



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA



**AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA E DA VARIABILIDADE DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA MATERNA, FETAL E NEONATAL EM  
JUMENTOS DA RAÇA PÊGA**

RAÍSSA KAROLLINY SALGUEIRO CRUZ

Botucatu – SP  
2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA



**AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA E DA VARIABILIDADE DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA MATERNA, FETAL E NEONATAL EM  
JUMENTOS DA RAÇA PÊGA**

RAÍSSA KAROLLINY SALGUEIRO CRUZ

Tese apresentada junto ao Programa  
de Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária para obtenção do título  
de Doutora.

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

Cruz, Raíssa Karolliny Salgueiro.

Avaliação eletrocardiográfica e da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em jumentos da raça Pêga / Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Simone Biagio Chiacchio

Capes: 50501062

1. Asinino. 2. Eletrocardiografia. 3. Neonatologia veterinária. 4. Variabilidade do batimento cardíaco.

Palavras-chave: Asininos; Eletrocardiograma; Neonatologia; Índices da variabilidade da frequência cardíaca.

Nome do Autor: Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

Título: Avaliação eletrocardiográfica e da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em jumentos da raça Pêga

#### COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Ass. Dr. Simone Biagio Chiacchio**

Presidente e Orientador

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp – Botucatu/SP

**Prof. Ass. Dra. Alessandra Melchert**

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp – Botucatu/SP

**Prof. Ass. Dra. Maria Lucia Gomes Lourenço**

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp – Botucatu/SP

**Prof. Dra. Leticia Peternelli Da Silva**

Membro Titular

Setor de Clínica, Cirurgia e Reprodução de Grandes Animais

Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade de Marília – UNIMAR

**Prof. Dr. Rodrigo Prevedello Franco**

Membro Titular

Setor de Clínica Médica de Pequenos Animais

Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade de Marília – UNIMAR

DATA DA DEFESA: 30 de Maio de 2018

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à Deus, por ser onipresente e me fornecer força mesmo diante de todas as dificuldades. Obrigada por ser sempre bom comigo! E a minha mãe Rosa, por ser minha melhor amiga e meu maior exemplo. Você é realmente a melhor do mundo! Je amo!*

*“Não importa o que aconteça, continue a nadar...”*

*(Walters, G., 2003)*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus, por ter me ofertado a chance de ser aquilo que escolhi ser, por me confiar o dom de amar e cuidar dos animais acima de tudo, e por todas as maravilhas que Ele tem feito em minha vida.*

*Aos meus pais, Rosa e Roberto, pelo amor incondicional, carinho, respeito, confiança e admiração que sempre demonstraram por mim. Por terem me apoiado e por muitas vezes se sacrificado para me dar tudo o que sempre precisei. Amo vocês mais do que tudo nessa vida! Obrigada por me incentivarem em mais esse sonho!*

*À minha filha Sara, que mesmo ainda em meu ventre, me transforma em uma mulher mais feliz a cada dia que passa, me ensinando o que é o verdadeiro amor. Ao meu marido Erivan, por todo amor, atenção e paciência nessa reta final.*

*Aos meus queridos irmãos, Ramon, Silvana, Maria Eduarda, Robertinho e Maria Luiza, pelo apoio emocional ao longo desses anos. Muito obrigada pela companhia, carinho e momentos de descontração vividos a cada dia, me ajudando na superação das dificuldades. Amo vocês! Agradeço especialmente a você Ramon, que mesmo a distância sempre foi o meu exemplo e a minha força!*

*À minha família amada (avós, tios, tias, primos e primas) por todo incentivo, atenção e carinho ofertados a mim durante todos esses anos. Por serem a minha base, exemplo de união, força e garra. Aos meus amigos de uma vida, Waneska Tenório, Samyra Marques, Carolina Sanilsa, Rayssa Brandão, Susanne Santana, Maria Emília Fernandes, Hamilton Pereira e Gilsan de Oliveira pela ajuda, carinho e conforto nos momentos mais difíceis.*

*Aos meus irmãos de república, Keylla Pacífico, Alexandre Matos, Gustavo Viana, Gabriel Leite, Samuel Catucci, Naiana Branchini e Luiz Fernando Novaes. E aos amigos “botocudos”, Anderson Ravani, Carla Ulian, Maurício Wilmsen, Angelica Alfonso, Mariana Herman, Natalia Minami, Juliana Almeida, Amanda Sarita, Renata de Paula, Tália Tremori, Victor Garcia, Carla Simões, Joyce Reissler, Renato Guedes, Paulinho Yamada, Felipe Rydygier, Yame Fabres, Ivo Lucchesi, Pedrita Assunção, Letícia Peternelli, Marta Heckler e Selene Babboni por tornarem os meus dias mais fáceis e felizes nessa cidade maravilhosa.*

*À amiga pequena favorita, amiga de todas as horas, e salvadora dos meus dias de experimento, Gabriela Amorim, pela parceria e superação durante esse período.*

*Agradeço a Deus pela sua vida e por ser sua amiga! Você foi um dos melhores presentes que Estado me deu!*

*Agradeço à minha co-ori queridinha, Malu, pelos ensinamentos, conselhos e amizade. Por ter sido minha mãe Paulista, me guiando e orientando nos momentos de desespero. Te admiro muito Mari! Muito obrigada por tudo!*

*Agradeço ao meu querido ori, Simone, pelo carinho, confiança e credibilidade ofertados durante esses anos. Obrigada pela oportunidade de entrar na melhor faculdade do Brasil! Essa sempre será minha segunda casa!*

*Aos salvadores das minhas análises estatísticas, professores Miriam Tsunemi e Marcos Vidal. Vocês deixaram o meu sonho ainda mais bonito e organizado!*

*Agradeço imensamente a Mariana Diel de Amorim, Assaf Lerer, Ana Carolina Verdugo, Ana Rita Krause, Patsy e Claire Card, pelo acolhimento, amizade e alegrias no Canadá. Vocês marcaram uma das melhores fases da minha vida, e com certeza uma das mais lindas experiências que vivi. Agradeço imensamente a sorte de tê-los encontrado!*

*Aos funcionários e proprietário do Criatório Campeãs da Gameleira, por terem cedido os animais e pela contribuição, consideração e credibilidade depositadas a mim. Agradeço ainda as jumentas Jussara, Márfia, Ricardo Fabrício, Orquestra, Renacássia, Predileta, Júlia, Samanta, Ousada, Luta, e aos potros, Missandei, Julieta, Khal Drogo, Robert, Margaery, Kaleese, Cersei, Arya, Jon Snow e Sansa.*

*Aos funcionários Marco Antônio Simão da Silva e Cézar Leme da Silva da Clínica Médica de Grandes Animais FMVZ-UNESP Botucatu, obrigada pela paciência.*

*Às minhas filhotas de quatro patas Cherry (in memorian), Mel, Juju e Preta Gil, meus amores, por me fazerem tão feliz, me ensinarem o valor de uma amizade verdadeira e mostrar o caminho até aqui.*

*Aos meus amados equídeos, que me motivam diariamente a buscar conhecimentos, a descobrir coisas novas, para oferecer a eles uma vida melhor. Por terem me escolhido e confiarem a mim a função de lutar junto a vocês.*

*Agradeço à FMVZ, ao Departamento de Clínica Veterinária e ao Programa de pós graduação da Unesp- Botucatu, e a CAPES pela bolsa concedida.*

*Ao Centro Universitário Cesmac, pela minha formação e atual emprego, agradeço pela compreensão nessa reta final.*

*Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a elaboração e sucesso deste trabalho.*

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1 – Revisão de literatura

Tabela 1 – Definição dos índices no domínio de tempo da variabilidade da frequência cardíaca..... 21

### Artigo 1 - **Avaliação da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal e sua variabilidade em jumentos da raça Pêga**

Tabela 1 - Índices da variabilidade da frequência cardíaca (média  $\pm$  desvio padrão) no domínio do tempo (RR, SDNN, FC, RMSSD) e da frequência (BF, AF, BF/AF) em jumentas no período perinatal (N=10, por momento)..... 31

Tabela 2 - Índices da variabilidade da frequência cardíaca (média  $\pm$  desvio padrão) no domínio do tempo (RR SDNN, FC, RMSSD) e da frequência (BF, AF, BF/AF) em fetos e neonatos da raça Pêga (N=10, por momento)..... 32

### Artigo 2 - **Parâmetros clínicos e eletrocardiográficos em jumentas e neonatos (*Equus asinus*) da raça Pêga durante o parto**

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos quanto à duração, na derivação base ápice de 10 fêmeas prenhes da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação..... 50

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos quanto à amplitude e frequência cardíaca, na derivação base ápice de 10 fêmeas prenhes da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação..... 51

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos na derivação II do plano frontal de 10 fêmeas prenhes da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação..... 54

Tabela 5 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos na derivação I do plano base ápice (duração) de 10 neonatos da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação..... 56

Tabela 6 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos na derivação I do plano base ápice (amplitude e frequência cardíaca) de 10 neonatos da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação.....	57
Tabela 7 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos na derivação II do plano frontal (duração) de 10 neonatos da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação.....	58
Tabela 8 - Média e desvio padrão dos parâmetros eletrocardiográficos na derivação II do plano frontal de 10 neonatos da raça Pêga nos diferentes momentos de avaliação.....	59
Tabela 9 - Média e desvio padrão dos parâmetros clínicos dos 10 neonatos raça Pêga do nascimento até 35 dias de vida.....	61
Tabela 10 - Média e desvio padrão dos parâmetros clínicos das 10 jumentas da raça Pêga nos momentos 35 dias antes e após o parto.....	62

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1 – Revisão de literatura

Figura 1 - Jumento Itarantin da Gameleira, raça Pêga..... 11

Figura 2 - Análise espectral de frequências (Fast Fourier Transform) de um neonato (Potro Júlia, 1 dia após o parto) e de um animal adulto (Jumenta Júlia, 1 dia após o parto). O componente de alta frequência (HF) está proporcionalmente mais reduzido na jumenta..... 19

### Artigo 1 - Avaliação da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal e sua variabilidade em jumentos da raça Pêga

Figura 1 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das frequências cardíacas (FC, bpm) entre os grupos materno (antes e após o parto) (A), fetal e neonatal (B), no periparto de 10 asininos da raça Pêga, ao longo dos momentos de análise..... 33

