

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 BOVINOS
DA RAÇA NELORE

HELENA MARIA KIEL FRANCISCO PETILLO

Botucatu – SP
2020

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 BOVINOS
DA RAÇA NELORE

HELENA MARIA KIEL FRANCISCO PETILLO

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

Orientador: Prof.Dr. Simone Biagio Chiacchio

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Petillo, Helena Maria Kiel Francisco.

Avaliação eletrocardiográfica e da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bovinos da raça nelore / Helena Maria Kiel Francisco Petillo. - Botucatu, 2020

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

Orientador: Simone Biagio Chiacchio

Capes: 50501062

1. Bezerro. 2. Eletrocardiografia. 3. Variabilidade do batimento cardíaco. 4. Nelore (Bovino).

Palavras-chave: Bezerro; Bovino; Cardiologia; Eletrocardiograma; Nelore.

Nome do Autor: Helena Maria Kiel Francisco Petillo

Título: AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA E DA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BOVINOS
DA RAÇA NELORE

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 Lucia Gomes Lourenço

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia - UNESP – Botucatu/SP

Prof. Ass. Dr. Luis Souza Lima de Souza Reis

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária - UNOESTE – Presidente Prudente/SP

Data da Defesa: 24 junho de 2020.

DEDICATÓRIA

Á minha família, por todas as vitórias e derrotas até chegar neste dia. Em especial ao meu avô Sinésio por todo amor e carinho que na simplicidade foi fundamental.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, por me proporcionar o dom da vida, uma família maravilhosa e oportunidades de obter conhecimento.

Aos meus pais Jonas e Maria Aparecida por me incentivarem e lutarem junto comigo pelos meus sonhos.

Aos meus irmãos Marcos e José Gabriel por estarem comigo todos os dias alegres e tristes desta vida, auxiliando e mostrando a importância do amor e união.

Ao meu noivo Felipe, por me incentivar e auxiliar na execução deste trabalho, não me deixando desistir nos momentos difíceis e por todo amor, carinho e respeito.

A minha Vó Zilda, pelo apoio, carinho e por permitir a realização deste projeto.

Ao professor Dr. Simone por aceitar me orientar neste projeto, ser um incentivador, amigo, conselheiro, sempre com paciência e carinho.

Aos funcionários Diego, Virgílio e Cláudio por ajudarem na execução deste projeto, tendo paciência, compreensão.

Aos membros desta banca professora Dra. Maria Lúcia e professor Dr. Luis por aceitarem fazer parte desta banca, pelas sugestões e correções.

Aos animais do projeto por me permitirem utiliza-los durante o experimento e que assim este projeto fosse executado.

Aos membros do SIF 3243 por me incentivarem e terem paciência durante esta caminhada.

À todos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu-SP, que diretamente e indiretamente contribuíram para este trabalho.

A CAPES o presente trabalho foi realizado com o apoio desta instituição.

À Pós-graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- UNESP, Campus de Botucatu-SP.

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

LISTA DE ABREVIATURA

ACTH- HORMONIO ADRENOCORTICOTRÓFICO

AD – ÁTRIO DIREITO

AE – ÁTRIO ESQUERDO

BPM – BATIMENTO POR MINUTO

CRH – HORMONIO LIBERADOR DE CORTICOTROFINA

DC – DÉBITO CARDÍACO

ECG – ELETROCARDIOGRAMA

PF2 α – PROSTAGLANDINA F2 ALFA

FC - FREQUÊNCIA CARDÍACA

FIV – FERTILIZAÇÃO IN VITRO

HHa – HIPOTALAMICO- HIPOFISÁRIO ADRENAL

IATF – INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

ms – MILISSEGUNDOS

mV – MILIVOLTS

NAV - NÓ ATRIO VENTRICULAR

PAS – PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

SNA – SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

SNC - SISTEMA NERVOSO CENTRAL

SRAA – SISTEMA RENINA ANGIOTENSINA ALDOSTERONA

FIV – FERTILIZAÇÃO IN VITRO

VD – VENTRÍCULO DIREITO

VE – VENTRÍCULO ESQUERDO

VFC - VARIABILIDADE DA FREQUENCIA CARDÍACA

VE – VENTRÍCULO ESQUERDO

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I	12
REVISÃO DE LITERATURA.....	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 IMPORTÂNCIA DOS BOVINOS e da RAÇA NELORE, NO BRASIL	17
2.2 ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES DURANTE A GESTAÇÃO	19
2.3 ELETROCARDIOGRAMA	24
2.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	26
3. JUSTIFICATIVA	30
4. OBJETIVOS	31
4.1 Objetivos gerais.....	31
4.2 Objetivos específicos.....	31
REFERÊNCIAS.....	32
CAPÍTULO II	41
Artigo.....	41
Avaliação eletrocardiográfica em vacas (pós-parto) e bezerros neonatos da raça Nelore	43
Frequência e variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bovinos da raça nelore.	57
CAPÍTULO III	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIA	74

PETILLO, H.M.K.F. - AVALIAÇÃO ELETROCARDIOGRÁFICA E DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE. Botucatu, 2020.p.75. Dissertação(Mestrado)–Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

A pecuária no Brasil evolui a cada ano buscando avanços genéticos como, animais mais rústicos e precoces. A raça Nelore é à base do rebanho comercial de corte brasileiro, correspondendo a cerca de 80% do rebanho nacional, e ainda com poucos estudos sobre o período pré o pós-natal de bezerros desta raça que é extremamente adaptada às condições climáticas, resistência a ecto e endo parasitas, além de boa fertilidade mesmo em condições de escassez de alimento de alta qualidade. Buscando técnicas que proporcionam menor estresse no monitoramento gestacional, o acompanhamento via avaliação da frequência cardíaca materna fetal e a variabilidade da frequência cardíaca estão em desenvolvimento. A importância de procedimentos adequados durante as fases que antecedem o parto, período pré-natal e o período neonatal diminuem a mortalidade dos neonatos, melhorando a assistência veterinária neste momento crítico. Assim este estudo teve como objetivo avaliar parâmetros clínicos, índices eletrocardiográficos (ECG) e de variabilidade cardíaca (VFC) em vacas (n=10) (período pré e pós parto) e nos fetos (n=10), 35 dias pré parto, e na fase neonatal até 35 dias de idade. Os momentos de análise foram 35°, 28°, 21°, 14°, 7 ° 1° dia antes do parto e ao 1°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias pós-parto. Os neonatos apresentaram boa adaptação com o avançar da idade, foram verificadas poucas alterações no ECG desta categoria, com isso verificou-se que bezerros saudáveis se adaptam bem as alterações da fase fetal para a neonatal, resultando na diminuição da frequência cardíaca com o passar das semanas.

Palavras-chaves: cardiologia, bovino, eletrocardiograma, bezerro, nelore.

PETILLO, H.M.K.F. - ELECTROCARDIOGRAPHIC EVALUATION AND VARIABILITY OF THE MATERNAL, FETAL AND NEONATAL HEART PHASE IN NELORE BREEDS. Botucatu, 2020. p.75.Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

Livestock in Brazil evolves every year looking for genetic advances such as more rustic and precocious animals. The Nelore breed is based on the commercial Brazilian beef bank, corresponding to about 80% of the national bank, and still with few studies on the pre or post-natal period of calves of this breed which is extremely adapted as climatic conditions, ecto resistance. and endo parasites in addition to good fertility even in conditions of scarcity of high quality food. Seeking techniques that provide less stress on pregnancy monitoring, or monitoring via maternal heart rate and heart rate variability are under development. The importance of the procedures used during the phases that precede birth, the prenatal period and the neonatal period decrease the mortality of neonates, improving veterinary assistance at this critical moment. Thus, this study aimed to evaluate clinical criteria, electrocardiographic indexes (ECG) and cardiac variability (HRV) in cows (n = 10) (pre and postpartum period) and in calves (n = 10), 35 days before delivery. pregnancy, and in the neonatal phase until they reach 35 days of life The moments of analysis were 35 °, 28 °, 21 °, 14 °, 7 ° 1 ° day before participating and on the 1 °, 7 °, 14 °, 21, 28 and 35 days postpartum. The newborns showed good adaptation with advancing age, less changes in the ECG were verified in this category, with this it was verified whether calves adapt as well as changes in the fetal to neonatal phase, resulting in a decrease in heart rate over the weeks.

Keywords: cardiology, bovine, electrocardiogram, calf, nelore

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro tem em torno de 214 milhões de cabeças (IBGE, 2018), dentre estes cerca de 80% corresponde ao gado Nelore, a figura 1 mostra como o rebanho bovino brasileiro evolui com o decorrer dos anos. Segundo a FAO (2018), o Brasil exporta pouco mais que 20% de sua produção total a diferentes países do mundo.

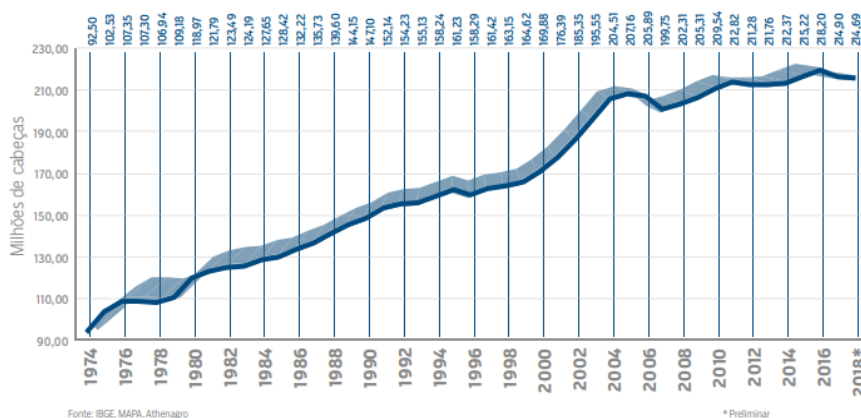


FIGURA 1 – Evolução do rebanho bovino brasileiro, em milhões de cabeça. Fonte: IBGE, MAPA,(2018)

A raça Nelore é originária da Índia, como neste país os animais são parte de cultos religiosos, não são destinados à alimentação assim a raça foi extremamente utilizada como produtora de leite e como transporte de itens pesados. No Brasil a raça se disseminou rapidamente, pois as boas condições climáticas e alimentação permitem o foco em produção de carne. A raça se sobressai por possuir como importante característica a rápida capacidade de responder a estímulos zootécnicos, o que permite um melhoramento genético rápido e eficaz (ABCZ, 2019).

A raça é caracterizada por ter pelagem branca ou em tons acinzentado, são robustos, sadios e fortes, com pele bastante escura, oleosa, macia e flexível. Em relação ao mercado consumidor de carne bovina é uma raça que atende o que se exige, com animais médios, ossatura fina e com isso um rendimento de carcaça interessante à indústria. Adaptou-se facilmente ao clima do Brasil, por apresentarem pelos mais grossos à resistência a ectoparasitas, são também bastante tolerantes a temperaturas elevadas. Animais bem manejados são bastante dóceis. De acordo com um relatório da *World Resources Institute (WRI)*(2018), realizado na Polônia, o mundo terá que dobrar sua produção de carne até 2050, para suprir a alta demanda, e com certeza o Nelore está incluso nas raças que irão continuar a aumentar a produção e qualidade (WRI,2018). Importantíssimo será então assegurar a sanidade dos rebanhos e também o bem estar dos bezerros.

Segundo Sartori, et.al. (2008) alguns aspectos são importantes na reprodução bovina além dos itens relacionados ao sêmen e as técnicas utilizadas durante a inseminação ou monta natural, alterações em ambiente uterino e de oviduto e qualidade ovocitária podem alterar índices de fecundação ou até mesmo de desenvolvimento do embrião. Fatores nutricionais, genéticos, metabólicos ou infecciosos podem comprometer gametas, fecundação, viabilidade embrionária e fetal.

O diagnóstico de gestação em fêmeas bovinas é realizado por meio de palpação retal ou ultrassonografia transretal, também há a possibilidade de exames laboratoriais, entretanto bem pouco utilizado (FERREIRA et.al., 2011; TRIANA et.al, 2012).

Um método possível para monitorar e acompanhar a prenhez é a avaliação da frequência e da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) fetal permitindo assim um acompanhamento e consequentemente monitoramento materno fetal (KLEIGER, STEIN, BIGGER, 2005; QUEVEDO, 2015). Técnica essa adequada a ser utilizada em animais de alto valor zootécnico, cuja a monitoração gestacional é desejável.

Fundamental para o manejo das fêmeas prenhes e dos fetos é compreender os efeitos cardiovasculares em um animal durante à gestação (DENNIS et al., 2010). As adaptações fisiológicas são necessárias devido a

mudanças que as fêmeas em gestação estão sujeitas, entretanto não são bem elucidadas na literatura, disponível principalmente quanto se trata de bovinos de corte. A frequência cardíaca (FC) está entre os parâmetros que mostram bem-estar fetal (ADAM-SBRENDEMUEHL; PIPERS, 1987; NAGEL et al., 2010), com isso monitorá-la pode ser útil para detectar alterações sobre viabilidade fetal (ADAMS-BRENDEMUEHL; PIPERS, 1987; BASKA-VINCZE et al., 2015).

Na década de 70, Too et.al. (1966) relataram o eletrocardiograma na espécie bovina, chegando a ser descrito como método excepcional para se detectar gestação em bovinos a partir 150 dias de gestação (PARKES; COLLES, 1977; BUSS et al., 1980), fosse ela única ou gemelar, demonstrando também variações no intervalo QRS com o avançar da gestação. Segundo o estudo, as variações no intervalo QRS, aparecem com o avanço da gestação porque o desenvolvimento do coração do feto está quase completo e o mecanismo de ativação torna-se estável.

O eletrocardiograma (ECG) fetal é um método indispensável para determinar se o feto está ou não vivo, além de ser imprescindível para diagnosticar arritmias. Do mesmo modo há uma relação entre o desenvolvimento fetal e as mudanças na FC do feto (TOO et al., 1966, TOO 1984, SATO et al., 1988). Segundo Chung et. al. (1983) é de vital importância monitorar continuamente a gestação de bovinos e consequentemente verificar a viabilidade fetal. Além de verificar a saúde e a viabilidade fetal, a VFC também fornece informações sobre o estágio de desenvolvimento do sistema nervoso autônomo e estresse (HOPSTER, BLOKHUIS, 1994; HOPSTER, O'CONNELL, BLOKHUIS, 1995; PUMPRLA et al., 2002; THAYER et al., 2012; TRENK et al., 2015; QUEVEDO, 2016).

