RONALDO GOMES GARGANO

Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos

São Paulo
2015

RONALDO GOMES GARGANO

Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:
Clínica Médica

Área de Concentração:
Clínica Veterinária

Orientador:
Prof. Dr. Fabio Celidonio Pogliani

São Paulo
2015

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3162
FMVZ

Gargano, Ronaldo Gomes
Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos / Ronaldo Gomes Gargano. -- 2015.
100 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Celidonio Pogliani.

1. Índices vasculares. 2. Fluxo de sangue. 3. Lesões podais. 4. Úlcera de sola. 5. Doppler pulsado. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Ultrassonografia Doppler do fluxo digital arterial associado à alteração do coxim digital dos bovinos", protocolado sob o CEUA nº6534020914, sob a responsabilidade de **Fabio Caledônio Pogliani** *e equipe; Ronaldo Gomes Gargano* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUAVet/FMZV) em reunião de 08/04/2015.

We certify that the proposal "Doppler ultrassonhography of digital blood flow associated with changes in bovine digital cushion", utilizing 13 Bovines (13 females), protocol number CEUA 6534020914, under the responsibility of **Fabio Celidonio Pogliani** *and team; Ronaldo Gomes Gargano* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of São Paulo University (CEUA/FMZV) in the meeting of 04/08/2015.

Vigência da Proposta: de 02/2013 a 02/2015
Área: VCM - Departamento De Clínica Médica
Procedência: Propriedades particulares de produção leiteira
Espécie: Bovino - Gênero: Fêmeas
idade: 3 anos - nº: 13
Linhagem: Holandesa - Peso: 500kg

São Paulo, 12 de junho de 2015.

Denise Fantoni

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fone: + 55 11 3091-7671/7676/0904
Fax: +55 11 3032-2224
E-mail: ceuavet@usp.br
http://www.fmvz.usp.br

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: GARGANO, Ronaldo Gomes

Título: Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do titulo de Mestre em Ciências

Data: _____/_____/_____

Banca Examinadora

Prof. Dr._____

Instituição:_____ Julgamento:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____ Julgamento:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____ Julgamento:_____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sidney e Verginia por terem me incentivado aos estudos, pelos ensinamentos, pelo esforço para a minha formação, pelo amor e carinho.

À minha tia Inês, pelos momentos de descontração e incentivo.

À minha namorada Iacy, pela cumplicidade, companheirismo e amor.

Aos meus discos favoritos, companheiros nos momentos de alegria e tristeza, e que me acompanharam ao longo do desenvolvimento deste trabalho e da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador Professor Doutor **Fabio Celidonio Pogliani**, por ter acreditado no meu potencial e ter me orientado, por ser um exemplo de clínico buiatra (imagem a qual sempre me espelharei) e pelos vários momentos de descontração e conversas filosóficas.

Aos **meus pais** e **familiares** por sempre me incentivarem a leitura e aos estudos. Além disso, por terem me ensinado a viver respeitando as diferenças e ao próximo, sempre com ética e amor.

À minha querida **Iacy Silva Gottschalk**, pessoa com quem compartilho meu melhor sentimento, que me faz maior e que entende meus medos, a você entrego todo meu amor, respeito e admiração.

Às queridas, **Maria Inês Silva** e **Gabriela Gottschalk;** e aos queridos, **Emílio Kleber Gottschalk, Marco Gottschalk** e **Gabriel Peixoto Gottschalk** e, pelo acolhimento, incentivo e ajuda. Muito obrigado.

À Professora Doutora **Alice Maria Melville Paiva Della Libera**, pela luz que acompanhava cada palavra gentil que sempre me falava, pelo exemplo de pesquisadora e de “chefa”. Muito obrigado.

À Professora Doutora **Maria Claudia Araripe Sucupira**, pelas palavras de conforto nos momentos difíceis, por acreditar no meu potencial e por sempre ser muito atenciosa em diversos momentos da minha residência. Muito obrigado.

Ao Professor Doutor **Paulo Henrique Mazza Rodrigues**, pelos ensinamentos em estatística aplicada, pela paciência em explicar inúmeras vezes à mesma coisa e por mostrar, não só a mim, a enorme importância da estatística e o comprometimento com a pesquisa científica. Muito obrigado.

Ao Professor Doutor **Júlio Augusto Naylor Lisbôa**, por ter me dado uma base

científica, pelas críticas sempre construtivas e por ter me ensinando que a boa pesquisa é fruto de boas referências científicas. Muito obrigado.

Ao Professor Doutor **José Henrique Hildebrand Grisi Filho** por sempre responder e opinar acerca das minhas decisões em estatística. Muito obrigado.

Aos demais Professores (as) Doutores (as) **Fernando José Benesi**, **Viviani Gomes**, **Lilian Gregory**, **Enrico Lippi Ortolani**, **Denise Saretta Schwartz**, **Marcia Mery Kogika**, **Maria Helena Matiko Akao Larsson**, **Carlos Eduardo Larsson**, **Wilson Roberto Fernandes**, **Carla Bargi Belli**, **Archivaldo Reche Junior**, **Sílvia Regina Ricci Lucas**, **Márcia de Oliveira Sampaio Gomes** e **Mitika Kuribayashi Hagiwara**. Muito obrigado pelos ensinamentos ao longo destes dois anos na pós-graduação.

Às adoráveis **Maria das Graças Dutra**, **Delice Aparecida** e **Maria Margarete de Lima Previato**, responsáveis pela lavanderia da faculdade, as quais sempre me recebiam com um sorriso enorme no rosto, sempre preocupadas com o meu desgaste (devido as viagens) e, também, com a quantidade de roupa suja que eu levava. Muito obrigado.

Aos amigos **Aparecido Ramos Aguiar**, **Edson de Oliveira**, **Flavio Rodrigo Menezes da Cruz**, **Ivan Alcassio Basílio** e Sr. **João Batista**, motoristas da faculdade, que inúmeras vezes me conduziram as fazendas parceiras e em algumas vezes me ajudando na contenção dos animais. Muito obrigado.

Ao amigo Mestre **Fábio Parra Sellera**, pessoa brilhante, persistente, batalhadora e que acredita nos seus ideais, por esses motivos sempre será um exemplo para mim. Muito obrigado.

À amiga e parceira de viagem **Bruna Stanigher Barbosa**, por sempre aguentar as minhas reclamações e sempre responder com palavras de conforto. Muito Obrigado.

À amiga **Carolina dos Anjos**, pela notável dedicação à ciência e por trazer novos ares à equipe, bem vinda. Muito obrigado.

À amiga **Beatriz Rodrigues Villas Bôas**, pela ajuda recíproca ao longo do período que esteve na equipe e, além disso, pelos momentos de risadas. Muito obrigado.

Ao amigo **João Cont Júnior**, pelas conversas sobre músicas, sobre filosofia moderna e, principalmente, pelo interesse aos estudos em sistema locomotor dos bovinos. Muito Obrigado.

Aos queridos (as) amigos (as) da pós-graduação **Camila Freitas Batista**, **Renata Gomes Caminha**, **Kamila Reis**, **Maria Gabriela Barbosa Lima** e **Heloísa Bertagnon** (pelos ensinamentos em imunologia e citometria de fluxo); **Aline Alberti Morgado** (pelos ensinamentos quando fui estagiário e em ultrassonografia); **Bruno Leonardo**, **Enoch Meira Júnior**, **Marjorie Hasegawa**, **Mario Reyes**, **Natália Gaeta**, **Luciana** e **Eduardo Marques** (pela disposição em ajudar e pelos ensinamentos na fazenda); **Caroline Harumi Seino**, **Juliana Aparecida Bombardelli**, **Carolina de Lara Shecaira**, **Gabriela Alves Reis** e **Paulo** (pelo companheirismo, descontração e ensinamentos ao longo da residência); **Bruno Miotto** (pelas gratificantes conversas sobre música e sociedade); **Francisco Leonardo**, **Rejane Souza** e **Carolina Araújo** (pelos ensinamentos quando fui estagiário e em estatística); e a **Vinicius Baldacin**, **Cynthia Costa**, **Camila Baccilli Costa, Bruno Toledo** e **Juliana Reis** (por me ensinarem a trabalhar com o citômetro de fluxo e pela ajuda ao longo da minha residência). A todos, obrigado.

Às queridas amigas **Sylvia Marquart Fontes Novo**, **Priscilla Fajardo** e **Loraine Inês Fernandes**, pelo companheirismo, ensinamentos e momentos de descontração, vocês sempre serão especiais para mim, muito obrigado.

Às amigas do laboratório **Samantha**, **Maria Helena**, **Claudia** e **Clara** pelos ensinamentos e descontração no laboratório, muito obrigado.

Às funcionárias do Departamento de Clínica Veterinária: **Adelaide F. J. Borges**, **Carolina Aroma**, **Maria Aparecida Freitas** e **Silvana R. Guedes**, muito obrigado.

Aos funcionários da biblioteca Virginia Buff D'Ápice, **Camila Molgara Gamba**, **Elza**

Faquim, **Elena Tanganini**, **Rafael Borgin**, **Ricardo Augusto Martins** e **Sandra Regina Toledo**, por me ajudarem na reta final desta dissertação, muito obrigado.

Aos amigos, **Diego Amorim Grola**, **Raffaele Romeo** e **Vitor Bruno Bianconi Rosa**, mais que amigos são meus queridos irmãos, que sempre estiveram ao meu lado em diversas situações desde as mais descontraídas as mais trágicas, muito obrigado.

Aos amigos, **Felipe Barros**, **Leonardo Caruso**, **Marielli Barato**, **Lucas Martins**, **Murilo Pajolla** e **Tatiane Hirata**, pessoas fantásticas que conheci na universidade que somaram muito a mim, muito obrigado.

Aos amigos **residentes** e **estagiários** que muito me ensinaram e muito me ajudaram nesta jornada.

Aos funcionários, **Duque**, **Edson**, **Francisco** e **Luís** da Clínica de Bovinos e Pequenos Ruminantes.

Aos amigos, **Frederico**, **Tiago** e **Renato**, produtores rurais; e a **Jackson** e **Juliana**, funcionários do Instituto de Zootecnia, que acreditaram no meu trabalho e que foram importantíssimos para a realização deste trabalho.

Aos irmãos da **Turma 58** de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina, obrigado sempre.

“How many roads must a man walk down
Before you call him a man?
How many seas must a white dove sail
Before she can sleep in the sand?
Yes and how many times must cannonballs fly
Before they're forever banned?