Figura 2 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas (A), fetais e neonatais (B) nas variações do desvio padrão das medidas dos intervalos RR normais - SDNN (ms), no periparto de 10 asininos da raça Pêga, ao longo dos momentos de análise..... 34

Figura 4 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas (A), fetais e neonatais (B), variações da baixa frequência média medida em unidades normalizadas - BF (nu), no periparto de 10 asininos da raça Pêga, ao longo dos momentos de análise..... 34

Figura 5 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas (A), fetais e neonatais (B), variações da alta frequência média medida em unidades normalizadas - AF (nu), no periparto de 10 asininos da raça Pêga, ao longo dos momentos de análise..... 35

Figura 6 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas (A), fetal e neonatal (B) para a razão entre a alta e a baixa frequência - BF/AF (razão), no periparto de 10 asininos da raça Pêga, ao longo dos momentos de análise..... 35

## Artigo 2 - **Parâmetros clínicos e eletrocardiográficos em jumentas e neonatos (*Equus asinus*) da raça Pêga durante o parto**

Figura 1 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas na derivação base ápice das 10 jumentas (pré e pós parto) da raça Pêga. As imagens A, B, C, D, E e F descrevem os variações da FC (bpm), PR (ms), QT (ms), QTc (ms), T (ms) e R (mV), respectivamente, ao longo dos momentos de análise..... 52

Figura 2 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis maternas na derivação plano frontal das 10 jumentas (pré e pós parto) da raça Pêga. As imagens A, B, C e D descrevem os variações da FC (bpm), PR (ms), QT (ms) e QTc (ms), respectivamente, ao longo dos momentos de análise..... 55

Figura 3 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis neonatais na derivação base ápice e plano frontal dos 10 neonatos de 35 dias de idade da raça Pêga. As imagens A e B, descrevem as variações das ondas P (mV) e T (mV), na derivação I do plano base ápice, e as imagens C e D, descrevem as ondas QRS (ms) e T (mV) negativa na derivação II do plano frontal, ao longo dos momentos de análise..... 60

Figura 4 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis clínicas neonatais referentes a 10 jumentas de 35 dias de idade da raça Pêga. As imagens A e B, descrevem as variações da Temperatura (°C) e TPC (seg) ao longo dos momentos de análise..... 63

Figura 5 - Média (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) das medidas das variáveis clínicas maternas referentes a 10 jumentas no período pré e pós parto da raça Pêga. As imagens A, B e C, descrevem as variações da FC (bpm), TPC (seg) e Peso (Kgs) ao longo dos momentos de análise..... 63

Figura 6 - Eletrocardiograma na derivação plano frontal da jumenta 7, onde visualiza-se a presença de uma onda J..... 64

## **SUMÁRIO**

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 Importância histórica, econômica e social dos jumentos .....	8
2.2 Aspectos importantes sobre a raça Pêga.....	10
2.3 Eletrocardiografia .....	12
2.4 Variabilidade da frequência cardíaca.....	14
2.5 Índices da Variabilidade da frequência cardíaca.....	17
2.5.1 Análise no domínio da frequência.....	18
2.5.2 Análise do domínio do tempo.....	20
3. OBJETIVOS.....	23
3.1 Geral.....	23
3.2 Específicos.....	23
4. HIPÓTESE.....	23
<b>CAPÍTULO II</b>	
ARTIGO 1 - Avaliação da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal e sua variabilidade em jumentos da raça Pêga.....	25
ARTIGO 2 - Parâmetros clínicos e eletrocardiográficos em jumentas e neonatos ( <i>Equus asinus</i> ) da raça Pêga durante o parto.....	44

**CAPÍTULO III**

5. DISCUSSÃO GERAL.....	75
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

CRUZ, R.K.S. **Avaliação eletrocardiográfica e da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em jumentos da raça Pêga**. Botucatu, 2018, 105p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

## RESUMO

Atualmente, observa-se uma maior necessidade de uma assistência adequada tanto no período pré-natal, quanto neonatal, com a finalidade de redução da mortalidade de recém-nascidos, principalmente de animais com elevado valor genético e zootécnico, como os jumentos da raça Pêga. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo, descrever os parâmetros clínicos, eletrocardiográficos (ECG) e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em jumentas (no período pré e pós-parto), fetos (35 dias antes do parto) e na fase neonatal, até os 35 dias de idade. Para tal, utilizou-se 10 jumentas clinicamente saudáveis, no terço final de gestação e pós parto, 10 fetos e 10 neonatos pertencentes à raça Pêga, cujo os exames foram realizados ao 35º, 28º, 21º, 14º, 7º e 1º dia antes do parto (jumentas prenhes e fetos) e ao 1º, 7º, 14º, 21º, 28º e 35º dia após o parto para jumentas no período pós-parto e neonatos. Os índices da VFC em jumentas no período pós parto, diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dentre os momentos de análise, onde o SDNN (ms) variou no primeiro dia após o parto, a RMSSD (ms) no primeiro e 14º dia após o parto, e BF (nu) e a relação BF/AF (nu) no primeiro dia após o parto. As jumentas apresentaram FC constante nos momentos analisados, enquanto que no período pós-parto, apresentaram redução, ambos não significativos. No traçado eletrocardiográfico das jumentas, observou-se significância ( $p < 0,05$ ) na FC (bpm), PR (ms), QT (ms), QTc (ms), T (ms) e R (mV) na derivação base ápice. E no plano frontal as variáveis FC (bpm), PR (ms), QT (ms) e QTc (ms) diferiram significativamente. Nos neonatos, foram observadas divergências significativas nas ondas P (mV) e T (mV) na derivação base ápice, e na onda T (mV, negativa) e no complexo QRS (ms) no plano frontal, e não apresentaram significância em relação aos índices de VFC. Em relação às medidas de VFC e FC de fetos, as variáveis apresentaram significância ( $p < 0,05$ ) para BF (nu), no 21º, 7º e 1º dia antes do parto, AF (nu) no 21º e 7º dia antes do parto e para BF/AF (razão) no 28º, 7º e 1º dia antes do parto. Com isso, podemos concluir que foram observadas alterações na FC e na VFC de fêmeas gestantes,

fêmeas no período pós parto e fetos de asininos da raça Pêga dentre os diferentes momentos de análise.

**Palavras-chave:** asininos, eletrocardiograma, neonatologia, índices de variabilidade da frequência cardíaca.

CRUZ, R.K.S. **Electrocardiographic evaluation and heart rate variability maternal, fetal and neonatal in donkeys of Pêga breed**. Botucatu, 2018, 105p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

### ABSTRACT

Currently, there is a greater need for adequate prenatal and neonatal care in order to reduce the mortality of newborns, especially animals with high genetic and zootechnical value, such as Pêga donkeys. The aim of the present study was to describe the clinical parameters, electrocardiographic (ECG) and heart rate variability (HRV) indices in donkeys (pre and postpartum), fetuses (35 days before delivery) and in the neonatal phase, up to 35 days of age. For this, 10 clinically healthy donkeys were used, in the final third of gestation and postpartum, 10 fetuses and 10 neonates belonging to the Pêga breed, whose examinations were performed at 35<sup>o</sup>, 28<sup>o</sup>, 21<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> and 1<sup>o</sup> day before (pregnant donkeys and fetuses) and at the 1st, 7th, 14th, 21st, 28th and 35th days after delivery for postpartum donkeys and neonates. The HRV indices in donkeys in the postpartum period differed significantly ( $p < 0.05$ ) between the moments of analysis, where the SDNN (ms) ranged on the first day after delivery, the SDSS (ms) on the first and 14th day after delivery, and BF (nude) and the BF / AF ratio (nude) on the first day postpartum. The asses presented constant HR at the analyzed moments, while in the postpartum period, they presented reduction, both of which were not significant. In the electrocardiographic tracing of donkeys, significance was found ( $p < 0.05$ ) for HR (bpm), PR (ms), QT (ms), QTc (ms), T (ms) and R (mV) apex. And in the frontal plane the variables FC (bpm), PR (ms), QT (ms) and QTc (ms) differed significantly. In the neonates, significant divergences were observed in the P (mV) and T (mV) waves in the apex base derivation, and in the T wave (mV, negative) and in the QRS complex (ms) in the frontal plane, and were not significant in relation to the HRV indices. In relation to HRV and HR measurements of fetuses, the variables presented significance ( $p < 0.05$ ) for BF (nude), on the 21st, 7th and 1st day before delivery, AF (nude) on the 21st and 7th day before delivery and for BF / AF (ratio) on the 28th, 7th and 1st day before delivery. With this, we can conclude that changes in HR and HRV

were observed in pregnant females, postpartum females and fetuses of the Pêga breed among the different moments of analysis.

**Key words:** Asinine, electrocardiogram, neonatology and indices of heart rate variability.

**CAPÍTULO I**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. INTRODUÇÃO

A equideocultura exerce importante papel como fonte geradora de rendas e empregos. O complexo do agronegócio equino no Brasil movimentava cerca de R\$ 16,1 bilhões, gerando 610 mil empregos diretos e 2.430 empregos indiretos (MAPA, 2016). O Brasil ocupa uma posição de destaque internacional, não só pelo expressivo número de animais e por ter a terceira maior população de equídeos do mundo, como também pela excelência de seu plantel (ALVARENGA; CARMO, 2009).

Os jumentos (*Equus asinus*) são animais domésticos, pertencentes à família dos equídeos, e no Brasil, essa criação vem evoluindo e cada vez mais assumindo importância econômica e zootécnica. Nos últimos anos, o aumento da valorização de asininos e muares de marcha fez crescer o interesse na reprodução desses animais, incentivando inclusive a preservação de raças em extinção (SERRES et al., 2002). Os asininos (asnos) e muares (mulas), correspondem a oito milhões de cabeças, sendo a região nordeste responsável pelo maior rebanho, com cerca de 877 mil animais (MAPA, 2018).