A variabilidade da frequência cardíaca é uma técnica não invasiva que permite inquirir o funcionamento do sistema nervoso autônomo e em especial verificar o equilíbrio entre a atividade vagal e simpática (VON BORELL et al., 2007).

Kovács et al (2015) observaram que em vacas holandesas houve uma diminuição da atividade parassimpática entre 12-24 horas e a última hora antes do início do parto com sinais de agitação. Os autores concluíram que a VFC se

altera imediatamente nos primeiros sinais do parto assim como o aumento da FC, há um aumento da atividade vagal e diminuição da atividade simpática. Após 4-8 horas pós-parto observa-se retorno a normalidade do SNA.

Desta forma, os objetivos do presente estudo foram avaliar os índices eletrocardiográficos e variabilidade da frequência cardíaca durante a fase materno-fetal-neonatal em seis momentos pré-parto e seis momentos após o parto em bovinos da raça nelore.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DOS BOVINOS e da RAÇA NELORE, NO BRASIL

A pecuária possui grande importância na economia brasileira e começou a ser desenvolvida no século XVI, na terceira década após o início do processo de colonização. A atividade exerceu forte influência na expansão econômica, destacando-se com as exportações e, também, pelo consumo no mercado interno. A atividade pecuária continua sendo praticada, em grande parte, no sistema tradicional de criação, ou seja, o gado é criado solto em pastagens naturais ou plantadas no sistema extensivo, alguns avanços na pecuária ocorreram a partir da década de 1960 (EUCLIDES FILHO, 2007).

Nas últimas décadas, porém, foram introduzidas novas técnicas produtivas na pecuária bovina, mas tais avanços ainda são limitados, pois muitos pecuaristas do Centro-Sul do país têm concedido as suas terras em arrendamento para o cultivo de produtos que proporcionam maior rentabilidade por área cultivada, a exemplo dos grãos, notadamente soja e milho, da cana-de-açúcar e da silvicultura, principalmente eucalipto para a produção de celulose. A pecuária bovina desloca-se progressivamente para as novas áreas de fronteira agrícola, em substituição às áreas anteriormente florestadas, ao mesmo tempo em que há a redução do rebanho paulista e de vários estados da região Nordeste do país (EUCLIDES FILHO, 2007).

Evolução o avanço a pecuária bovina no Brasil, desde o início do processo de colonização do território brasileiro a atividade pecuária

desempenhou papel importante na estrutura produtiva. Inicialmente foi primordial no abastecimento dos núcleos urbanos e, posteriormente, expandiu-se em direção ao sertão nordestino, onde o gado passou a ser criado solto em pastagens naturais. Os primeiros bovinos foram introduzidos na Capitania de São Vicente (São Paulo) em 1534, enviados de Portugal por Dona Ana Pimentel, esposa e procuradora de Martim Afonso de Sousa. Em 1535, Duarte Coelho introduziu os bovinos em Pernambuco; posteriormente outros donatários fizeram o mesmo (ADAS, 1983). De acordo com o mesmo autor, dentre os fatores que levaram a introdução e expansão do gado bovino no Nordeste, destacaram-se: a) relevo sem barreiras, facilitando os deslocamentos do gado; b) abundância de pastagens naturais; c) depósitos de sal-gema, importantes para a alimentação do gado; d) disponibilidade de água do rio São Francisco; e) exigência de reduzidos investimentos para a composição e custeio dos rebanhos e; f) mercado consumidor garantido tanto para o couro como para a carne, representado pelos engenhos.

A outra direção que toma a progressão das fazendas de gado depois de atingido o rio São Francisco, é para o Norte. No sul do Brasil, a criação de bovinos foi desenvolvida inicialmente pelos padres jesuítas, nas missões próximas ao rio Uruguai. Com o tempo, a criação se multiplicou, espalhando-se por toda a região Sul, o que originou várias estâncias. Com o passar dos anos a bovinocultura foi melhorando, com avanços em tecnológicas como alimentação, sanidade e melhoramento genético com raças mais adaptadas e produtivas. Hoje o rebanho atual é composto por 214 milhões de cabeças, IBGE (2018), sendo destes 80% zebus e 20% taurinos (ABCZ, 2018).

- **O rebanho da raça Nelore no Brasil**

A trajetória que transformou o Ongole indiano no Nelore brasileiro começa na primeira metade do século XIX, de quando datam os primeiros registros de desembarque no país de zebuínos originários da Índia (DA SILVA, 2012).

A história descreve que a primeira aparição do Nelore no Brasil teria ocorrido em 1868 quando um navio, que se destinava à Inglaterra, ancorou em

Salvador com um casal de animais da raça a bordo. Os animais teriam sido comercializados, e permaneceram aqui (ABCZ, 2018).

Dez anos depois, em busca de animais exóticos para trazer ao Brasil, Manoel Ubelhart Lembgruber teve contato com a raça Ongole durante uma visita ao zoológico de Hamburgo, na Alemanha, e de lá promoveu a importação de um casal de animais da raça, em outubro de 1878. Posteriormente, outras partidas oriundas diretamente da Índia aportaram no Rio de Janeiro. A raça Nelore foi então se expandindo aos poucos, primeiro no Rio de Janeiro e, em seguida, São Paulo e Minas Gerais. Em 1938, com a criação do Registro Genealógico, começaram a definir as características raciais do Nelore (DA SILVA, 2012; ABCZ, 2018).

As duas últimas e significativas importações durante este período de expansão do nelore no Brasil foi de reprodutores Nelores e aconteceram entre os anos de 1960 e 1962. Nesse período desembarcaram no país, em Fernando de Noronha, onde foram submetidos a quarentena, grandes genearcas como Kavardi, Golias, Rastã, Checurupadu, Godhavari, Padu e Akasamu que são a base formadora das principais linhagens de Nelore (ABCZ, 2018).

Hoje, estima-se que o Brasil possui um rebanho com mais de 214 milhões de bovinos de corte e leite criados a pasto, dos quais 80% do gado de corte é Nelore ou mestiço de Nelore o que equivale a mais de 100 milhões de cabeças (IBGE, 2018).

O Nelore brasileiro, além de ser considerado hoje como um patrimônio legitimamente nacional, produz carne saudável e natural, exportada para mais de 146 países e cada vez mais demandada por consumidores esclarecidos do mundo todo (ABCZ, 2018).

2.2 ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES DURANTE A GESTAÇÃO

No período gestacional ocorrem adaptações no organismo materno necessárias para o crescimento e desenvolvimento embrionário e fetal. As alterações circulatórias durante o período gestacional concentram-se principalmente na elevação do volume sanguíneo, do débito cardíaco (DC) e FC e redução da PAS. Também ocorrem alterações do endotélio vascular, do

fluxo sanguíneo e fatores de coagulação (HALL et al., 2011; ALMEIDA et al., 2017).

O estrógeno e a progesterona são hormônios que também influenciam as modificações no período gestacional. Os efeitos da progesterona acarretam em redução da tonicidade da musculatura lisa em órgãos maternos, incluindo os vasos sanguíneos, aumento de temperatura e de gordura corporal, auxílio na lactação e estimulação do centro respiratório, elevando assim a frequência respiratória e a amplitude respiratória. Por outro lado, os efeitos do estrogênio incluem: retenção de líquido como ação compensatória da retenção de sódio, flexibilidade das articulações, homeostase do cálcio e conjuntamente com a prolactina auxilia na lactação (WALTERS, 1998; SOMA-PILLAY et al., 2016).

O volume sanguíneo eleva-se durante a gestação em mulheres em torno de 45-50% acima de valores não gravídicos, sendo estimulado pelo estrogênio e mediado pelo sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), o que resulta em retenção de sódio e água. Existe um consenso de que o DC aumenta cerca de 40% durante a gestação em mulheres, porém o tempo decorrido desse aumento e a contribuição relativa da FC e do volume sistólico permanecem controversos, sendo possíveis causas para essa modificação as variações no DC entre os indivíduos e os métodos distintos empregados para as avaliações (HUNTER, ROBSON, 1992).

A atividade elevada do SRAA ocorre no início da gestação com aumento progressivo do volume plasmático até 28 à 30 semanas. À medida que a produção de estrogênio aumenta também aumenta a produção de angiotensinogênio. Essa ativação mantém a PA e auxilia na retenção de sódio e água, uma vez que a dilatação arterial sistêmica e renal materna (resultando em perda de sódio e água) poderia promover impactos negativos no sistema cardiovascular (LUMBERS, PRINGLES, 2014).

O processo de adaptação, ao meio extrauterino, é dependente da ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, sendo mediado principalmente, pelo cortisol, um potente estimulador do metabolismo (WOOD, 1999; SMITH, 2006), no entanto, o mesmo pode ser suprimido quando em casos de parto distócicos, devido à possibilidade de ocorrer à síndrome asfixia/hipóxia neonatal (Ray et al., 1992).

Esta adaptação fisiológica do neonato à vida extrauterina decorre durante as primeiras horas após o nascimento, em humanos, considera-se completa quando os sinais vitais, a capacidade de alimentação e as funções gastrointestinal e renal estão normais (TEIXEIRA et al., 2007).

Durante a vida intrauterina, os pulmões do feto estão preenchidos por líquidos, mantendo um volume próximo do da capacidade residual funcional (SINHA, 2006). Com o início do trabalho de parto há a estimulação da produção de adrenalina fetal e tireotrofina materna, que induzem as células do epitélio pulmonar a absorver o líquido existente no espaço alveolar, é um processo que envolve uma série de eventos mecânicos e de transporte iônico. Com a introdução de ar nos alvéolos cria-se uma interface ar/líquido, na qual o surfactante tem um papel importante de diminuir a tensão de superfície, facilitando a expansão alveolar na inspiração e impedindo um colapso de pequenos alvéolos na expiração(SINHA, 2006).

Ao nascimento, após a primeira insuflação de ar para os pulmões, normalmente há diminuição da resistência arteriolar e aumento do fluxo sanguíneo pulmonar. A pressão arterial sistêmica torna-se superior a pressão arterial pulmonar. Com a diminuição da resistência vascular pulmonar, aumento da pressão na aurícula esquerda e diminuição na aurícula direita ocorrem então o fechamento do forame oval. Durante os primeiros dias de vida, ocorre uma diminuição progressiva da pressão arterial pulmonar com o aumento concomitante da pressão aórtica, levando ao fechamento do canal arterial. (SINHA, 2006).

A circulação fetal é marcadamente diferente da circulação no adulto. A circulação fetal é estruturada para suprir as necessidades de um organismo em crescimento rápido num ambiente de hipóxia relativa. A única conexão entre o feto e o meio externo é a placenta, que possui a função de suprir nutrientes, retirar produtos de degradação e realizar trocas gasosas (ELDERSTONE, 1980; HASS et al., 2017). Os pulmões fetais estão cheios de líquido, oferecendo alta resistência ao fluxo sanguíneo. A placenta contém grandes vasos venosos, funcionando como uma fístula arteriovenosa com baixa resistência ao fluxo sanguíneo sistêmico. Enquanto que na vida extra-uterina os ventrículos trabalham em série, com o débito cardíaco do ventrículo direito

(VD) igualando aquele do esquerdo, no feto, através de quatro desvios principais - o forame oval, o ducto arterioso, a placenta e o ducto venoso, os ventrículos trabalham em paralelo (RUDOLPH, 1970; ACHARYA, 2004).

O sangue oxigenado proveniente da placenta chega ao feto através da veia umbilical. Esse sangue passa principalmente (45%) através do ducto venoso do fígado fetal. O sangue venoso portal se mistura com este e, conseqüentemente, o sangue da veia cava inferior é menos saturado do que o sangue da veia umbilical. Ainda assim, com aproximadamente 70% de saturação de O₂, esse sangue é o mais oxigenado de todo o retorno venoso, tendo a veia cava superior uma saturação de aproximadamente 40% (ANDERSON, 1985). Segundo o mesmo autor, o sangue da cava inferior representa aproximadamente 70% do volume total do retorno venoso. Este chega ao átrio direito (AD) e é parcialmente (33%) dirigido para o átrio esquerdo (AE) através do forame oval.

A energia cinética do fluxo sanguíneo da veia cava inferior é a principal responsável pela manutenção da do forame oval no feto, já que as diferenças nas pressões médias da veia cava, AD e AE são mínimas (ANDERSON, 1985; MIELKE, BENDA, 2001). O restante do fluxo de retorno da cava inferior mistura-se ao retorno da veia cava superior e seio coronário e passa para o VD. O sangue que chega ao AE e daí ao ventrículo esquerdo e a aorta ascendente, artérias coronárias e cérebro é, conseqüentemente, o mais saturado com aproximadamente 65% em relação a uma saturação de 55% no VD, que será direcionado através do canal arterial para a parte inferior do corpo do feto (LIEBMAN, 2010).

O istmo da aorta recebe apenas 10% do débito cardíaco total e, pelo seu estreitamento fisiológico, “separa” o fluxo entre a aorta ascendente e a descendente (ELDERSTONE, 1979). O baixo fluxo pulmonar fetal é mantido à custa da elevada resistência vascular pulmonar. Vários fatores estimulam esta vasoconstrição como acidose, catecolaminas alfa-adrenérgicas e estimulação nervosa simpática, porém não há dúvidas que a hipóxia é o principal fator determinante da vasoconstrição pulmonar fetal. Devido à alta resistência ao fluxo sanguíneo pulmonar, apenas uma pequena (aproximadamente 7% do débito cardíaco combinado) de sangue circula pelos pulmões, o restante é direcionado, através do canal arterial para a aorta descendente

(KNOTTENBELT, 2004). Embora o VD (60%) apresente um débito cardíaco superior ao do VE (40%) na vida intra-uterina, há evidências anatômicas e ecocardiográficas de que o desenvolvimento destas cavidades são semelhantes durante toda a gestação (MURPHY, 2005).