The answer, my friend, is blowin' in the wind
The answer is blowin' in the wind”

Blowing in the wind - Bob Dylan

RESUMO

GARGANO, R. G. **Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos**. [Doppler ultrasonography of digital blood flow associated with changes in bovine digital cushion]. 2015. 100 f. (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O objetivo do estudo foi avaliar, por meio da ultrassonografia bidimensional e da ultrassonografia Doppler, as inter-relações entre a alteração de espessura do coxim digital com os índices vasculares da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos dos bovinos. A avaliação ultrassonográfica Doppler é uma técnica não invasiva de avaliação de índices vasculares, assim como, indiretamente, do volume de sangue do leito vascular. Para isso, foram realizados exames ultrassonográficos da espessura do coxim digital e também avaliação ultrassonográfica Doppler da referida artéria de 13 vacas primíparas da raça Holandesa, em intervalos de 14 dias, durante 126 dias após o parto. Ao longo do experimento o coxim digital apresentou diminuição não significativa de espessura ($p=0,1715$) e apresentou forte correlação positiva com a média do escore de condição corporal ($p=0,03$, $r=0,71$). Ao longo do período avaliado, o fluxo de sangue aumentou significativamente ($p<0,0001$) e apresentou correlação negativa com os índices que denotam impedância ao deslocamento de sangue, isto é, índice de resistividade ($p<0,0001$, $r=-0,34911$) e pulsatilidade ($p<0,0001$, $r=-0,5035$). Além disso, realizou-se correlação entre a diferença diária do fluxo de sangue e a diferença da espessura do coxim digital para cada animal e constatou-se uma forte tendência à correlação entre as diferenças das variáveis ($p=0,0515$, $r=-0,5729$). Por meio dos resultados encontrados foi possível concluir que o escore de condição corporal teve forte correlação com a espessura do coxim digital, ao longo do estudo. Além disso, o fluxo de sangue, os índices referentes à velocidade de deslocamento das hemácias e o diâmetro da artéria aumentaram ao longo do trabalho. E, também, que a discreta diminuição do coxim digital não foi um fator que influenciou no aumento do fluxo de sangue e nos índices vasculares.

Palavras-chave: Índices vasculares. Fluxo de sangue. Lesões podais. Úlcera de sola. Doppler pulsado.

ABSTRACT

GARGANO, R. G. **Doppler ultrasonography of digital blood flow associated with changes in bovine digital cushion.** [Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital associado à alteração do coxim digital dos bovinos]. 2015. 100 f. (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

The aim of this study was to evaluate, by bidimensional and pused Doppler ultrasound, the interrelationship between the changes of the thickness of digital cushion with vascular indices of the common dorsal digital artery of the hind limbs of cattle. Pused Doppler sonography is a non-invasive tool to assessment the vascular indices, as well as, the blood flow volume in vascular bed. So, were performed ultrasound exams of soft tissue thickness and also the Doppler ultrasonographic evaluation of that artery in thirteen first lactation Holstein cows and followed them up during 126 days in milk. Throughout the experiment the digital cushion showed a slight decrease without significance (p=0,1715), this also was strongly correlated with body condition score (p=0,03, r=0,71). The blood flow volume had significance increase (p<0,0001) and was negatively correlated with both impedance indices, resistance index (P<0,0001 r =-0,34911) and pulsatility index (p <0,0001 r =-0,5035). In addition, a correlation was performed with both daily differences of the blood flow and the thickness of the digital cushion for each animal and it was observed a strong tendency of correlation between the different variables (p=0,0515 r =-0,5729). Therefore, we can conclude that body condition score was strong correlated with the thickness of digital cushion, throughout the study. In addition, the blood flow volume, the velocity indices and the artery diameter increase throughout the days in milk. And, so, the slight decrease in the thickness of digital cushion was not a factor that influenced the increase of blood flow and vascular indices.

Keywords: Vascular indices. Blood Flow. Claw lesions. Sole ulcer. Pulsed Doppler.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados (média ± desvio padrão) da espessura, em cm, do coxim digital classificado por dígitos encontrados ao longo da lactação – São Paulo – 2015..... 63

Tabela 2 - Resultado (média ± desvio padrão) da espessura, em cm, do coxim digital classificado de acordo com o membro avaliado ao longo da lactação – São Paulo – 2015..... 65

Tabela 3 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade máxima de deslocamento do fluxo de sangue, em cm/s, na artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 67

Tabela 4 - Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade máxima – São Paulo – 2015..... 67

Tabela 5 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade final diastólica, em cm/s, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 68

Tabela 6 - Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade final diastólica – São Paulo – 2015..... 68

Tabela 7 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade média do tempo médio, em cm/s, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 69

Tabela 8 - Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade média do tempo médio – São Paulo – 2015..... 69

Tabela 9 - Resultado (média ± desvio padrão) do diâmetro, em cm, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 71

Tabela 10 - Níveis de significância entre os tempos para a variável diâmetro da artéria – São Paulo – 2015..... 71

Tabela 11 - Resultado (média ± desvio padrão) das áreas, em cm², da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 72

Tabela 12 - Níveis de significância entre os tempos para a variável área da artéria – São Paulo – 2015..... 72

Tabela 13 - Resultado (média ± desvio padrão) do volume de sangue, em mL/min, na artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 74

Tabela 14 - Níveis de significância entre os tempos para a variável fluxo de sangue – São Paulo – 2015..... 74

Tabela 15 - Resultado (média ± desvio padrão) do índice de resistividade da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 75

Tabela 16 - Resultado (média ± desvio padrão) do índice de pulsatilidade da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação dos critérios referentes à avaliação do escore de condição corporal dos animais da raça Holandesa avaliadas durantes a lactação – São Paulo – 2015..... 42

Figura 2 - Ilustração esquemática da localização exata da coleta de dados referentes à artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos – São Paulo – 2015..... 44

Figura 3 - Imagem ultrassonográfica da artéria digital dorsal comum, evidenciando o local de leitura dos índices vasculares – São Paulo – 2015..... 45

Figura 4 - Imagem ultrassonográfica da avaliação do diâmetro da artéria digital dorsal comum do membro pélvico direito (MPD) de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 46

Figura 5 - Imagem ultrassonográfica da avaliação com Doppler colorido da artéria digital dorsal comum do membro pélvico de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015..... 47

Figura 6 - Avaliação dos índices vasculares, por meio da ultrassonografia Doppler, da artéria digital dorsal comum – São Paulo - 2015..... 48

Figura 7 - Representação do local anatômico (linhas tracejadas), onde era colocado o transdutor para avaliação do coxim digital médio na sola do animal – São Paulo – 2015..... 50

Figura 8 - Ilustração apresentando as estruturas de interesse ao exame ultrassonográfico da sola dos bovinos – São Paulo – 2015..... 51

Figura 9 - Representação esquemática da mensuração da distância entre a tuberosidade de inserção do tendão flexor digital profundo até a margem interna da sola – São Paulo – 2015..... 52

Figura 10 - Lesão na face medial do membro posterior direito devido à presença de larvas de mosca – São Paulo – 2015..... 56

Figura 11 - Presença de dermatite com presença de crostas na região nasal do animal – São Paulo – 2015..... 57

Figura 12 - Inicio da lesão de dermatite interdigital encontrado em animal após 70 dias em lactação – São Paulo – 2015..... 58

Figura 13 - Presença de úlcera de pinça de intensidade moderada em dígito lateral de animal com 112 dias de lactação – São Paulo – 2015..... 59

Figura 14 - Hematoma de sola em dígito lateral de animal com 112 dias de lactação – São Paulo – 2015..... 60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média da produção de leite ao longo dos períodos de avaliação durante a lactação – São Paulo – 2015..... 61

Gráfico 2 - Média do escore de condição corporal das vacas ao longo do período de avaliação durante a lactação – São Paulo – 2015..... 62

Gráfico 3 - Média da espessura do coxim digital, classificados conforme o dígito, ao longo do tempo – São Paulo – 2015..... 64

Gráfico 4 - Média da espessura do coxim digital, classificado conforme o membro, ao longo do tempo – São Paulo – 2015..... 65

Gráfico 5 - Relação entre a diferença diária da espessura do coxim digital e a diferença diária do fluxo de sangue, por animal – São Paulo – 2015..... 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B	Bidimensional
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio padrão
ECC	Escore de condição corporal
EL	Escore de locomoção
FAPESP	Fundação de amparo a pesquisa do Estado de São Paulo
FC	Frequência cardíaca
FD	Falange distal
FI	Falange intermediaria
FR	Frequência respiratória
IP	Índice de pulsatilidade
IR	Índice de resistividade
LAT	Lateral
MED	Medial
MPD	Membro pélvico direito
MPE	Membro pélvico esquerdo
MR	Movimentos ruminais
MS	Matéria seca
S	Sola
Sd	Sesamóide
T	Temperatura
TFDP	Tendão flexor digital profundo
VFD	Velocidade final diastólica
VMax.	Velocidade máxima
VMTM	Velocidade média no tempo médio
Vol	Volume

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Celsius
cm	Centímetros
cm^2	Centímetros quadrados
cm/s	Centímetros por segundo
$	Dólar
€	Euros
°	Grau
kg	Quilograma
£	Libras
L	Litros
<	Menor que
±	Mais ou menos
MHz	Mega Hertz
>	Maior que
≥	Maior ou igual que
-	Menos
mL/min	Mililitros por minuto
mm	Milímetro
‘	Minuto
P	Nível de significância
Π	Número de pi (≈ 3)
%	Por cento
r	Coeficiente de correlação
r^2	Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 23

2 REVISÃO DE LITERATURA..... 26

2.1 CLAUDICAÇÃO……..……..…… 26

2.2 COXIM DIGITAL…….....…....…….…… 30

2.3 ULTRASSONOGRAFIA DO CASCO.....……..…… 31

2.4 ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER.....……..……...…… 34

3 OBJETIVOS.....…… 36

3.1 OBJETIVO GERAL..... 36

3.1.1 Objetivos específicos..... 36

4 MATERIAIS E MÉTODOS.....……...…… 37

4.1 ESTRATÉGIA DO ESTUDO…….....……..… 37

4.2 FAZENDAS E MANEJO.....…… 38

4.3 SELEÇÃO DOS ANIMAIS..... 40

4.4 ESCORE DE LOCOMOÇÃO..... 40

4.5 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL.....…… 41

4.6 PRODUÇÃO DE LEITE..... 41

4.7 AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA..... 43

4.7.1 Doppler..... 43

4.7.2 Bidimensional..... 49

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... 53

5 RESULTADOS..... 55

5.1 EXAMES FÍSICOS..... 55

5.2 ESCORE DE LOCOMOÇÃO..... 60

5.3 PRODUÇÃO DE LEITE..... 61

5.4 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL..... 61

5.5 ESPESSURA DO COXIM DIGITAL..... 63

5.6 ÍNDICES VASCULARES..... 66

5.6.1 Índices referentes à velocidade..... 66

5.6.2 Diâmetro e área da artéria digital dorsal comum..... 70

5.6.3 Fluxo de sangue..... 73

5.6.4 Índices de impedância ao fluxo vascular..... 74

5.7 CORRELAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE ESPESSURA DO COXIM COM OS ÍNDICES VASCULARES..... 76

6 DISCUSSÃO..... 78

7 CONCLUSÃO..... 85

REFERENCIAS..... 86

ANEXOS..... 96

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira pode ser encontrada em todas as regiões brasileiras como uma atividade de desenvolvimento social, gerando emprego, renda e aumento da captação de tributos (LOPES; REIS; YAMAGUCHI, 2007). Com o aumento da adesão dos produtores à inseminação artificial e, consequentemente, ao melhoramento genético a produção de leite vem aumentando nas últimas décadas. Recentemente, estimou-se que a produção anual de leite no Brasil já ultrapassa os 30 bilhões de litros (ZOCCAL; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2012). E dentre os problemas de saúde animal encontrados na bovinocultura leiteira, segundo alguns pesquisadores, a claudicação é a terceira maior causa de descarte involuntário da indústria leiteira, perdendo apenas para os problemas relacionados à infertilidade e a mamite (ENTING et al., 1997)