A viabilização da equideocultura moderna requer avanços tecnológicos que incrementem a produtividade do rebanho, tornando-o mais competitivo tanto no cenário nacional quanto internacional. Nesse contexto, a morte embrionária e fetal tem se mostrado como principal fator de subfertilidade e de redução da eficiência reprodutiva em éguas, gerando grandes prejuízos econômicos aos criadores (BALL, 1993; ROCHA et al., 2007). Estimativas de perdas gestacionais em equídeos têm sido publicadas, entretanto, pouco se sabe sobre a sua etiologia. Registros encontrados na literatura indicam uma variação de 2,6 a 24% nos índices de mortalidade fetal (até 60 dias de gestação) (VANDERWALL, 2008), refletindo diferenças entre haras e dificuldades de diagnóstico.

O acompanhamento pré-natal tem como objetivo assegurar o bem-estar materno e fetal. Quando a gestação apresenta intercorrências clínicas, a evolução e o resultado final podem ficar comprometidos. Evidencia-se a necessidade de acompanhamento mais rigoroso associado à aplicação de estratégias com o objetivo de garantir o bem-estar materno-fetal (NUNES-COSTA, 2006). A ultrassonografia, utilizada mais intensamente na Medicina Veterinária a partir da década de 80, tem aumentado a eficácia dos exames clínicos, possibilitando a detecção de vesículas embrionárias com 10 ou 11 dias

após a ovulação, e a observação de sinais precisos sobre a evolução e subsequente perda da prenhez (PALMER; DRIANCOURT, 1980). Visando minimizar o estresse causado pelo uso da palpação e ultrassonografia retal (SCHONBOM et al., 2015), muitos proprietários e pesquisadores recorrem a associação de outros métodos de monitoramento gestacional, como é o caso da avaliação da frequência cardíaca fetal (FCF) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

A FCF é um importante parâmetro de bem-estar (ADAMS-BRENDEMUEHL; PIPERS, 1987; NAGEL et al., 2010), sendo a sua monitoração útil na detecção de alterações relacionadas à viabilidade fetal (ADAMS-BRENDEMUEHL; PIPERS, 1987; BASKA-VINCZE et al., 2015). 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 gêmeos (PARKS; COLLES, 1977).

Não há estudos sobre a VFC fetal em jumentos, concomitantemente, há um interesse crescente no monitoramento do feto e do neonato equídeo. O monitoramento da FC no feto, não só possibilita a verificação da saúde fetal e viabilidade, como também fornece informações sobre o desenvolvimento do sistema nervoso autônomo (SNA) (QUEVEDO, 2015), ainda que a validação clínica dos valores de VFC fetal em condições a campo, bem como a determinação dos índices em animais saudáveis oriundos de partos eutócicos são extremamente importantes.

Estudos aprofundados relacionados à fisiologia, bem como o perfil eletrocardiográfico do neonato equídeo e sua evolução clínica no período de adaptação neonatal, devem auxiliar no aperfeiçoamento da neonatologia veterinária. Entretanto, informações acerca da eletrocardiografia, FC, bem como da VFC em fetos e em potros são escassas, sendo necessária uma maior investigação sobre esses parâmetros tanto na fase pré-natal, quanto na neonatal, a fim de se fornecer dados que possam ser utilizados em avaliações clínicas (ALFONSO, 2015). Desta forma, os objetivos do presente estudo foram descrever os parâmetros clínicos, eletrocardiográficos (ECG), valores normais da frequência cardíaca (FC) e índices de variabilidade da frequência cardíaca

(VFC) em jumentas (no período pré e pós-parto), nos fetos e nos recém-nascidos da raça Pêga.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância histórica, econômica e social dos jumentos

Várias teorias são descritas na literatura a respeito da origem dos asininos domésticos. Segundo Darwin (1859), eles descendem de um único tronco africano comum de origem. Outros autores acreditam, que os asininos descendem de dois ancestrais, o *Equus asinus africanus*, nativo da região nordeste da África e o *Equus asinus europeus*, nativo da bacia do Mediterrâneo (ALMEIDA, 2009).

A chegada dos asininos no Brasil ocorreu por volta de 1534, vindos dos Arquipélagos da Madeira e das Canárias, e em 1549, foram levados para o estado da Bahia (MARIANTE; CAVALCANTE, 2006). De acordo com Almeida (2009), ainda na época colonial, pode ter havido a introdução de jumentos portugueses, espanhóis e africanos. As raças naturalizadas no Brasil evoluíram a partir de raças que foram trazidas pelos colonizadores portugueses, as quais passaram por anos de seleção natural em ambientes diversos, apresentando assim características específicas de adaptação (MARIANTE; CAVALCANTE, 2006). Durante anos, ajudaram a construir a paisagem das propriedades rurais brasileiras, apesar dos processos de mecanização agrícola, eles ainda são bastante utilizados nas propriedades rurais (ALMEIDA, 2009).

São estimados 44.155.635 de jumentos no mundo, sendo a Etiópia o país com maior número de animais (7.428.037), seguida pela China (6.033.500), Paquistão (4.900.000) e Egito (3.356.000). Na América do Sul, o Brasil é o país com a maior população de jumentos, 927 mil cabeças, correspondendo a 2% da população mundial (FAOSTAT, 2018).

Os jumentos estão associados a um vasto patrimônio de importância social, cultural, econômico e ecológico. Sua utilização se baseia principalmente na agricultura, porém também são usados para geração de animais híbridos (muare) e para serviço de carga e transporte (AEPGA, 2014). Segundo a Associação para o Estudo e Proteção do Gado Asinino (AEPGA, 2014), o jumento também está associado a eventos culturais, como exposições, gincanas, corridas e concursos.

Nos últimos anos, o aumento da valorização de asininos e muares de marcha fez crescer o interesse na reprodução desses animais, incentivando inclusive a preservação de espécies em extinção (SERRES et al., 2002). No Brasil, as três raças de asininos mais conhecidas são o Jumento Nordestino, Jumento Brasileiro (também conhecido como Jumento Paulista) e Jumento Pêga, fruto das raças trazidas pelos colonizadores e da seleção natural (MARIANTE; CAVALCANTE, 2006). E uma pesquisa aprofundada sobre essas raças deve auxiliar o desenvolvimento e acompanhamento de futuros programas de melhoramento animal, bem como a preservação e conservação da espécie (MARIANTE et al., 2004).

De acordo com Oliveira (2004) e Almeida (2009), o Jumento Nordestino é um animal rústico, adaptado as condições do semiárido brasileiro, que provavelmente foi originado dos jumentos norte-americanos. Essa raça sempre esteve presente em atividades econômicas, sociais e culturais do Nordeste brasileiro, participou no desbravamento e ocupação da terra e da instalação das propriedades do litoral (OLIVEIRA, 2004). Com a diminuição da utilização desses animais, estes passaram a ser abandonados, se reproduziram indiscriminadamente, e hoje são abandonados nas ruas e estradas do Nordeste (ALMEIDA, 2009).

O Jumento Brasileiro ou Paulista, foi originado dos animais trazidos da Itália, com traços dos jumentos africanos e no Brasil foram cruzados com jumentos de Portugal. O jumento Brasileiro é conhecido por suportar trabalho pesado nos campos e grandes caminhadas (ALMEIDA, 2009). São escassas as informações encontradas sobre essa raça.

Os asininos da raça Pêga são originários dos animais portugueses. Com traços do jumento egípcio, no Brasil, a raça se originou por volta de 1810 no município de Entre Rios de Minas, Minas Gerais (McMANUS et al., 2010). A partir de 1847, o rebanho de jumentos Pêga passou para o Coronel Eduardo José Resende na cidade de Lagoa Dourada, em Minas Gerais, onde o trabalho de melhoramento da raça continua formando animais uniformes, sem receber genética de outras raças (OLIVEIRA, 2004).

## 2.2 Aspectos importantes sobre a raça Pêga

O jumento Pêga é criado principalmente para produção de novos reprodutores e muares marchadores, ambos com valor econômico em todo território nacional (OLIVEIRA, 2004). Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Jumentos Pêga (ABCJPÊGA, 2018), os animais em leilões são vendidos por cerca de R\$ 20 mil reais, enquanto que muares desmamados (6 a 8 meses) são comercializados por uma média de R\$ 4.100,00.

Os jumentos garanhões são produzidos principalmente na região Sudeste, especialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo, em pequenas fazendas especializadas com 20 a 150 jumentas matrizes. Com um ano e meio a três anos de idade, os jumentos são vendidos para servirem como reprodutores em fazendas de gado de corte ou em fazendas especializadas na criação de mulas. Os garanhões da raça de jumentos Pêga têm alto valor monetário (de US\$ 4.000,00 a US\$ 50.000,00) e são usados para reprodução até idade bem avançada que, no Brasil, vai além de 20 anos de idade (CANISSO; McDONNELL, 2010). Em 20 anos de vida reprodutiva o jumento Pêga pode dar ao criador um retorno financeiro de aproximadamente R\$ 600 mil (INFORMATIVO AGROPECUÁRIO COOPERCITRUS, 2009).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Jumentos Pêga (ABCJPÊGA, 2018), o jumento da raça Pêga possui porte médio, com altura de cernelha mínima para machos de 125 cm e 120 cm para as fêmeas. Possui cabeça fina com fronte plana e perfil subconvexo para retilíneo; o pescoço é fino, musculoso e comprido; membros com ossatura forte e fina, e cascos pequenos. As pelagens encontradas podem ser Pêlo-de-Rato, Ruã e Ruça, sempre com a faixa crucial e “listra de burro”. Os animais machos dessa raça pesam cerca de 300 kg, e as fêmeas 240 kg (Figura 1).



Figura 1: Jumento Itarantin da Gameleira, raça Pêga. Fonte: Criatório Campeãs da Gameleira, 2018.

Apesar de ser uma raça selecionada no Brasil há bastante tempo, e do grande número de animais criados no país, pouco se tem pesquisado sobre esta espécie. Além disso, muitas das informações necessárias para atividades clínicas com jumentos são extrapoladas daquelas já existentes para os equinos, o que pode não ser uma comparação válida (DE ALUJA et al., 2001). Embora pertencentes a uma mesma família (Equidae) e a um mesmo gênero (Equus), equinos e asininos exibem características bastante divergentes em seus parâmetros clínicos e hematológicos (PERDIGÃO DE OLIVEIRA et al., 1974). De maneira geral, os médicos veterinários têm dispensado pouca atenção a esta espécie e, na maioria das escolas de Medicina Veterinária, os jumentos não estão incluídos nos planos de estudo (DE ALUJA et al., 2001).