A resposta gerada pelo organismo envolve a secreção de glicocorticoides. Essa resposta é desencadeada pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HHA), com o hormônio liberador de corticotrofinas (CRH), secretado pelo hipotálamo e consequente liberação de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela adenohipófise. Especial atenção tem sido dada à interpretação dos níveis de cortisol e suas flutuações (MOBERG; MENCH, 2000). A resposta do cortisol em recém-nascido está relacionada com a presença de estressores representados por estímulos intrínsecos e sensoriais. Estímulos intrínsecos incluem os níveis de glicose, saturação de oxigênio, pressão arterial e temperatura. Nos mamíferos, o cortisol promove a adaptação a várias condições fisiológicas como a gestação, o parto (APOSTOLAKIS et al., 1994), o início da lactação e a maturação dos sistemas e órgãos fetais (MOSTL; PALME, 2002).

Nas últimas semanas de gestação, mudanças significativas ocorrem nas concentrações de cortisol, progesterona, estradiol, prostaglandina F2 α e prolactina (STEVENSON, 2007). Essas alterações nas concentrações hormonais ocorrem principalmente em resposta ao aumento da produção de monoamina oxidase (MAO) pelo feto, uma enzima que degrada serotonina. O cortisol interfere em diversos sistemas metabólicos, como a utilização da glicose e o catabolismo de gordura e proteínas, além de incitar alterações de frequência cardíaca e pressão arterial (MOBERG, 2000).

A glicose é um componente sanguíneo que indica o metabolismo energético do animal. Em idades iniciais os bezerros têm alta absorção de glicose intestinal, devido à ingestão de leite. O nível de glicose nas vacas tende a ser menor no terço final da gestação (KANETO, 2004). Sabe-se que o feto *in útero* demanda glicose como maior fonte de energia. Entretanto, no momento do parto, a glicemia tem um aumento agudo, talvez devido ao estresse. No período posterior ao parto os níveis caem de novo, especialmente na primeira semana (BATCHELDER et al., 2007).

2.3 ELETROCARDIOGRAMA

O eletrocardiograma (ECG) é um método de baixo custo, não invasivo e de fácil realização a campo, sendo considerado o melhor método para se identificar arritmias, pois é um registro do potencial elétrico nas diferentes fases do ciclo cardíaco (ROBERTSON, 1990; SWENSON & REECE, 1993). O ECG gera ondas as quais refletem as ocorrências elétricas manifestando-as pelas ondas P, Q, R, S e T, este registra o gráfico da superfície do corpo por potenciais elétricos gerados pelo músculo cardíaco, o miocárdio; para gerar estes potenciais elétricos é necessário o posicionamento de eletrodos por diferentes partes do corpo (OYAMA et al., 2014).

A derivação base-ápice é comumente utilizada em cavalos, uma vez que é bem tolerada pelos animais, produz complexos grandes, que facilitam a interpretação, diagnostica com precisão as arritmias cardíacas (LOON & PATTESON, 2011) e tem sido utilizado na avaliação do desempenho de cavalos submetidos a exercícios intensos e constantes (ALBERNAZ, 2011). Em bovinos e pequenos ruminantes, poucas informações são disponíveis para considerar esse exame totalmente confiável para diagnósticos de doenças cardíacas (Mendes Neto, 2004). Nenhum sistema de derivações eletrocardiográficas foi universalmente aceito para uso em animais de grande porte. Derivações bipolares (I, II, III), unipolares aumentadas (aVR, aVL, aVF), torácica exploratória, basopical e sistema de derivações ortogonais (X, Y, Z) foram descritas; mas a amplitude, duração e configuração das diferentes formas de onda variam amplamente, dependendo de raça, dimensões, tipo do corpo e sexo do animal. Além disso, há uma habilidade de certas formas de onda dentro de cada animal, dependendo do nível de exercício, da excitação ou da moléstia cardíaca orgânica. Portanto, em grandes animais, dentre os sistemas acima citados, normalmente opta-se por um dos três sistemas mais simples, que são: “base-ápice” ou basoapical; bipolar de membro único; e de derivação Y segundo Mendes et al. (2001) estabeleceram diferentes métodos de execução do exame e padrões eletrocardiográficos normais para bovinos de origem européia (*Bos taurus taurus*). Dentre eles, o sistema tradicional de derivação de membros, baseado no triângulo de Einthoven, que consiste em derivações bipolares padronizadas nos membros I, II e III, e derivações

unipolares aumentadas nos membros aVR, aVL e aVF. Em 2008, de Oliveira e colaboradores padronizaram a técnica de execução e os parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bos taurus indicus*) da raça Nelore, pode-se concluir que a técnica de colocação dos eletrodos nos membros é de fácil execução.

O ciclo cardíaco é representado entre as ondas P e T, sendo a onda P é a primeira deflexão representada, a qual é formada pela sobreposição das ondas de despolarização do AD seguida do AE. Alterações na onda P visualizadas na derivação II refletem o aumento atrial (SWENSON & REECE, 1993). O sinal elétrico de origem sinusal segue pelos feixes internodais até o nó atrioventricular (NAV), onde ocorre o atraso elétrico, e fica registrado como o intervalo PR. A despolarização do miocárdio, dos ventrículos e do septo interventricular, gera quatro vetores equivalentes que são registrados no ECG como o complexo QRS. Como resultado da ação de mecanismos compensatórios, o coração pode se remodelar frente a desafios de pressão. O resultado desse remodelamento é a hipertrofia cardíaca, a qual é evidenciada por modificação das ondas QRS (FILIPPI, 2011; MARTIN-CLEMENTE, 2010). Após a despolarização ventricular, inicia-se uma fase de repolarização precoce do ventrículo, ponto J, que termina com o início da onda T, caracterizando o segmento ST. O ponto J (juncional) do registro eletrocardiográfico localiza-se imediatamente após o fim do complexo QRS. Esse segmento terá sua duração computada junto ao intervalo QT, medindo-se apenas a sua amplitude, pois, embora seja esperado um segmento isoelétrico, pode apresentar leves elevações (supradesníveis) e depressões (infradesníveis) (GOODWIN, 2005; MARTIN-CLEMENTE, 2010).

O intervalo QT representa toda a atividade elétrica dos ventrículos e possui uma relação inversamente proporcional à frequência cardíaca (FC), ou seja, estará aumentado nos casos de baixa FC e diminuído, na alta (GOODWIN, 2005). A repolarização do miocárdio ventricular é representada pela onda T, contudo é uma deflexão muito variável nas diversas derivações podendo se apresentar positiva, negativa ou isoelétrica. Mesmo tão variável não deve apresentar milivoltagem maior que 25% da onda mais evidente do complexo QRS (MARTIN-CLEMENTE, 2010; TILLEY, SMITH JR, 2016).

Cedeno et al. (2016) realizaram estudos eletrocardiográficos, materno, fetal e neonatal em vacas da raça holandesa sendo uma ferramenta útil para o conhecimento do padrão eletrocardiográfico de bovinos. Entretanto o presente estudo visa estudar bovinos da raça nelore que possui manejo e condições diferentes de criação.

2.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

As mudanças no intervalo ou distância entre um batimento e o seguinte representa a variabilidade da frequência cardíaca. Este intervalo entre um batimento e outro é o tempo entre uma onda R e a seguinte, em milissegundos, podendo ser extremamente variável num intervalo de tempo. O SNA mede as variações entre os batimentos cardíacos consecutivos, intervalo R-R, os quais são descritos pela variabilidade da frequência cardíaca. Este é sensível para indicar alterações clínicas em diferentes situações, como em repouso, movimento normal ou em altos níveis de estresse (BOWEN, 2010).

O Sistema Nervoso Autônomo controla em partes o sistema cardiovascular, o qual fornece nervos aferentes e eferentes ao coração, como terminações simpáticas em toda extensão do miocárdio e parassimpáticas para o nodo sinusal, miocárdio do átrio e nodo atrioventricular (STEPHENSON, 2017). A frequência cardíaca possui variações que são definidas como variabilidade da frequência cardíaca as quais são normais e esperadas, pois indicam habilidade cardíaca a responder estímulos ambientais bem como fisiológicos (KOVÁCS et al., 2015).

A análise da VFC é a capacidade de avaliar o status cardíaco e do Sistema Nervoso Autônomo, responsável pela regulação da atividade cardíaca. A VFC primariamente emerge da atividade originada dos ramos individuais do SNA, que por sua vez é influenciada por mecanismos neuronais, hormonais e outros mecanismos fisiológicos de controle e “feedback” (SAUL, 1990). O Sistema Nervoso Central (SNC), em particular a formação reticular da medula oblonga (centro de circulação medular), o hipotálamo e as áreas neocorticais e paleocorticais também participam em todos os níveis de regulação cardiovascular (BORREL et al., 2007).

Nagel et al. (2011) avaliaram a frequência e a VFC em fetos equinos a partir do terço médio da prenhez até o parto. O estudo visou detectar alterações na regulação da atividade cardíaca ao longo do tempo e estabelecer valores durante a gestação. Os autores observaram que por volta dos 173 dias de gestação foi possível realizar a eletrocardiografia fetal. A frequência cardíaca 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 do parto, a FC e a VFC permaneceram constantes e não foi possível obter uma previsão de início de trabalho de parto. Apenas nos últimos 30 minutos antes do nascimento, em quatro animais, a FC diminuiu e o intervalo RR aumentou.

Nagel et al. (2012) estudaram a FC bem como a VFC materna fetal e neonatal em equinos, a fim de determinar alterações na atividade simpátovagal, antes e após o parto, em éguas com idade gestacional de aproximadamente 339 dias. A FC materna permaneceu constante durante os últimos dias de prenhez, porém diminuiu um dia após o parto, enquanto que a VFC não se alterou. No feto e no neonato, a FC aumentou após o nascimento, indicando um aumento das exigências sobre o sistema cardiovascular, relacionada à vida extrauterina.

Nagel et al. (2014) para avaliar a resposta ao estresse do parto, analisaram a FC, VFC, catecolaminas e cortisol em éguas prenhes. A FC diminuiu duas horas pré-parto (51 bpm) e duas horas pós-parto (41 bpm). Os índices de VFC alteraram durante o tempo e atingiram os maiores valores 15 minutos depois do parto. Foram encontrados maior quantidade de bloqueios atrioventriculares 15 minutos antes e 45 minutos após o nascimento do potro. Os autores concluíram que o parto em éguas é dominado pela atividade parassimpática ao invés da simpática.

Devem-se excluir batimentos prematuros ou compensatórios, para se avaliar corretamente o exame (CALVERT, 1998). Há duas formas de avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), para os dados obtidos em períodos curtos deve ser utilizada no domínio da frequência e os dados obtidos em longos períodos devem ser avaliados pelo domínio do tempo (XHYHERI, 2010).

Alfonso et al. (2018) realizaram um estudo observando a variabilidade da frequência cardíaca materno-fetal e neonatal em equinos da raça Paint Horse

na qual observaram que a VFC fetal e neonatal quando comparadas aos animais adultos, mostram que há predomínio do sistema nervoso autônomo parassimpático na fase fetal e do SNA simpático na fase neonatal até 3º/4º semanas a partir de então inicia-se modulações entre os dois sistemas.

Os intervalos RR de um determinado período são aferidos para verificar o domínio do tempo da VFC.

Sassi e colaboradores (2015) estudaram e descreveram os valores a serem avaliados e estes são:

- SDNN – Desvio padrão dos intervalos RR normais de um espaço de tempo
- DANN – desvio padrão das médias dos intervalos RR normais a cada 5 minutos
- RMSSD – raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais subsequentes.
- pNN50 – expressa a porcentagem dos intervalos RR subsequentes com diferença de duração maior que 50 ms.

Em relação ao domínio da frequência se utiliza com maior frequência os componentes estudados por MARAES et al. (2010):

- HF (*High frequency*) – com variação entre 0,15 – 0,4 Hz, que corresponde à modulação respiratória e pode indicar influência do nervo vago sobre o coração.
- LF (*Low frequency*) – com variação entre 0,04 – 0,15 Hz, que demonstra ação conjunta vagal e simpática, sobretudo do último, sobre o coração.
- LH/HF – essa relação reflete as alterações e consequente balanço simpato-vagal sobre o coração.

Diversos fatores podem influenciar e gerar variações sobre a VFC tais como forma física, sexo, categoria animal, idade, peso, estes dados podem

auxiliar a métodos de diagnóstico (AUBERT et al. 2003). Importante saber que a VFC pode sofrer alterações em diferentes situações como estresse e o período de adaptação neonatal (BERNARDI et al., 2000; ALFONSO, 2018). A VFC também pode auxiliar na avaliação clínica de pacientes com quadros hipertensivos, diabéticos, após infartos agudos no miocárdio em humanos (THAYER et al, 2010; AGARWAL et al, 2017).

Na fase final da gestação há um aumento das demandas do feto em desenvolvimento representando um adicional para o metabolismo materno. As exigências metabólicas elevadas na mãe podem afetar o bem-estar fetal e o resultado da gestação (VONNAHME et al., 2003). A relação entre SNA e VFC, em humanos, é descrita como resultante de alterações imunológicas, hormonais, inflamatórias bem como hemodinâmicas. O peso materno e dieta podem provocar modificações intrínsecas metabólicas. A frequência respiratória (FR) tem grande influência sobre a VFC. Durante a gestação esta se eleva. No entanto, alguns autores referem redução da VFC durante a gestação, porém esse fato não pode ser explicado apenas por alterações respiratórias (STEIN et al., 1998).

Trenket al. (2015) em seu estudo visando avaliar o comportamento da VFC em bovinos no período gestacional e a VFC fetal observaram que a frequência cardíaca (FC) em vacas pluríparas reduziu nove semanas antes do parto enquanto a frequência cardíaca (FC) não se alterou durante esse período em novilhas primíparas. Em contraste com a FC, os índices SDNN e RMSSD não apresentaram alterações significativas nas últimas 14 semanas de gestação, porém o SDNN foi superior nas vacas em relação as novilhas, sugerindo maior tônus simpático e/ou tônus vagal inferior nas vacas. Os autores ainda referiram que os resultados em bovinos estão de acordo com estudos em equinos, que mostraram um aumento contínuo da FC materna, mas nenhuma alteração na VFC entre o dia 270 da gestação e o parto. Nesses estudos, a FC reduziu a partir da 14ª semana antes do parto até a semana do nascimento. A idade gestacional é, portanto, um importante fator determinante da FC no feto bovino, e, segundo os autores, o aumento da VFC fetal com a gestação contínua podem ser interpretado

como um sinal de regulação cada vez mais complexa da atividade cardíaca (TRENK et al., 2015).

