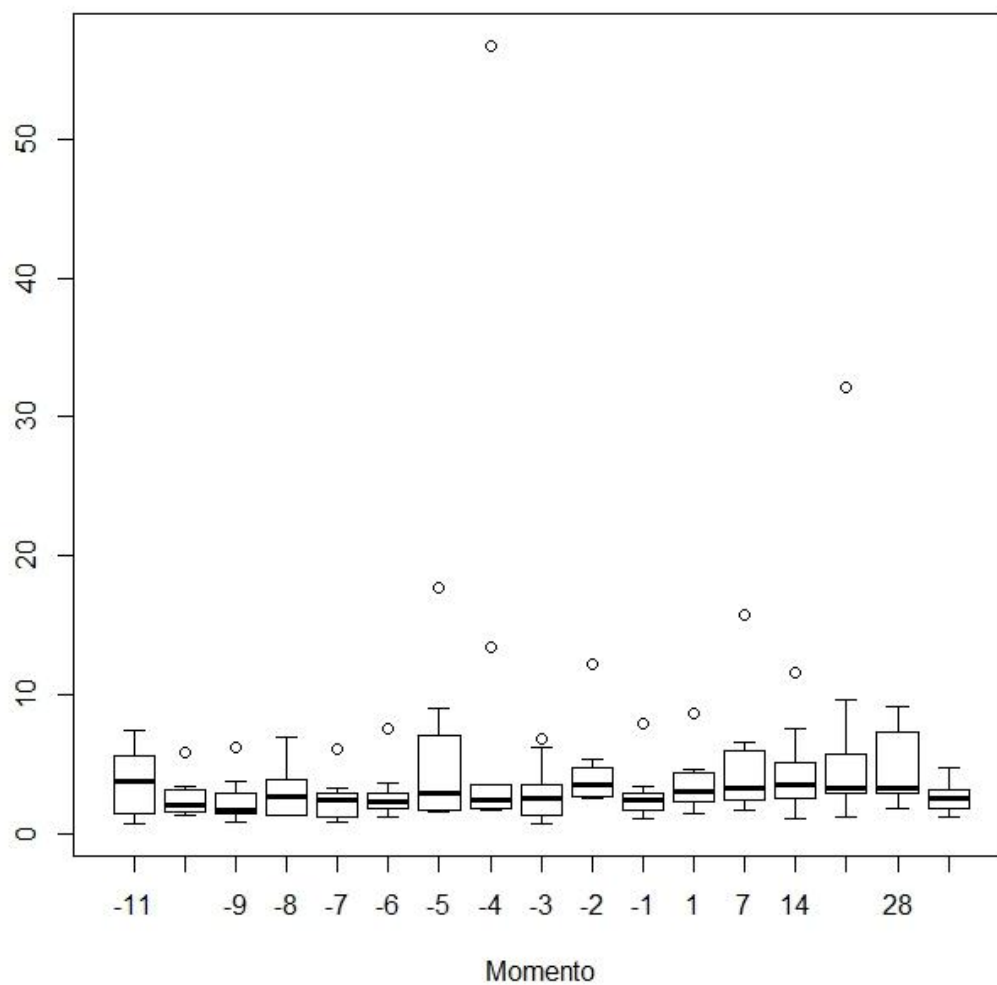
Representação gráfica em Box Plot da HF em Hz de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



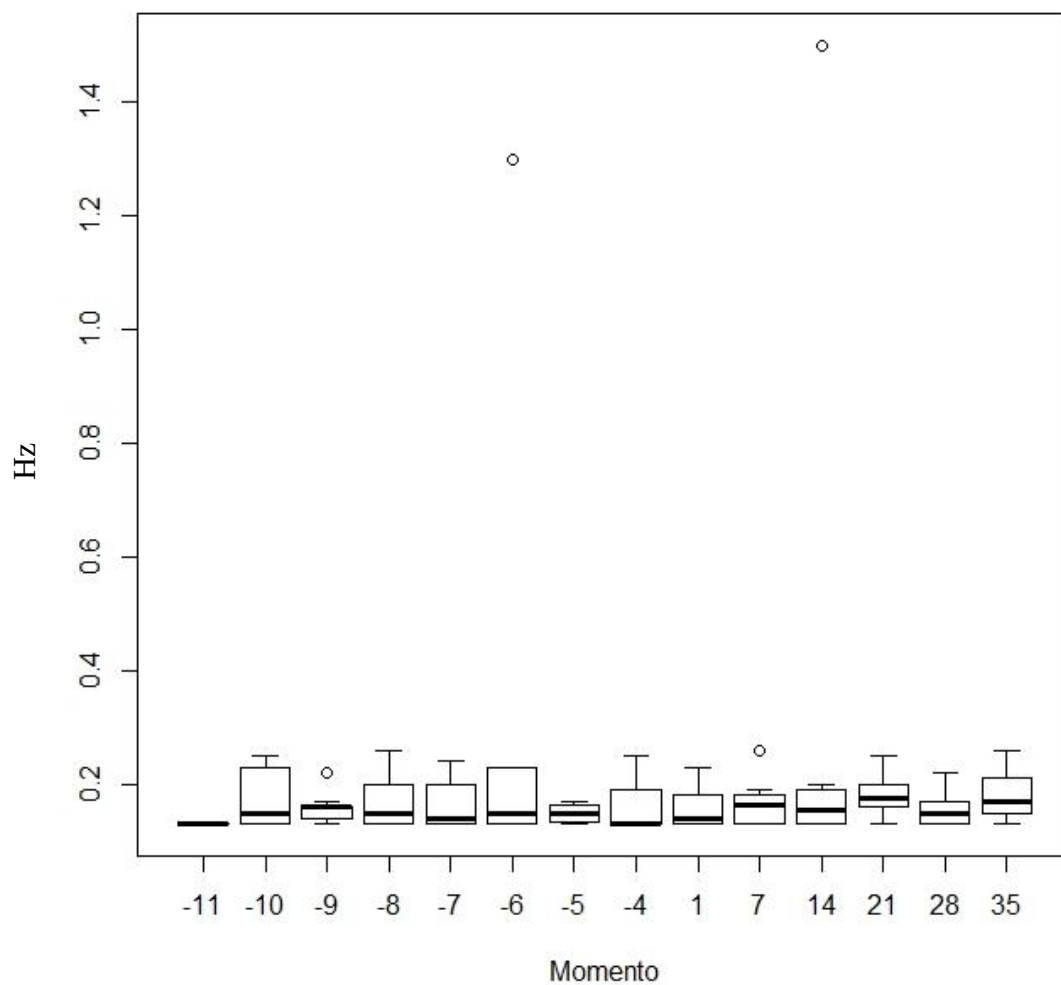
Representação gráfica em Box Plot de LF em n.u. de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



Representação gráfica em Box Plot de HF em n.u. de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



Representação gráfica em Box Plot da razão LF/HF de éguas da raça Mini-Horse nos períodos pré e pós-parto.



Representação gráfica em Box Plot de HF em Hz de neonatos da raça Mini-Horse durante a gestação e até 35 dias de vida.