Nas últimas três décadas, vários estudos envolvendo a fisiologia reprodutiva em jumentos foram realizados, incluindo aqueles relacionados ao ciclo do estral (HENRY et al., 1987), comportamento sexual sob diferentes sistemas de manejo (LODI et al., 1995; GASTAL et al., 1996; HENRY et al., 1998; MCDONNELL, 2000), avaliações andrológicas (COSTA, 1991; CANISSO et al., 2008) e características seminal (DOWSETT & KNOTT, 1996; GASTAL et al., 1997; CANISSO, 2008; NEVES et al., 2014). Entretanto, informações acerca do período gestacional, com ênfase no terço final da gestação, de jumentas da raça Pêga, e avaliação do neonato asinino, ainda são escassos.

### 2.3 Eletrocardiografia

O eletrocardiograma (ECG) é um registro do potencial elétrico médio nas diferentes fases do ciclo cardíaco, o qual é gerado no músculo (SWENSON; REECE, 1993). Nesse sentido, é considerado o melhor método para identificação de arritmias, que são ilustradas pela forma e frequência das ondas, a partir do gráfico gerado pelo aparelho (CORLEY; MARR, 2003). Além disso, é um procedimento de baixo custo, não invasivo e de fácil realização a campo (FREGIN, 1982; ROBERTSON, 1990). As ondas geradas no ECG refletem os eventos elétricos específicos do coração, os quais são manifestados pelas ondas P, Q, R, S e T (SWENSON & REECE, 1993).

Numerosos estudos têm sido realizados com eletrocardiografia em cavalos (FERNANDES et al., 2004; NAGEL et al., 2012; CRUZ et al., 2015; DANTAS et al., 2015; SANTAROSA et al., 2016). No entanto, existe pouca informação sobre parâmetros eletrocardiográficos em jumentos clinicamente saudáveis. O estudo realizado por Rezakhani e Yazdanmehr (1977), avaliou os parâmetros eletrocardiográficos em 45 jumentos saudáveis, sem raça específica, utilizados para tração. E os achados mais significativos foram a grande variabilidade do complexo QRS, a concordância do complexo QRS e da onda T em todas as derivações, exceto na V10, a presença de bloqueio atrioventricular de segundo grau e arritmia sinusal. Os animais desse estudo apresentaram uma frequência cardíaca (FC) média de  $50,26 \pm 9,35$  bpm, e o estudo das derivações ortogonais I, aVF e V10, indicou que a ativação ventricular é dirigida para o lado direito, dorsal e ligeiramente cranial.

A eletrocardiografia permanece como o principal método direto para avaliar as alterações de ritmo cardíaco. Além disso, o ECG é essencial no manejo de anormalidades metabólicas e no acompanhamento do efeito e toxicidade dos fármacos. Kojouri e colaboradores (2007), testaram os efeitos do cloridrato de verapamil sobre as atividades elétricas dos corações de 10 jumentos saudáveis, entre quatro e sete anos, na derivação base ápice. Após a utilização de verapamil, foram encontradas quatro tipos de arritmias (marcapasso migratório, taquicardia sinusal, bloqueio átrio ventricular de primeiro e segundo grau). E essas arritmias, com exceção da taquicardia, podem

estar relacionadas ao aumento da atividade do tônus vagal, que pode ser atribuído ao efeito negativo do fármaco.

Um estudo sobre os parâmetros eletrocardiográficos em jumentos clinicamente saudáveis da raça Zamorano-leones, foi realizado por Escudero e colaboradores (2009), onde utilizaram 75 animais, entre machos e fêmeas, nas derivações plano frontal e base ápice. Os referidos autores encontraram diferenças significativas quanto a duração, amplitude e parâmetros morfológicos, divergindo ainda, de outras raças de equinos e asininos. E salientaram a necessidade da obtenção de valores para uma raça específica, a fim de se obter um padrão racial para as variáveis eletrocardiográficas, assim como existe para equinos. Sendo assim, não existem até o momento, estudos eletrocardiográficos em jumentos sadios da raça Pêga, sendo imprescindível a realização de mais estudos na raça em questão, frente a sua importância para o país.

Guccione e colaboradores (2014), avaliaram 15 jumentos saudáveis, de diferentes raças e idades, por meio do monitoramento com sistema Holter de três canais. Onde foram detectados sete animais com bradicardia sinusal, arritmias cardíacas devido ao alto tônus vagal, bloqueio cardíaco sinoatrial e bloqueio atrioventricular de segundo grau. Esses achados podem ser justificados por diferenças no tônus do sistema nervoso autônomo.

Na prenhez, o ECG é um exame não nocivo ao feto e que deve ser solicitado sempre diante de sinais cardiovasculares. Em fêmeas prenhes com cardiopatias, em especial com arritmias cardíacas, o eletrocardiograma deve ser realizado tantas vezes quantas forem necessárias para a avaliação do prognóstico ou da eficácia da terapêutica (BARCELLOS, 2005). Alfonso et al. (2017), descreveram o comportamento dos parâmetros eletrocardiográficos nas derivações base-ápice e plano frontal, em éguas prenhes e neonatos da raça Paint Horse, detectando suas particularidades na dinâmica eletrocardiográfica durante o período pré-parto e neonatal. Tanto em éguas, quanto em neonatos foram detectadas diferenças significativas nos parâmetros quando realizada a comparação entre a derivação II no plano frontal e base-ápice. Durante o primeiro mês de idade, as principais alterações referiram-se à FC, à duração dos intervalos PR, QT e RR, e amplitude da onda R. O ritmo predominante nos potros durante o primeiro mês de vida foi o sinusal. Entre éguas e neonatos, na derivação II do plano frontal, apenas não se obteve diferença nas amplitudes das

ondas R e S. Machos apresentaram maior amplitude das ondas quando comparados às fêmeas, indicando uma área cardíaca maior. Entretanto, não existem dados publicados referentes ao padrão eletrocardiográfico de jumentas prenhes e em neonatos para que possamos identificar possíveis arritmias que levem ao comprometimento materno, fetal e neonatal.

#### **2.4 Variabilidade da Frequência Cardíaca**

A análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método simples e não invasivo que avalia a atividade do sistema nervoso autônomo sobre o coração, permitindo determinar alterações simpátovagais (GUZZETTI et al., 2001). Assim, um aumento do tônus simpático é acompanhado por redução dos valores da VFC, enquanto que um incremento do tônus parassimpático resulta em aumento dos valores da VFC (MONTANO et al., 2001).

A complexa interação dos dois ramos do SNA nem sempre é compreensível quando a atividade cardíaca é medida apenas pela FC (PORGES et al., 1995). Como consequência dos mecanismos de regulação, a FC nunca é constante, mas varia de batimento a batimento, mesmo na ausência de estresse físico ou psicológico. Essa variabilidade de batimento a batimento é referida como a VFC (MOHR et al., 2002). Após determinar os índices da VFC, a atividade simpática e parassimpática pode ser monitorada separadamente ou ao mesmo tempo. Além disso, é possível medir o equilíbrio entre os dois componentes do SNA (VON BORELL et al., 2007).

A estimulação simpática, que ocorre em resposta ao estresse e doenças, provoca um aumento da FC, aumentando a taxa de ativação do nodo sinusal. Os diferentes ritmos de ativação autonômica simpática e parassimpática modulam os intervalos do complexo QRS em frequências distintas. A atividade simpática está associada com a baixa frequência (BF), enquanto a atividade parassimpática associa-se com frequências mais elevadas de modulação da FC (AF). Esta diferença entre faixas de frequência permite a análise da VFC, permitindo a identificação de cada componente do sistema nervoso autônomo, simpático e parassimpático (KOVACS et al., 2014).

A VFC vem sendo estudada há vários anos, sendo cada vez maior o interesse pela compreensão de seus mecanismos e de sua utilidade clínica em doenças. Mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e

antecipado de comprometimentos na saúde. Alta VFC é sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos autonômicos eficientes. Inversamente, baixa VFC é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que pode indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo, necessitando de investigações adicionais de modo a encontrar um diagnóstico específico (PUMPRLA et al., 2002).

A VFC pode ser calculada usando o traçado eletrocardiográfico com base na medida dos intervalos RR individualmente e na comparação entre RR adjacentes (BRITO, 2009; PEREIRA, 2011). Sua análise é composta por índices obtidos por meio de métodos lineares, como no domínio do tempo e da frequência, e métodos não lineares (AUBERT et al., 2003).

A relação do SNA e da VFC durante a gravidez já é bastante conhecida na medicina, resultando em várias alterações nomeadamente inflamatórias, imunológicas, hormonais, bem como hemodinâmicas (EARNEST; BLAIR & CHURCH, 2012; BEM-DROR et al., 2012; MAY et al., 2016). Além das modificações metabólicas intrínsecas, a variabilidade interna pode aumentar devido a outras variáveis, como peso materno e regime alimentar (OLIVEIRA, 2014). Porém, estes estudos ainda se encontram limitados na Medicina Veterinária.

Em um estudo realizado por Quevedo (2015), em vacas prenhes da raça holandesa variedade preto e branco, os índices SDNN e a relação BF/AF apresentaram uma redução significativa no período de transição. A diminuição do equilíbrio simpátovagal (razão BH/AF) e nos valores do SDNN demonstraram que as vacas chegam ao parto sob um reduzido tônus simpático e parassimpático, que reflete uma mudança no predomínio simpático. As vacas durante o período de transição (pré, parto e pós-parto) são expostas a fatores estressantes que alteram as respostas fisiológicas, sendo este trabalho importante para o conhecimento dos processos de adaptação.

Nagel e colaboradores (2010), avaliaram a FC e VFC em fetos equinos, a partir do terço médio da gestação até o parto, e observaram que a partir dos 173 dias de gestação foi possível realizar o ECG fetal. Além disso a FC declinou de 115 bpm (170 a 240 dias de prenhez) para 83 bpm (320 dias de prenhez) 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. Desta forma, o ECG materno-fetal apresenta-se como uma técnica confiável para detectar sinais cardíacos em fetos equinos entre 173 dias e pode ser útil para o diagnóstico de prenhez de risco, entretanto, não parece ser confiável na indicação da proximidade do parto de equinos.