A claudicação nos bovinos está relacionada não só a fatores econômicos, mas também a um fator intimamente relacionado ao bem-estar dos animais, isso devido a sua alta incidência em rebanhos ao redor do mundo, aos resultados negativos que gera na produção e no animal e também pelo desconforto causado pela prolongada experiência dolorosa (GREEN et al., 2002; COOK, 2003; VERMUT, 2007; ESPEJO; ENDRES; SALFER, 2006; BICALHO et al., 2007a; BICALHO et al. 2007b). Por esses motivos, a claudicação foi classificada como o indicador mais representativo de degradação do bem-estar dos animais leiteiros (WHAY et al., 2003).

Dentre as estruturas que compõem o aparelho locomotor distal dos bovinos, destaca-se o coxim digital. Este é uma estrutura complexa; constituído, predominantemente, por tecido adiposo, está localizado abaixo da terceira falange, onde desempenha importante papel no amortecimento da compressão, causada pela terceira falange, sobre o córium saudável (LOGUE et al., 2004; RÄBER et al., 2004; RÄBER et al., 2006). Para avaliar as alterações de espessura dessa estrutura particular, uma importante ferramenta vem sendo utilizada com sucesso: a ultrassonografia.

A avaliação ultrassonográfica das estruturas internas ao estojo córneo foi primeiramente descrita por Kofler, Kübber e Henninger (1999). Em seguida, outros grupos de pesquisa iniciaram trabalhos dedicados à avaliação da espessura da sola

e/ou do coxim digital, realizadas em diferentes localizações, em animais vivos (VAN AMSTEL; SHEARER; PALIN, 2004; BICALHO; MACHADO; CAIXETA, 2009; LAVEN et al., 2012).

Em um dos trabalhos mais importantes relacionados à avaliação ultrassonográfica do coxim digital, Bicalho, Machado e Caixeta (2009), relataram que a reduzida espessura do coxim digital, encontrada principalmente em animais com baixo escore de condição corporal, pode ser relacionada como fator de risco para o desenvolvimento de pododermatites, porém estudos transversais não denotam qual variável é a causa e qual é o efeito. Por isso, Machado, Caixeta e Bicalho (2011) utilizaram o escore de condição corporal (ECC) e a espessura do coxim digital em animais no período seco para predizer a incidência de pododermatites na lactação subsequente e descobriram que há forte associação entre ECC e a espessura do coxim digital; e ainda, que vacas que apresentavam úlceras de sola no final da lactação apresentaram menor espessura de coxim no período seco quando comparadas aos outros animais que apresentavam maior espessura de coxim no rebanho.

Oikonomou et al. (2014b), avaliaram a temperatura da sola com uma câmera infravermelha e, concomitantemente, a espessura do coxim digital com ultrassonografia, na zona típica de ocorrência da úlcera de sola, em vacas no início da lactação, entre o 4º e 10º dia de lactação, e concluíram que animais com menor espessura do coxim digital apresentaram as maiores temperaturas de sola quando comparados aos animais com coxim digital mais espesso. Outros pesquisadores também utilizaram a câmera infravermelha para avaliar a temperatura em diferentes situações e diferentes regiões do casco dos animais. Stokes et al. (2012), reportaram que a avaliação da temperatura, por meio da câmera infravermelha, é uma valiosa ferramenta para detectar lesões de casco. Alsaaod e Buscher (2012), também demonstraram que a temperatura da banda coronária foi significativamente maior em animais que apresentaram lesões podais. Uma possível explicação para esses achados é que a inflamação do córium é acompanhada pelo aumento do fluxo de sangue e da taxa metabólica em consequência ao aparecimento de lesões no casco (HEAD; DYSSON, 2001; BERRY et al., 2003).

Há alguns anos, a técnica da ultrassonografia com Doppler é utilizada para avaliar a hemodinâmica nos leitos vasculares de diferentes sistemas orgânicos nos animais. Como exemplo temos a avaliação do fluxo sanguíneo da veia abdominal

subcutânea (i.e. veia mamária) de vacas durante a lactação (RIZZO et al., 2012; BRAUN et al., 2013) e de ovelhas (PICCIONE et al., 2004). Na área da reprodução animal a técnica vem sendo empregada para avaliar as alterações hemodinâmicas no ciclo reprodutivo de vacas (BOLLWEIN et al., 2000), durante a gestação (BOLLWEIN; BAUMGARTNER; STOLA, 2002; PANARACE et al., 2006; HONNENS et al., 2008) e no período pós parto (KRUEGER et al., 2009; HEPPELMANN et al., 2013a).

Recentemente, estudos têm demonstrado a eficácia da avaliação ultrassonográfica com Doppler em diferentes condições patológicas, tais como a retenção de secundinas (MAGATA et al., 2013), mamite (POTAPOW et al., 2010) e doenças puerperais (HEPPELMANN et al., 2013b).

Portanto, visto que a diminuição da estrutura de amortecimento da terceira falange, o coxim digital, apresenta associação negativa com a elevação da temperatura de sola (OIKONOMOU et al., 2014b) e que esta condição, hipoteticamente, é consequência da inflamação dentro do estojo córneo, existe a necessidade de avaliar a existência de relação entre o fluxo de sangue no membro locomotor distal dos bovinos e as alterações de espessura do coxim digital dos bovinos.

Desta forma, a hipótese deste trabalho é: o balanço energético negativo, que ocorre no período inicial da lactação, diminui a condição corporal e também a estrutura de apoio da terceira falange, o coxim digital, tornando aquela estrutura mais instável, ocasionando lesões internas ao estojo córneo e, consequentemente, iniciando processo inflamatório que ocasionará alteração nos índices vasculares e no fluxo de sangue da artéria digital dorsal comum.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A seguir, será realizada revisão de literatura acerca da claudicação e suas consequências, do coxim digital e das avaliações do fluxo de sangue, por meio da ultrassonografia com Doppler.

2.1 CLAUDICAÇÃO

A claudicação é causa importante de prejuízo, tanto em relação financeira quanto ao bem-estar animal, nos rebanhos (ESPEJO; ENDRES; SALFER, 2006). Esta alteração da marcha tem sido classificada como o indicador mais representativo do bem-estar dos animais envolvidos na produção leiteira, devido à experiência dolorosa e desconfortável por longo período de tempo, que as lesões encontradas nos dígitos provocam (GREEN et al., 2002; WHAY et al., 2003). Atualmente, a crescente preocupação dos consumidores em relação ao bem-estar animal, torna-os mais conscientes frente a esta questão, situação que obriga a indústria leiteira, em alguns países, a exigir manejos diferenciados que busquem enriquecer as condições ambientais e, consequentemente, melhorar o bem-estar animal (VERMUT, 2007).

Alguns pesquisadores apontam que a claudicação é a terceira maior causa de descarte involuntário da indústria leiteira, perdendo apenas para os problemas relacionados à infertilidade e à mamite (ENTING et al., 1997). Esse resultado reflete apenas um dos inúmeros problemas que a claudicação pode trazer ao sistema de produção.

O animal que apresenta dificuldade em se locomover diminuirá sua ingestão de alimentos, pois, inicialmente, encontrará dificuldades para chegar à fonte de alimento e, além disso, passará menor tempo em pé se alimentando. Bovinos com escore de locomoção (EL) 5, numa escala de 1-5, ficam, aproximadamente, 28 minutos a menos se alimentando quando comparados a animais saudáveis (BACH et al., 2007), e ainda, o número de refeições por dia é inversamente proporcional ao EL (GOMES; COOK, 2010); ou seja, os animais como maiores EL diminuirão

significativamente a ingestão de matéria seca. Essas pequenas alterações na rotina refletirão nos níveis de produção leiteira e no ECC (BOOTH et al., 2004; BICALHO et al., 2007b).

Na literatura científica e especializada existem inúmeros relatos sobre a influência negativa que as lesões podais geram na produção leiteira. Essas descrições são encontradas em diversos países do mundo, como Bulgária (MITEV et al., 2011), Chile (GREEN et al., 2010), Finlândia (RAJALA-SCHULTZ; GROHN; MCCULLOCH, 1999), Grã-Bretanha (GREEN et al., 2002; AMORY et al., 2008; ARCHER; BELL; HUXLEY, 2010; READER et al., 2011) e nos Estados Unidos da América (FAUST et al., 2001; HERNANDEZ et al., 2002; JUAREZ et al., 2003; BICALHO; WARNICK; GUARD, 2008). As pesquisas demonstram que animais com claudicação deixam de produzir entre 270 - 574 kg de leite por lactação (COULON et al., 1996; GREEN et al., 2002; ; AMORY et al., 2008; BICALHO; WARNICK; GUARD, 2008; ARCHER; BELL; HUXLEY, 2010; GUJAD et al., 2012).

Além disso, existe evidência significativa que a claudicação, nas vacas leiteiras, está associada aos elevados índices de produção. Dohoo e Martin (1984) relataram que vacas que apresentaram disfunção no sistema locomotor tinham produção maior quando comparadas as vacas saudáveis. Em seguida, Lucey, Rowlands e Russell (1986), relataram a existência de associação positiva entre animais que apresentaram lesões de casco, como a úlcera de sola e a doença da linha branca, com os elevados índices de produção. Mais recentemente, trabalhos confirmaram essa associação (BARKEMA et al., 1994; GREEN et al., 2002; HULTGREN; MANSKE; BERGSTEN, 2004; AMORY et al., 2008; BARKEMA et al., 2008) com destaque ao trabalho de Bicalho, Warnick e Guard (2008), no qual demonstrou-se que animais claudicantes produziram, em média, 3,2 kg/dia de leite a mais que vacas não claudicantes nas três primeiras semanas de lactação.

