

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BUBALINOS DA RAÇA
MURRAH

HUDSON FELIPE PORTO DE ABREU

Botucatu-SP
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BUBALINOS DA RAÇA
MURRAH

HUDSON FELIPE PORTO DE ABREU

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: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Abreu, Hudson Felipe Porto de.

Estudo da variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bubalinos da raça Murrah / Hudson Felipe Porto de Abreu. - Botucatu, 2019

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

Orientador: Simone Biagio Chiacchio

Capes: 50501062

1. Búfalo. 2. Neonatologia veterinária. 3. Cardiologia veterinária. 4. Variabilidade do batimento cardíaco.

Palavras-chave: Bubalinocultura ; Cardiologia; Neonatologia; Variabilidade .

Nome do Autor: Hudson Felipe Porto de Abreu

Título: ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BUBALINOS DA RAÇA MURRAH

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Simone Biagio Chiacchio
Presidente e Orientador
Departamento de Clínica Veterinária
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu, SP

Profa. Dra. Thaís Gomes Rocha
Membro Titular
Departamento de Clínica Veterinária
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu, SP

Profa. Dra. Paula Fernanda de Lima
Membro Titular
Departamento de Clínica Veterinária
Faculdade de ciências sociais e agrárias de Itapeva – FAIT – Itapeva, SP

Data da Defesa: 25 de julho de 2019.

Dedicatória

Dedico essa dissertação aos meus pais, avós e esposa por todo apoio e carinho, sem vocês seria impossível concluir essa jornada.

Amo vocês!

Aos meus orientadores e amigos de pós-graduação por todo o incentivo, compreensão, paciência e ajuda.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, sobretudo aos meus pais Neuza e Tanaka, e meus avós Nenzo e Maria Annita por todo apoio, carinho, dedicação, incentivo e principalmente pelo exemplo de caráter, retidão e perseverança que não permitiram que eu desistisse e continuasse em busca dos meus sonhos. Nenhum adjetivo seria suficiente para representar todo o amor e gratidão que eu sinto por vocês!

Agradeço à minha esposa Thais por todo o amor, companheirismo, compreensão e ajuda. A sua ajuda e especialmente o seu apoio nos momentos de dificuldade foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Sou muito grato por ter você ao meu lado. Eu te amo!

Meus sinceros agradecimentos a todos os amigos, especialmente Gabriel Barbosa, Amanda Cruz, Raissa Salgueiro, Lucas Canuto, Edjalma Júnior, Thaís Cavaleiro, Viviane Codognoto, Paulo Yamada, Sandra Brunelli, Renato Zavilenski, Suelen Baldotto, João Paulo Ferreira e Edjair Dal Bem por toda ajuda durante a execução deste trabalho.

Ao Prof. Simone por aceitar ser meu orientador e por toda ajuda, paciência e conselhos que foram inestimáveis para a realização do meu experimento.

À Prof^a Dr^a Maria Lúcia Gomes Lourenço por toda a ajuda durante o delineamento, execução e correções deste projeto. Professora, obrigado especialmente por todo o tempo e carinho em tirar as minhas dúvidas. Minha sincera gratidão e admiração professora!

Às professoras Dra. Thaís G. Rocha e Dra. Paula F. de Lima pelo carinho e sugestões. Muito obrigado!

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

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

LISTA DE ABREVIações

FC: Frequência Cardíaca

HF: High Frequency

LF: Low Frequency

ms: Milissegundos

mV: Milivolts

NN ou RR Médio: Intervalo entre duas ondas R consecutivas, ou NN médio de todo o registro

RMSSD: Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR ou NN normais adjacentes

NSA: Nodo Sinodial

SDNN: Desvio-padrão da média de todos os intervalos RR ou NN normais

SNA: Sistema Nervoso Autônomo

SNC: Sistema Nervoso Central

SNP: Sistema Nervoso Parassimpático

SNS: Sistema Nervoso Simpático

VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

Sumário

RESUMO	08
ABSTRACT	09
CAPÍTULO I REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Sistema cardiovascular.....	12
2.2 Eletrofisiologia cardíaca.....	13
2.3 Eletrocardiografia.....	15
2.4 Pressão arterial.....	16
2.5 Variabilidade da frequência cardíaca.....	17
3. Objetivos gerais	20
4. Objetivos específicos	20
Capítulo II Artigo científico.....	21
Capítulo III	31
DISCUSSÃO GERAL.....	32
CONCLUSÃO GERAL	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

ABREU, H.F.P. - **ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MATERNA, FETAL E NEONATAL EM BUBALINOS DA RAÇA MURRAH**. Botucatu, 2019. p.42. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

A bubalinocultura tem assumido cada vez mais importância econômica devido às suas características zootécnicas como a rusticidade e melhor qualidade do leite para a fabricação de derivados lácteos quando comparada ao leite de vaca. A morte embrionária e fetal é um importante fator de diminuição da eficiência reprodutiva pois aumenta o intervalo entre partos e causa perdas econômicas pela diminuição da lactação. O eletrocardiograma materno-fetal permite a avaliação da frequência cardíaca fetal (FCF) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) mediante análise de indicadores da VFC (HR, RR, RMSSD, SDNN, LF, HF e a relação LF/HF). Foram avaliadas semanalmente nove búfalas e neonatos saudáveis da raça murrah, nos momentos -28, -21, -14, -7 dias antes do parto e nos dias 7, 14, 21 e 28 dias após o parto. Nas búfalas foi observada diferença significativa na frequência cardíaca na fase pré-parto e com diminuição gradual conforme proximidade do parto. Já os índices RMSSD e SDNN não apresentaram diferença significativa mas demonstraram predomínio parassimpático. O componente de baixa frequência (LF) apresentou aumento significativo na fase pré-parto e o componente de alta frequência (HF) apresentou diminuição significativa, compatível com predomínio simpático. Embora não significativa, a relação LF/HF apresentou aumento na fase pré-parto e equilíbrio vagal pós-parto. Já os bezeros apresentaram variação significativa na fase pré-parto, com aumento gradativo conforme a proximidade deste, com posterior queda pós-parto. Já os índices LF e HF apresentaram aumento com proximidade do parto e diminuição após este, que pode ser causada pelo estímulo vagal devido à respiração.

Palavras-chave: búfalos, eletrocardiograma, neonatos, cardiologia.

ABREU, H.F.P. – STUDY OF HEART RATE VARIABILITY OF MATERNAL, FETAL AND NEONATAL IN BUFFALOES OF THE MURRAH BREED. Botucatu, 2019. p.42. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

Bubalinoculture has become increasingly important economically due to its zootechnical characteristics such as the rusticity and better quality of milk for the manufacture of dairy products when compared to cow's milk. Embryonic and fetal death is an important factor in decreasing reproductive efficiency because it increases the interval between births and causes economic losses due to decreased lactation. The maternal-fetal electrocardiogram allows the assessment of fetal heart rate (HRF) and heart rate variability (HRV) by analyzing HRV indicators (HR, RR, RMSSD, SDNN, LF, HF and the LF / HF ratio). Nine murrah buffaloes and healthy newborns were evaluated weekly at -28, -21, -14, -7 days before delivery and at 7, 14, 21 and 28 days after delivery. In buffaloes, a significant difference in heart rate was observed in the pre-partum phase and with a gradual decrease as the childbirth approached. The RMSSD and SDNN indices did not present significant difference but showed a parasympathetic predominance. The low frequency component (LF) showed a significant increase in the prepartum phase and the high frequency component (HF) showed a significant decrease, compatible with sympathetic predominance. Although not significant, the LF / HF ratio showed an increase in the prepartum phase and postpartum vagal balance. Calves, on the other hand, presented significant variation in the pre-partum phase, with gradual increase according to its proximity, with subsequent postpartum fall. The LF and HF indices, however, increased with proximity of delivery and decreased after delivery, which may be caused by vagal stimulation due to breathing.

Key words: bubalinoculture. Cardiology, neonatology, variability

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para agricultura e alimentação (FAO) estimou que em 2017 a população mundial de búfalos era de aproximadamente 200 milhões de animais, sendo que 1,3 milhão se encontram no Brasil e com expansão nos últimos anos.