Um estudo comparativo entre a FC e a VFC materna e fetal foi realizado pelos mesmos autores, entre éguas de sangue quente e pôneis da raça “Shetland”, com idade gestacional variando entre 280 a 300 dias. E observaram que os intervalos RR maternos foram menores em pôneis do que em equinos de raças de sangue quente (“Shetland”:  $958 \pm 110$  ms e sangue quente:  $1489 \pm 126$  ms,  $p < 0,01$ ). E os intervalos RR, bem como a VFC, não diferiram entre os fetos entre as raças (“Shetland”:  $606 \pm 39$  ms e sangue quente:  $589 \pm 38$  ms), apresentando-se desta forma no mesmo nível (NAGEL et al., 2011). Em 2012, estes autores sugeriram que alterações nestes parâmetros indicam um impacto considerável sobre o sistema cardiovascular materno e que a adaptação à vida extrauterina do potro está associada à uma resposta simpatoadrenal (NAGEL et al., 2012).

Em neonatos, o sistema autonômico não está completamente maduro, ocorrendo poucas variações nos ciclos sinusais frente às alterações diárias, como estresse e repouso. Esse fato é demonstrado com a alta FC logo após o parto e que perdura durante semanas até atingir valores semelhantes aos adultos. A VFC sofre influência da circulação sistêmica e periférica, débito cardíaco e desenvolvimento do nodo sinusal, tornando o período neonatal muito importante para a maturação do sistema cardiovascular que suprirá as necessidades hemodinâmicas adequadamente quando adultos (WOODS et al. 1977; SIIMES et al. 1990). Os valores normais de VFC em potros, no entanto, são pouco conhecidos e não se sabe em que momento do período neonatal ocorre a maturação e equilíbrio entre os ramos do sistema nervoso autônomo em asininos e muares.

A gravação contínua de dados da FC e de sua variabilidade, permite o monitoramento da atividade do SNA para a compreensão das medidas fisiológicas do estresse (VON BORELL et al., 2007). O componente vagal do SNA desempenha papel fundamental na regulação da FC, em resposta ao estresse. Alguns parâmetros da VFC oferecem informações sobre o tônus vagal cardíaco e o equilíbrio simpatovagal. A mudança nos parâmetros da VFC permite

identificação precisa, mais detalhada e imediata do estresse, quando comparada às flutuações dos níveis de cortisol (DESPRÉS et al., 2002).

Cruz e colaboradores (2017), avaliaram o estresse em potros neonatos nas primeiras 48 horas de vida, através da FC, VFC, concentrações de cortisol sérico, glicemia e lactatemia. E observaram redução significativa nas concentrações de cortisol, entre quatro e 48 horas, sendo o maior valor observado às quatro horas após o nascimento. Correlações positivas entre cortisol e lactato ocorreram entre 12 e 16 horas de vida. Além disso, os valores de FC divergiram significativamente entre os momentos ao nascimento, quatro, oito, 16, 20, 24, 36 e 48 horas quando comparados com as 12 horas de vida. E entre os índices de VFC, não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis analisadas. Sendo as alterações encontradas para cortisol, FC e VFC são condizentes com um quadro de estresse neonatal, que podem estar relacionadas com o período de adaptação à vida extrauterina, associada a uma resposta simpatoadrenal, visto que os potros apresentavam-se saudáveis.

Embora a adequação do uso dos parâmetros da VFC para estimar a atividade do sistema nervoso simpático (SNS) ainda seja controversa, a FC e os índices de tônus vagal parecem ser indicadores confiáveis, tanto do estresse como do nível de atividade do animal. As interpretações têm sido baseadas na suposição de que a FC reflete a atividade do ramo simpático do SNA e, portanto, é um indicador da resposta ao estresse. No entanto, fornece pouca informação sobre os mecanismos fisiológicos que governam sua modificação em muitas situações comportamentais (SAYERS, 1973). O aumento da FC pode ocorrer em um estado de prazer ou em resposta a um estímulo negativo (WAIBLINGER et al., 2006).

## **2.5 Índices de variabilidade da frequência cardíaca**

A VFC pode ser calculada usando o traçado eletrocardiográfico com base na medida dos intervalos RR individualmente e na comparação entre RR adjacentes (BRITO 2009; PEREIRA, 2011), sua análise é composta por índices obtidos por meio de métodos lineares, como no domínio do tempo e da frequência, e métodos não lineares (AUBERT et al., 2003). No estudo do domínio do tempo, assim denominado por expressar os resultados em milissegundos, mede-se cada intervalo RR normal (batimentos sinusais) durante determinado

intervalo de tempo e, a partir daí, com base em métodos estatísticos ou geométricos (média, desvio padrão e índices derivados do histograma ou do mapa de coordenadas cartesianas dos intervalos RR), calculam-se os índices tradutores de flutuações na duração dos ciclos cardíacos (TASK FORCE 1996; PUMPRLA et al., 2002).

### 2.5.1 Análise no domínio da frequência

Vários métodos de análise espectral têm sido demonstrados há algumas décadas, como forma de verificar a distribuição da densidade da potência. Um desses métodos de análise da variabilidade da frequência cardíaca é a análise no domínio da frequência (RIBEIRO, 2012). Relaciona-se desta forma com a análise da densidade espectral, que estuda a forma como a potência (variância) se distribui em função da frequência, sendo que no domínio do tempo, a variabilidade é medida pelo método estatístico e geométrico e a seleção de cada método corresponde ao objetivo particular de cada caso (TASK FORCE 1996).

A análise espectral é responsável pela análise da variabilidade total da frequência cardíaca nos seus componentes, apresentando-os segundo a frequência com que altera a frequência cardíaca. No entanto, independentemente do método utilizado, a análise da densidade espectral é feita utilizando as propriedades de algoritmos matemáticos. Para os cálculos da densidade espectral são geralmente utilizados os métodos não paramétricos e os paramétricos sendo que esses dois métodos permitem a leitura dos mesmos resultados, apesar de cada um apresentar vantagens próprias. Estes métodos decompõem um sinal nos seus componentes de frequência (REIS et al., 1998).

A análise da VFC com métodos espectrais, fornece mais informações sobre a contribuição de cada componente do sistema nervoso autônomo; Esta análise decompõe a VFC em componentes oscilatórios fundamentais, sendo que os principais são o componente de alta frequência (AF), com variação de 0,15 a 0,4Hz, que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; o componente de baixa frequência (BF), com variação entre 0,04 e 0,15Hz, que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático; e os componentes de muito baixa frequência (VLF) - Índice não utilizado, porque a explicação fisiológica não está bem estabelecida (FRANÇA-

SILVA et al., 2017). Exemplos da análise no domínio da frequência podem ser visualizados na Figura 2. A relação BF/AF reflete as alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o balanço simpatovagal sobre o coração.

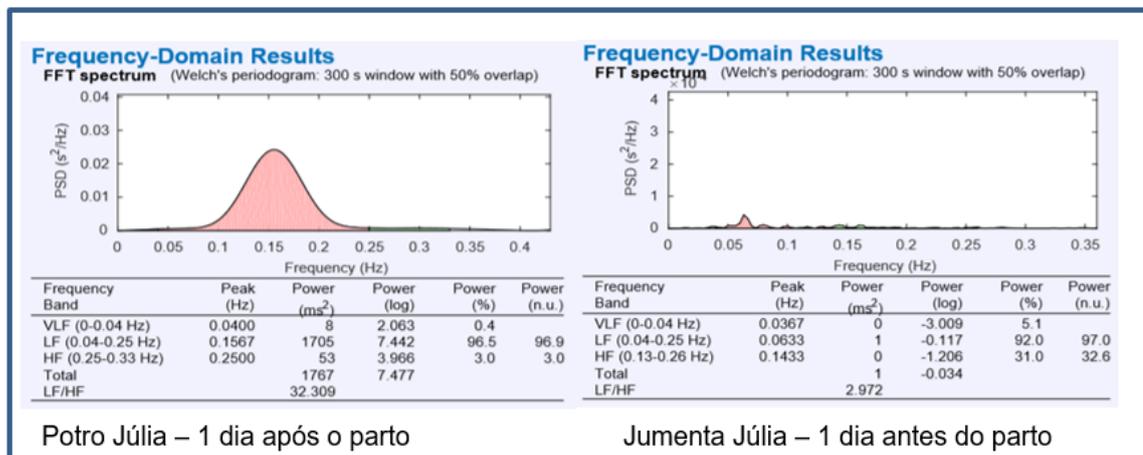


Figura 2: Análise espectral de frequências (Fast Fourier Transform) de um neonato (Potro Júlia, 1 dia após o parto) e de um animal adulto (Jumenta Júlia, 1 dia após o parto). O componente de alta frequência (HF) está proporcionalmente mais reduzido na jumenta. Fonte: CRUZ, 2018.

Várias correlações fisiológicas são estudadas a partir da análise dos componentes espectrais. Os de alta frequência são conseguidos unicamente através do nervo vago, ou sistema nervoso parassimpático, ao passo que, a potência da frequência muito baixa é reflexo do trabalho exercido pelo sistema nervoso simpático e parassimpático influenciada parcialmente por outras atividades neuro-humorais (por exemplo, o sistema renina-angiotensina-aldosterona (TAKASE et al., 2002).

Em equinos adultos, de acordo com Von Borell et al. (2007), altas frequências são definidas entre 0,13-0.26 Hz (corresponde a uma taxa respiratória de 8 a 16 mpm), enquanto que nos neonatos são entre 0,25-0,33 Hz (correspondente a uma taxa respiratória entre 15 e 20 mpm). A outra característica no espectro de oscilação é a VFC de baixa frequência (LF), estreitamente associada com as flutuações vasomotoras periféricas (barorreceptores), refletindo 10 segundos de periodicidade, ou também chamada de ondas Mayer de pressão sanguínea (MARCHANT-FORD et al., 2004), por causa do barorreflexo que regula variações lentas da pressão arterial induzidas pelos movimentos respiratórios (KAMATH; FALLEN, 1993).