Assim como em equinos e em humanos, as mudanças na VFC fetal observadas no final da gestação em vacas indicaram maturação da ação reguladora do SNA. O comportamento da VFC nos fetos bovinos no estudo em comparação com fetos equinos (NAGEL et al., 2016b), provavelmente, reflete o início precoce da maturação do SNA do feto em bovinos em comparação com os equinos. Embora a maturação do SNA fetal seja semelhante em novilhas e vacas, a ativação simpato-adrenal concomitante pode resultar em uma redução ou nenhuma alteração na VFC (TRENK et al., 2015).

Abreu, (2019), realizou um estudo na qual concluiu que a VFC é útil á avaliação de búfalas e seus bezerros tanto na fase fetal e neonatal, fornecendo elementos importantes à avaliação cardíaca bem como do sistema nervoso autônomo.

3. JUSTIFICATIVA

As diversas modificações orgânicas quando se trata de sistema cardiovascular podem ocorrer durante a gestação e na fase neonatal, portanto a técnica de eletrocardiograma é tida como pouco invasiva e é capaz de descrever o comportamento e a adaptação sofrida pelo sistema cardiovascular durante este período, particularmente no que diz respeito a eletrofisiologia cardíaca. Assim é plausível realizar um inquérito sobre a atividade do Sistema Nervoso Autônomo com o uso dos índices de variabilidade da frequência cardíaca no pré e pós-parto em vacas da raça Nelore, sendo possível verificar tais adaptações, sendo uma ferramenta útil a nível hospitalar ou com animais de alto valor zootécnico.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivos gerais

Estudo eletrocardiográfico e a variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bovinos adultos (vacas) no terço final da gestação e neonatos (do nascimento até seis semanas), ambos da raça Nelore.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal, seis semanas antes do parto e seis semanas após o nascimento.

REFERÊNCIAS

ABCZ, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU, 2018
Disponível em: <http://www.abcz.org.br/> Acesso em: NOVEMBRO 2019

ABCZ, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU, 2019
Disponível em: <http://www.abcz.org.br/Home/Conteudo/23985-Racas-Zebuinas>
Acesso em: Janeiro 2020

ACHARYA, G., ERKINARO, T., MAKIKALLIO, K., LAPPALAINEN, T., RASANEN, J., 2004. Relationships among Doppler-derived umbilical artery absolute velocities, cardiac function, and placental volume blood flow and resistance in fetal sheep. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 286, H1266–1272

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

ADAS, M.. *Panorama Geográfico do Brasil*. São Paulo: Moderna, 1983.

AGARWAL, S. K., NORBY, F. L., WHITSEL, E. A., SOLIMAN, E. Z., CHEN, L. Y., LOEHR, L. R., ... & ALONSO, A. Cardiac autonomic dysfunction and incidence of atrial fibrillation: results from 20 years follow-up. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 69, n. 3, p. 291-299, 2017.

ALBERNAZ, R. M. et. al. Respostas eletrocardiográficas de equinos ao treinamento com base na curva velocidade-lactato determinada em esteira rolante. *Ciência Animal Brasileira*, v. 12, n. 1, p. 163-171, 2011.

ALFONSO, A. et al. Avaliação da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal e sua variabilidade em equinos da raça Paint Horse. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 38, n. 3, p. 551-557, 2018.

ALMEIDA, V.T.; USCATEGUI, R.A.R.; da SILVA, P.A.; AVANTE, M.L.; SIMÕES, A.P.R.; VICENTE, W.R.R. Hemodynamic gestational adaptation in bitches. *Cienc.Rural*, v.4, n.7, p.1-6, 2017.

ANDERSON, P.B; PAISLEY, L.G.; MICKELSEN, W.D. Mechanisms and therapy for retained fetal membranes and uterine infections of cows: review, *Theriogenology*. v. 25, n. 3, p. 353-81, 1985

APOSTOLAKIS, E. M.; LONGO, LAWRENCE D.; YELLON, STEVEN M. Cortisol feedback regulation of pulsatile ACTH secretion in fetal sheep during late gestation. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, v. 267, n. 4, p. E521-E527, 1994.

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

BASKA-VINCZE, B.; BASKA, F.; SZENCI, O..Fetal heart rate and fetal heart rate variability in Lipizzaner broodmares. *Acta Veterinaria Hungarica*, v. 63, n. 1, p. 89-99, 2015.

BATCHELDER C.A., BERTOLONI M., MASON J.B., MOYER A.L., HOFFER K.A., PETKOV S.G., FAMULA T.R., ANGELOS J., GEORGE L.W. & ANDERSON G. B. 2007. Perinatal Physiology in cloned and normal calves: physical and clinical characteristic. *Cloning Stem Cells* 9(1):63-82.

BERNARDI, L., WDOWCZYK-SZULC, J., VALENTI, C., CASTOLDI, S., PASSINO, C., SPADACINI, G., & SLEIGHT, P..Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 35, n. 6, p. 1462-1469.

BOWEN, M. *Cardiology of the horse*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2010, 294 p

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

CALVERT, C. A. Heart rate variability. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, v. 28, n. 6, p. 1409-1427, 1998.

CEDENO, D A. et al. Electrocardiogram assessment using the Einthoven and base-apex lead systems in healthy Holstein cows and neonates. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, p. 1-7, 2016.

CHUNG BH, SATO K, KUSABA H. 1983. Studies on foetal electrocardiogram in cattle. *Journal of Tokyo Veterinary and Animal Science* 31, 11–17.

DENNIS A., ARHANGHELSCHI I., Simmons S. & Royse C. 2010. Prospective observational study of serial cardiac output by transthoracic echocardiography in healthy pregnant women undergoing elective caesarean delivery. *Int. J. Obstet. Anesth.* 19(2):142-148. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijoa.2009.06.007>.

DE OLIVEIRA, P. et al. Padronização da técnica de execução e parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos adultos (*Bostaurus indicus*) da raça Nelore. *Revista Ceres*, v. 55, n. 3, p. 224-230, 2008.

EDELSTONE, D.I.; RUDOLPH, ABRAHAM M. Preferential streaming of ductus venosus blood to the brain and heart in fetal lambs. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 237, n. 6, p. H724-H729, 1979.

EUCLIDES FILHO, Kepler. Bovinocultura de corte no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, v. 16, n. 4, p. 121-128, 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT 2018. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>. Acesso em: 18 de agosto de 2019.

FERREIRA, R. M.; AYRES, H.; BARUSELLI, P.B.; et al. The low fertility of repeat-breeder cows during Summer heat stress is related to a low oocyte competence to develop into blastocysts. *J. Dairy Sci.* v. 94, p. 2383-2392, 2011.

FILIPPI, Maurício Gianfrancesco. Avaliação eletrocardiográfica ambulatorial de cães com ehrliquiose monocítica crônica. 2016.

GOODWIN J.K. 2005. Eletrocardiografia, p.39-65. In: Tilley L.P. & Goodwin J.K. (Eds), *Manual de Cardiologia para Cães e Gatos*. Roca, São Paulo. 489p.

HAAS, S., GHOSSEIN-DOHA, C., VAN KUJIK, S.M.J., Van Drongelen, J., Spaanderman, M. E. A., 2017. Physiological adaptation of maternal plasma

volume during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 49, 177–187.

HALL, M.; GEORGE, E.; GRANGER, J. The Heart During Pregnancy. *Rev. Esp. Cardiol.* v.64, p.1045-1050, 2011

HOPSTER, Hans; BLOKHUIS, Harry J. Validation of a heart-rate monitor for measuring a stress response in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 74, n. 3, p. 465-474, 1994.

HUNTER, S.; ROBSON, S.C. Adaptation of the maternal heart in pregnancy. *Br. Heart J.* v.68, p.540-543, 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Pesquisa da Pecuária Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em : Agosto de 2019.

KANETO, F. M. et al. Glicemia e “anion-gap” em bezerras sadias da raça Holandesa no primeiro mês de vida. *Ars Veterinaria*, v. 20, n. 3, p. 291-298, 2004.

KLEIGER, R.E.; STEIN, P.K.; BIGGER JR, J.T.; Heart Rate Variability: Measurement and Clinical Utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. v.10, n.1. p.88-101. 2005.

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

KOVÁCS, L. et al. Heart rate variability as an indicator of chronic stress caused by lameness in dairy cows. *PLoS One*, v. 10, n. 8, p. e0134792, 2015.

LIEBMAN, J. The normal electrocardiogram in the newborn and neonatal period and its progression. *Journal of electrocardiology*, v. 43, n. 6, p. 524-529, 2010.

LUMBERS, E.R., PRINGLE, K.G. Roles of the circulating renin-angiotensin aldosterone system in human pregnancy. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* v.306, p.R91–R101, 2014.

MARÃES, V. R. F. S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. *Revista andaluza de Medicina del Deporte*, v. 3, n. 1, p. 33-42, 2010.

MARTIN-CLEMENTE, R. et al. Fast technique for noninvasive fetal ECG extraction. *IEEE transactions on biomedical engineering*, v. 58, n. 2, p. 227-230, 2010.

MIELKE, G; BENDA, N. Cardiac output and central distribution of blood flow in the human fetus. *Circulation*, v. 103, n. 12, p. 1662-1668, 2001.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*, v. 1, p. 21, 2000.

MOBERG, G. P.; MENCH, Joy A. (Ed.). *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI, 2000.

MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. *Domestic animal endocrinology*, v. 23, n. 1-2, p. 67-74, 2002.

MURPHY, V. E. et al. Severe asthma exacerbations during pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*, v. 106, n. 5, p. 1046-1054, 2005.

NAGEL C., AURICH J. & AURICH C. 2011. Heart rate and heart rate variability in the pregnant mare and its foetus. *Reprod. Domest. Anim.* 46(6): 990–993.

NAGEL C., ERBER R., BERGMAIER C., WULF M., AURICH J., MOSTL E. & AURICH C. 2012. Cortisol and progesterone release, heart rate and heart rate variability in the pregnant and postpartum mare, fetus and newborn foal. *Theriogenology*. 78(4):759–767. NAGEL C., ERBER R., ILLE N., VON LEWINSKI M., AURICH

J., MOSTL E. & AURICH C. 2014. Parturition in horses is dominated by parasympathetic activity of the autonomous nervous system. *Theriogenology*, 82(1):160–168.

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.

OYAMA, D. et al. Investigation of Magnetic Interference Induced via Gradient Field Coils for Ultra Low Field MRI Systems. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2014, p. 042030.

PARKES, R. D.; COLLES, C. M. Fetal Electrocardiography in the mares as a practical aid to diagnosing singleton and twin pregnancy. *Vet Rec*, v. 100, p. 100-106, 1977

PUMPRLA J., HOWORKA K., GROVES D., CHESTER M. & Nolan J. 2002. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 84(1):1-14.

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. Botucatu, 2015. p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

ROBERTSON, S. A. Practical use of ECG in the horse. In *Practice*, v. 12, n. 2, p. 59-67, 1990.

RUDOLPH, A.M.; HEYMANN, M.A. Circulatory changes during growth in the fetal lamb. *Circ. Res.* v. 27, p. 289-299, 1970.

SARTORI, R. et al. Mortalidade embrionária na IA, TE, FIV e clonagem. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA*, v. 3, p. 175-194, 2008.

SATO K, KUSABA H, IGARASHI Y, SUZUKI T, KAWADA T. 1988. The optimum lead position for recording the foetal electrocardiogram in dairy cattle. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association* 41, 394–397.

SAUL, J.P. Beat-to-beat variations of heart-rate reflect modulation of cardiac autonomic outflow. *News Physiol. Sci.* v.5, p.32-37, 1990.

SINHA, S. K.; DONN, STEVEN M. Fetal-to-neonatal maladaptation. In: *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*. WB Saunders, 2006. p. 166-173.

SMITH, Bradford P. (Ed.). *Medicina interna de grandes animais*. Manole, 2006.

SMITH, F. W., TILLEY, L. P., OYAMA, M., & SLEEPER, M. M. (2015). *Manual of Canine and Feline Cardiology-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

SOMA-PILLAY, P.S., PIERCY, C.N., TOLPPANEN, H.E.L.I., MEBEBAZAA, A., 2016. Physiological changes in pregnancy. *Cardiovasc. J. Afr.* 27, 89–94.

STEPHENSON, R. B. Fisiologia cardiovascular. In: KLEIN, B.G. Cunningham – *Tratado de Fisiologia Veterinária*. Rio de Janeiro. Elsevier, seção III, 2017

STEVENSON, J. S. et al. Interventions after artificial insemination: conception rates, pregnancy survival, and ovarian responses to gonadotropin-releasing hormone, human chorionic gonadotropin, and progesterone. *Journal of dairy science*, v. 90, n. 1, p. 331-340, 2007.

SWENSON, M.J.; REECE, W. O. Water balance and excretion. *Dukes Physiology of Domestic Animals*. 11th ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, p.573-604, 1993.

TEIXEIRA, A.; ROCHA, G.; GUIMARÃES, H.. Transição fetal-neonatal no recém-nascido de muito baixo peso. *Acta Pediatr. Port*, v. 36, p. 250-256, 2007.

THAYER, J.F., AHS, F., FREDRIKSON, M., SOLLERS III, J.J., WAGER, D.T., 2012. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36, 747–756.

THAYER, J.F.; FREDRIK, A.; MATS, F.; SOLLERS III, J.J.; WAGER, T.D. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* v.36, p. 747-756, 2012.

TOO K, KANAGAWA H, KAWADA K. 1965. Foetal electrocardiogram in dairy cattle. Japanese Journal of Veterinary Research 13, 71–83.

TOO K. 1984. Electrocardiogram in dairy cattle: principle and application. Journal of the Hokkaido Veterinary Medical Association 28, 307–309.

TRENK, L., KUHLE, J., AURICH, C., NAGEL, C. 2015. Heart rate and heart rate variability in pregnant dairy cows and their fetuses determined by fetal maternal electrocardiography. Theriogenology. 84, 1405–1410.