Entre os fatores que estimulam a expansão da bubalinocultura estão a rusticidade, qualidade do leite que contém mais proteínas, gorduras e minerais que o leite de bovinos e favorecem a produção de derivados lácteos (MACEDO et al., 2001; FERREIRA et al., 2012) e a qualidade da carne, que apresenta menor teor de gordura e maior índice de ácidos graxos poli-insaturados. Entretanto há de ser apontado que embora mais concentrado, o volume de produção de leite é menor e concentração de lactose é maior quando comparados ao leite de vaca (RODRIGUES et al, 2004).

Dentre as causas de perda econômica, a mortalidade embrionária é considerada uma das principais, o que justifica o diagnóstico precoce da gestação e seu monitoramento quanto a viabilidade fetal (CAMPANILE et al., 2007; NAGEL e AURICH, 2010).

O diagnóstico de gestação na búfala é de fácil realização, embora um pouco mais trabalhoso quando comparado à vaca devido as contrações retais mais fortes (RIBEIRO, 2008). Com o intuito de minimizar o estresse causado pela palpação e ultrassonografia retal, outros métodos são apontados como alternativas para detecção de gestação, dentre os quais a avaliação da frequência cardíaca fetal (FCF) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) como métodos de monitoramento fetal (VAN LEEUWEN, 2013; QUEVEDO, 2019).

Além da monitoração da viabilidade fetal, a VFC fornece informações sobre o estágio de desenvolvimento do sistema nervoso autônomo e estresse (THAYER et al., 2012; TRENK et al., 2015). Portanto, os objetivos do presente estudo foram avaliar as búfalas no período pré e pós-parto, e os bezerros na fase fetal e neonatal analisando-se os índices de variabilidade da frequência cardíaca.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular possui a função principal de transportar nutrientes e retirar resíduos metabólicos dos tecidos corpóreos, além de exercer papel essencial na homeostase corpórea, pois carrega oxigênio, hormônios e células de defesa (REECE, ROWE, 2017; RIEDESEL, ENGEN, 2017).

O funcionamento do sistema cardíaco ocorre de uma ação interligada entre vasos, sangue e coração, que é dividida funcionalmente em circulação sistêmica, compreendida entre ventrículo esquerdo e átrio direito, e circulação pulmonar, entre o ventrículo direito e átrio esquerdo (HILL, WYSE, ANDERSON, 2012). O fluxo sanguíneo acontece devido a diferença de pressão sanguínea ocasionada pela sístole e diástole, associadas à maior resistência vascular periférica (THORUP, 2019).

A circulação fetal realiza trocas gasosas pela placenta, possui elevada resistência vascular pulmonar e a presença do ducto arterioso, ducto venoso e forame oval. Uma parte do sangue oxigenado pela placenta desvia da veia umbilical pelo ducto venoso e passa pelo fígado e depois se junta à veia cava caudal e segue até o átrio direito. A pressão mais elevada no átrio direito faz com que uma parte do sangue seja ejetada pelo forame oval para o átrio esquerdo e o restante segue para o ventrículo direito. A partir do ventrículo direito o sangue flui para as artérias pulmonares, na qual uma pequena parte chega aos pulmões devido à elevada resistência vascular pulmonar e a maior parte é desviada pelo ducto arterioso para a artéria aorta a partir da qual irão irrigar o cérebro e restante do corpo (KISERUD, ACHARYA, 2006; LIEBMAN, 2010; GOASDOUÉ et al., 2017).

O fluxo sanguíneo na artéria pulmonar aumenta após o nascimento devido à diminuição da resistência pulmonar. Como consequência desse maior afluxo sanguíneo aumenta o retorno venoso pulmonar para o átrio esquerdo, que devido ao aumento de pressão comprime e fecha o forame oval (RIEMENSCHNEIDER et al., 1981; MIELKE, BENDA, 2001; LIEBMAN, 2010).

Durante a vida fetal há dominância das câmaras ventriculares devido a placenta e resistência pulmonar aumentada. Contudo, após o nascimento o ventrículo esquerdo passa a possuir uma maior carga de ejeção que culminará em hipertrofia da sua musculatura (MIELKE, BENDA, 2001; KISERUD, 2005).

A adaptação do neonato depende de uma série de alterações anatômicas e fisiológicas que tem início com a transição da circulação fetal para a neonatal após o parto, que irá diminuir o ducto venoso e forame oval em contraste com aumento do fluxo sanguíneo pulmonar (KISERUD, ACHARYA, 2004). O início da respiração e a total expansão pulmonar dependem da compressão do tórax fetal pela pelve materna que expulsa o líquido presente nas vias aéreas e reduz a resistência pulmonar (ROSE, 1988; KNOTTENBELT, 2004).

Ao final dessas mudanças as trocas gasosas serão realizadas pelos pulmões e a circulação venosa e arterial ficam separadas, isso devido à expansão pulmonar e aumento do débito cardíaco do recém-nascido em resposta ao ambiente e suas necessidades metabólicas (ROBINSON et al., 1966; RIEMENSCHNEIDER et al., 1981)

2.2 Eletrofisiologia cardíaca

O músculo cardíaco possui células especializadas que geram automaticidade de estímulo e que são eletricamente interligadas, permitindo a propagação do potencial de ação para células adjacentes. Isso é possível devido à presença de discos intercalares que possuem junções em fenda e permitem assim a troca de íons entre os citoplasmas (REECE, ROWE, 2017; STEPHENSON, 2017)

O nó sinoatrial possui a função de marcapasso e gera um potencial de ação que se espalha inicialmente pelo átrio direito e depois para o átrio esquerdo através do feixe inter atrial (feixe de Bachmann). Em seguida o estímulo chega ao nó atrioventricular e atinge o feixe de His, que é subdividido em ramos esquerdo e direito, e finalmente as fibras de Purkinje, o que facilita a distribuição rápida e uniforme do estímulo contrátil através dos ventrículos (GILMOUR e MÖISE, 2017). Além de ser a única via de condução do potencial de ação dos átrios para os ventrículos, o feixe de His retarda a transmissão do potencial de ação e consequentemente a sístole ventricular, facilitando assim o enchimento dos ventrículos pelos átrios (STEPHENSON, 2017)

A contratilidade do miocárdio está ligada aos canais de membrana que permitem a passagem de íons sódio (Na^+), potássio (K^+) e especialmente cálcio (Ca^{2+}), que causam assim a despolarização e repolarização celular (HILL et al, 2012). Caso não ocorra estímulo, a célula cardíaca encontra-se em repouso, com um

potencial de membrana de -90 mV, devido à alta concentração intracelular de K^+ e baixos níveis de Na^+ e Ca^{2+} , o que mantém a célula polarizada. A troca de íons através de canais através da membrana celular é dividida em quatro fases (0 a 4) e gera uma diferença de potencial causada pela despolarização seguida por uma nova polarização retornando assim ao estado de repouso (VAN LOON, PATTENSON, 2010).

A fase zero do potencial de ação a célula atinge seu limiar de despolarização e os canais de Na^+ que são voltagem dependentes se abrem ocasionando um rápido influxo destes íons para o interior da célula que se torna menos negativo. Em seguida a isso os canais de Na^+ ficam inativos e os de K^+ se abrem e causam fluxo desses íons para o meio extracelular, o que leva uma curta repolarização celular, chamada de fase um. A fase dois ocorre em seguida durante a qual os canais de Ca^{2+} se abrem e alguns canais K^+ se fecham, ocorrendo um equilíbrio entre a saída destes íons que resulta em uma fase de platô no potencial de ação. Com o passar do tempo ocorre o fechamento dos canais de Ca^{2+} e abertura de canais de K^+ que causa repolarização rápida (fase 3). Após isso a célula retorna ao seu potencial de repouso (fase 4) e fica estável até que ocorra um novo estímulo para depolarização (STEPHENSON, 2017)

O sistema cardiovascular é controlado pelo sistema nervoso autônomo através de mecanismos neuronais e humorais que resultam em aumento ou diminuição da frequência cardíaca. Esses mecanismos e a intensidade de influência sobre o sistema cardiovascular variam conforme a idade e a espécie animal (DESPRÉS et al, 2002; MANZO et al., 2009; VAN LOON; PATTENSON, 2010)

O neurotransmissor noradrenalina ativa receptores β -adrenérgicos das células do nó sino atrial alterando os canais iônicos e conseqüentemente aumentando velocidade de despolarização celular, o que aumenta a frequência cardíaca. A acetilcolina atua em receptores colinérgicos muscarínicos que retardam a abertura desses canais iônicos diminuindo a velocidade de depolarização, o que diminui a frequência cardíaca (STEPHENSON, 2017). A liberação desses neurotransmissores e a frequência cardíaca estão ligados a idade, exercícios físicos, fuga ou ação farmacológica (ROBINSON et al., 1966; BRUM et., 2004).