A potência relativa entre baixa e alta frequência (relação BF/AF) caracteriza o equilíbrio simpátovagal (MALIK et al., 1996) sendo um indicador preciso do aumento da atividade simpática (MARCHANT-FORDE et al., 2004). É importante lembrar que a banda de alta frequência coincide com a frequência respiratória, gerando arritmia sinusal respiratória. Essa arritmia corresponde à variação de batimentos cardíacos em decorrência dos movimentos respiratórios, sendo, portanto, mediada pelo nervo vago, não apenas por estímulos diretos dos centros respiratórios centrais, mas também pelos reflexos cardiopulmonares (QUEVEDO, 2015).

### 2.5.2 Análise do domínio do tempo

A análise no domínio do tempo é outra forma de avaliar as sequências das oscilações cardiovasculares, obtendo-se através do cálculo da dispersão em torno da média da frequência cardíaca analisada num período prolongado (RIBEIRO, 2012).

O método mais simples para avaliar a variabilidade da frequência cardíaca é a medida no domínio do tempo, onde é determinada a frequência cardíaca em qualquer ponto no tempo ou nos intervalos RR correspondentes. Por ser não invasivo, este método de estudo da variabilidade da frequência cardíaca já demonstrou possuir importante utilidade clínica para avaliar a integridade da função neurocardíaca e para identificar a importância relativa da regulação simpática e da parassimpática no diagnóstico de doenças cardíacas e do sistema nervoso autônomo (RIBEIRO et al., 2000).

As medidas no domínio do tempo são índices obtidos num registo contínuo de eletrocardiograma a partir do qual se determina a dispersão da duração dos intervalos entre complexos QRS normais, isto é, resultantes de despolarização sinusal. Estes índices usados para medir a variação da frequência cardíaca no domínio do tempo podem ser derivados de cálculos aritméticos, estatísticos ou geométricos (REIS et al., 1998). Por se levar em consideração o fator tempo e não o fator frequência, como na análise espectral, os índices derivados desse tipo de abordagem são conhecidos como índices no domínio do tempo. Apesar de traduzirem de forma muito simplificada o complexo comportamento do sistema cardiovascular, estes índices fornecem informações relevantes (RIBEIRO; MORAES-FILHO, 2005). Os índices apresentados na tabela 1 são

atualmente utilizados em períodos de tempo mais longos. Na análise desses índices são utilizados apenas os intervalos RR normais.

Tabela 1 – Definição dos índices no domínio de tempo da variabilidade da frequência cardíaca

<b>Variáveis</b>	<b>Medidas Estatísticas</b>
RR médio (ms)	Média de todos os intervalos RR normais.
SDNN (ms)	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais.
SDNNi (ms)	Média dos desvios padrões dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5 min.
SDNN (ms)	Desvio padrão das médias dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5 min.
RMSSD (ms)	Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos de RR normais adjacentes ao quadrado.
pNN50 (%)	Porcentagem de intervalos RR normais que diferem em mais de 50 milissegundos do seu adjacente.

Fonte: Adaptado de Task Force of the European Society of Cardiology, 1996.

O significado fisiológico destes índices quando calculados por longos períodos de tempo tem sido estudado basicamente através da correlação com os achados da análise espectral e que, de uma forma geral, todos eles se correlacionam com os componentes de alta frequência, mas não permitem distinguir quando as alterações da variabilidade da frequência cardíaca são devidas ao aumento do tônus do simpático ou à diminuição do tônus vagal (REIS et al., 1998).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos gerais**

Descrever os parâmetros clínicos, eletrocardiográficos (ECG), valores normais da frequência cardíaca (FC) e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em jumentas (no período pré e pós-parto), nos fetos e nos recém-nascidos em eutocia da raça Pêga.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Estabelecer os parâmetros clínicos e eletrocardiográficos no método plano frontal e base-ápice em jumentas no período pré e pós-parto (antes e após 35 dias do parto), e em seus respectivos neonatos até 35 dias de vida.

Avaliar a FC e os índices da variabilidade da frequência cardíaca (RR, SDNN, RMSSD, BF, AF, bem como o quociente BF/AF) nas jumentas (pré e pós-parto), nos fetos e neonatos.

### **4. HIPÓTESE**

A hipótese do presente estudo, é investigar as alterações clínicas, eletrocardiográficas, de FC e da VFC durante o período pré e pós-parto (materno, fetal e neonatal) em asininos da raça Pêga, propondo que ocorra uma adaptação nesse período.

## **CAPÍTULO III**

## 5. DISCUSSÃO GERAL

No Brasil, as três raças de asininos mais conhecidas são o jumento nordestino, jumento brasileiro e jumento Pêga, fruto das raças trazidas pelos colonizadores e da seleção natural (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006). No Brasil, essa criação vem evoluindo e cada vez assumindo importância econômica e zootécnica. Entretanto, a viabilização da equideocultura moderna, requer avanços tecnológicos que incrementem a produtividade do rebanho, tornando-o mais competitivo tanto no cenário nacional quanto no internacional (BALL, 1993; ROCHA et al., 2007).

A morte embrionária e fetal mostra-se como principal fator de subfertilidade e redução da eficiência reprodutiva em jumentas, gerando grandes perdas econômicas aos criadores. Visando minimizar o estresse causado pelo uso da palpação e ultrassonografia retal, muitos proprietários e pesquisadores recorrem a outros métodos de monitoramento gestacional, como é o caso da avaliação da frequência cardíaca fetal (FCF) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC). A FCF é um importante parâmetro de bem-estar, sendo a sua monitoração útil na detecção de alterações relacionadas à viabilidade fetal.

De forma geral, a VFC descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), que estão relacionadas às influências do SNA sobre o nódulo sinusal, sendo uma medida não invasiva, que pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao SNA em indivíduos saudáveis, atletas e portadores de doenças (PUMPRLA et al., 2002; ALBERT et al., 2003). A VFC vem sendo estudada há vários anos, sendo cada vez maior o interesse pela compreensão de seus mecanismos e de sua utilidade clínica em doenças. Historicamente, seu interesse clínico surgiu em 1965, quando Hon e Lee demonstraram uma aplicação clínica bem definida da VFC na área de monitorização do sofrimento fetal.

Mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e antecipado de comprometimentos na saúde. Alta VFC é sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos autonômicos eficientes. Inversamente, baixa VFC é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que pode indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo, necessitando de investigações adicionais de modo a

encontrar um diagnóstico específico (PUMPRLA et al., 2002). O ECG, é um dos meios de diagnóstico de mais baixo custo e de uso generalizado, a partir do qual se extrai a sequência dos intervalos de tempo entre batimentos cardíacos sucessivos. Esta sequência (RRi), designada por tacograma, é o sinal cardiovascular mais simples para a caracterização da VFC. A análise destes sinais e em particular a redução da VFC é suscetível de várias aplicações clínicas, em doenças cardiovasculares e não cardiovasculares (Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing Electrophysiology - ESC/NASPE, 1996).

A análise tradicional da VFC tem sido realizada através de métodos no domínio do tempo e da frequência (análise espectral) e utilizada como meio auxiliar de diagnóstico médico, nomeadamente na estratificação do risco e na detecção de patologias em adultos humanos, em particular da disfunção autonômica (CAMM et al., 1996; RIENZO et al., 1999). Contudo, algumas situações de risco extremamente elevado, tais como a situação de hipóxia em fetos no intraparto, onde a identificação atempada de sofrimento fetal pode evitar danos irreversíveis no feto, a análise tradicional apresenta limitações, devido ao fato de haver aspectos clinicamente relevantes que não são detectáveis através dos métodos clássicos de análise de VFC, quer no domínio de tempo, quer no domínio de frequência. A insuficiência das metodologias tradicionais pode ser colmatada utilizando medidas ainda relativamente pouco exploradas, considerando dinâmicas não lineares da VFC, quer isoladamente, quer como complemento às análises mais clássicas (PINCUS, 2000; MAKIKALLO et al., 2002; SIGNORINII et al., 2003).

Durante o período neonatal a distância entre duas onda R aumenta indicando influência do sistema nervoso simpático sobre o nodo sinoatrial (MOHR, 2002; AZHIBEKOV et al., 2014). Sem a atuação do tônus vagal, os intervalos RR tornam-se constantes (MOHR et al., 2002; FARIA et al., 2009). Os índices RMSSD e pNN50 aumentam juntamente com a VFC demonstrando o início da adaptação do sistema nervoso autônomo durante as primeiras semanas de vida (MOHR et al., 2002). O aumento gradual na mediação parassimpática e na capacidade volumétrica dos ventrículos, após início da circulação pulmonar, observada no crescimento do recém-nascido também interferem na VFC (FINLEY; NUGENT, 1995).

A realização de estudos no âmbito da cardiopatia e gravidez, fundamentam-se em dois aspectos importantes, a incidência de cardiopatia na gravidez no Brasil é de até 4,2% (Bertini; Camano; Lopes, 1994), ou seja, oito vezes maior quando comparada a estatísticas internacionais. E universalmente, a cardiopatia é considerada a maior causa de morte materna indireta no ciclo gravídico-puerperal (CGP) (DE SWIET, 2000). Ainda não dispomos de informações precisas sobre a real prevalência das cardiopatias em gestantes nas diferentes regiões do nosso país, nem sobre os resultados maternos e perinatais para equídeos.

Na gestação, o ECG apresenta-se como um exame não nocivo ao feto e que deve ser solicitado sempre diante de sintomas e sinais cardiovasculares. A gravidez favorece o aparecimento de sopros funcionais, aumento na intensidade das bulhas, desdobramento das 1ª e 2ª bulhas e aparecimento de 3ª bulha. Contudo, sopros diastólicos habitualmente estão associados à lesão cardíaca anatômica (TEDOLDI; ZOUVI, 2009). Acredita-se que, durante a gestação, possam haver alterações eletrocardiográficas relacionadas à modificações fisiológicas multifatoriais do período gestacional, e o conhecimento dessas alterações é válido para propiciar cuidados pré-natais e evitar erros de interpretação (CASA et al., 2016).