TRIANA, E.; JIMENEZ, C. R.; TORRES, . Eficiência reprodutiva em bovinos de leite. 83ª Semana do Fazendeiro: Inovação e desenvolvimento social no campo. Viçosa, MG, 2012

VAN LOON, GUNTHER; PATTESON, MARK. Electrophysiology and arrhythmogenesis. Cardiology of the Horse E-Book, p. 59, 2011

VON BORELL, E.; LANGBEIN, J.; DESPRES, G. 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

VONNAHME, KIMBERLY A. et al. Maternal undernutrition from early to mid-gestation leads to growth retardation, cardiac ventricular hypertrophy, and increased liver weight in the fetal sheep. Biology of reproduction, v. 69, n. 1, p. 133-140, 2003.

WALTERS, W.A.W. Maternal Adaptation to Pregnancy. Princ. Med. Biol. v.12, p.183-209, 1998

WOOD, ELLEN G.; BATZER, FRANCES R.; CORSON, STEPHEN L. Ovarian response to gonadotrophins, optimal method for oocyte retrieval and pregnancy outcome in patients with vaginal agenesis. Human Reproduction, v. 14, n. 5, p. 1178-1181, 1999.

WRI World Resources Institute, 2018. Disponível em : <<https://www.wri.org/our-work/topics/food>> Acesso Julho 2019

XHYHERI, B., MANFRINI, O., MAZZOLINI, M., PIZZI, C., & BUGIARDINI, R..
Heart rate variability today. Progress in cardiovascular diseases, v. 55, n. 3, p.
321-331, 2012.

Capítulo II
Artigo

Trabalho a ser enviado para a revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Normas: <https://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>

Avaliação eletrocardiográfica em vacas e bezerros neonatos da raça Nelore

[Electrocardiographic evaluation in cows (postpartum) and newborn Nelore calves]

PETILLO, H.M.K.F.^{1*}; CHIACCHIO, S.B.²; LOURENÇO, M.L.G.³; SANTILI, F.V.⁴

¹Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

²Prof. Adj. Dr. – Departamento de Clínica Veterinária da FMVZ/Unesp – Botucatu.

³Profa. Ass. Dra. - Departamento de Clínica Veterinária – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

⁴Pós graduando em Produção e Reprodução de Bovinos -Quallitas - Piracicaba

*E-mail: helkiel@hotmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi descrever os parâmetros eletrocardiográficos nas derivações base ápice, em vacas pós-parto e em neonatos, verificando suas particularidades no período neonatal, em bezerros neonatos da raça Nelore. Foram avaliados 10 vacas no pré e pós-parto (6 semanas antes e 6 semanas depois do parto) e 11 neonatos, cujos exames foram realizados nos dias 0°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° após o nascimento. Para cada registro eletrocardiográfico foram analisadas a frequência cardíaca (FC), duração e amplitude de ondas e intervalos eletrocardiográficos. Realizou-se as seguintes avaliações em todos os momentos descritos anteriormente, assim a onda P (amplitude e duração), intervalos PR, complexo QRS (duração), amplitude das ondas R S, duração e polaridade da onda T, duração do intervalo RR. Conclui-se que há diferenças importantes comparando animais adultos e neonatos.

Palavras chaves: bovino, cardiologia, ECG.

Abstract

The aim of the present study was to describe the electrocardiographic parameters in the apex-based leads, in postpartum cows and in newborns, verifying their particularities in the neonatal period, in newborn Nelore calves. 10 cows were evaluated in the pre and postpartum period (6 weeks before and 6 weeks after delivery) and 11 newborns, whose tests were performed on days 0 °, 7 °, 14 °, 21 °, 28 ° and 35 ° after the birth. For each electrocardiographic record, heart rate (HR), duration and amplitude of waves and electrocardiographic intervals were analyzed. The following evaluations were carried out at all times previously described, thus the P wave (amplitude and duration), PR intervals, QRS complex (duration), amplitude of the R S waves, duration and polarity of the T wave, duration of the RR interval. It is concluded that there are important differences when comparing adult and newborn animals.

Keywords: bovine, cardiology, ECG .

Introdução

A bovinocultura de corte passa ano após ano por transformações e inúmeros investimentos em melhoramento genético, qualidade e precocidade animal. Assim é importantíssimo que a gestação seja acompanhada para evitar perdas gestacionais, e melhorar a assistência perinatal de animais com altos valores zootécnicos.

O eletrocardiograma é uma importante ferramenta, para detectar enfermidades e anormalidades cardíacas e pulmonares, termorreguladoras e metabólicas que se refletem na eletrofisiologia cardíaca (SMITH, 2006), além de se tratar de um método de diagnóstico pouco invasivo e oneroso, e também de fácil execução. Este exame, ECG, permite detectar alterações na condução elétrica cardíaca, e também oferece informações sobre a oxigenação do miocárdio e influências no equilíbrio eletrolítico (ALFONSO, 2018).

O conhecimento dos padrões do ECG para cada espécie é indispensável para se avaliar e interpretar corretamente os dados (FREGIN, 1982). Existem poucos estudos com eletrocardiograma em animais de produção como bovinos, os estudos de Von Boreel, (2007) nos permite um direcionamento sobre padrões sobre a espécie, importante se atentar que há diferenças significativas entre adultos e neonatos tais como

aspectos da fisiologia cardiocirculatória, pressão arterial, resistência vascular periférica, débito cardíaco, a relação entre a massa do ventrículo esquerdo e direito, conformação anatômica do ventrículo esquerdo e a inervação do sistema nervoso autônomo (HINES, 2013).

Não há sistema de ECG específico para animais de produção como bovinos. Derivações bipolares (I, II, III, ápice-base) e derivações unipolares (aVF, aVR, foram descritos, mas a amplitude, duração e configuração das diferentes formas de onda variam amplamente, dependendo da raça, tamanho, corpo do animal, tipo e sexo (SHMAKOV & ROSHCHEVSKII 1995). O exame eletrocardiográfico configurações e separação da duração das fases, forma de onda facilita a interpretação do eletrocardiograma (ECG).

A avaliação do ECG deve ser de acordo com a idade do paciente. Com isso o objetivo foi avaliar o desenvolvimento eletrocardiográfico de neonatos bovinos da raça nelore e de suas mães. O intuito da pesquisa foi verificar a frequência cardíaca durante a gestação e no pós parto imediato, visando anormalidades cardíacas e evitar perdas de neonatos. O gado nelore é um gado com aptidão em corte, ou seja, na produção de carne, tendo um temperamento facilmente alterado e reativo a ações humanas comparadas ao gado holandes.

Material e Métodos

Ambiente

O estudo foi realizado no Sítio Rio do Peixe, município de Conchas, São Paulo com 1.219,6 km² de área, 656 metros de altitude, latitude de 23°05'55'', longitude de 48°55'3'', apresentando clima subtropical, com média climática de 20°C. Todos os experimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- Campus Botucatu/SP, sob o número de protocolo CEUA 0161/2018 que os procedimentos experimentais serão realizados. O termo de consentimento livre esclarecido foi assinado pelo proprietário.

Animais

Foram avaliados 11 bezerros neonatos da raça Nelore, nascidos por parto eutócico, produzidos pela técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Foram utilizadas 10 vacas da raça nelore escolhidas de maneira aleatória, tendo idade

média de 8 anos e peso de 500 kg. O diagnóstico de gestação foi realizado trinta dias após a IATF, através do método de ultrassonografia transretal.

As vacas foram vacinadas com BIOABORTOGEN®, BIOLEPTOGEN® (Rinotraqueíte Infecciosa Bovina, Diarreia viral Bovina, *Campylobacter fetus fetus*, *Campylobacter fetus venereal*, *Histophilus somni* e Leptospiroses, respectivamente), vermifugadas com Dectomax® (doramectina 1%). Os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria* cultivar marandu, com suplementação mineral no cocho (PRESENCE NUTRI®), durante o ano todo e água *ad libitum*. Todas as vacas passaram por exame clínico geral (temperatura, frequência cardíaca, frequência respiratória e coloração de mucosas, motilidade ruminal) e encontravam-se saudáveis durante o presente estudo.

Momentos de análise

Os exames eletrocardiográficos foram realizados nas vacas em seis diferentes momentos antes do parto (35°, 28°, 21°, 14°, 7°, 0°) e seis momentos após o parto (1°, 7°, 14°, 21°, 28°, 35°), momentos estes que foram realizados também nos bezerros neonatos. Os animais selecionados seriam os seguintes critérios: animais múltiparos, com peso aproximado de 500 kg, e tranquilos ao serem manejados em bretes durante os manejos da fazenda.

Exames eletrocardiográficos

Para os exames foi utilizado o eletrocardiograma computadorizado (TEB®, São Paulo, Brasil), nas derivações base ápice na derivação I, na velocidade de 50 mm/segundo e sensibilidade ajustada para 1 cm = 1 mV ao longo de um minuto. A derivação adotada no eletrocardiograma materno neonatal foi base ápice, na qual os eletrodos utilizados foram os autoadesivos os quais para serem fixados previamente foi realizada a tricotomia e a higienização com gaze umedecida com álcool, sendo os eletrodos verde e amarelo posicionados do lado esquerdo nas regiões do ápice cardíaco (entre o 5° e o 6° espaço intercostal esquerdo) e na região acima da articulação úmero rádio-ulnar esquerda, respectivamente.

Os eletrodos vermelho e preto foram acoplados no sulco da jugular do lado direito e na região da cernelha também do lado direito, respectivamente. As interpretações dos traçados eletrocardiográficos foram feitas na derivação II sendo

127 analisadas: duração das ondas P e T, complexo QRS, intervalos PR e QT em
128 milissegundos (ms); amplitude de P,R,T em milivoltagem (mV), frequência cardíaca
129 (bpm) e eixo elétrico cardíaco (graus). Alterações no ritmo cardíaco, na polaridade da
130 onda T. A duração de cada eletrocardiográfico foi de cinco minutos.

131 Os exames foram realizados em bretes de contenção, nas vacas, e em bezerros
132 com contenção manual, ambos em pisos emborrachados, para evitar quaisquer,
133 influência externa animais sempre mantidos em estação, nenhum método farmacológico
134 foi utilizado.

136 *Análise estatística*

137
138 O teste comparações múltiplas de Bonferroni (versão 9.1.3; SAS Institute, Cary,
139 NC, USA, 2006) foi utilizado para avaliar os parâmetros eletrocardiográficos durante os
140 momentos descritos. A técnica de análise não paramétrica de Friedman complementada
141 pelo teste de comparações múltiplas de Dunn (versão 9.1.3; SAS Institute, Cary, NC,
142 USA, 2006). Os resultados foram expressos onde a média e o desvio padrão tiveram 5%
143 de significância.

145 **Resultados**

146 Os partos ocorreram eutocicamente o tempo de gestação variou de 295 a 305
147 dias, nasceram 3 fêmeas e 8 machos.

148 Os valores médios e de desvio padrão, (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) para
149 frequência cardíaca, amplitude e duração dos parâmetros do ECG coletados pelo plano
150 base ápice estão na tabela 1 e 2 (vacas pré e no pós-parto) para as vacas e tabela 3 para
151 os neonatos.

152 As informações dos exames eletrocardiográficos no pré parto estão dispostos na tabela
153 1. Onde a frequência cardíaca ficou entre $78,8 \pm 13,9$ bpm, ligeiramente maior que os
154 valores de referência.

155 As vacas apresentaram FC $64,4 \pm 9,96$ bpm. Todas as vacas apresentaram ritmo
156 sinusal normal. Apresentaram uma frequência cardíaca normal 50 a 70 bpm (SMITH,
157 2006) e ciclo cardíaco completo. Conforme a tabela 2 e tabela 3, o intervalo RR durou
158 nas vacas $489,2 \text{ ms} \pm 149,91 \text{ ms}$ e nos neonatos $430,86 \pm 95,27$. A frequência cardíaca
159 média dos neonatos foi de $129,87 \pm 18,82$ batimentos por minuto.

A amplitude da onda R foi de $0,131 \pm 0,073 \text{ mV}$, nas vacas. Já amplitude da onda R nos neonatos foi de $0,144 \pm 0,053 \text{ mV}$. Nas vacas o intervalo de duração da onda T foi de $128,2 \pm 28,38 \text{ ms}$ e nos neonatos da intervalo da onda T foi de $112,42 \pm 14,0 \text{ ms}$, apresentando em sua maioria onda T positiva (tabela 2 e tabela 3)

Nas vacas a duração da onda P, que resulta da despolarização atrial foi de $88,61 \pm 12,66 \text{ ms}$.

A onda P apresentou-se positiva. A amplitude da onda P foi de $0,258 \text{ mV}$ e variou de $\pm 0,052$. A onda R teve $0,131 \pm 0,073 \text{ mV}$, e a S $0,316 \pm 0,194 \text{ mV}$ (tabela 2).

O complexo QRS, apresentou um intervalo de duração de $101,85 \text{ ms}$ variando conforme descrito na tabela 1.

Nos neonatos a onda P, apresentou-se também positiva. A amplitude da onda P foi de $0,331 \text{ mV}$ e variou de $\pm 0,08$. A onda R teve $0,144 \pm 0,053 \text{ mV}$. e a S $145,57 \pm 332,38 \text{ mV}$ (tabela 3). O complexo QRS corresponde a despolarização ventricular, apresentou um intervalo de duração de 74.01 ms variando conforme descrito na tabela 3.

Nos neonatos não houve diferença significativa na amplitude e duração nos seis momentos analisados conforme a tabela 4. Nas vacas também não foi observada quaisquer diferença significativa na frequência cardíaca e nos componentes do eletrocardiograma (tabela 3).

Os resultados obtidos nos intervalos PR, QT e nos segmentos ST do ECG das vacas e dos neonatos observados ao longo do estudo estão descritos na tabela 6 e 7 respectivamente.

O ritmo cardíaco observado foi sempre caracterizado como sinusal, pois os traçados sempre continham ondas P, R e T em frequência e distribuição constante.

Tabela 1 .Parâmetros eletrocardiográficos (média, desvio padrão, valor máximo e mínimo) na derivação base-ápice, em vacas da raça Nelore 6 semanas pré parto .