A influência da idade pode ser observada em potros em que durante a fase fetal apresentaram um predomínio parassimpático que foi substituído por predomínio simpático na fase neonatal (ALFONSO, 2017). Embora existam trabalhos

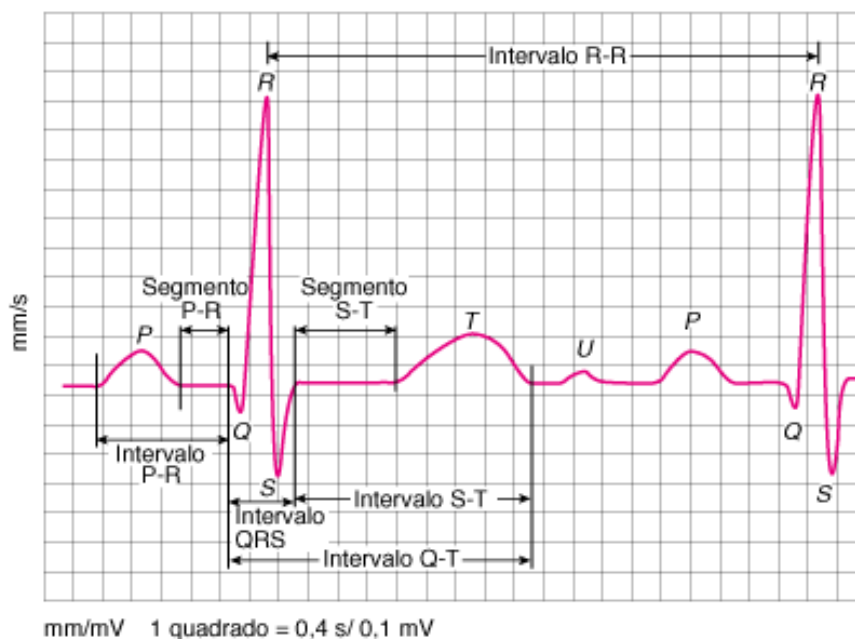
demonstrando a variabilidade da frequência cardíaca em bezerros bovinos (MANZO et al., 2009; QUEVEDO, 2019), há poucos dados referentes a bubalinos.

2.3 Eletrocardiografia

O eletrocardiograma é o registro gráfico na superfície corpórea dos potenciais elétricos gerados pelo miocárdio em cada ciclo cardíaco. Esse registro é realizado mediante análise da diferença de potencial entre eletrodos posicionados na superfície corporal (OYAMA et al., 2014).

No eletrocardiograma o ciclo cardíaco é representado entre as ondas P e T. Após a descarga do nó sinoatrial ocorre a despolarização atrial, representado pela onda P, após isso ocorre a formação de uma linha de base que corresponde a transmissão mais lenta do impulso através do nó atrioventricular, representada pelo seguimento PR. Após chegar no ventrículo ocorre a formação do complexo QRS que corresponde a despolarização dos ventrículos. Esse complexo representa em sequência a despolarização inicial do septo interventricular representado pela onda Q, a despolarização do miocárdio a partir do endocárdio e a onda S que representa da parte basal da parede ventricular posterior e septo interventricular (Figura 1) (TILLEY, SMITH JR, 2016).

FIGURA 1 – Representação das ondas presentes em um eletrocardiograma



Fonte: manual MSD

O eletrocardiograma é uma ferramenta útil pois não oferece risco ao feto e é indolor, o que justifica a sua repetida utilização para avaliação fetal e neonatal. Isso também permite a detecção precoce de alterações cardíacas adquiridas ou problemas congênitos (BARCELLOS, 2005; CHOPE, 2006). Além disso, o eletrocardiograma permite estabelecer os valores de referência para diferentes faixas etárias de uma espécie (FERNANDES et al., 2004).

Embora existam estudos eletrocardiográficos em bubalinos, há escassez de trabalhos que descrevam padrões cardiológicos de búfalas durante a gestação e em neonatos (HASANPOUR et al., 2008; EL-KHODERY et al., 2010; KAMALI et al., 2016; TORAD et al., 2017).

2.4 Pressão arterial

O sistema cardiovascular do recém-nascido sofre alterações importantes para permitir a sua sobrevivência no ambiente, decorrentes da mudança do fluxo e pressão sanguínea com o início da circulação pulmonar após o parto (KNOTTENBELT, 2004).

A pressão sanguínea é fruto da relação entre o sangue e o vaso que o contém. Isso ocorre, pois a parede vascular e a força gravitacional oferecem resistência ao

fluxo sanguíneo iniciado pelos ventrículos. A pressão sanguínea é regulada pela combinação de fatores neurais, endócrinos e sistema renal. O ponto mais alto da pressão é chamado de diastólica, ao passo que a menor é chamada de sistólica (RIEDESEL, ENGEN, 2017)

A avaliação periódica da pressão arterial do neonato é um fator importante para detecção precoce de alterações clínicas ou monitoração de pacientes (MATSUOKA, 1996; DÜNSER et al., 2009). Essa mensuração pode ser realizada de forma direta com a utilização de cateteres intravasculares, que apesar de resultarem em dados mais precisos apresentam maiores riscos (REZENDE et al., 2002). Entretanto, o método indireto é o mais utilizado devido à sua praticidade de execução e repetição em curtos intervalos de tempo. Embora exista diferença entre os valores obtidos nos métodos direto e indireto, a praticidade de execução justifica a utilização do método não invasivo para aferição da pressão arterial (TEBALDI et al., 2012; ULIAN, 2016).

A avaliação frequente e precisa da pressão sanguínea é essencial pois o seu aumento pode ocasionar danos permanentes ao organismo ou morte. Já a sua redução está diretamente relacionada ao aumento da sobrevida de pacientes com distúrbios cardiovasculares (ETTEHAD, 2016)

2.5 Variabilidade da frequência cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) descreve as variações entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalo R-R) que são mediados pelo sistema nervoso autônomo. A VFC é um indicador sensível de alterações clínicas e pode ser realizada sob diferentes circunstâncias, como em repouso, durante atividade física e para avaliação de estresse animal (BOWEN, 2010; TRENK et al, 2015).

Uma alta VFC demonstra boa adaptação e um indivíduo saudável, que reflete a ação eficiente dos mecanismos autonômicos, enquanto a baixa VFC demonstra uma baixa ou ineficiente adaptação autonômica. A análise da VFC tem sido estudada como um mecanismo para avaliação de alterações clínicas (ACHARYA et al., 2006; VANDERLEI et al., 2009)

A VFC é analisada a partir de intervalos R-R consecutivos de um exame eletrocardiográfico (PASCHOA et al., 2006). Para a correta avaliação devem ser excluídos qualquer batimento prematuro e seu posterior batimento compensatório

(CALVERT, 1998). Existem duas formas de avaliação da VFC, para os dados obtidos em períodos curtos deve ser utilizada a frequência pelo domínio da frequência e os dados obtidos em longos períodos devem ser avaliados pelo domínio do tempo (XHYHERI, 2012).