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

Sob as condições clínicas em que o presente estudo foi realizado, pode-se concluir que:

- Os índices analisados no presente estudo não foram preditores fidedignos da proximidade do parto em jumentos da raça Pêga, no período avaliado.
- A avaliação eletrocardiográfica materna-fetal, mostrou-se como uma técnica confiável para detectar sinais cardíacos em fetos asininos no terço final da prenhez.
- As alterações observadas na frequência cardíaca (FC) e na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) materna, fetal e neonatal, indicam que a prenhez tem impactos consideráveis sobre o sistema cardiovascular materno.
- Os índices da VFC demonstraram haver uma atuação simpato-vagal em jumentas no período pós-parto, com a atuação dos sistemas simpático e parassimpático, tanto no referido período quanto no período fetal. E que em neonatos da espécie asinina, pareceu ocorrer uma diminuição da atividade simpática, aumento da atividade parassimpática ou uma combinação de ambos nos primeiros 35 dias de vida.
- Observa-se ainda uma influência dos fatores etários sobre os parâmetros eletrocardiográficos de asininos, e esses achados justificam a obtenção de valores específicos para uma mesma idade e raça.
- Além disso foram observadas diferenças estatísticas entre os diferentes momentos de análise, predizendo-se desta forma, o momento responsável por tais alterações. Sendo o terço final da gestação, parto e início da lactação responsáveis por promoverem adaptações no organismo materno.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALFONSO, A. **Avaliação eletrocardiográfica em fêmeas prenhes, fetos e neonatos equinos da raça Paint Horse**. 2015. 31 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

ALFONSO, A.; CRUZ, R. K. S.; GONÇALVES, R. C.; CHICCHIO, S. B.; LOURENÇO, M. L. G. Electrocardiographic evaluation in pregnant mares and neonate foals of Paint Horse breed. **Acta Vet. Bras.**, v. 11, p. 205-212, 2017.

ALMEIDA, L. D. **Diversidade genética de raças asininas criadas no brasil, baseada na análise de locos microssatélites e DNA mitocondrial**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ALVARENGA, M. A.; CARMO, M. T. Biotecnologias em reprodução equina: o que há de novo para o veterinário de campo? **Braz. J. Equine Med.**, v. 26, p. 4-8, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE JUMENTOS PÊGA. Belo Horizonte: **ABCJPÊGA**, 2018. Disponível em: <<http://www.jumentopegabrazil.com.br>> Acesso em: 28 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO PARA O ESTUDO E PROTEÇÃO DO GADO ASININO. Atenor (PT): **AEPGA**; 2018. Disponível em: <<http://www.aepga.pt/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Med.**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.

BALL, B. A. Embryonic death in mares. In: McKINNON, A. O.; VOSS, J. L. **Equine reproduction**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p. 517-531.

BARCELLOS, G. A. Achados eletrocardiográficos na gravidez normal. **Rev. Soc. Cardiol. Rio Grande do Sul**, v.14, n. 4, p.1-3, 2005.

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.

BEM-DROR, I.; WEISSMAN, A.; LEURER, M. K.; ELDOR-ITSKOVITZ, J.; LOWENTEIN, L. Alterations of heart rate variability in women with overactive bladder syndrome. **Int. Urogynecol. J.**, v. 23, n. 8, p. 1081-1086, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Equídeos**. Brasília: MAPA, 2018. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>>. Acesso em: 2 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Revisão do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Brasília: MAPA, 2016. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo/view](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo/view)>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BRITO, F. S. Eletrocardiografia ambulatorial: sistema Holter. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 93, n. 6, p. 179-264, 2009.

BROWN, S. A.; HENIK, R. A. Hipertensão sistêmica. In: TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. K. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 313-319.

CANISSO, I. F.; McDONNELL, S. M. Donkey breeding behavior with an emphasis on the Pêga breed. In: MATTHEWS, N. S.; TAYLOR, T. S. (Ed.). **Veterinary care of donkeys**. Ithaca: International Veterinary Information Service, 2010. Disponível em:<<http://www.ivis.org/advances/Matthews/canisso/chapter.asp?LA=1>>. Acesso em: 6 out. 2017.

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

COLLEN, L. K. Medetomidine sedation in dogs and cats: a review of its pharmacology, antagonism and dose. **Br. Vet. J.**, v. 152, n. 5, p. 519-535, 1996.

CORLEY, K. T. T.; MARR, C. M. Cardiac monitoring in the ICU patient. **Clin. Tech. Equine Pract.**, v. 2, n. 2, p. 145-155, 2003.

COSTA, R. N. O jumento Pêga. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE EQUIDEOCULTURA, 1, 2007, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2007. p. 93-98.

CRUZ R. K. S.; ALFONSO, A.; LOURENÇO, M. L. G.; SOUZA, F. F.; OBA, E.; RAMOS, P. R. R.; CHIACCHIO, S. B. Early and late analysis of postpartum stress in newborn foals. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 69, n. 4, p. 785-792, 2017.

CRUZ, R. K. S.; ALFONSO, A.; LOURENÇO, M. L. G.; ULIAN, C. M. V.; SUDANO, M. J.; OBA, E.; PADOVANI, C. R.; RAMOS, P. R. R.; CHIACCHIO, S. B. Electrolyte, Blood Gas and Electrocardiographic Profile of Neonatal Foals in the First 48 Hours of Life. **Acta Sci. Vet.**, v. 43, p. 1321, 2015.

DARWIN, C. **A origem das espécies e a seleção natural**. Tradução E. N. Fonseca. Curitiba: Ed. Hemus/Novo Século, 2000. 1859. 786 p.

DE ALUJA, A. S.; BOUDA, J.; LÓPEZ, A. C.; CHAVIRA, H. H. Valores bioquímicos em sangue de burros antes y después del trabajo. **Vet. Méx.**, v. 32, n. 4, p. 271-278, 2001.

DESPRÉS, G.; VEISSIER, I.; BOISSY, A. Effect of autonomic block on heart period variability in calves: evaluation of the sympatho-vagal balance. **Physiol. Res.**, v. 51, p. 347-353, 2002.

DOWSETT, K. F.; KNOTT, L. M. The influence of age and breed on stallion semen. **Theriogenology**, v. 46, p. 397-412, 1996.

EARNEST, C. P.; BLAIR, S. N.; CHURCH, T. S. Heart rate variability and exercise in aging women. **J. Womens Health (Larchmt)**, v. 21, n. 3, p. 334-339, 2012.

ESCUDERO, A.; GONZÁLEZ, J. R.; BENEDITO, J. L.; PRIETO, F. R.; AYALA, I. Electrocardiographic parameters in the clinically healthy Zamorano-leones donkey. **Res. Vet. Sci.**, v. 87, p. 458-461, 2009.

FERNANDES, W. R.; LARSSON, M. H. M. A.; ALVES, A. L. G.; FANTONI, D. T.; BELLI, C. B. Características eletrocardiográficas em equinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 56, n. 2, p. 143-149, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome: **FAOSTAT**, 2018. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 8 maio 2018.

FRANÇA-SILVA, A. K.; CHRISTOFARO, D. G. B.; BERNARDO, A. F. B.; VANDERLEI, F. M.; VANDERLEI, L. C. M. Sensibilidade, especificidade e valor preditivo dos índices da variabilidade da frequência cardíaca no Diabetes Mellitus Tipo 1. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 108, n. 3, p. 255-262, 2017.

GASTAL, M. O.; HENRY, M.; BEKER, A. R.; GASTAL, E. L. Effect of ejaculation frequency and season donkey jack semen. **Theriogenology**, v. 47, p. 627-638, 1997.

GASTAL, M. O.; HENRY, M.; BEKER, A. R.; GASTAL, E. L.; GONÇALVES, A. Sexual behavior of donkey jacks: influence of ejaculatory frequency and season. **Theriogenology**, v. 46, p. 593-603, 1996.

GIGUERE, S.; KNOWLES, H. A. J.; VALVERDE, A.; BUCKI, E.; YOUNG, L. Accuracy of indirect measurement of blood pressure in neonatal foals. **J. Vet. Internal Med.**, v. 19, p. 571-576, 2005.

GUCCIONE, J.; PIANTEDOSI, D.; DiLORIA, A.; VENEZIANO, V.; CIARAMELLA, P. Long-term Electrocardiography Recording with Holter Monitoring in 15 Donkeys. **J. Equine Vet. Sci.**, v. 34, p. 302-306, 2014.

GUZZETTI, S.; MAGATELLI, R.; BORRONI, E.; MEZZETTI, S. Heart rate variability in chronic heart failure. **Auton. Neurosci.**, v. 90, p.102-105, 2001.

HENRY, M.; FIGUEIREDO, A. E.; PALHARES, M. S.; CORYN, M. Clinical and endocrine aspects of the oestrus cycle in donkeys (*Equus asinus*). **J. Reprod. Fertil.**, Suppl. 35, p. 297-303, 1987.

HENRY, M.; LODI, L. D.; GASTAL, M. M. F. O. Sexual behaviour of domesticated donkeys (*Equus asinus*) breeding under controlled or free range management systems. **Appl. Anim. Behav. Sci.**, v. 60, p. 263-276, 1998.

INFORMATIVO AGROPECUÁRIO COOPERCITRUS. Jumentos Pêga, mulas e burros: revelações do agronegócio brasileiro. **Inform. Agropec. Coopercitrus**, v. 22, n. 267, p. 14-23, 2009.

JEPSON, R. E.; HARTLEY, V.; MENDEL, M.; CANEY, S. M.; GOULD, D. J. et al. A comparison of CAT Doppler and oscillometric memoprint machines for noninvasive blood pressure measurement in conscious cats. **J. Feline Med. Surg.**, v. 7, p. 147-152, 2005.

KAMATH, M. V.; FALLEN, E. L. Power Spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function. **Crit. Rev. Biomed. Eng.**, v. 21, n. 3, p. 245-311, 1993.

KISERUD, T. Physiology of the fetal circulation. **Semin. Fetal Neonatal Med.**, v. 10, n. 6, p. 493-503, 2005.

KNOTTENBELT, D. C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J. E. **Equine neonatology medicine and surgery**. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004. p. 369.

KOJOURI, G. A.; REZAKHANI, A.; TORIKI, E. The effects of verapamil hydrochloride on electrocardiographic (ECG) parameters of domestic donkey (*Equus asinus*). **J. Equine Vet. Sci.**, v. 27, p. 499-503, 2007.

KOVÁCS, L.; TŐZSÉR, J.; SZENCI, O.; PÓTI, P.; KÉZÉR, F. L.; RUFF, F.; GÁBRIEL-TŐZSÉR, G.; HOFFMANN, D.; BAKONY, M.; JURKOVICH, V. Cardiac responses to palpation per rectum in lactating and nonlactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 97, n. 11, p. 6955-6963, 2014.