<i>Parâmetros</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>
<i>FC (bpm)</i>	10	$78,8 \pm 13,9$	58	105,6
<i>P (ms)</i>	10	$88,8 \pm 15,2$	61	114,6
<i>P (mv)</i>	10	$0,257 \pm 0,045$	0,177	0,349

<i>Intervalo PR (ms)</i>	10	178,8±38,4	122,1	264,3
<i>Complexo (QRS)</i>	10	107,2±29,4	74	209,1
<i>R (mv)</i>	10	0,114±0,03	0,061	0,209
<i>S (mv)</i>	10	0,449±0,159	0,230	0,862
<i>Intervalo QT (ms)</i>	10	385,7±47,2	308,8	462,6
<i>T (ms)</i>	10	125,5±18,9	91	165,5
<i>Intervalo RR (ms)</i>	10	522,0±140,6	293,1	779,5

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Tabela 2 .Parâmetros eletrocardiográficos (média, desvio padrão, valor máximo e mínimo) na derivação base-ápice, em vacas da raça Nelore do pós parto até 35 dias.

<i>Parâmetros</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>
<i>FC (bpm)</i>	10	64,4±9,96	49, 16	83,3
<i>P (ms)</i>	10	88,61±12,66	78, 83	110,5
<i>P (mv)</i>	10	0,258±0,052	0,173	0,333
<i>Intervalo PR (ms)</i>	10	188,3±43,29	132,66	276,83
<i>Complexo (QRS)</i>	10	101,85±17,60	77,16	131,16
<i>R (mv)</i>	10	0,131±0,073	0,05	0,309
<i>S (mv)</i>	10	0,316±0,194	0,244	0,786

<i>Intervalo QT (ms)</i>	10	441,51±44,31	366,16	515,5
<i>T (ms)</i>	10	128,2±28,38	93,5	191,66
<i>Intervalo RR (ms)</i>	10	489,2±149,91	349,5	737,5

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Tabela 3. Parâmetros eletrocardiográficos (média, desvio padrão, valor máximo e mínimo) na derivação base-ápice, em neonatos da raça Nelore do nascimento até 35 dias.

<i>Parâmetros</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>
<i>FC (bpm)</i>	11	129,87±18,82	99, 83	162,0
<i>P (ms)</i>	11	71,92±11,63	54	93,66
<i>P (mv)</i>	11	0,331±0,08	0,196	0,466
<i>Intervalo PR (ms)</i>	11	111,16±14,99	73,33	136,5
<i>Complexo (QRS)</i>	11	74,01±11,66	56,5	91,66
<i>R (mv)</i>	11	0,144±0,053	0,068	0,249
<i>S (mv)</i>	11	0,145± 0,332	0,369	1,062

<i>Intervalo QT (ms)</i>	11	258,87±30,57	208,83	307,16
<i>T (ms)</i>	11	112,42±14	89	136,3
<i>Intervalo RR (ms)</i>	11	430,86±95,27	308,5	515

212 Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de
 213 Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;
 214

215 **Tabela 4:** Variação da frequência cardíaca (bpm) e duração (s) das ondas P e T entre o
 216 primeiro dia pós parto até os 35 dias pós, em vacas da raça Nelore no plano base ápice.

	FC	P	T
Dias	Média	Média	Média
1	65,7±6,14	95,8±14,35	124,5±14,46
7	63,2±9,02	85,6±12,24	122,5±28,02
14	64,4±11,46	82,0±12,71	126,9±24,50
21	66,0±14,09	79,20±12,16	135,70±33,03
28	63,9±9,33	95,30±12,22	130,60±38,33
35	64,4±9,72	93,80±12,32	129,0±37,98

217 Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de
 218 Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;
 219

220

221 **Tabela 5:** Variação da frequência cardíaca e duração (s) das ondas P e T entre o
 222 primeiro dia e os 35 dias de idade em neonatos bovinos da raça Nelore

223

	FC	P	T
Dias	Média	Média	Média
1	142,36±18,41	74,09±8,81	119,09±18,86

7	142,27±17,37	65,90±10,18	105,72±12,88
14	123,72±21,54	74,27±9,96	113,27±8,41
21	130,90±18,38	73,18±12,69	117,0±16,86
28	118,72±17,19	67,18±13,17	108,54±12,29
35	121,27±20,07	76,90±14,99	110,90±13,70

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Tabela 6: Variação dos intervalos PR, QT e do complexo QRS o primeiro dia pós parto até os 35 dias pós, em vacas da raça Nelore na derivação II, pelo método base ápice.

	Intervalo PR	Intervalo QT	Complexo QRS
Dias	Média	Média	Média
1	199,40±45,59	440,90±44,20	113,60±15,97
7	181,20±43,35	455,70±54,11	101,20±22,37
14	176,10±35,88	445,10±55,58	101,20±12,63
21	178,20±28,40	451,10±13,00	102,40±22,89
28	200,20±52,45	439,40±57,08	102,70±16,83

35	194,70±54,10	416,90±41,99	90,0±14,95
----	--------------	--------------	------------

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Tabela 7 :Variação dos intervalos PR, QT e do complexo QRS entre o primeiro dia e os 35 dias de idade em neonatos bovinos da raça Nelore na derivação II, pelo método base ápice

	Intervalo	PR	Intervalo	Complexo
			QT	QRS
Dias	Média		Média	Média
1	111,63±13,78		236, 45±18,44	73,63±11,76
7	105,81±12,35		230, 63±22,17	69,18±13,97
14	110,81±13,22		278, 54±44,85	77,90±9,65

21	111,63±13,98	261,0±31,76	74,81±10,70
28	109,63±17,18	271,45±35,0	79,45±13,37
35	117,45±19,49	275,18±31,21	69,09±10,51

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Discussão

O eletrocardiograma é um método excelente para avaliar diferentes cardiopatias bem como falhas na condução elétrica. Nas vacas Nelore o método de escolha foi a base ápice, neste os animais ficaram mais tranquilos durante o transcorrer do exame, temperamento dos animais foi manejado e se adequando com o decorrer das semanas pelo manejo constante, sempre cuidando pelo bem estar animal bem como nas diretrizes pelas quais o projeto teve seu aceite pelo comitê de ética da instituição UNESP. Nas vacas não houve diferença significativa na amplitude das ondas P, R, S e T e nas durações dos intervalos PR, ST e QRS. A frequência cardíaca das vacas não apresentou diferença estatística no decorrer das seis semanas pós-parto.

Realizando a mesma avaliação de eletrocardiograma nos neonatos, derivação II, método base ápice não houve diferença estatística do nascimento até 35 dias de idade em amplitude e duração das ondas. Foi observado que a frequência cardíaca dos neonatos variou durante as semanas apresentando médias máximo de 130.90 bpm e mínima de 118.72 bpm.

Foi observado que em vacas pré parto há um pequeno aumento na frequência cardíaca mas sem significância estatística.

Os resultados analisados deste estudo permite afirmar que com o avanço da idade - nos 6 momentos- durante o primeiro mês de vida, ocorreram poucas alterações em duração e amplitude nos componentes do ECG. Os valores encontrados em neonatos

bovinos da raça nelore foram semelhantes ao encontrados por QUEVEDO (2019) em neonatos bovinos da raça holandesa preto e branco.

Foi observado que no método base ápice tanto em animais adultos quanto em neonatos houve uma diferença significativa na morfologia, amplitude e duração das ondas, isto por que com o avançar da idade a parede do ventrículo esquerdo e também o septo interventricular esquerdo aumentam (QUEVEDO 2019). O valor de $p < 0,05$ para diferença estatística.

Bovinos podem apresentar taquicardia sinusal sem apresentarem doenças cardíacas sendo normal a espécie. Entretanto se houver outros sinais de doença cardíaca associada esta taquicardia sinusal deve ser considerada.

Os traçados, obtidos do complexo QRS, apresentaram-se todos isoeletrícos permitindo calcular o eixo elétrico. Com isso foi verificado que o posicionamento dos eletrodos pelo método base ápice foi adequado para realizar o ECG tanto das mães quanto dos neonatos. Este estudo permitiu verificar informações únicas sobre ECG de bovinos criados a pasto, da raça Nelore, abrangendo adultos e neonatos buscando informações básicas sobre os parâmetros de ECG.

Conclusão

O estudo contribuiu com a literatura fornecendo informações de frequência cardíaca do gado Nelore bem como uma avaliação clínica que pode ser utilizada em animais internados em hospitais ou em fazendas com animais superiores geneticamente.

Referências

- Alfonso, A., Cruz, R. K. S., Gonçalves, R. C., Chiacchio, S. B., & Lourenço, M. L. G. Electrocardiographic evaluation in pregnant mares and neonate foals of Paint Horse breed. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 11, n. 4, p. 205-212, 2018.
- Fregin G.F. 1985. *North Am.* 1(2):419-432.
- Hines, Michael H. Neonatal cardiovascular physiology. In: *Seminars in pediatric surgery*. WB Saunders, 2013. p. 174-178.
- Quevedo, D. A. C. et al. Associação entre frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, cortisol, glicose e eletrólitos em bezerros recém-nascidos

- 308 saudáveis. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 6, p. 1922-
309 1928, 2019.
- 310 Shmakov D.N. &Roshchevskii M.P. 1995. The formation of cardiac-electric-field
311 potentials on the surface of the heart and torso in vertebrate animals.Fiziol.Zh. Im. I.M.
312 Sechenova 81(10):51-8.
- 313 Smith, Bradford P. (Ed.). Medicina interna de grandes animais. Manole, 2006.
- 314 Von Borell, E., Langbein, J., Després, G. et al., 2007.Heart rate variability as a measure
315 of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm
316 animals -- a review.Physiol. Behav. 92, 293-316.

Frequência e variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bovinos da raça nelore.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a evolução da frequência cardíaca e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em vacas, fetos e em neonatos da raça Nelore. Os índices de FC e VFC foram avaliados por eletrocardiografia materno fetal. No domínio do tempo foram avaliados intervalo RR, SDNN e RMSSD. No domínio da frequência foram avaliados os valores de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF) e a relação LF/HF. As medidas materno fetais foram realizadas em seis momentos pré - parto e as medidas neonatais foram realizadas em seis momentos após o parto. Os índices da VFC em relação ao domínio do tempo, apresentaram significativa diferença entre os estágios fetal e neonatal, o SDNN não apresentou alterações significativas, o RMSSD teve um aumento significativo ($6,74 \pm 5,73$ ms a $9,23 \pm 8,37$ ms) respectivamente o dia que antecedeu o parto e o pós parto, ($p < 0,05$). A frequência cardíaca e o intervalo RR diferiram entre o dia que antecedeu o parto $118,72 \pm 17,19$ bpm e $426,40 \pm 67,46$ bpm ($p < 0,05$) e primeiro dia após o parto ($121,27 \pm 20,07$ bpm e $428,10 \pm 32,0$ ms). Os neonatos apresentaram um aumento ao longo do tempo em RMSSD e SDNN mostrando um aumento gradativo até vinte oito dias após o parto. Não foram observadas mudanças significativas nos índices de intervalo RR, RMSSD e SDNN maternos entre os momentos analisados. No entanto houve diminuição significativa na FC materna. A relação LF/HF mostrou reduções significativas até o momento do parto, porém após o parto houve aumento significativo. Reduções no SDNN fetal refletem uma mudança em direção a um domínio mais compreensivo, simpático, provavelmente devido ao estresse. SDNN neonatal e RMSSD apresentaram tendências crescentes ao longo do tempo, refletindo a ativação do nervo vagal, o que pode indicar um nível decrescente de carga de estresse e também relacionado a maturação do balanço simpato vagal. Após o parto, aumento significativo da alta frequência (HF) neonatal (parassimpático) e diminuição da baixa frequência (LF) indica modulação cardíaca e respiratória. Nas vacas, uma diminuição na equilíbrio simpatovagal (razão LF / HF) implica uma predominância do parassimpático.

Palavras-chave: bovino, cardiologia, neonato, nelore, VFC.

33 **ABSTRACT**

34 The aim of the present study is to determine the evolution of heart rate and heart rate
 35 variability (HRV) in Nellore cows, fetuses and neonates. The HR and HRV indices
 36 were taxed by maternal fetal electrocardiography. No time domain was specified
 37 between RR, SDNN and RMSSD. In the frequency domain, low frequency (LF) and
 38 high frequency (HF) values and an LF / HF ratio were applicable. As maternal fetal
 39 measures were performed at six pre-delivery moments and as neonatal measures were
 40 performed at six moments after delivery. HRV indices in relation to the time domain
 41 showed a significant difference between the fetal and neonatal factors, or the SDNN
 42 showed no significant changes, or the RMSSD should increase significantly (6.74 ± 5.73
 43 ms to 9.23 ± 8.37 ms), respectively, the day before delivery and postpartum ($p < 0.05$).
 44 Heart rate and RR interval differed between the day before the entry of 118.72 ± 17.19
 45 bpm and 426.40 ± 67.46 bpm ($p < 0.05$) and the first day after entry (121.27 ± 20.07
 46 bpm and 428.10 ± 32.0 ms).

47 Neonates showed an increase over time in RMSSD and SDNN showing a gradual
 48 increase up to twenty eight days after delivery. There were no changes in the RR,
 49 RMSSD and SDNN interval between the analyzed moments. However, there was a
 50 significant decrease in the mother FC. An LF / HF ratio showed reduced reductions
 51 until delivery, but after a significant increase. Reductions in fetal SDNN reflect a shift
 52 towards a broader, sympathetic domain, probably due to stress. The neonatal SDNN and
 53 RMSSD show increasing trends over time, reflecting an activation of the vagal nerve, or
 54 which may indicate a decreasing level of stress load and also related to the maturation
 55 of the vagal balance. After delivery, a significant increase in neonatal (parasympathetic)
 56 heart rate (HF) and a reduction in low frequency (LF) indicate cardiac and respiratory

modulation. In cows, a decrease in sympathovagal balance (LF / HF ratio) implies a predominance of parasympathetic.