Para análise da VFC no domínio do tempo, expressa em milissegundos, os intervalos RR de um determinado período são aferidos e analisados estatisticamente. Os índices que devem ser avaliados são: (SASSI et al, 2015)

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

A análise pelo domínio da frequência é mais utilizada para indivíduos em condições de repouso, sendo que estes os principais componentes a serem analisados (MARÃES et al, 2010)

- a) 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.
- b) LF (Low frequency) – com variação entre 0,04 – 0,15 Hz, que demonstra ação conjunta vagal e simpática, sobretudo do último, sobre o coração.
- c) LH/HF – essa relação reflete as alterações e consequente balanço simpato-vagal sobre o coração

As variações e influências sobre a VFC podem ocorrer devido à diversos fatores como forma física, sexo e idade, que permite a utilização da VFC como um método auxiliar para a avaliação clínica (AUBERT et al., 2003). Alterações na VFC também podem ocorrer em situações de estresse, como no período de adaptação neonatal (BERNARDI et al., 2000; ALFONSO, 2018)

Outra aplicação importante da VFC é na avaliação clínica de pacientes com alterações vasculares, diabéticos ou após infarto agudo do miocárdio (THAYER et al, 2010; AGARWAL et al, 2017).

3. Objetivos gerais

Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal em bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah.

4. Objetivos específicos

- Estabelecer os padrões normais dos parâmetros eletrocardiográficos no plano base-ápice em búfalas no período pré e pós-parto e de bezerros neonatos da raça Murrah.
- Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca materna, fetal e neonatal.
- Mensurar e descrever a variabilidade da pressão arterial periférica não invasiva, das búfalas no período pré e pós-parto e dos bezerros na fase neonatal.

Capítulo II

Artigo científico

Trabalho a ser enviado para a revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.
 Normas: http://cpro4576.publiccloud.com.br:8080/editora/downloads/normas_de_publicacao_da_revista_ABMVZ_pt.pdf

Avaliação eletrocardiográfica de búfalas (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah no período pós-parto.

[electrocardiographic evaluation of females buffaloes (*Bubalus bubalis*) of murrah breed in the pos-partum period]

ABREU, H.F.P*.¹; CHIACCHIO, S.B²; LOURENÇO, M.L.G³; MELO NETO, G.B.⁴

¹Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP, Botucatu, SP, Brasil. ²Prof. Adj. – 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. ⁴ Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Biotecnologia Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

*E-mail: hp.medvet@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi descrever o traçado eletrocardiográfico semanal de nove búfalas da raça Murrah nos primeiros 30 dias do período pós-parto. Para isso foram realizadas aferições no 7º, 14º, 21º e 28º dias após o parto. Os dados foram analisados estatisticamente no programa Graphpad Prism 5[®] com teste de ANOVA. Embora existam trabalhos que descrevam os parâmetros eletrocardiográficos em diferentes idades e sob diferentes condições de saúde, observou-se neste trabalho que a fase pós-parto e início da lactação, somados ao temperamento dócil dos animais podem influenciar os parâmetros eletrocardiográficos as búfalas.

Palavras-chave: eletrocardiograma, búfalos, cardiologia

Abstract

The aim of the present study was to describe weekly the electrocardiographic tracing of nine female buffaloes of Murrah breed in the first 30 days of the postpartum period. For this, measurement were performed on the 7th, 14th, 21st and 28th days after delivery. Data were statically analyzed using Graphpad Prism 5[®] software with ANOVA test. Although there are studies that describe the electrocardiographic parameters at different ages and under different health conditions, it was observed in this study that the postpartum and early lactation phase, added to the docile temperament of the animals, can influence the electrocardiographic parameters of female buffaloes.

Key words: buffaloes, cardiology, electrocardiogram

Introdução

A bubalinocultura de corte e leite é uma atividade em expansão e por isso desperta o interesse de pesquisadores de forma a otimizar a produção e também garantir o bem-estar dos animais (DAMACENO et al., 2010). Além disso, a fácil adaptação dos bubalinos às diversas regiões brasileiras associada à rusticidade e melhor conversão alimentar são fatores que oferecem uma alternativa eficiente para pequenos produtores (BERNARDES, 2007)

Associado ao aumento da produção há uma crescente preocupação com o bem-estar animal que leva ao desenvolvimento de diferentes técnicas e metodologias que buscam avaliar objetivamente os pontos críticos da cadeia produtiva brasileira de forma a corrigi-los (BOND et al., 2012). Entre as metodologias que podem ser utilizadas estão a observação comportamental dos animais (NAPOLITANO et al., 2012) e a utilização de monitores cardíacos que reduzem a chance de erros de interpretação e fornece um traçado eletrocardiográfico que pode ser analisado estatisticamente demonstrando indicadores de estresse (HOPSTER e BLOKHUIS, 1994)

O eletrocardiograma é obtido mediante o posicionamento de eletrodos na superfície corpórea que captam a diferença de potencial elétrico gerado pelo miocárdio em cada ciclo cardíaco e que serão representados na forma do traçado eletrocardiográfico (OYAMA et al., 2014). Embora existam derivações diferentes para posicionamento em grandes animais, em bubalinos é mais utilizada a derivação base-ápice (JACKSON e COCKCROFT, 2002; HASANPOUR et al., 2008; REDDY et al., 2015)

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi descrever o padrão eletrocardiográfico de fêmeas bubalinas (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah no período pós-parto.

Material e métodos

Para realização do experimento foram utilizadas búfalas da raça Murrah provenientes do município de Capela do Alto-SP. Essa localidade apresenta médias de 389 metros de altitude, 22,8°C de temperatura e 695 mm de pluviosidade. Todos as avaliações e procedimentos experimentais foram realizados após aprovação deste projeto pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu – SP, protocolo nº 208/2017 e assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo proprietário dos animais.

Foram utilizadas 9 búfalas cujos critérios de inclusão no experimento foram a docilidade, animais clinicamente saudáveis que se encontravam no terço final da gestação. É importante ressaltar que nessa propriedade foi instituída há alguns anos a seleção do rebanho de forma a facilitar o manejo dos animais. Para isso eles iniciaram o descarte dos animais mais agitados ou agressivos - com outros animais ou durante ordenha - e de búfalas com baixa habilidade materna que abandonavam os bezerros. Além disso, foi instituído manejo no qual não há agressão aos animais, mas sim a oferta de recompensa frente ao bom comportamento, na forma de alimento após e ordenha e maior interação dos tratadores e proprietários com os animais, de forma a que estes se acostumassem com a presença e contato humano.

As coletas de dados foram realizadas semanalmente nos dias 7, 14, 21 e 28 após o parto, sempre com início após a ordenha pela manhã. Antes de cada coleta era realizado exame físico individual, que consistia na aferição da temperatura retal, avaliação de mucosa, hidratação, frequência cardíaca e frequência respiratória, que eram anotados em fichas individuais.

Em seguida, a búfala era posicionada em tronco de contenção específico para bubalinos sendo então realizada tricotomia e limpeza com álcool 70% dos locais em que seriam posicionados os eletrodos autoadesivos. Após o posicionamento dos eletrodos o exame era realizado por 5 minutos, sendo que em nenhum momento foi utilizado qualquer tipo de contenção química.

Para realização do eletrocardiograma no método base-ápice foi utilizado o aparelho eletrocardiógrafo veterinário ECGPC® (TEB - Brasil) e eletrodos autoadesivos, sendo estes posicionados da seguinte forma: eletrodos amarelo e verde (positivo) no lado esquerdo do tórax à altura do olecrano, eletrodo preto (terra) na cernelha do animal (Figura 1), eletrodo vermelho (negativo) próximo à jugular direita (Figura 2).