LODI, L. D.; HENRY, M.; COSTA, M. J. R. P. Behavior of donkeys (*Equus asinus*) breeding horse mares (*Equus caballus*) at pasture. **Biol. Reprod. Monogr.**, v. 1, p. 591-598, 1995.

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

MALIK, K.; FARRELL, T.; CRIPPS, T.; CAMM AJ. Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: Selection of optimal processing techniques. **Eur. Heart J.**, v. 10, n. 2, p. 1060-1074, 1989.

MARCHANT-FORDE, R. M.; MARLIN, D. J.; MARCHANT-FORDE, J. N. Validation of a cardiac monitor for measuring heart rate variability in adult female pigs: accuracy, artefacts and editing. **Physiol. Behav.**, v. 80, n. 4, p. 449-458, 2004.

MARIANTE, A. S.; CAVALCANTE, N. **Animais do descobrimento: raças domésticas da história de Brasil**. Brasília: Embrapa Sede/Embrapa Recurso Genéticos e Biotecnologia, 2006. 274 p.

MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A.; PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; McMANUS, C. Manutenção, enriquecimento e caracterização de raças naturalizadas, visando a identificação de alelos relacionados a caracteres produtivos. **Circ. Téc. EMBRAPA**, 2004.

MAY, L. E.; KNOWLTON, J.; HANSON, J.; SUMINSKI, R.; PAYNTER, C.; FANG, X.; GUSTAFSON, K. M. Effects of Exercise During Pregnancy on Maternal Heart Rate and Heart Rate Variability. **PM R.**, v. 8, p. 611–617, 2016.

McDONNELL, S. M. Reproductive behavior of stallions and mares: comparison of free-running and domestic in-hand breeding. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 60-61, p. 211-219, 2000.

MEYER, S.; SANDER, J.; GRÄBER, S.; GOTTSCHLING, S.; GORTNER, L. Agreement of invasive versus noninvasive blood pressure in preterm neonates is not dependent on birth weight or gestational age. **J. Pediatr. Child Health**, v. 46, n. 5, p. 249-254, 2010.

MOHR, E.; LANGBEIN, J.; NURNBERG, G. Heart rate variability: a noninvasive approach to measure stress in calves and cows. **Physiol. Behav.**, v. 75, p. 251-259, 2002.

MONTANO, N.; COGLIATI, C.; SILVA, V. J. D.; GNECCHI-RUSCONE, T.; MALLIANI, A. Sympathetic rhythms and cardiovascular oscillations. **Auton. Neurosci.**, v. 90, p. 29-34, 2001.

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

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

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

NEVES, E. M.; COSTA, G. M. J.; FRANÇA, L. R. Sertoli cell and spermatogenic efficiencies in Pêga Donkey (*Equus asinus*). **Anim. Reprod.**, v. 11, n. 4, p. 517-525, 2014.

NUNES-COSTA, V. **Cardiotocografia computadorizada em gestantes com diabetes mellitus**: os efeitos da glicemia capilar materna na frequência cardíaca fetal. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, C. M. M. **Variabilidade da Frequência Cardíaca Materna no 1º Trimestre de Gestação**. 2014. Relatório final de estágio (Mestrado em Tecnologia Biomédica) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.

PALMER, E.; DRIANCOURT, M. A. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. **Theriogenology**, v. 13, n. 3, p. 203-216, 1980.

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

PARRY, B. W. Practical assessment of the circulatory status of equine colic cases. **Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.**, v. 8, p. S236, 1986.

PERDIGÃO-OLIVEIRA, F. R. A.; AUGUSTO, C.; GRASSO, P. L.; SOUZA, H.; BAUDET, G. J. A. Eritrograma normal de jumentos *Equus asinus* das raças Purosangue Italiana e Brasileira de 1 a 2 anos de idade. **Bol. Ind. Anim.**, v. 31, n. 2, p. 325-329, 1974.

PEREIRA, E. Z. **Contribuição das eletrocardiografias convencional, Holter e de alta resolução no diagnóstico da cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito dos cães da raça Boxer**. 2011. 37 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

PODELL, M. Use of blood pressure monitors. In: BONAGUARA, J. D. **Kirk's**

**current veterinary therapy XI**: small animal practice. Philadelphia: W. B. Saunders, 1992. p. 834-837.

PORCIELLO, F.; BIRETONI, F.; CONTI, M. B.; MARINETTI, C.; ANTOGNONI, M. T.; FRUGANTI, G. Blood pressure measurements in dogs and horses using the oscillometric technique: personal observations. **Vet. Res. Commun.**, v. 28, p. 367-369, 2004.

PORGES, S. W. Cardiac vagal tone: a physiological index of stress. **Neurosci. Behav. Rev.**, v. 19, p. 225-233, 1995.

PUMPRLA, J.; HOWORKA, K.; GROVES, D.; CHESTER, M.; NOLAN, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Int. J. Cardiol.**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.

QUEVEDO, D. A. C. **Análise eletrocardiográfica e da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bovinos da raça Holandesa variedade preto e branco**. 2015. 132 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Unesp, Botucatu, São Paulo, 2015.

REIS, F.; BASTOS, G.; MESQUITA, T.; ROMEU, L.; NOBREGA, L. Disfunção parassimpática, variabilidade da frequência cardíaca e estimulação colinérgica após enfarto agudo do miocárdio. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 70, n. 3, p. 193-199, 1998.

REZAKHANI, A.; YAZDANMEHR, M. M. The normal electrocardiographic parameters of the domestic donkey (*Equus asinus*). **Zentralbl. Veterinarmed. A**, v. 24, p. 672-679, 1977.

RIBEIRO, E. M. F. T. **Análise da variabilidade da frequência Cardíaca em atletas de B.T.T**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Biocinética) - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, 2012.

RIBEIRO, J. P.; MORAES FILHO, R. S. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev. Bras.**

**Hipertens.**, v. 12, n. 1, p. 14-20, 2005.

RIBEIRO, M. A. S.; FIORI, H. H.; LUZ, J. H.; PIVA, J. P.; RIBEIRO, N. M. E.; FIORI, R. M. Comparação de técnicas não invasivas para medir a pressão arterial em recém-nascidos. **J. Pediatr.**, v. 87, n. 1, p. 5762, 2011.

RIBEIRO, T. F.; CUNHA, A.; LOURENÇO, G. C. D.; MARAES, V. R. F. S.; CATAL, A. M.; GALLO-JÚNIOR, L.; SILVA, E. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em dois voluntários de meia-idade, um coronariopata e outro saudável – Relato de caso. **Rev. Soc Cardiol.**, v. 1, n. A, p. 1-10, 2000.

ROBINSON, E. N. **Current therapy in equine medicine**. 6. ed. Philadelphia: Saunders, p.396, 2006.

ROCHA, A. N.; LOPES, E. P.; GUIMARAES, J. D.; SIQUEIRA, J. B.; TORRES, C. A. A.; PINHO, R. O.; CARVALHO, G. R. Taxas de prenhez e perda embrionária precoce em programa comercial de transferência de embriões (TE) em éguas da raça Mangalarga Marchador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 17, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2007. p. 160.

SANTAROSA, B. P.; LOURENÇO, M. L. G.; DANTAS, G. N.; ULIAN, C. M. V.; HECKLER, M. V. T.; SUDANO, M. J.; GONÇALVES, R. C.; CHIACCHIO, S. B. Electrocardiographic parameters of the American Miniature Horse: influence of age and sex. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 36, n. 6, p. 551-558, 2016.

SAYERS, B. M. Analysis of heart rate variability. **Ergonomics**, v. 16, p. 17-32, 1993.

SCHONBOM, H.; KASSENS, A.; HOPSTER-IVERSEN, C.; KLEWITZ, J.; PIECHOTTA, M.; MARTINSSON, G.; KIBLER, A.; BURGER, D.; SIEME, H. Influence of transrectal and transabdominal ultrasound examination on salivary cortisol, heart rate, and heart rate variability in mares. **Theriogenology**, v. 83, n. 4, p. 749-56, 2015.

SERRES, C.; RODRIGUEZ, A.; ALVAREZ, A. L.; SANTIAGO, I.; GABRIEL, J.;

GÓMEZ-CUÉTARA, C.; MATEOS, E. Effect of centrifugation and temperature on the motility and plasma membrane integrity of Zamorano-Leonés donkey semen. **Theriogenology**, v. 58, p. 329-332, 2002.

SIIMES, A. S.; VÄLIMÄKI, I. A.; ANTILA, K. J.; JULKUNEN, M. K.; METSALA, T. H.; HALKOLA, L. T.; SARAJAS, H. S. Regulation of heart rate variation by the autonomic nervous system in neonatal lambs. **Pediatr. Res.**, v. 27, n. 4, p. 383-391, 1990.

STEPHENSON, R. B. Fisiologia cardiovascular. In: KLEIN, B. G. **Cunningham tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2013. p.158-260.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

TAKASE, B.; KITAMURA, H.; NORITAKE, M.; NAGASE, T.; KURITA, A.; OHSUZU, F.; MATHUOKA, T. Assessment of diabetic autonomic neuropathy using twenty-four-hour spectral analysis of heart rate variability. **Jpn. Heart J.**, v. 43, n. 2, p. 127-135, 2002.

TASK FORCE. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 93, p. 1043-1065, 1996.

VANDERWALL, D.K. Early embryonic loss in the mare. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n.11, p. 691-702, 2008.

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. **Physiol. Behav.**, v. 92, p. 293–316, 2007.

WAIBLINGER, S.; BOIVIN, X.; PEDERSEN, V.; TOSSI, M.; JANCZAK, A. M.; VISSER, K.; JONES, R. B. Assessing the human-animal relationship in farmed species: a critical review. **Appl. Anim. Behav. Sci.**, v. 101, p. 185-242, 2006.

WOODS JR, J. R.; DANDAVINO, A.; MURAYAMA, K.; BRINKMAN 3rd, C. R.; ASSALI, N. S. Autonomic control of cardiovascular functions during neonatal development and in adult sheep. **Circ. Res.**, n. 40, p. 401-407, 1977.