Keywords: bovine, cardiology, newborn, nelore, HRV

INTRODUÇÃO

As mudanças no intervalo ou distância entre um batimento e o seguinte representa a variabilidade da frequência cardíaca. Este intervalo entre um batimento e outro é o tempo entre uma onda R e a seguinte, em milissegundos, podendo ser extremamente variável num intervalo de tempo. O SNA mede as variações entre os batimentos cardíacos consecutivos, intervalo R-R, os quais são descritos pela variabilidade da frequência cardíaca. Este é sensível para indicar alterações clínicas em diferentes situações, como em repouso, movimento normal ou em altos níveis de estresse (BOWEN, 2010). Compreender as alterações cardiovasculares da prenhez é essencial para manejo das fêmeas prenhes e seus fetos (DENNIS et. al, 2010)

Um importante parâmetro de bem estar animal é a frequência cardíaca, sendo útil para monitorar a viabilidade fetal (ADAMS- BRENDENMUEHL & PIPERS, 1987). O ECG materno fetal permite analisar continuamente as frequências cardíacas fetais e maternas e a variabilidade da frequência cardíaca. Este permite avaliar a frequência cardíaca fetal, este parâmetro permite avaliar o bem-estar do feto nos estágios finais da gestação. Em bovinos ainda há poucos estudos sobre ECG fetal Too et al. (1966); Cedeno (2019) realizaram estudos em gado leiteiro. Tais estudos permitem auxiliar o atendimento perinatal e reduzir a mortalidade em animais de alto valor zootécnico.

A VFC pode ser útil de forma indireta para indicar a função do sistema nervoso central fetal baseando-se em influências oscilatórias do sistema nervoso simpático e parassimpático (Van Leeuwen et al., 2007).

O objetivo do estudo foi verificar a VFC durante a gestação e no pós parto, verificando as ações do SNA em relação materno, fetal e após o nascimento o desenvolvimento do neonato.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Sítio Rio do Peixe, no município de Conchas, Estado de São Paulo, com 1.219,6 km² de área, 656 metros de altitude, latitude de 23°05'55'', longitude de 48°55'3'', apresentando clima subtropical, com média climática de 20°C. Todos os experimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- Campus Botucatu/SP, sob o número de protocolo CEUA 0161/2018 . O termo de consentimento livre esclarecido foi assinado pelo proprietário.

Foram avaliados 11 bezerros da raça nelore, nascidos em parto eutócico (9 gestações únicas e 1 gemelar), produzidos por método de inseminação artificial, em vacas nelore (n=10, idade média de 8 anos e peso médio de 500 kg). A data do prevista do parto foi calculada a partir da data da IATF (inseminação artificial em tempo fixo), e sendo confirmada com o diagnóstico de gestação por meio de exame ultrassonográfico realizado após 30 dias da IATF.

As vacas foram vacinadas com BIOABORTOGEN®, BIOLEPTOGEN® (Rinotraqueíte Infecciosa Bovina, Diarreia viral Bovina, *Campylobacter fetus fetus*, *Campylobacter fetus venereal*, *Histophilus somni* e Leptospiroses, respectivamente), vermifugadas com Dectomax® (doramectina 1%). Os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria* cultivar marandu, com suplementação mineral no cocho (PRESENCE NUTRI®), durante o ano todo e água *ad libitum*. Todas as vacas passaram por exame clínico geral (temperatura, frequência cardíaca, frequência respiratória e coloração de mucosas) e encontravam-se saudáveis durante o presente estudo. Todos os partos foram eutócicos não necessitando em nenhum dos casos auxílio veterinário.

Os exames eletrocardiográficos materno-fetal foram realizados com as vacas em bretes de contenção, no entanto sem causar estresse aparente ao animal. A duração da gravação dos exames foi de cinco minutos, sempre com início às sete da manhã sendo realizados em seis momentos (35, 28, 21, 14, 07, 0 dias) pré parto. Para o exame eletrocardiográfico materno e neonatal foi empregado o aparelho computadorizado – ECG PC TEB (tecnologia eletrônica Brasileira, São Paulo Brasil- nas seis derivações de membros (I, II, III, aVR, aVL, aVF) na velocidade de 50 mm/segundo e sensibilidade ajustada para 1 cm= 1mV ao longo de um minuto. A derivação adotada no eletrocardiograma materno neonatal foi base ápice, na qual os eletrodos utilizados foram os autoadesivos os quais para serem fixados previamente foi realizada a tricotomia e a higienização com gaze umedecida com álcool, sendo os eletrodos verde e amarelo

posicionados do lado esquerdo nas regiões do ápice cardíaco (entre o 5º e o 6º espaço intercostal esquerdo) e na região acima da articulação úmero rádio-ulnar esquerda, respectivamente. Os eletrodos vermelho e preto foram acoplados no sulco da jugular do lado direito e na região da cernelha também do lado direito, respectivamente. Os animais não foram submetidos a nenhum método de contenção química.

Os exames eletrocardiográficos fetais foram realizados aos mesmos aspectos dos exames materno e neonatais. No entanto os eletrodos foram fixados com adesivos a base de hidrogel seguindo a seguinte sequência: no lado esquerdo do animal o eletrodo verde na tábua do pescoço, eletrodo amarelo na região do flanco e eletrodo preto na região garupa, já no lado direito foi fixado o eletrodo vermelho na região baixa do abdômen (Cedeno, 2016). Os exames eletrocardiográficos tiveram cinco minutos de duração. Para realizar os exames foi utilizado o aparelho de Televet®, o qual funciona por bluetooth e envia dos dados para o programa no computador. Após a coleta, para realizar a leitura os dados são analisados no programa Kubios®.

Para o registro materno, fetal e neonatal foi avaliado frequência cardíaca média, duração do intervalo RR e a VFC no domínio do tempo, analisando os intervalos RR consecutivos (milissegundos), O RMSSD (raiz quadrada média das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes) e SDNN (Desvio padrão dos intervalos RR normais de um espaço de tempo).

O registro foi realizado com os animais contidos em local adequado com piso emborrachado, de modo a evitar quaisquer interferências no traçado eletrocardiográfico. Os animais foram mantidos em estação, e não foi realizado nenhum método de sedação, tranquilização ou anestesia durante a obtenção dos exames, e todos os exames eletrocardiográficos tiveram duração de cinco minutos.

Na análise estatística foram utilizadas variáveis dependentes (frequência cardíaca, intervalo RR e índices da VFC) com medidas repetidas no tempo seguiram o teste de ShapiroWilk. Em seguida, a ANOVA – PROC MIXED do SAS (SAS, Inst. Inc. Cary, NC, EUA). O nível de significância foi de 5% para todas as análises. As análises foram efetuadas em todos com momentos pré e pós-parto – materno/fetal (35,28,21,14,7,0 dias) e materno neonatal (1,7,14,21,28 e 35 dias).

RESULTADOS

A tabela 1 mostra a média, desvio padrão e a faixa da frequência cardíaca fetal, neonatal e índices de VFC no domínio do tempo em seis momentos antes do parto e seis momentos após o parto tais como frequência cardíaca (FC), desvio padrão dos intervalos RR normais de um espaço de tempo (SDNN), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais subsequentes (RMSSD).

TABELA 1: Média e desvio padrão de frequência cardíaca, intervalo RR e índices de domínio do tempo RMSSD e SDNN no período fetal e neonatal de bezerros da raça Nelore

Dia	Intervalo RR	FC (bpm)	RMSSD (ms)	SDNN (ms)
Fetal				
-35	494,69±139,16	91,48±32,39	12,73±12,44	23,43±22,59
-28	393,90±97,74	142,36±18,41	3,82±2,61	7,27±4,02
-21	420,80±89,11	142,27±17,37	5,05±4,28	8,71±6,61
-14	444,70±64,37	123,72±21,54	5,72±3,77	9,69±6,09
-7	476,70±152,67	130,90±18,38	9,88±11,50	15,71±14,38
-1	426,40±67,46	118,72±17,19	6,74±5,73	12,35±10,71
Neonatal				
1	428,100±32,00	121,27±20,07	9,23±8,37	19,59±22,19
7	550,80±185,54	122,65±49,34	21,90±18,72	36,48±43,92
14	527,75±134,61	115,75±43,28	11,71±8,09	22,96±16,12
21	427,55±64,25	108,80±33,29	15,48±11,97	29,32±21,36
28	585,55±177,97	112,55±34,50	24,95±17,80	31,94±19,70
35	535,00±135,20	112,25±35,69	10,68±9,34	21,45±18,46

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedman; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

O domínio da frequência, tabela 2, pode ser baixa frequência (LF nu) e alta frequência (HF nu) foram significativamente diferentes no estágio fetal para o neonatal. A frequência cardíaca e o intervalo RR diferiram 118,72 $\pm$ 17,19 bpm e 426,40 $\pm$ 67,46

bpm ($p < 0,05$) entre o estágio fetal e o primeiro dia após o parto ($121,27 \pm 20,07$ bpm e $428,10 \pm 32,0$ ms).

Tabela 2: Média e desvio padrão e variabilidade da frequência cardíaca domínio da frequência LF, HF e LF/HF fetal e neonatal em bezerros da raça Nelore.

Dia	LF (nu)	HF(nu)	LF/HF
-35	74,92±18,71	25,09±18,55	22,56±16,77
-28	78,67±18,83	21,74±17,04	18,12±2,25
-21	74,16±8,25	28,09±9,38	20,62±3,15
-14	72,16±20,97	28,14±20,88	15,04±1,73
-7	61,41±27,67	36,37±27,45	27,81±5,92
-1	80,06±12,72	20,07±12,28	27,18±4,88
1	77,25±18,01	22,55±18,05	16,12±5,68
7	85,57±11,54	14,35±11,47	13,12±12,97
14	79,06±24,28	20,71±23,76	10,35±9,86
21	83,45±10,66	16,48±10,61	19,29±40,58
28	75,78±18,05	24,14±18,01	9,85±15,08
35	71,84±25,15	27,97±25,15	13,20±22,16

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

Houve uma mudança importante no RMSSD do estágio fetal para o estágio neonatal, ou seja, do dia que antecedeu o parto $6,74 \pm 5,73$ ms e um dia após o parto apresentaram $9,23 \pm 8,37$ ms. O índice SDNN diferiu demonstrando valores entre $12,35 \pm 10,71$ ms no dia antecedeu o parto e $19,59 \pm 22,19$ ms.

Na tabela 2 estão valores fetais e neonatais para o domínio da frequência como baixa frequência (LFnu), alta frequência (HFnu) e a razão LF/HF. Houve mudança significativa LF antes (74,53±14,86 nu) e após (78,67±16,83 nu) do parto e HF antes (25,06±14,43 nu) e após (21,74 ±17,04 nu) parto ($p<0,05$). A relação LF/HF antes (5,42±5,81 nu) e após (18,12±22,52 nu) parto. A tabela 3 fornece resultados das gravações realizadas em seis momentos no período 35 dias antes do parto até 35 dias após o parto em mais seis momentos em vacas Nelore. Os índices analisados são domínio do tempo (FC, intervalo RR, SDNN e RMSSD) e domínio da frequência (LF, HF e LF/HF)

Quanto a VFC materna, observou-se que no dia que antecedeu o parto (dia 35) o valor de SDNN materno diferiu estatisticamente do valor encontrado no dia 28, sendo respectivamente 21,45±9,35 ms (d35) e 31,94±19,70ms (d28). O RMSSD também apresentou diferença estatística significativa 9,90±7,83 ms (d 35) e 24,95±17.80 ms (d28).

O intervalo RR materno apresentou 546,45±142,46 ms no dia que antecedeu ao parto e 535,00±139,79 ms no primeiro dia após o parto. A frequência cardíaca variou respectivamente 77,10±8,93 bpm e 72,90±9,57 bpm demonstrando a diminuição da frequência cardíaca após o parto. As diferenças maternas não foram significativas.

TABELA 3: Média e desvio padrão de frequência cardíaca, intervalo RR e índices de domínio do tempo RMSSD e SDNN no período pré e pós parto de vacas da raça Nelore

Dia	Intervalo RR	FC (bpm)	RMSSD (ms)	SDNN (ms)
Pré-parto				
-35	502,50±124,67	64,40±9,71	16,71±15,73	36,04±31,48
-28	550,80±185,54	77,50±11,60	21,90±18,72	36,48±43,92
-21	527,75±134,61	81,40±11,41	11,71±8,09	22,96±16,12
-14	427,55±64,25	73,30±9,12	15,48±11,79	29,32±21,36
-7	585,55±177,97	74,60±10,45	24,95±17,80	31,94±19,70
-1	546,45±142,46	77,10±8,93	9,90±7,83	14,80±9,35
Pós-parto				

1	535,00±135,20	72,90±9,57	10,68±9,34	21,45±18,46
7	508,40±139,79	65,70±6,14	14,55±12,63	32,90±24,24
14	470,90±109,78	63,20±9,02	10,62±6,06	28,14±11,57
21	495,30±145,92	64,40±11,46	7,81±6,16	19,04±13,49
28	504,70±158,79	66,00±14,09	16,93±15,00	37,56±29,88
35	453,40±111,26	63,90±9,33	9,26±7,35	21,45±15,42

211 Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de
 212 Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;
 213

214 Em relação aos índices de domínio da frequência materna, LF e HF não houve
 215 diferença estatística significativa nas gravações antes e após o parto, tabela 4. A razão
 216 LF/HF foi diferente no dia antes (27,18±-4,88 nu) e após (16,12±-6,68 nu) do parto,
 217 sem diferença estatística.

218

219

220 **Tabela 4:** Média e desvio padrão e variabilidade da frequência cardíaca domínio da
 221 frequência LF, HF e LF/HF fetal e neonatal em bezerros da raça Nelore.

222

Dia	LF (nu)	HF(nu)	LF/HF
Pré-parto			
-35	74,92±18,71	25,09±18,55	22,56±16,77
-28	78,67±18,83	21,74±17,04	18,12±2,25
-21	74,16±8,25	28,09±9,38	20,62±3,15
-14	72,16±20,97	28,14±20,88	15,04±1,73
-7	61,41±27,67	36,37±27,45	27,81±5,92
-1	80,06±12,72	20,07±12,28	27,18±4,88
Pós-parto			
1	77,25±18,01	22,55±18,05	16,12±5,68
7	85,57±11,54	14,35±11,47	13,12±12,97
14	79,06±24,28	20,71±23,76	10,35±9,86
21	83,45±10,66	16,48±10,61	19,29±40,58

28	75,78±18,05	24,14±18,01	9,85±15,08
35	71,84±25,15	27,97±25,15	13,20±22,16

Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; comparação entre momentos, teste de Friedmann; intervalos interquartis para comparações múltiplas; * significância: $p < 0,05$;

DISCUSSÃO

A avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método não invasivo utilizado para investigar o funcionamento SNA, sobretudo o balanço entre a atividade simpátovagal, e com isso o estresse e o bem estar (Von Borell et al.,2007).