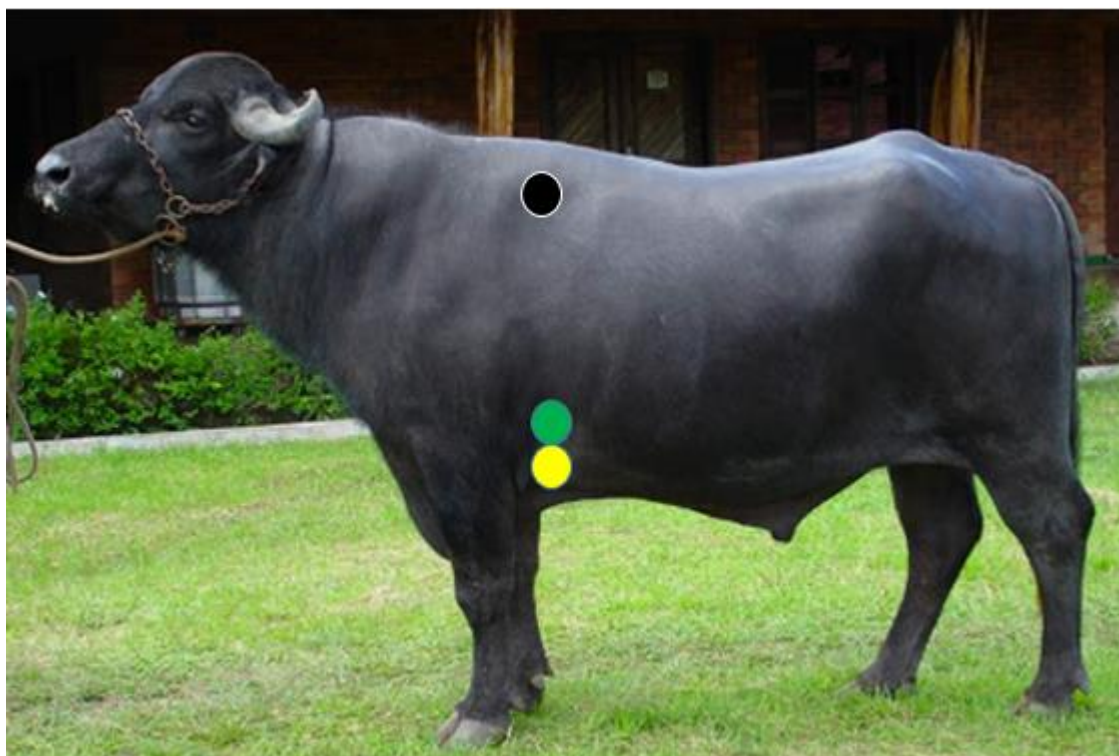


Figura 1 – Eletrodos verde e amarelo posicionados à altura do tórax esquerdo; eletrodo preto posicionado à altura da cernelha

Fonte: Associação brasileira de criadores de búfalos (ASCRIBU)



Figura 2 – Eletrodo posicionado próximo à jugular direita

Fonte – www.agrobetel.com.br

Resultados e Discussão

O presente estudo descreve os parâmetros eletrocardiográficos de búfalas saudáveis no período pós-parto. Os valores de média e desvio padrão no método base-ápice estão demonstrados na Quadro 1.

Quadro 1 – Média e desvio padrão dos componentes do ECG no método base-ápice

	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
FC	49±9	45±6	50±9	45±13
P (ms)	76±14	83±13	77±15	80±16
P(mV)	0,12±0,05	0,12±0,05	0,13±0,04	0,15±0,03
PR(ms)	257,11±50,62	275,56±33,06	253,11±34,46	268±44,6
QRS (ms)	93±24,93	105,56±14,7	94±24,01	97±23,90
QT(ms)	474,11±106,71	548,33±68,35	496,11±85,39	540,22±68,36
T(mV)	0,22±0,107	0,27±0,116	0,27±0,08	0,23±0,08
Q (mV)	0,04±0,035	0,03±0,022	0,03±0,01	0,23±0,08
R (mV)	0,35±0,185	0,32±0,134	0,38±0,17	0,31±0,11
S (mV)	0,05±0,049	0,07±0,041	0,03±0,01	0,05±0,05

Apesar de bubalinos serem muitas vezes comparados com bovinos, a frequência cardíaca média das búfalas no período pós-parto foi de 47,6±9,3 batimentos/minuto, sendo assim inferiores aos valores obtidos em vacas holandesas no mesmo período pós-gestação que apresentaram uma média de 80±14,3 batimentos/minuto (QUEVEDO, 2019) e de búfalas em lactação 61,1±0,8 batimentos/minuto, conforme relatado por Reddy et al. (2015). Embora os valores médios sejam diferentes, também foi observado predomínio de ritmo sinusal. Essa diferença de valores pode estar associada ao tipo de manejo adotado na propriedade que contribuiu para a docilidade dos animais.

O traçado eletrocardiográfico das búfalas apresentou predomínio de ondas P positivas, complexo QRS e ondas T de ocorrência negativas, positivas e bifásicas (Figura 3). Isso contrasta com o traçado descrito por Reddy *et al.* (2015), de ondas P positivas, complexo QRS sempre negativo e ondas T sempre positivas (Figura 4).

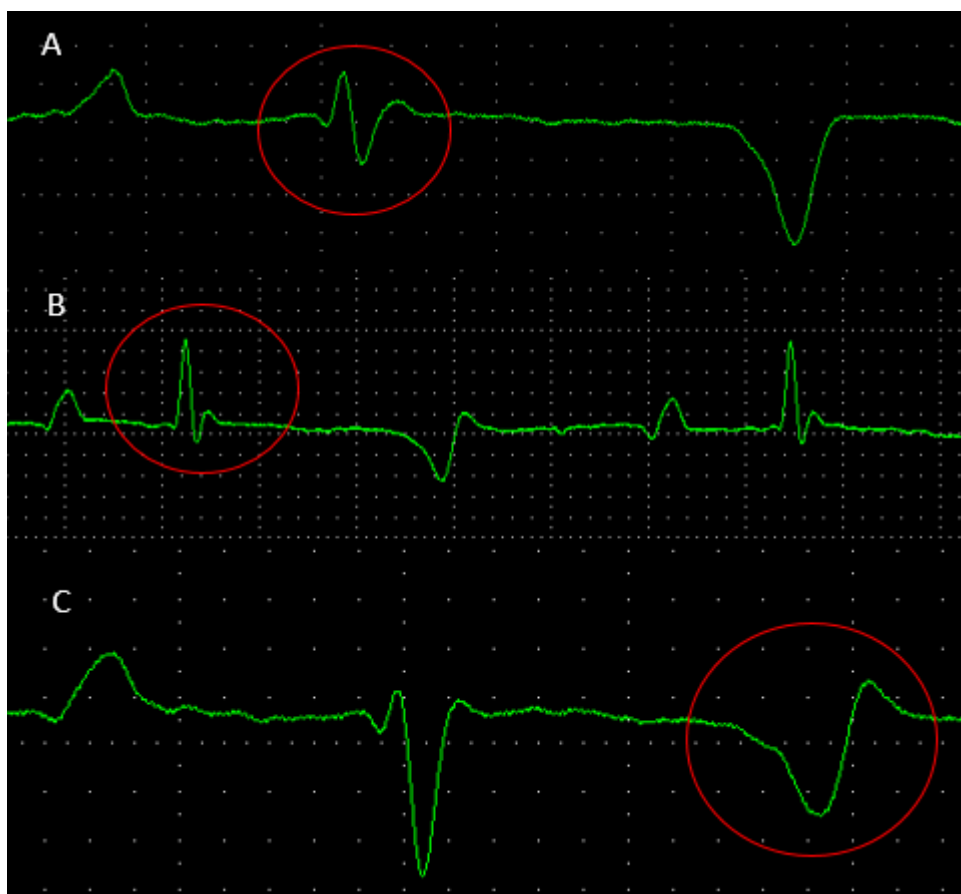


Figura 3 - Traçado eletrocardiográfico demonstrando a ocorrência de complexo QRS bifásico (A) e positivo (B). Onda T negativa (C).
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 4 - Traçado eletrocardiográfico de um búfalo saudável de 8 anos de idade na derivação base-ápice
Fonte: REDDY et al., 2015

Além do traçado, a amplitude e duração de P, QRS e T foram comparadas a outros experimentos com búfalos (Quadro 2)

Quadro 2 – Comparação dos componentes do eletrocardiograma de bubalinos no método base-ápice

	Experimento	Reddy et al, 2015	Kamali et al, 2016
P (ms)	79,25±3,24	64,8±1,6	70±20
P(mV)	0,13±0,01	0,19±0,04	0,17±0,05
QRS (ms)	97,39±5,71	68,8±1,4	60±20
T(mV)	0,25±0,03	0,33±0,1	0,18±0,29

O valor médio de duração da onda P (ms) foi superior ao verificado por Kamali et al. (2016) e Reddy et al. (2015). Todavia, a amplitude obtida por eles foi superior à deste experimento.