Além disso, estudos mostram que a claudicação apresenta efeito negativo em relação à fertilidade das vacas leiteiras (SPREACHER; HOSTETLER; KANEENE, 1997; HERNANDEZ; SHEARER; WEBB, 2001; GARBARINO et al., 2004; WALKER et al., 2008; SOOD et al., 2009; MORRIS et al., 2011); relacionando-a, também, a maior incidência de cistos ovarianos (MELENDEZ et al., 2003) e maior quantidade de tratamento hormonal (HULTGREN; MANSKE; BERGSTEN, 2004; SOGSTAD et al., 2006). Da mesma forma, animais que manifestaram esse sintoma nos primeiros

70 dias pós-parto reduziram em 25% a sua probabilidade de se tornarem prenhes quando comparados aos animais sadios (BICALHO et al., 2007b).

Outro ponto de destaque é a relação entre animais claudicantes e o seu destino no sistema de produção. Animais que apresentam lesões podais apresentam mais chances de serem descartados da linha de produção. Lesões no casco aumentam em 1,7 vezes a probabilidade dos animais morrerem ou de serem abatidos (MACHADO et al., 2010) e, além disso, e mais especificamente, animais que apresentam claudicação até a primeira metade da lactação apresentam probabilidade duas vezes maior de serem abatidas do que animais que não apresentam lesões podais no mesmo período (BOOTH et al., 2004).

Cramer et al. (2009), observaram que a probabilidade de descarte é significativamente maior em animais diagnosticados com doença da linha branca (1,72), úlcera de sola (1,26) e hematoma de sola (1,36). Em Nova Iorque, Bicalho et al. (2007b), concluíram que animais que apresentam claudicação nos primeiros 70 dias após o parto aumentam a probabilidade de descarte ou morte em 1,45 vezes para aqueles que apresentaram pelo menos uma vez EL= 3, e em 1,74 vezes, para o grupo que apresentou pelo menos uma vez EL>4 quando comparados as vacas que não apresentaram claudicação no período.

Nos últimos 20 anos, poucos trabalhos relacionaram os custos de tratamento e serviço veterinário com as lesões podais. Em estudo na Inglaterra, Kossaibati e Esslemont (1997), relataram que animais que apresentavam claudicação devido a lesões interdigitais tinham custo médio de £131 enquanto animais com úlcera de sola apresentavam custo médio maior, por volta de £425. Mais recentemente, Bruijnis et al. (2012) estimaram o custo por vaca/ano em, aproximadamente, €53 e, em outro trabalho, o custo por vaca/ano foi estimado em US$75 (BRUIJNIS; HOGEVEEN; STASSEN, 2010).

No Brasil, Borges et al. (1995), relataram que o custo anual foi de US$976,75 por grupo de cem animais, ou seja, custo de US$97,67 vaca/ano, concluiram também que o custo com veterinário e com descarte do leite contribuíram com 51,77% e 38,39% do custo total, respectivamente. Em outro estudo, Ferreira et al. (2004) avaliaram os custos de vacas mantidas em sistema *free stall* durante um ano. A média do custo/animal foi de US$44,68 e a lesão mais dispendiosa foi a úlcera de sola, cujo custo/animal foi, em média, de US$72,58.

A relação entre claudicação e a condição corporal dos animais ainda intriga a comunidade científica. É lógico pensar que animais que apresentam lesões podais sentem dificuldades em se locomover e, consequentemente, diminuam a ingestão de matéria seca o que resulta em perda na condição corporal. No entanto, estudos recentes sugerem que animais com menores ECC se tornem animais claudicantes, ou seja, a condição corporal do animal seria um fator importante no desenvolvimento de algumas doenças podais.

Em estudo realizado, os autores concluíram que o risco de lesões podais após o parto foi sete vezes maior em animais que foram considerados com condição corporal insatisfatória no período seco (GEARHART et al., 1990). Outro estudo hipotetizou que o agravamento do balanço energético negativo, causado pela baixa condição corporal dos animais, é a causa do aumento do risco de claudicação nos mesmos (HASSALL; WARD; MURRAY, 1993). Segundo Dippel et al. (2009a), animais que se enquadraram com ECC abaixo do primeiro quartil apresentaram elevado risco para se tornarem animais claudicantes. Em outro estudo os mesmos pesquisadores avaliaram animais da raça Simental e concluíram que aqueles com ECC>4, apresentaram menor probabilidade de se tornarem animais claudicantes, quando comparados aos animais do quartil inferior para condição corporal (DIPPEL et al., 2009b).

Alem disso, Hoedemaker, Prange e Gundelach (2009), mostraram que animais com ECC < 3 durante o parto apresentam maior risco de apresentarem claudicação do que aquelas com ECC ≥ 3. Assim como no estudo de Gudaj et al. (2012), onde avaliaram o ECC de vacas, no período seco, e após dois meses, concluíram que aquelas que apresentavam maiores escores, nos dois meses anteriores, não vieram a claudicar. Em contrapartida, os animais cujo ECC era baixo inicialmente, se tornaram claudicantes.

A associação positiva entre a espessura do coxim digital e a condição corporal encontrada no estudo de Bicalho, Machado e Caixeta (2009), também suportam a proposta que a pobre condição corporal dos animais é um fator de risco para a claudicação. Segundo os autores, é biologicamente plausível assumir que vacas em lactação mobilizam gordura das reservas energéticas, como gordura subcutânea, intra-abdominal e muscular; assim como mobilizam gordura encontrada no coxim digital.

2.2 O COXIM DIGITAL

O coxim digital é uma estrutura complexa, constituída de gordura e tecido conjuntivo que amortece a compressão da terceira falange na região do talão e abaixo daquela estrutura (HABERMEHL, 1996[1]; apud RÄBER et al., 2004, p.258). É responsável por absorver grande parte do peso que a falange emprega ao córium, ou seja, é uma das estruturas responsáveis pela dissipação do peso nas estruturas internas do casco, juntamente com o aparato suspensor (TOUSSAINT RAVEN, 1989; LISCHER et al., 2002).

Macroscopicamente, os coxins digitais são descritos como sendo três estruturas que acompanham paralelamente a porção distal do tendão flexor digital profundo, na região do talão, e seguem em direção à pinça da terceira falange. O coxim digital médio termina abaixo da tuberosidade de inserção do tendão flexor digital profundo na falange, enquanto os outros coxins, abaxial e o axial, continuam seguindo abaixo da falange formando uma estrutura conhecida pelo seu formato de "dedos entrelaçados", na qual há maior predomínio do coxim axial em relação ao abaxial; este, por sua vez, termina dois centímetros antes daquele (RÄBER et al., 2004).

Além disso, as estruturas que compõem o coxim digital são envolvidas por um fino envelope que é composto por fios de colágeno, os quais auxiliam a adesão do córium à terceira falange (RÄBER et al., 2004). Histologicamente, a composição do coxim digital varia tanto conforme a idade quanto a localização das estruturas de absorção. Em animais jovens, como as novilhas, há uma quantidade considerável de tecido amorfo, em contrapartida, animais até a terceira lactação apresentam quantidades consideráveis de tecido gorduroso na composição dos coxins. Além disso, vacas com mais de três lactações apresentam maior quantidade de tecido colagenoso do que as categorias animais citadas anteriormente (RÄBER et al., 2004).

Ademais, os coxins digitais dos membros torácicos apresentam em sua constituição maior quantidade de tecido gorduroso quando comparados com a composição dos pélvicos, independente da idade. Ainda, os dígitos laterais dos

---

[1] HABERMEHL, K. H. Haut unt hautorgane. In: NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **Lehrbuch der anatomie der haustiere**. Berlin: Paul Parey, 1996, v.3, p.485-492.

membros torácicos e também os dígitos mediais dos membros pélvicos apresentaram maior quantidade de tecido gorduroso quando comparado à constituição dos coxins digitais dos dígitos opostos; os quais apresentam maior quantidade de tecido conjuntivo (RÄBER et al., 2004).

Após descrever a composição histológica dos coxins digitais em diferentes categorias animais, Räber et al. (2006), descreveram o conteúdo adiposo e a composição dos ácidos graxos encontrados naquelas estruturas e, também, compararam os fatores avaliados com outras reservas adiposas dos animais ruminantes, como, por exemplo, a gordura perirrenal e a do subcutâneo. O conteúdo total de lipídeos nos coxins foi menor que nas reservas adiposas. Além disso, o conteúdo lipídico dos coxins das vacas foi maior do que os encontrados nos coxins das novilhas, a estrutura dos dígitos laterais apresentaram menor conteúdo de gordura do que aqueles encontrados nos dígitos mediais e, na composição dos coxins, houve predomínio de ácido graxo monoinsaturado (RÄBER et al., 2006).

Mais recentemente, Baird et al. (2010) avaliaram a influência da dieta, composta por diferentes quantidades de linhaça, na constituição adiposa do coxim digital, e concluíram que não houve efeito significativo na quantidade de lipídeos totais do coxim digital e, além disso, que a quantidade de ácidos graxos que aumentaram significativamente na estrutura apresentou resposta que não foi dose dependente, isto é, havendo um limiar de incorporação na quantidade de ácidos graxos na composição do coxim digital.

Atualmente, sabe-se que há carga genética envolvida nas características de espessura do coxim digital e que, portanto, pode ser disseminado nos rebanhos por meio de técnicas de melhoramento genético animal, visto que apresenta uma herdabilidade de 0,33 (OIKONOMOU et al., 2014a).

2.3 ULTRASSONOGRAFIA DO CASCO

Nos últimos anos, a ultrassonografia se tornou uma ferramenta de auxílio ao clínico veterinário em diferentes segmentos, principalmente na clínica de animais de companhia e na reprodução animal (BOLLWEIN et al., 2000; BATISTA et al., 2013). Essa ferramenta também foi importante para a avaliação das desordens

musculoesqueléticas (KOFLER; EDINGER, 1995; KOFLER, 1997[2] apud KOFLER; KÜBBER; HENNINGER, 1999, p.322) e articulares dos bovinos (HEPPELMANN et al., 2009), porém acreditava-se que no tecido córneo esta avaliação não poderia acontecer, pois o casco funcionaria como uma barreira às ondas ultrassonográficas.

As primeiras avaliações em tecido córneo espesso foram realizadas para determinação do sexo de três diferentes espécies de lagartos (MORRIS; ALBERTS, 1996) e também em estudos sobre os eventos reprodutivos dos repteis (BOYD; PATERSON; DICKIE, 1996). Ou seja, a avaliação das estruturas internas do casco poderia ser realizada e os resultados seriam promissores.