A frequência cardíaca média apresentou um aumento estatístico significativo até um dia após o parto. Geralmente durante a fase embrionária há um aumento na frequência cardíaca devido a maturação da função no miocárdio (Territo e Altimiras, 1998)

No estágio fetal o índice RMSSD mostrou quedas significativas até momento antes do parto, entretanto a SDNN mostrou uma diminuição, entretanto não significativa. A diminuição da SDNN reflete a direção que a VFC tende ao domínio do sistema nervoso autônomo simpático (Malik e Camm, 1990).

As alterações observadas na VFC fetal durante as ultimas semanas de gestação indicam a maturação do sistema nervo autônomo o qual regula a frequência cardíaca. Cedeno (2019) verificou que há um aumento da LF e uma diminuição de HF ao longo do tempo até o nascimento com nível de significância $p < 0,05$, ou seja, isto indica que há predominância simpática durante o estágio pré parto. Ainda neste mesmo estudo verificou que a LF aumentava e a HF diminuía indicando a modulação da FC pelo nervo vago.

No estagio neonatal a baixa frequência (LF nu) e a alta frequência (HF nu) exibiram comportamento estável.

Após o parto, a FC neonatal tende a diminuir significativamente isto devido ao avançar da idade devido a alterações estruturais e hemodinâmicas (Guyton e Hall, 2000). Uma semana após o parto os neonatos apresentaram uma tendência de aumento de SDNN e RMSSD. Aumentos nestes índices refletem a mudanças na direção da dominância para o sistema parassimpático indicando estresse decrescente. Alterações em RMSSD refletem alternância do SNA mediado pelo nervo vago (Malik e Camm,

1990). Após o parto o neonato sofre uma mudança brusca de ambiente do uterino ao meio ambiente e é exposto a fatores estressantes como mudanças de temperatura, ectoparasitos os quais podem influenciar nas alterações da VFC.

Nas vacas, o intervalo RR diminuiu durante a última semana antes do parto correspondendo a um aumento da FC. Assim alterações na FC e no intervalo RR materno dias antes do parto não foram significativamente diferentes, portanto esses parâmetros não permitem indicar a previsão do parto. O sistema cardiovascular em vacas com gestação avançada adapta-se com as demandas gestacionais e assim há um aumento na frequência cardíaca. Segundo Kovács et al (2015) a FC em vacas com prenhes avançada pode ser maior com a proximidade do parto. Os parâmetros de SDNN materno medidos entre aproximadamente 14 dias e um dia indicavam diminuição do tônus vagal e mudança para dominância do SNA simpático (Von Borellet al., 2007).

Després et al. (2002) realizaram um estudo que verificaram que o equilíbrio simpatovagal materno (LF/HF) implica na predominância do tônus parassimpático cardíaco.

Vários autores encontraram uma significativa redução da atividade vagal em bovinos expostos ao estresse agudo (Hagen et al. 2005; Cedeno, 2019), no entanto eles também relatam que há um aumento da FC com uma redução de atividade parassimpática. A diminuição da atividade parassimpática e mudança do equilíbrio simpatovagal em relação ao tônus simpático no pós parto esta ligado a liberação de ocitocina.

CONCLUSÃO

O ECG materno fetal e neonatal é uma técnica confiável para detectar sinais cardíacos em bovinos nos últimos trinta e cinco dias de gestação. O monitoramento da VFC não apenas torna possível avaliar a saúde e a viabilidade fetal, como também fornece informações sobre o estágio de desenvolvimento do SNA. Reduções nos valores de SDNN e RMSSD fetais refletem mudanças na direção do domínio do SNA. Em bezerros o aumento significativo de SDNN reflete uma mudança de direção e um predomínio simpático. Em vacas a observado o equilíbrio simpático vagal implica na

predominância do simpático agindo no coração. Assim a diminuição da atividade vagal esta associado a situações de estresse.

Referência

Adams-Brendemuehl, C.; Pipers, F.S. Antepartum evaluations of equine fetus. J. Reprod. Fertil.Suppl.,v. 35, p. 565-573, 1987

Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F.A. et al., 1981. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science 213, 220-222.

Bowen, I.M. Marr, C.M.; Cardiology of the Horse. 2ª ed. China: Elsevier Limited. 3-17. 2010.

Cedeno, D A. et al. Electrocardiogram assessment using the Einthoven and base-apex lead systems in healthy Holstein cows and neonates. PesquisaVeterináriaBrasileira, v. 36, p. 1-7, 2016.

Dennis A., Arhanghelschi I., Simmons S. & Royse C. 2010.Prospective observational study of serial cardiac output by transthoracic echocardiography in healthy pregnant women undergoing elective caesarean delivery. Int. J. Obstet. Anesth. 19(2):142-148. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijoa.2009.06.007>.

Després, G., Veissier, I.,Boissy, A., 2002. Effect of autonomic blockers on heart period variability in calves: evaluation of the sympathovagal balance. Physiol. Res. 51, 347-353.

- 313 Guyton, A.C., Hall, J.E., 2000. The heart, in: Guyton, A.C., Hall, J.E. (Eds.), Textbook
314 of Medical Physiology, tenth ed. WB Saunders Co., Philadelphia, pp. 95-142.
- 315 Hagen, K., Langbein, J., Schmied, C. et al., 2005. Heart rate variability in dairy
316 cows influences of breed and milking system. *Physiol. Behav.* 85, 195–204.
- 317 Kovács, L., Tőzsér, J., Kézér, F.L. et al., 2015. Heart rate and heart rate variability in
318 multiparous dairy cows with unassisted calvings in the periparturient period. *Physiol.*
319 *Behav.* 139, 281–289.
- 320 Malik, M., Camm, A.J., 1990. Heart rate variability. *Clin. Cardiol.* 13, 570-576.
- 321 Quevedo, D. A. C., Lourenço, M. L. G., Bolaños, C. A. D., Takahira, R. K., Oba, E.,
322 Alfonso, A., & Chiacchio, S. B. (2019). Associação entre frequência cardíaca,
323 variabilidade da frequência cardíaca, cortisol, glicose e eletrólitos em bezerros recém-
324 nascidos saudáveis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(6),
325 1922-1928
- 326 Territo, P.R., Altimiras, J., 1998. The ontogeny of cardio-respiratory function under
327 chronically altered gas compositions in *Xenopus laevis*. *Respir. Physiol.* 111, 311- 323.
- 328 Too, K., Kanagawa, H., Kawata, K., 1966. Fetal electrocardiogram in dairy cattle. III.
329 Variations in fetal QRS pattern. *Jpn. J. Vet. Res.* 14, 103-113.
- 330 Van Leeuwen, P., Lange, S., Geue, D. et al., 2007. Heart Rate Variability in the Fetus:
331 A Comparison of Measures, vol 52. Biomed, Tech (Berl), pp. 61-65.
- 332 Von Borell, E., Langbein, J., Després, G. et al., 2007. Heart rate variability as a measure
333 of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm
334 animals -- a review. *Physiol. Behav.* 92, 293-316.

Capítulo III

DISCUSSÃO

Processos fisiológicos, no período gestacional, alteram-se para que o organismo materno se adapte a presença do feto, e com isso sistemas como o cardiovascular sofrem alterações hemodinâmicas, tais como aumento do débito cardíaco e diminuição da resistência vascular sistêmica. Estas mudanças são importantes para a manutenção da perfusão uterina de nutrientes as quais são de suma importância para o desenvolvimento do feto (ALMEIDA et al., 2017). Neste estudo observamos modificações da variabilidade da frequência cardíaca bem como dos parâmetros eletrocardiográficos de vacas no período pré-parto e pós-parto e na fase fetal e neonatal de bezerros da raça nelore.

Para a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) utilizou-se a técnica realizada por Cedeno (2019), em vacas holandesas, na qual no lado direito foram posicionados os eletrodos verde no pescoço; amarelo no flanco; preto na garupa, na região ventral do abdômen esquerdo foi posicionado o eletrodo vermelho, entretanto por detectar baixa atividade fetal este eletrodo foi reposicionado ventralmente ao abdômen esquerdo próximo a linha alba (Abreu, 2019).

Durante a fase fetal não houve mudança significativa na frequência cardíaca ou intervalo RR, ou seja, estas variáveis não permitem prever a data do parto. Entretanto houve um aumento da frequência cardíaca nas últimas semanas pré-parto, o que pode ser justificado e associado a maturação do músculo cardíaco. O domínio do tempo foi analisado utilizando os índices de HR, RR, RMSSD e SDNN. Os valores médios encontrados no pré e pós parto foram respectivamente de 74,7 e 66,0 bpm. Estes valores são os normais para a espécie, entretanto houve diferença significativa ($P < 0.05$) no período pré parto, a média mais alta foi de 81,4 bpm e a mais baixa de 64,4 bpm. No período pós parto variou de 63,2 a 72,9 bpm. O SDNN e RMSSD, até o primeiro dia antes do parto, apresentou uma variação, com momentos de redução significativa no valor do índice SDNN, refletindo uma mudança no sentido de predominação simpática (KOVÁCS et al., 2014). A RMSSD é a medida primária no domínio do tempo para estimar as variações da alta frequência que representam a atividade vagal (VON BORELL et al., 2007). As mudanças na VFC fetal observada durante o último mês da gestação indicam a maturação do sistema nervoso autônomo e a regulação do coração. Quanto aos índices da frequência no estágio fetal, foi registrado aumento da baixa

frequência (LF nu) e uma diminuição na alta frequência (HF nu) até o nascimento, indicando a predominância simpática e modulação da frequência cardíaca durante o estado ativo dos fetos (MALIK, 1996). O mesmo autor verificou que a relação entre LF e HF representa um equilíbrio dos sistemas nervoso autônomo simpático e parassimpático. No presente estudo os valores encontrados no pré e pós- parto – relação LF/HF não foram estatisticamente divergentes, no entanto esta relação no pré parto foram maiores os índices desta relação demonstrando predomínio do sistema nervoso simpático. Entretanto no pós-parto os valores demonstraram um equilíbrio simpatovagal apontando um domínio do sistema nervoso parassimpático.

Para o estudo da VFC, em bezerros, os eletrodos foram posicionados segundo Quevedo et al (2019), os eletrodos verde e amarelo foram fixados do lado esquerdo do tórax seguindo a linha do olecrano e os eletrodos vermelho e preto do lado direito seguindo o mesmo posicionamento que do lado esquerdo.

A frequência cardíaca dos bezerros na fase fetal variou de durante as semanas tendo média mínima de 91.41 bpm e média máxima de 142.36 bpm estes valores mantiveram-se constantes até o momento do parto, os picos de aumento da frequência cardíaca indicam processos relacionados a maturação do sistema nervoso autônomo e do músculo cardíaco. Não houve diferença estatística nos valores de RMSSD e SDNN durante a fase fetal, valores mais baixos mostram que há ação do SNA simpático. A frequência cardíaca com valores mais altos e as alterações vistas no eletrocardiograma esclarecem as adaptações que os neonatos passam em relação ao sistema nervoso autônomo, bem como o cardíaco e respiratório, entretanto estes valores tendem a diminuir com a maturação de tais sistemas (ALFONSO et al, 2017; QUEVEDO, 2019).

Os índices de LF (baixa frequência) e HF (alta frequência), não houve diferenças significativas entre as variáveis durante o período pré e pós parto. Porém a relação LF/HF apresentou diferenças grandes durante o período pré e pós-parto. Os valores aumentados desta relação mostra uma maior atuação vagal. Entretanto no pós-parto há um leve aumento de HF em relação a LF mostrando que há modulações vagais devido ao início da respiração (QUEVEDO, 2019)

Conclusão

Neste estudo foi observado que há um aumento da frequência cardíaca, nos últimas semanas do desenvolvimento fetal, fato relacionado à maturação do músculo cardíaco. Valores diminuídos da VFC do tempo demonstram que há predomínio do SNA simpático. Aumento gradativo da LF e consequente queda da HF até o parto confirmam a predominância do simpático alterando a frequência cardíaca.

Os neonatos apresentaram boa adaptação com o avançar da idade, foram verificada poucas alterações no ECG desta categoria, com isso verificou-se que bezerros saudáveis se adaptam bem as alterações da fase fetal para a neonatal, resultando na diminuição da frequência cardíaca com o passar das semanas.

REFERÊNCIA

ABREU, H.F.P. Estudos da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bubalinos da raça Murrah. Dissertação de Mestrado, 2019
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/183107?show=full>.

ALFONSO, A., CRUZ, R. K. S., GONÇALVES, R. C., CHIACCHIO, S. B., & LOURENÇO, M. L. G. Electrocardiographic evaluation in pregnant mares and neonate foals of Paint Horse breed. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 11, n. 4, p. 205-212, 2017

ALMEIDA, P. R ;Pereira, T., Cunha, J. P., & Aguiar, A. (2017). Heart rate variability metrics for fine-grained stress level assessment. *Computer methods and programs in biomedicine*, 148, 71-80.

KOVÁCS, L.; TŐZSÉR, J.; SZENCI, O.; PÓTI, P.; KÉZÉR, F. L.; RUFF, F.; GÁBRIEL-TŐZSÉR, G.; HOFFMANN, D.; BAKONY, M.; JURKOVICH, V. Cardiac responses topalpation per rectum in lactatingandnonlactatingdairycows. *J. DairySci.*, v. 97, n. 11, p. 6955-6963, 2014.

MALIK, K.; FARRELL, T.; CRIPPS, T.; CAMM AJ. Heart rate variability in relationtoprognosisaftermyocardialinfarction: Selectionofoptimalprocessingtechniques. *Eur. Heart J.*, v. 10, n. 2, p. 1060-1074, 1989.

MALIK, Marek et al. Heart rate variability: Standards ofmeasurement, physiologicalinterpretation, andclinical use. **Europeanheartjournal**, v. 17, n. 3, p. 354-381, 1996.

QUEVEDO, D. A., LOURENÇO, M. L. G., BOLAÑOS, C. D., ALFONSO, A., ULIAN, C., & CHIACCHIO, S. B. Maternal, fetal and neonatal heart rate and

heart rate variability in Holstein cattle. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 39, n. 4, p. 286-291, 2019.

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.