Já a duração do complexo QRS (ms) do presente experimento foi superior aos valores obtidos por estes mesmos autores, enquanto o valor médio da amplitude da onda T (mV) foi intermediário aos valores obtidos por estes autores.

Essa variação pode ser decorrente da gestação que causa alterações hemodinâmicas no organismo materno (PICON, AS, 2005; CASA et al., 2018). Além disso, embora Kamali et al (2016) tenha separado e descrito os valores de acordo com o sexo, o fato deste experimento ter utilizado búfalas em lactação pode explicar a alteração dos valores do eletrocardiograma devido ao estresse durante ordenha e produção láctea (HOPSTER et al., 2002; TRENK et al., 2015)

Conclusões

De acordo com o exame eletrocardiográfico pode-se relacionar as suas alterações com a docilidade característica destes animais e com a lactação das búfalas.

Referências

- 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.
- DAMASCENO, F. A., VIANA, J. M., TINÔCO, I. D. F. F., GOMES, R. C. C., & SCHIASSI, L. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, p. 1370-1381, 2010.

- 177 BARCELLOS, G. A. Achados eletrocardiográficos na gravidez normal. **Revista da Sociedade**
178 **de Cardiologia do Rio Grande do Sul, ano XIV**, v. 14, p. 1-3, 2005.
- 179 BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista**
180 **Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 293-298, 2007.
- 181 BOND, G. B.; ALMEIDA, R.; OSTRENSKY, A.; MOLENTO C.F.M. Métodos de diagnóstico
182 e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, 2012.
- 183 CASA, G., OLIVEIRA, M. D., REGIANINI, C. R., LOVATEL, M., CANCELIER, C. D.,
184 XAVIER, M. G., ... & YONEZAWA, L. A. . Características eletrocardiográficas de éguas da
185 raça Crioula em diferentes fases do período gestacional. *Arq. bras. med. vet.*
186 *zootec.(Online)*, 70(5), 1641-1644. 2018
- 187 HASANPOUR, A.; MOGHADDAM, G. A.; NEMATOLLAHI, A. Biochemical,
188 hematological, and electrocardiographic changes in buffaloes naturally infected with *Theileria*
189 *annulata*. **The Korean journal of parasitology**, v. 46, n. 4, p. 223, 2008.
- 190 HOPSTER, H. BRUCKMAIER, R. M.; VAN DER WERF, N.; et al. Stress responses during
191 milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. **Journal**
192 **of Dairy Science**, v. 85, n. 12, p. 3206-3216, 2002.
- 193 HOPSTER, H.; H.J. BLOKHUIS. "Validation of a heart-rate monitor for measuring a stress
194 response in dairy cows." **Canadian Journal of Animal Science** 74; 1994
- 195 JACKSON, P.; COCKCROFT, P. In: **Clinical examination of farm animals**. John Wiley &
196 Sons, 2008.
- 197 KAMALI, S.; GHADRAN MASHHADI, A.R.; HAJI HAJIKOLAEI, M.R.; REZAKHANI,
198 A.; FATEMI, S.R. Determination the Normal Parameters (amplitude and duration) of
199 Electrocardiogram Waves in River Buffaloes (*Bubalus Bubalis*) of Khuzestan. **Iranian**
200 **Journal of Ruminants Health Research**, v. 1, n. 2, p. 23-31, 2016.
- 201 NAPOLITANO, F.; DE ROSA, G.; GRASSO, F.; WEMELSFELDER, F. Qualitative
202 behaviour assessment of dairy buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Applied Animal Behaviour**
203 **Science**, v. 141, n. 3-4, p. 91-100, 2012.
- 204 OYAMA, M. A.; KRAUS, M. S.; GELZER, A. R. **Rapid review of ECG interpretation in**
205 **small animal practice**. CRC Press, 2013.
- 206 PICON, J. D.. SÁ, ANPOA Alterações hemodinâmicas da gravidez. **Revista da Sociedade de**
207 **Cardiologia do Rio Grande do Sul, ano XIV**, 5, 1-2. 2005

208 REDDY, B. S. VENKATASIVAKUMAR, R.; VARAPRASAD, R.L.S.S et al. Analysis of base
209 apex lead electrocardiograms of adult buffaloes. **J Dairy Vet Anim Res**, v. 2, n. 6, p. 00058,
210 2015.

211 TRENK, L.; KUHL, J.; AURICH, J.; et al. Heart rate and heart rate variability in pregnant dairy
212 cows and their fetuses determined by fetomaternal electrocardiography. **Theriogenology**, v. 84,
213 n. 8, p. 1405-1410, 2015.

214

215

Capítulo III

Discussão Geral

DISCUSSÃO GERAL

Inicialmente o posicionamento dos eletrodos do Televet 100® seguiram a metodologia utilizada por Quevedo (2019) quando da sua pesquisa com vacas holandesas, sendo no lado esquerdo o eletrodo verde no pescoço, amarelo no flanco e preto na garupa, eletrodo vermelho no abdome direito. Contudo, notou-se baixa detecção de atividade fetal, alterando-se então o posicionamento dos eletrodos de acordo com o posicionamento utilizado por Vera et al (2018), posicionando assim os eletrodos verde, amarelo e preto no lado direito, e eletrodo vermelho no abdome esquerdo. Além disso, como os animais ficavam contidos em tronco, a posição da guilhotina do pescoço além de impedir o posicionamento adequado no pescoço também oferecia risco de dano ao equipamento, sendo então adotado posicionamento do eletrodo verde mais próximo à escápula (DeROTH,1980).

TABELA 1 – Valores médios e desvio padrão referentes aos índices de variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo das búfalas nos períodos pré e pós-parto

	HR (BPM)	RR (MS)	RMSSD (MS)	SDNN (MS)
-28 DIAS	77,8±20,5	808±167	289,6±276	240,2±214,7
-21 DIAS	57±27	1403±911	208±237	156,1±152,2
-14 DIAS	41,8±25,2	1881±881	566±654	421,4±470,4
-7 DIAS	38,2±19,7	1918,4±784	537,4±632,6	399,7±460
	PARTOS			
7 DIAS	70±20,2	921,7± 265,3	514,9±271,8	399,1±220,4
14 DIAS	55,4±11	1120±214	427,3±327	329±252,9
21 DIAS	63,7±31	1068±564,6	398,6±273,5	318,6±228,7
28 DIAS	59, 6±19	1146,9±528	447,6±215	358,6±184

Para análise pelo domínio do tempo os índices analisados são HR, RR, RMSSD e SDNN. Os valores médios de HR obtidos no período pré e pós-parto foram respectivamente, 58 e 62,2 bpm. Embora próximos dos valores considerados normais para bubalinos em repouso, houve diferença significativa ($P<0,05$) no período pré-parto, sendo a média mais alta 77, 8 e a mais baixa 41,8. No período pós-parto não

foi observada diferença significativa entre os valores, embora note-se diminuição gradual dos valores médios de frequência cardíaca. Embora tenha-se tomado cuidado durante a coleta de dados, a presença de pessoas estranhas pode ter causado algum grau de estresse nos animais e consequente alteração da frequência cardíaca na fase inicial do experimento (ROSA, COSTA, 2001; HOPSTER, 2002; GARCIA, 2013). Essa variação da frequência cardíaca em diferentes momentos reflete a influência do sistema nervoso autônomo sobre a função cardíaca (KAPA et al, 2010)

Os indicadores RMSSD e SDNN não apresentaram variação estatística significativa no período pré e pós-parto. Embora tais indicadores não tenham divergido estatisticamente, a sua avaliação com a frequência cardíaca durante o experimento permite supor uma maior influência parassimpática (MARÃES et al, 2010).