No final da década de 90, Kofler, Kübber e Henninger (1999), descreveram a primeira avaliação ultrassonográfica das estruturas interna do casco. Realizaram, inicialmente, em peças anatômicas e, posteriormente, em animais vivos com idades diferentes, descrevendo brevemente as estruturas avaliadas por meio do exame de tomografia computadorizada.

Já no século XXI, Van Amstel, Palin e Shearer (2004), avaliaram com auxílio das imagens ultrassonográficas, a espessura do coxim digital, derme e tecido subcutâneo, dos dígitos dos membros pélvicos de 23 vacas da raça Holandesa; os resultados mostraram que existe diferença significativa entre a espessura do coxim digital dos dígitos laterais quando comparados com os mediais. Em outro estudo, Van Amstel, Shearer e Palin (2004), avaliaram a influência da umidade do tecido córneo na taxa de desgaste do mesmo. Na realização deste último, tiveram o auxílio de imagens ultrassonográficas e concluíram que vacas que apresentavam sola fina também apresentavam maiores níveis de umidade do que animais com sola normal.

Após dez anos da primeira avaliação ultrassonográfica das estruturas internas do casco, Bicalho, Machado e Caixeta (2009), utilizaram recursos de imagens ultrassonográficas do coxim digital para hipotetizarem que a espessura deste estaria associada negativamente com o risco de lesões digitais e que, além disso, haveria associação positiva com o ECC. Animais que apresentaram espessuras de coxim digital acima do quartil superior apresentaram prevalência para claudicação ajustada 15% menor que os animais do quartil inferior. Ainda no mesmo estudo, houve correlação significativa e positiva entre o ECC e a espessura do coxim digital, além

---

[2] KOFLER, J. Ultraschalluntersuchung am Bewegungsapparat. In: **Atlas und Lehrbuch der ultraschalldiagnostik beim rind**. Berlin:Paul Parey, 1997, p. 253-268.

disso, demonstraram também que a espessura do coxim digital diminuiu do primeiro mês até o 120º dia de lactação.

Segundo os autores, esses resultados suportam a teoria que lesões do tecido córneo, no caso a úlcera de sola e a doença da linha branca, são consequências de lesões internas. Isto porque animais que apresentam menor estrutura de suporte da terceira falange permitem maior compressão do tecido saudável.

Em outro estudo, Laven et al. (2012) avaliaram a espessura da superfície plantar da terceira falange até a superfície externa da sola de primíparas durante 220 na lactação. Os pesquisadores, concluíram que as estruturas avaliadas diminuíram a espessura significativamente ao longo do tempo.

Recentemente, Oikonomou et al. (2014b), avaliaram a temperatura da sola do casco dos bovinos, utilizando uma câmera infravermelho termográfica, no local de maior incidência da úlcera de sola, em função da diminuição da espessura do coxim digital no início da lactação. Observaram que as espessuras dos coxins digitais que se encontravam no quartil inferior apresentavam maiores temperaturas quando comparados à temperatura do quartil superior e relacionaram isso a um possível aumento do fluxo de sangue.

2.4 ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER

No século IXX, o austríaco Christian Johann Doppler descreveu a situação onde uma fonte de onda (sonora ou eletromagnética) em movimento em relação a um receptor, altera a frequência de onda durante a movimentação, aumentando-a durante a aproximação e diminuindo-a durante o afastamento (KAWAKAMA; KODAIRA; CERRI, 1993). Na área médica e veterinária esse princípio físico é aplicado na avaliação da integridade dos vasos sanguíneos e a quantidade de fluxo sanguíneo, pois as hemácias em movimento se comportam como corpos refletores da frequência lançada pelo transdutor do ultrassom.

Na área médica a utilização da ultrassonografia com Doppler já está estabelecida como uma ferramenta de auxílio no diagnóstico de alterações que possam ocorrer nos diferentes sistemas orgânicos. Por exemplo, na avaliação da inflamação do intestino delgado (SABATINO; ARMELLINI; CORAZZA, 2004), na inflamação imunomediada do nervo óptico (HRADÍEK et al., 2009) e na inflamação pélvica aguda (ÖZBAY; DEVECI, 2011).

Além disso, avaliações dos índices vasculares podem trazer informações importantes a respeito do prognóstico do paciente. Basu et al. (2012), relataram que crianças com septicemia neonatal precoce apresentam vasodilatação e aumento do fluxo de sangue das artérias carótida interna, vertebral e cerebral média nas primeiras 24 horas pós parto. E, ainda, recém-nascidos que apresentavam valores de fluxo de sangue "*outliers*" dentro do grupo de crianças com septicemia apresentaram prognóstico mau. Em estudo com inflamação pélvica aguda, foi demonstrado que no início do quadro, o fluxo de sangue foi mais intenso e que, ao longo do tratamento, o mesmo reduziu seu volume antes mesmo que marcadores inflamatórios como temperatura, proteína C-reativa e número de leucócitos circulantes sinalizassem, indicando boa resposta ao tratamento aplicado (ALATA et al., 1996).

Na veterinária, a avaliação ultrassonográfica com Doppler está cada vez mais sendo utilizada, principalmente na reprodução animal. Nesta área, por exemplo, estudos foram realizados para avaliar fluxo de sangue durante o ciclo estral de vacas (BOLLWEIN et al., 2000), em éguas (BOLLWEIN et al., 1998), em cadelas (FREEMAN; RUSSO; ENGLAND, 2013) e em gatas (PEREIRA et al., 2012). Além

disso, trabalhos avaliaram o fluxo sanguíneo arterial durante a gestação (BOLLWEIN; BAUMGARTNER; STOLLA, 2002; PANARACE et al., 2006; HONNENS et al.,2008; BATISTA et al., 2013; BLANCO et al., 2014), durante o pós parto fisiológico (KRUEGER et al., 2009; HEPPELMANN et al., 2013a) e pós parto patológico (HEPPELMANN et al., 2013b ; MAGATA et al., 2013).

No entanto, não é apenas na área da reprodução animal que essa técnica vem sendo utilizada. Estudos mostram que a ultrassonografia Doppler é uma técnica já estabelecida na avaliação do fluxo de sangue da veia mamária (PICCIONE et al., 2004; GÖTZE et al., 2010; RIZZO et al., 2012; BRAUN et al., 2013), e também na avaliação do fluxo de sangue de outros ramos vasculares como, por exemplo, a avaliação da artéria carótida comum e da jugular externa de vacas saudáveis (BRAUN; FÖHN, 2005), de cavalos descansados (CIPONE et al., 1997), para avaliar o efeito de sedativos e anestesia geral no fluxo arterial de equinos (SCHUMUCKER et al., 2000) e também estudos acerca da arquitetura vascular e do fluxo de sangue nos membros torácicos de cavalos (HOFFMANN et al., 1999; HOFFMANN, et al., 2001).

Alguns trabalhos demonstram que os índices vasculares, avaliados pela ultrassonografia Doppler, alteram-se em alguns quadros inflamatórios, como por exemplo, no modelo de mamite causada por *Escherichia coli* em novilhas Holandesas (POTAPOW et al., 2010). Starke et al. (2011), avaliaram os índices vasculares da veia porta-hepática de vacas com esteatose em diferentes níveis e concluiu que animais que apresentavam quadro mais intensos, também apresentavam menores índices de velocidade do fluxo de sangue. Recentemente, Sangwan et al. (2014), compararam os índices vasculares da artéria carótida comum e da veia jugular externa de búfalos hígidos com a de animais com quadro de hérnia reticulo-diafragmática e concluíram que os últimos apresentam alterações importantes referentes a velocidade do fluxo de sangue da veia, enquanto a artéria carótida apresentou diminuição do volume sanguíneo.

3 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos que guiaram este estudo.

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as inter-relações entre a espessura do coxim digital e os parâmetros vasculares da artéria digital dorsal comum, o escore de condição corporal (ECC) e o escore de locomoção (EL) durante o período pós-parto de bovinos da raça Holandesa.

3.1.1 Objetivos específicos

Avaliar, por meio da ultrassonografia bidimensional, as estruturas internas ao tecido córneo, assim como as possíveis diferenças entre os dígitos de cada membro e até mesmo entre os últimos.

Avaliar, por meio da ultrassonografia com Doppler, os índices vasculares da artéria digital dorsal comum e buscar possíveis diferenças naqueles entre os membros pélvicos dos animais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados no experimento encontram-se descritos a seguir.

4.1 ESTRATÉGIA DO ESTUDO

A pesquisa foi idealizada na forma de estudo longitudinal progressivo, com análises das variáveis em momentos repetidos ao longo do tempo. A primeira coleta de dados aconteceu 14 dias após o parto e foram realizadas mais oito coletas de dados com intervalos de 14 dias, totalizando nove coletas de dados e acompanhamento dos animais por um período maior do que 120 dias. As variáveis selecionadas para estruturar o estudo ultrassonográfico da artéria digital dorsal comum e a espessura do coxim digital foram:

- Diâmetro da artéria;
- Área da artéria;
- Índice de resistividade (IP);
- Índice de pulsatilidade (IR);
- Velocidade máxima sistólica (Vmax);
- Velocidade final diastólica (VFD);
- Velocidade média no tempo médio (VMTM);
- Volume do fluxo sanguíneo;
- Distância entre a tuberosidade da inserção do tendão flexor digital profundo da terceira falange e a superfície interna da sola.

Além disso, foram avaliadas as funções vitais, ECC, EL e produção de leite dos animais estudados.

4.2 FAZENDAS E MANEJO

Os dados foram coletados em três fazendas produtoras de leite localizadas no Estado de São Paulo, durante o período de julho de 2014 a fevereiro de 2015. Essas fazendas foram selecionadas por causa de seu histórico de relação com nosso grupo de pesquisa e também com o serviço de Clínica Ambulante da Clínica de Bovinos e Pequenos Ruminantes da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo.

A primeira fazenda está localizada no município de Bragança Paulista (22º 57' 07" S e 46º32'31" W). A fazenda possuía 66 vacas em lactação, da raça Holandesa, que são ordenhadas duas vezes ao dia em ordenhadeira simples, do tipo espinha de peixe, e que produziam 47.910 L/mês, com uma média por animal de 24,19 L. Os animais são divididos em dois lotes: um de maior produção, >20L/animal (primeiro lote) e outro de menor produção, <20L/animal (segundo lote). Os animais do primeiro lote permaneciam em *free-stall*, utilizava-se cama de areia, limpa e preenchida quinzenalmente, e diariamente os animais eram soltos no pasto após a primeira ordenha e recolhidos uma hora após. O excesso de matéria orgânica era retirado duas vezes ao dia com auxílio de um trator. Em relação à dieta, o primeiro lote recebia 20 kg/animal/dia de resto de cervejaria (cevada) e 10 kg/animal/dia de ração comercial fracionada duas vezes ao dia. Os animais do segundo lote permaneciam em piquetes formados por forrageiras do tipo *Braquiaria* sp*.* e *Pennisetum* sp*.* durante a noite até o horário da primeira ordenha na madrugada e durante o resto do dia ficavam estabulados em local coberto e com piso composto de sobras de marcenaria (maravalha). Esses animais recebiam, em média, diariamente, 10kg/animal/dia de resto de cervejaria (cevada) e mais 7kg/animal/dia de ração comercial fracionada duas vezes ao dia, além do pasto à vontade.