TABELA 2 - Valores médios referentes aos índices de variabilidade da frequência cardíaca pelo domínio da frequência das búfalas nos períodos pré e pós-parto

	<i>LF</i>	<i>HF</i>	<i>LH/HF</i>
-28 dias	41,96±18,12	47,57±14,83	1,28±1,3
-21 dias	64,8±34,04	26,77±31,88	15,41±20,02
-14 dias	75,99±470,4	16,69±24,76	29±22,83
-7 dias	73,33±17,89	16,94±18,01	17,53±19,87
	PARTOS		
7 dias	32,02±14,8	53,13±18,5	0,79±0,65
14 dias	33,51±12,74	50,89±12,02	0,74±0,41
21 dias	34,41±18,23	48,79±19,42	1,19±1,44
28 dias	49,47±25	37,56±22	3,08±4,7

Os índices LF referentes à atividade do sistema nervoso simpático na fase pré-parto apresentaram aumento significativo, sendo a menor média encontrada no -28º dia e a maior no -14º dia antes do parto, respectivamente (Quadro 2). Na fase pós-parto não foi encontrada diferença entre os valores obtidos.

Já o índice HF, que representa atividade parassimpática, apresentou diminuição significativa ($P < 0,05$) a partir da segunda semana, o que representa diminuição expressiva da atividade parassimpática com a proximidade do parto. Apesar de não

haver diferença significativa entre as médias do período pós-parto, pode-se considerar que houve aumento da atividade parassimpática na fase seguinte ao parto.

Analisando de forma conjunta os indicadores LF e HF obtém-se a relação LF/HF que representa o equilíbrio dos sistemas nervoso simpático e parassimpático (MALIK et al, 1996). Os resultados obtidos no experimento não foram estatisticamente divergentes, mas nota-se no período pré-parto valores elevados desta relação que demonstram um predomínio da atuação do sistema nervoso simpático. Já na fase pós-parto, a média dos valores obtidos demonstra equilíbrio simpato-vagal, o que aponta um predomínio vagal nesta fase.

TABELA 3 – Média e desvio padrão referentes aos índices de variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo dos bezerros nos períodos pré e pós-parto

	HR (BPM)	RR (MS)	RMSSD (MS)	SDNN (MS)
-28 DIAS	68±17	921±208	716±191	561±138
-21 DIAS	69,44±13,75	891,9±152,6	353,6±227,3	283,5±178,2
-14 DIAS	71±20	925±376	694±462	534±328
-7 DIAS	89±47	775±257	401±249	332±200
	Parto			
7 DIAS	106±20	593±159	26±39	26±33
14 DIAS	112±8,6	528±39	19±17	18±11
21 DIAS	99±22	655±243	163±345	132±269
28 DIAS	83±18	751±164	56±58	45±39

Nos bezerros os eletrodos foram posicionados conforme o esquema utilizado por Quevedo et al. (2019), no qual os eletrodos verde e amarelo foram fixados no lado esquerdo do tórax à altura do olecrano e os eletrodos vermelho e preto foram fixados no tórax direito, também à altura do olecrano.

A frequência cardíaca média dos bezerros apresentou variação estatística somente durante a fase fetal. Durante essa fase os valores aumentaram conforme a proximidade do parto, o que pode ser relacionado com a maturação do sistema nervoso autônomo e miocárdio. Embora não significativa, houve diminuição dos índices RMSSD e SDNN na fase fetal. Somente na fase de adaptação pós-natal foi observada diferença significativa destes valores. A diminuição destes índices foi

descrita por Quevedo (2019), que a relacionou com ação simpática. Já o aumento da frequência cardíaca e alterações eletrocardiográficas após o nascimento são considerados fisiológicos devido ao período de adaptação do neonato, decorrentes do sistema nervoso autônomo ainda imaturo e início da respiração, mas que devem diminuir com o desenvolvimento do animal (KOETHER, 2016; ALFONSO et al, 2017; QUEVEDO, 2019).

TABELA 4 – Média e desvio padrão referentes aos índices de variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência dos bezerros nos períodos pré e pós-parto

LF	HF	LH/HF
42±15	43±13	1,1±0,69
47,46±10,92	36,07±12,82	1,609±0,94
37±8,7	50±11	0,81±0,38
48±19	40±19	2,0±1,7
PARTO		
65±25	31±24	6,9±9,0
67±18	25±15	4,3±3,2
62±32	24±21	6,6±5,9
50±32	47±32	4,2±5,7

Já os índices de baixa (LF) e alta frequência (HF) não apresentaram variação significativa pré e pós-parto. Contudo, a relação LF/HF apresentou variação significativa na fase fetal, apresentando um aumento dos seus valores médios conforme a proximidade do parto, indicando assim maior atuação vagal. Já na fase de adaptação pós-parto, embora sem significância estatística, foi observado aumento do índice HF e diminuição do índice LF que podem ser decorrentes da modulação vagal devido ao início da respiração, conforme já relatado por Quevedo (2019).

CONCLUSÃO GERAL

Pode-se concluir com o presente estudo que a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta útil para a avaliação de búfalas e bezerros, tanto na fase fetal quanto neonatal, pois fornece elementos importante para avaliação da função cardíaca e do sistema nervosa autônomo.

As fêmeas demonstraram diminuição nos valores de frequência cardíaca conforme a proximidade do parto, caracterizando assim predomínio vagal nessa fase.

Já os bezerros apresentaram boa adaptação pós-parto, apresentando inicialmente valores mais elevados de frequência cardíaca que diminuíram conforme o desenvolvimento do sistema nervoso autônomo e da função miocárdica dos animais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHARYA, U. R., JOSEPH, K. P., KANNATHAL, N., LIM, C. M., & SURI, J. S.. Heart rate variability: a review. *Medical and biological engineering and computing*, v. 44, n. 12, p. 1031-1051, 2006.
- 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.
- 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.
- AUBERT, Andre E.; SEPS, Bert; BECKERS, Frank. Heart rate variability in athletes. *Sports medicine*, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BARCELLOS, Gilberto Alt. Achados eletrocardiográficos na gravidez normal. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul*, ano XIV, v. 14, p. 1-3, 2005.
- 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, 2000.
- Bowen, I. M.: Chapter 10 — Ambulatory electrocardiography and heart rate variability. In: Marr, C. M. and Bowen, I. M. (eds) *Cardiology of the Horse*. Second Edition. W. B. Saunders, Edinburgh. pp. 127–137. 2010
- BRUM, P. C., FORJAZ, C. D. M., TINUCCI, T., & NEGRÃO, C. E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís*, v. 18, n. 1, p. 21-31, 2004.
- CALVERT, CLAY A. Heart rate variability. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, v. 28, n. 6, p. 1409-1427, 1998.
- CAMPANILE, G.; DI PALO, R.; NEGLIA, G.; VECCHIO, D.; GASPARRINI, B.; PRANDI, A.; GALIERO, G.; DÒCCHIO, M.J. Corpus luteum function and embryonic mortality in buffaloes treated with GnRH agonist, hCG and progesterone. *Theriogenology*, v. 67, p. 1393–8, 2007.

- DESPRÉS, G.; VEISSIER, I.; BOISSY, A. Effect of autonomic blockers on heart period variability in calves. Evaluation of the sympathovagal balance. *Physiological Research*, v. 51, n. 4, p. 347-354, 2002.
- DÜNSER, M. W., TAKALA, J., ULMER, H., MAYR, V. D., LUCKNER, G., JOCHBERGER, S., JAKOB, S. M. Arterial blood pressure during early sepsis and outcome. *Intensive care medicine*, v. 35, n. 7, p. 1225-1233, 2009.
- EL-KHODERY, S. A.; NASSIF, M. N.; HASSAN, H. Y. Two dimension echocardiography in normal buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Applied Animal Research*, v. 37, n. 1, p. 57-61, 2010.
- FERNANDES, W. R., LARSSON, M. H. M. A., ALVES, A. L. G., FANTONI, D. T., & BELLI, C. B.. Características eletrocardiográficas em eqüinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, p. 143-149, 2004.
- FERREIRA, A. M. C.; MARCONDES, C.R.; DAMÉ, M.C.F.; KERCHNER, A.C.; SANTOS, C.S. Descrição do nível de produção dos rebanhos de búfalas leiteiras ra região Sul. *Anais da IV Jornada Científica*. São Carlos – SP, 2012.
- GILMOUR, R.F.; MOÏSE, N.S. The electrocardiogram and cardiac arrhythmias. In: REECE, W.O; GOFF, J.P.; UEMURA, E.E ERICKSON, H.H. *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons, 2017.
- GOASDOUÉ, K.; STEPHANIE M. M.; COLDITZ, P.B.; BJÖRKMAN, S.T. “review: the blood-brain barrier; protecting the developing fetal brain.” *PLACENTA* 54, 2017
- HASANPOUR, A.; MOGHADDAM, G. A.; NEMATOLLAHI, Ahmad. Biochemical, hematological, and electrocardiographic changes in buffaloes naturally infected with *Theileria annulata*. *The Korean journal of parasitology*, v. 46, n. 4, p. 223, 2008.
- HILL, R.W; WYSE, G.A; ANDERSON, M. *Animal physiology*. Massachusetts: Sinauer Associates, 2012.
- HOPSTER, H.; BLOKHUIS, H. 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.
- KAMALI, S.; GHARDAN MASHHADI, A.R; HAJI HAJIKOLAEI, M.R.; REZAKHANI, A; FATEMI, S.R. Determination the Normal Parameters (amplitude and duration) of Electrocardiogram Waves in River Buffaloes (*Bubalus Bubalis*) of Khuzestan. *Iranian Journal of Ruminants Health Research*, v. 1, n. 2, p. 23-31, 2016.

KISERUD, TORVID; ACHARYA, GANESH. The fetal circulation. *Prenatal Diagnosis: Published in Affiliation With the International Society for Prenatal Diagnosis*, v. 24, n. 13, p. 1049-1059, 2004.

KISERUD, TORVID. Physiology of the fetal circulation. In: *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*. WB Saunders,. p. 493-503. 2005

KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. *Equine Neonatal Medicine and Surgery* Elsevier Health Sciences, 2004.

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

MACEDO, M. P., WECHSLER, F. S., RAMOS, A. D. A., AMARAL, J. B. D., SOUZA, J. C. D., RESENDE, F. D. D., OLIVEIRA, J. V. D. . Composição físico-química e produção do leite de búfalas da raça Mediterrâneo no oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1084-1088, 2001.

Manual MSD https://www.msdmanuals.com/pt-pt/profissional/multimedia/figure/cvs_ecg_waves_pt

MANZO, A., OOTAKI, Y., OOTAKI, C., KAMOHARA, K., & FUKAMACHI, K. . Comparative study of heart rate variability between healthy human subjects and healthy dogs, rabbits and calves. *Laboratory animals*, v. 43, n. 1, p. 41-45, 2009.

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.

MATTOS, S.S. Fisiologia da circulação fetal e diagnóstico das alterações funcionais do coração do feto. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 69, n. 3, p. 205-207, 1997.

MATSUOKA, O. T., PINHEIRO, A. C., PASCUAS, D. Z., LEONE, C. R.. Evolução dos níveis de pressão arterial sistêmica no período neonatal em recém-nascidos de termo adequados para a idade gestacional. *J Pediatr (Rio J)*, v. 72, n. 3, p. 155-8, 1996.

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.

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

OYAMA, M.A.; KRAUS, M.S.; GELZER, A.R. *Rapid review of ECG interpretation in small animal practice*. CRC Press, 2013.

- PASCHOA, D.C.; COUTINHO, J.F.S.; ALMEIDA, M.B. Análise da variabilidade da frequência cardíaca no exercício de força. *Revista da SOCERJ*, 2006.
- QUEVEDO, D. A., LOURENÇO, M. L. G., BOLAÑOS, C. D., ALFONSO, A., ULIAN, C., CHIACCHIO, S. B. (2019). Maternal, fetal and neonatal heart rate and heart rate variability in Holstein cattle. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(4), 286-291. 2019
- REECE, W.O.; ROWE, E.W. *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons, 2017
- REZENDE, M.L., NUNES, N., DE SOUZA, A.P., DOS SANTOS, P.S.P. Monitoramento hemodinâmico invasivo em pequenos animais. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 23, n. 1, p. 93-100, 2002.
- RIBEIRO, H.F.L. Reprodução de bubalinos na região Amazônia. Disponível em: <http://www.cienciaanimal.ufpa.br/CA_selecao/M/2010/biblio/Prod/reproduc/RIBEIRO_2008.pdf> Acesso em: 22 de setembro de 2016.
- RIEDELSEL, D.H; ENGEN, R.L. The Heart and Vasculature: Gross Structure. In: REECE, W.O; GOFF, J.P.; UEMURA, E.E ERICKSON, H.H. *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons, 2017.
- RIEMENSCHNEIDER, T.A.; BRENNER, R.A.; MASON, D.T. Maturation changes in myocardial contractile state of newborn lambs. *Pediatric research*, v. 15, n. 4, p. 349, 1981.
- ROBINSON, B. F., EPSTEIN, S. E., BEISER, G. D., BRAUNWALD, E. Control of heart rate by the autonomic nervous system: studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. *Circulation Research*, v. 19, n. 2, p. 400-411, 1966.
- RODRIGUES, V. C., BRESSAN, M. C., CARDOSO, M. D. G., FREITAS, R. D. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. *Revista Brasileira de zootecnia*, v. 33, n. 2, p. 434-443, 2004.
- ROSE, R.J. Cardiorespiratory adaptations in neonatal foals. *Equine Veterinary Journal*, v. 20, p. 11-13, 1988.
- SASSI, R., CERUTTI, S., LOMBARDI, F., MALIK, M., HUIKURI, H. V., PENG, C. K., LIP, G. Y. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Ep Europace*, v. 17, n. 9, p. 1341-1353, 2015.

- STEPHENSON, R. B. Fisiologia cardiovascular. In: KLEIN, B.G. *Cunningham – Tratado de Fisiologia Veterinária*. Rio de Janeiro. Elsevier, seção III, 2017.
- TEBALDI, M., LOURENÇO, M.L.G., MACHADO, L.H.A., SUDANO, M.J., CARVALHO, L.R. Estudo da pressão arterial pelo método indireto oscilométrico (petmap®) em cães domésticos não anestesiados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2012.
- TILLEY, L.P.; SMITH JR, F.W.K. Electrocardiography. In: SMITH, Francis WK et al. *Manual of Canine and Feline Cardiology*. Elsevier Health Sciences, 2016.
- 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.
- THORUP, L., KOCH, K. U., UPTON, R. N., ØSTERGAARD, L., RASMUSSEN, M. Effects of Vasopressors on Cerebral Circulation and Oxygenation: A Narrative Review of Pharmacodynamics in Health and Traumatic Brain Injury. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 2019.
- TORAD, F. A., AMER, M. S., SHAMAA, A. A., & ELSHERPIENY, E. A. Echocardiographic measurements and indices in normal adult buffalo (*Bubalus bubalis*). *Journal of Applied Animal Research*, v. 45, n. 1, p. 336-341, 2017.
- TRENK, L.; KUHL, J.; AURICH, J.; AURICH, C.; NAGEL, C. Heart rate and heart rate variability in pregnant dairy cows and their fetuses determined by fetomaternal electrocardiography. *Theriogenology*, v. 84, p. 1405-1410, 2015.
- ULIAN, C. M. V., CARVAJAL, A. P. L., VELASQUEZ, D. R. B., NETO, F. J. T., LOURENÇO, M. L. G., CHIACCHIO, S. B. ACURÁCIA DOS MÉTODOS OSCILOMÉTRICO (PETMAP®) E DOPPLER PARA AFERIÇÃO INDIRETA DA PRESSÃO ARTERIAL EM CORDEIROS. *Ciência Animal Brasileira*, v. 17, n. 4, p. 593-600, 2016.
- VAN LOON, G.; PATTESON, M. Electrophysiology and arrhythmogenesis. In: *Cardiology of the Horse*. Elsevier Saunders, 2010.
- VANDERLEI, L. C. M., PASTRE, C. M., HOSHI, R. A., DE CARVALHO, T. D., & DE GODOY, M. F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular/Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VAN LEEUWEN, Peter et al. Heart rate variability in the individual fetus. *Autonomic Neuroscience*, v. 178, n. 1-2, p. 24-28, 2013.

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.