A segunda fazenda está localizada no município de São José dos Campos (23º10'46" S e 45º53'13" W). A fazenda possuía 76 vacas em produção, sendo uma pequena parte delas da raça Holandesa e a maior parte de animais mestiços como Girolandos e Jersolandos. Os animais eram ordenhados duas vezes ao dia em uma ordenhadeira simples à vácuo do tipo lateral. Os animais produziam em média 24.090 L/mês, com uma produção média por animal de 10,56 L. Os animais eram separados em quatro lotes, conforme a sua produção, sendo o primeiro lote

composto por aqueles que produziam mais de 30L/dia, o segundo lote era composto por animais que produziam entre 29 e 21L/dia, o terceiro com níveis de produção entre 20 a 15L/dia e o quarto, e último, com produção abaixo de 15L/dia. Os animais permaneciam em piquetes compostos pela forrageira *Cynodon* sp. durante a maior parte do dia. Uma hora antes da ordenha os animais eram agrupados em diferentes salas de espera onde recebiam alimentação conforme o lote de produção. Animais do lote um (> 30L/dia) recebiam 8 kg de concentrado, 2 kg de caroço de algodão, 20 kg de cevada; os animais do lote 2 (28 - 21 L/dia) recebiam 7 kg de concentrado, 1 kg de caroço de algodão e 20 kg de cevada; os animais pertencentes ao terceiro lote (20 - 15 L/dia) recebiam 6 kg de concentrado e 20 kg de cevada e os animais do quarto lote (< 15 L/dia) recebiam 3 kg de concentrado e 20 kg de cevada. Além disso, recebiam 0,35 kg de sal mineral e após a ordenha voltavam ao pasto.

A terceira fazenda está localizada no município de Nova Odessa (22º46’39” S e 47º27’45” W). Possuíam 66 animais da raça Holandesa em lactação, os animais eram ordenhados duas vezes ao dia em ordenhadeira de sistema fechado a vácuo e do tipo lateral. Os animais produziam em média 20.384 L/mês, sendo que cada animal contribui em média com 10,3 L por dia. Os animais eram separados em quatro lotes de ordenha, agrupados conforme a sua produção: lote um (alta produção), lote dois (produção média), lote três (baixa produção) e lote quatro (animais em final de lactação). Os animais permaneciam em piquetes formados pela forrageira do gênero *Cynodon* sp durante a maior parte do dia, e ainda, recebiam volumoso e ração concentrada (22% proteína bruta) conforme o fator produtivo; dieta especial para o período seco constituída por 0,3 kg/vaca/dia de feno de aveia, 20 kg/vaca/dia de silagem de milho (MS 43%) e 3 kg/vaca/dia de ração concentrada, enquanto que os animais que estavam em lactação recebiam dieta diferenciada, constituída por 35 kg/vaca/dia de silagem de milho (MS 43%) e ração concentrada na proporção de 1 kg de ração concentrada para cada 3 L de leite produzidos. A ração fornecida era constituída de 69% de grão de milho moído, 27% de farelo de soja, 3% núcleo mineral/vitamínico e 1% de sal proteinado.

Nas três fazendas não há profissional qualificado que atenda animais com problemas no sistema locomotor e tampouco é realizado desbaste preventivo dos cascos no período seco. Duas fazendas, Bragança Paulista e Nova Odessa, utilizavam pedilúvio antes dos animais entrarem na sala de espera para ordenha, uma fazia uma solução de formol e sulfato de cobre a 5% e a outra fazenda utilizava

apenas solução de sulfato de cobre na mesma concentração, respectivamente.

As máquinas de ordenha das três propriedades eram em sistema fechado, ou seja, o leite seguia direto para o tanque de resfriamento e permanecia a uma temperatura média de 4º C até ser coletado pelo caminhão com tanque isotérmico da respectiva cooperativa, situação que acontecia diariamente.

4.3 SELEÇÃO DOS ANIMAIS

Inicialmente, realizou-se a seleção de animais em função da raça, categoria animal, período de gestação e EL, segundo Spreacher, Hostetler e Kaneene (1997). Ao final dessa primeira avaliação foram selecionados 13 animais da raça Holandesa, novilhas no último mês de gestação e que não apresentavam alterações de marcha (EL=1). Nos animais selecionados realizou-se exame físico completo para avaliação das funções vitais: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), movimentos ruminais (MR), temperatura retal (Tº), coloração das mucosas palpebrais e vaginal e, também, hidratação, seguindo as recomendações propostas por Rosenberger (1993). Animais que apresentaram qualquer alteração em um desses parâmetros foram descartados da pesquisa.

4.4 ESCORE DE LOCOMOÇÃO

Antes de coletar os dados ultrassonográficos referentes ao trabalho realizava-se, por meio da inspeção, a avaliação do EL, seguindo os preceitos de Spreacher, Hostetler e Kaneene (1997) (ANEXO A). A inspeção era sempre realizada em local plano, escolhido pelo pesquisador. Avaliava-se a presença de claudicação evidente, curvatura do dorso e intensidade do movimento da cabeça do animal para então classificar o EL em uma escala entre 1 – 5 e o resultado final era anotado em ficha individual.

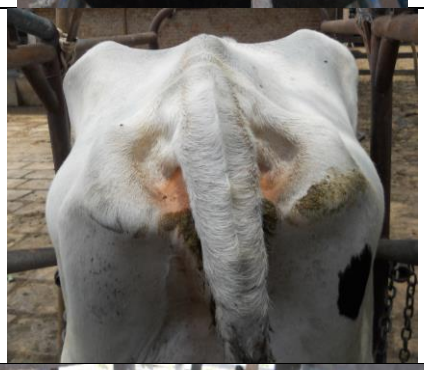
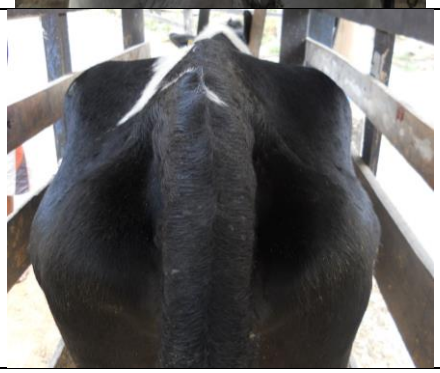
4.5 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

Após a avaliação da marcha, o animal era conduzido ao tronco de contenção onde permanecia descansando durante, aproximadamente, 10 minutos. Neste momento, realizava-se a classificação do ECC do animal, seguindo os preceitos de Edmonson et al. (1989), como pode ser exemplificado pela figura 1 (ANEXO B).

4.6 PRODUÇÃO DE LEITE

Os dados do volume da produção, em litros (L), de leite eram coletados referentes ao dia de cada avaliação. Dependendo do manejo da fazenda esses dados eram coletados durante o projeto ou ao final deste, totalizando nove avaliações da produção de leite por animal.

Figura 1 - Apresentação dos critérios referentes à avaliação do escore de condição corporal dos animais da raça Holandesa avaliadas durantes a lactação – São Paulo – 2015

ECC	CRITÉRIOS	EXEMPLO
2,25	1- Entre processo transverso e espinhoso: curvatura profunda; 2- Tuberosidade coxal: ossos proeminentes; 3- Entre coxal e ísquios: leve cobertura de carne; 4- Entre ísquios: ossos proeminentes, "U" sob cauda.	
2,75	1- Entre processo transverso e espinhoso: curvatura menos acentuada; 2- Tuberosidade coxal: entre proeminente e lisa; 3- Entre coxal e ísquios: cobertura delgada de carne; 4- Entre ísquios: primeira evidencia de gordura sob a cauda.	
3,25	1- Entre processo transverso e espinhoso: inclinação lisa; 2- Tuberosidade coxal: entre lisa e coberta; 3- Entre coxal e ísquios: depressão leve; 4- Entre ísquios: cavidade superficial sob a cauda.	
3,75	1- Entre processo transverso e espinhoso: quase planos; 2- Tuberosidade coxal: entre coberta e arredondada; 3- Entre coxal e ísquios: entre depressão leve e inclinada; 4- Entre ísquios: ossos arredondados e com gordura.	

Fonte: (GARGANO, 2015). Texto adaptado de Edmonson et al. (1989)

4.7 AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA

4.7.1 Doppler

Para a avaliação ultrassonográfica era realizada tricotomia da região dorsal do membro pélvico distal, entre as articulações interfalangeanas proximais e a articulação metacarpo-falangeana, na região da artéria digital dorsal comum (VERMUNT; LEACH, 1992), estabelecendo a janela acústica de avaliação desta artéria no membro pélvico de acordo com Pogliani (no prelo) [3]. Durante a realização dos exames os animais foram mantidos em tronco de contenção na posição quadrupedal. Os exames ultrassonográficos foram realizados com aparelho de ultrassom Sonosite (modelo M-Turbo), utilizando transdutor micro-convexo de 5-8 MHz para avaliação em modo B, colorimétrico e Doppler da artéria digital dorsal comum (Figura 2).

[3] POGLIANI, F. C. Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital em bovinos com diferentes escores de locomoção. FAPESP 2011/06371-5 (no prelo)

Figura 2 - Ilustração esquemática da localização exata da coleta de dados referentes à artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos – São Paulo – 2015

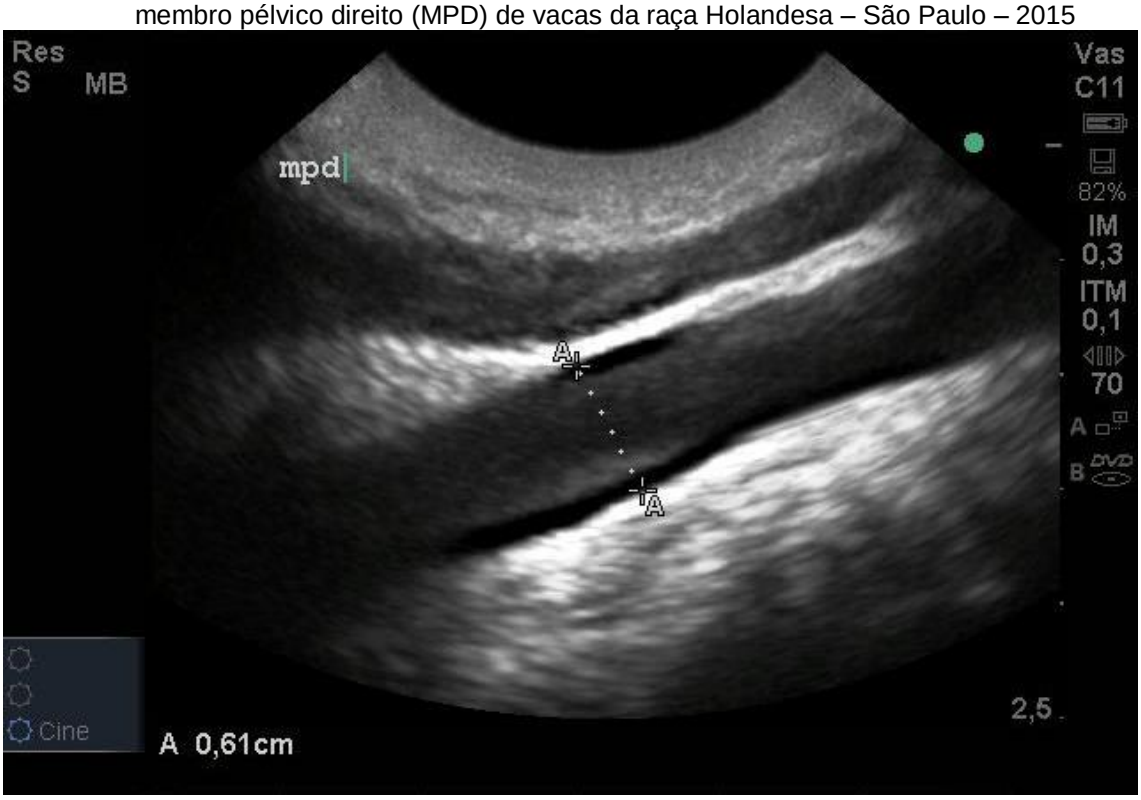
Fonte: (GARGANO, 2015)

O exame iniciava-se pelo modo bidimensional e, com o transdutor orientado para obtenção de imagens em eixo longitudinal, instituíam-se os planos tomográficos e avaliavam-se as estruturas de uma forma geral. Em todos os animais procurava-se avaliar as variáveis sempre em uma mesma área anatômica arterial para evitar erros. Localizando-se a artéria, estrutura podia ser visualizada em três camadas: a primeira e a terceira eram estruturas hiperecogênicas e representavam a parede do vaso; a segunda camada, hipoecogênica, com maior espessura e delimitada pela primeira e terceira camada, representava o leito vascular. Além disso, avaliava-se a presença de fluxo (Figura 3) e realizava-se a medida do diâmetro da artéria em sístole, área eleita para coleta de dados como pode se observar na figura 4.

Figura 3 - Imagem ultrassonográfica da artéria digital dorsal comum, evidenciando o local de leitura dos índices vasculares – São Paulo – 2015

Fonte: (GARGANO, 2015)

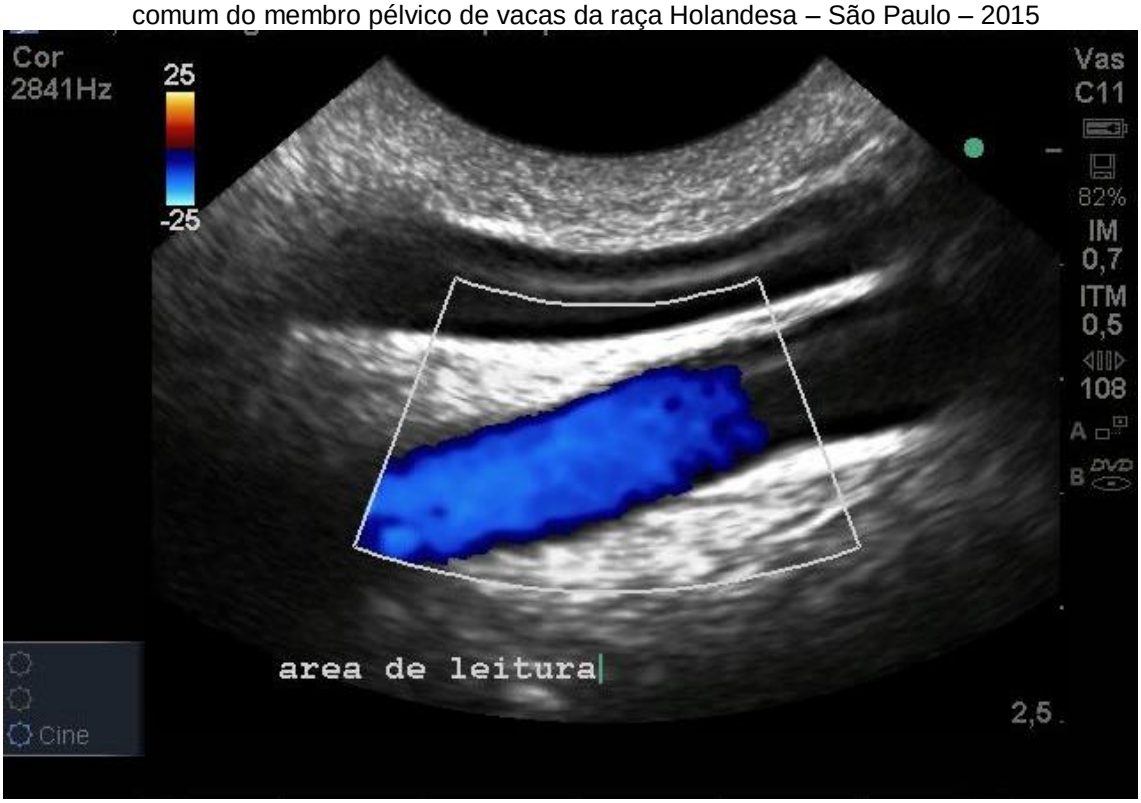
Figura 4 - Imagem ultrassonográfica da avaliação do diâmetro da artéria digital dorsal comum do membro pélvico direito (MPD) de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

Em seguida, iniciava-se o exame no modo Doppler colorido (Figura 5), para mapeamento dos elementos móveis em relação à intensidade e ao sentido do movimento, avaliando a direção, a presença e a qualidade do fluxo de sangue (SZATMARI; SÓTONYI; VÖRÖS, 2001; CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

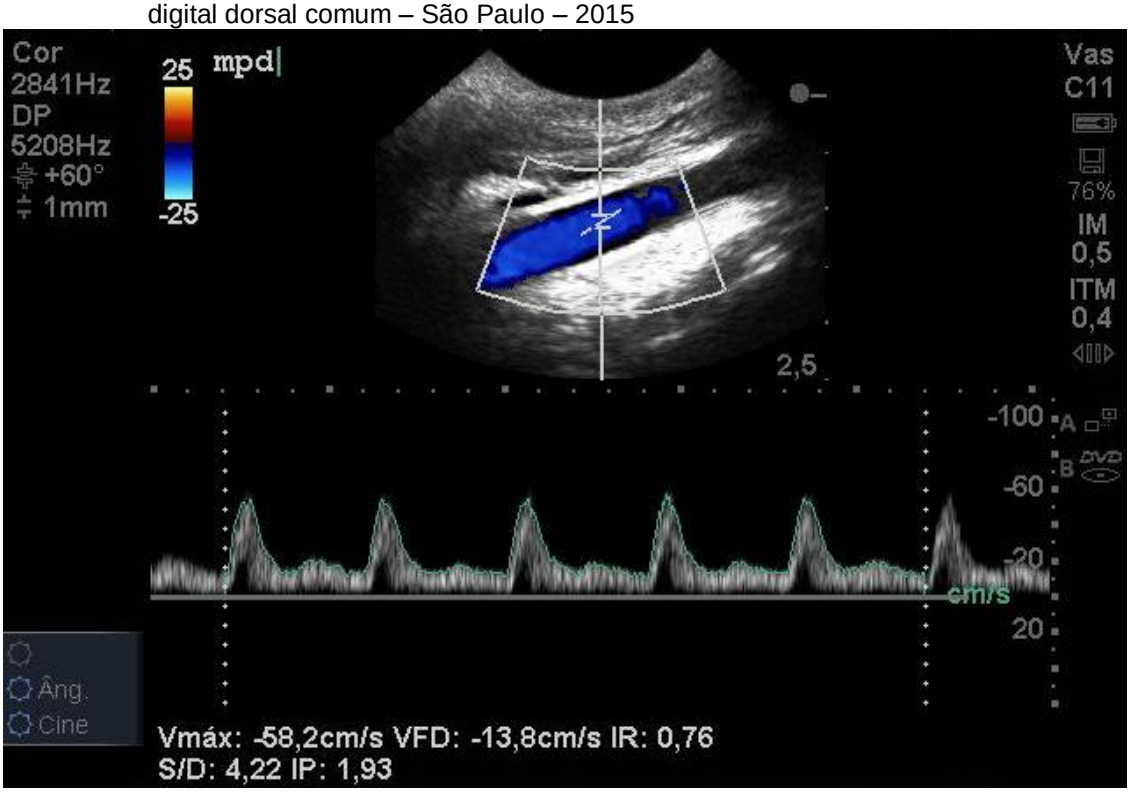
Figura 5 - Imagem ultrassonográfica da avaliação com Doppler colorido da artéria digital dorsal comum do membro pélvico de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

Após o mapeamento colorido em eixo longitudinal, ajustava-se o volume da amostra para 1 mm e posicionava-o na região central (terço médio) da artéria. Em seguida, ajustava-se o ângulo de insonação em 60º, para não induzir erro e perda da acurácia nos resultados (RAISIS et al., 2000; SZATMARI; SÓTONYI; VÖRÖS, 2001; CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008), como pode ser observado na figura 6.

Figura 6 - Avaliação dos índices vasculares, por meio da ultrassonografia Doppler, da artéria digital dorsal comum – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

O exame era iniciado esperando a formação de espectros Doppler referente a cinco ciclos cardíacos, os quais eram avaliados eletronicamente, e determinando-se as seguintes variáveis:

- Velocidade máxima/sistólica (Vmax);
- Velocidade final diastólica/mínima(VFD);
- Índice de resistividade (IR);
- Índice de pulsatilidade (IP).

Após a coleta de dados a campo, realizavam-se as medidas da área do vaso, em cm², por meio da fórmula da área do círculo:

- Área (cm²) = π x [raio (cm)]²

Outra variável calculada era a velocidade média do tempo médio (VMTM), seguindo-se a fórmula de acordo com Guinther e Utt (2004):

- VMTM (cm/s) = Vmáx – VFD/ IP

E, por fim, o volume do fluxo de sangue, em mL/min, foi calculado por meio da fórmula descrita por Bollwein, Baumgartner e Stolla (2002):

- Vol (mL/min) = VMTM x π x área do vaso x 60

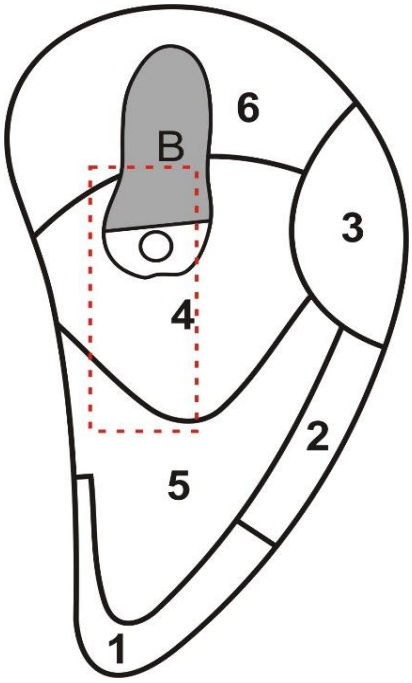
4.7.2 Bidimensional

A avaliação ultrassonográfica em modo B, isto é, modo bidimensional da sola foi realizada com ultrassom Sonosite (modelo M-Turbo), utilizando transdutor linear de 6-15MHz.

O animal permanecia no interior do tronco de contenção e o membro pélvico em estudo era retirado do solo com auxílio de cordas, contido e examinado de acordo com Rosenberger (1993). O dígito do animal era lavado com água e sabão, seguido por inspeção à procura de lesões. Caso fossem encontradas, foram classificadas de acordo com Cook e Burgi (ANEXO C) e anotada na ficha do animal.

Após a identificação das lesões, o transdutor linear era colocado no lado axial da linha média do casco (Figura 7), na área de maior ocorrência da úlcera de sola (RÄBER et al., 2004; BICALHO; MACHADO; CAIXETA, 2009), para avaliação do coxim digital médio.

Figura 7 - Representação do local anatômico (linhas tracejadas), onde era colocado o transdutor para avaliação do coxim digital médio na sola do animal – São Paulo – 2015

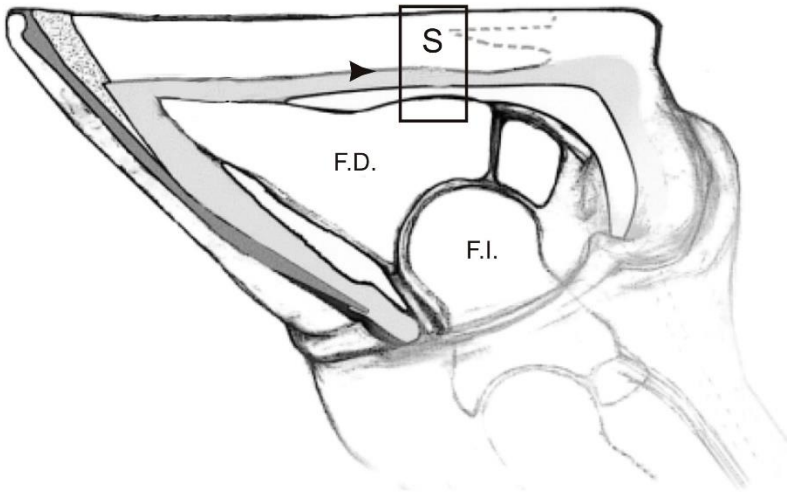


Fonte: (GARGANO, 2015). Adaptada de Räber et al. (2004).

Durante o exame ultrassonográfico, procurava-se estabelecer os planos tomográficos e identificar as estruturas (Figura 8), de acordo com Köfler, Kübber e Henninger (1999):

- Superfície plantar da terceira falange;
- Tuberosidade da inserção do tendão flexor digital profundo (TFDP) na terceira falange;
- Tendão flexor digital profundo;
- Osso sesamóide distal;
- Tecido subcutâneo;
- Margem interna da sola (definida como uma linha fina e ecogênica).

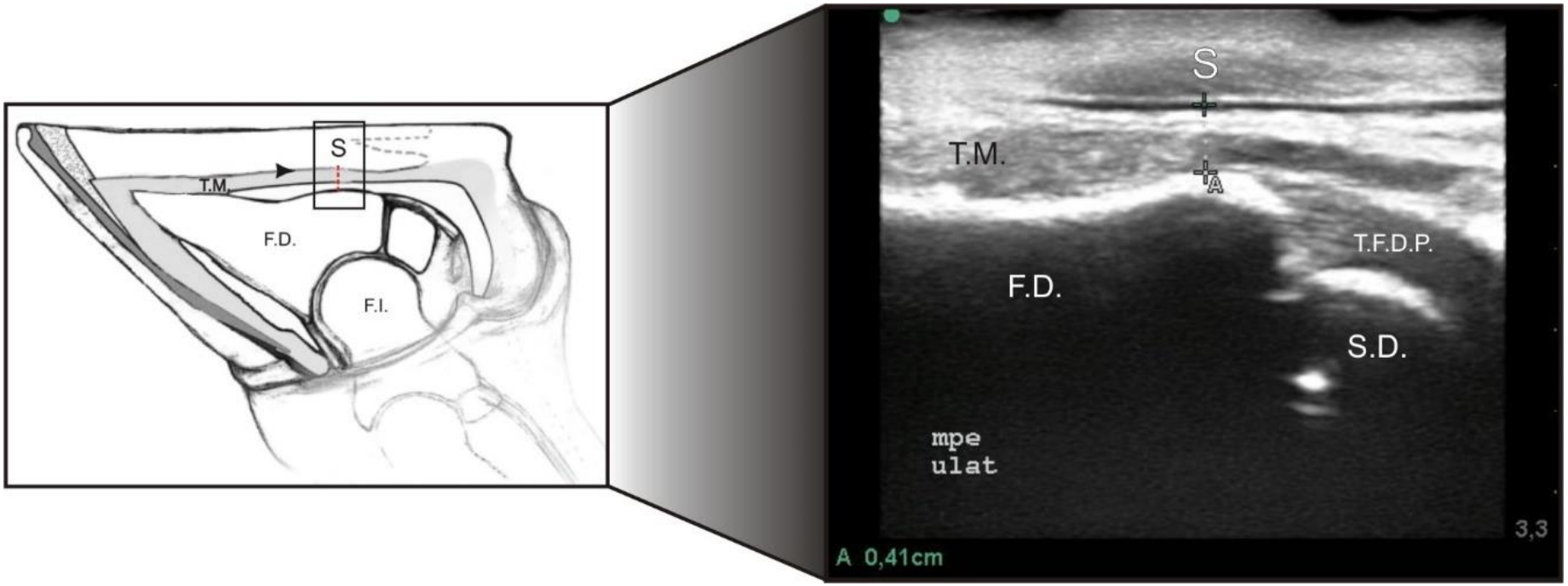
Figura 8 - Ilustração apresentando as estruturas de interesse ao exame ultrassonográfico da sola dos bovinos – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015). Adaptada de Shearer, J; Van Amstel (2004).
Legenda: (S) – sola; (Ponta de seta) – margem interna da sola; (F.D.) - Falange distal e (F.I.) - Falange intermédia.

Posteriormente realizava-se a medida da distância entre a superfície distal da tuberosidade de inserção do TFDP até a borda interna do casco, de acordo com Bicalho, Machado e Caixeta (2009). Esse procedimento foi realizado nos dígitos medial e lateral de ambos os membros pélvicos (Figura 9).

Figura 9 - Representação esquemática da mensuração da distância entre a tuberosidade de inserção do tendão flexor digital profundo até a margem interna da sola – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

Legenda: (S) sola, (T.M.) coxim digital, (T.F.D.P.) tendão flexor digital profundo, (F.D.) falange distal e (S.D.) sesamóide distal.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, os dados foram analisados para verificar se respeitavam as premissas referentes à análise de variância. A análise da distribuição Normal dos resíduos foi realizada pelo método de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Levene. Quando não respeitadas, procurou-se pela presença de dados discrepantes em relação á média (*outliers*), que foram retirados da análise, e realizou-se, ainda, a transformação logarítmica. Os dados, que mesmo assim, não respeitaram as premissas para análise de variância foram submetidos à estatística não paramétrica.

Os dados que respeitaram as premissas da análise de variância foram avaliados de acordo com o PROC MIXED, para modelos mistos (SAS Ins. Inc, Cary, NYC), tendo os momentos de coleta (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112 e 126 dias pós-parto) como medidas repetidas.

Para essa análise, dentre as estruturas de covariância testadas, a que melhor se ajustou ao modelo estatístico foi a estrutura Ante (1), escolhida com base no menor valor do critério de informação Akaike corrigido (AICC) (WANG; GOONEWARDENE, 2004). O modelo incluiu os fatores de efeito fixo de Membro e Tempo e a respectiva interação entre os fatores. Animais e membros foram colocados no modelo como efeitos aleatórios. Ainda, a comparação de médias entre os grupos e entre os tempos foi realizada por meio do teste de Tukey.

Os dados que não respeitaram as premissas estatísticas foram submetidos à estatística não paramétrica de ordem, pelo teste de Kruskal-Wallis, segundo o PROC NPAR1WAY também do programa estatístico SAS. Neste caso particular, não foi possível estudar a interação entre membro e tempo.

As análises de correlações entre as variáveis foram realizadas por meio do PROC CORR do SAS, pelo teste de correlação de Spearman para os dados que não apresentaram a distribuição Normal.

Além disso, para estudar as relações entre os índices vasculares e as alterações de espessura da média dos coxins digitais calculou-se a diferença de cada variável por dia e também a diferença da espessura média diária do coxim digital, para cada animal, e, em seguida, correlacionou-se as variáveis.

Para todos os testes estatísticos realizados adotou-se nível de significância

estatística de 5%.

5 RESULTADOS

Serão descritos abaixo os resultados encontrados nos exames e avaliações dos animais, como exame físico, ECC, EL e produção de leite. Além disso, resultados referentes à espessura do coxim digital e os índices vasculares da artéria digital dorsal comum dos bovinos ao longo da lactação. Os resultados estão expostos descritivamente e também em forma de tabelas (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16) e gráficos (Gráficos 1, 2, 3, 4 e 5).

5.1 EXAME FÍSICO

Ao longo do experimento os animais não apresentaram alterações nas funções vitais que conduzissem ao diagnóstico presuntivo de qualquer alteração patológica nos diferentes sistemas orgânicos avaliados. Apenas pequenas alterações no tegumento foram encontradas como, por exemplo, caso de miíase na face medial do membro posterior direito (Figura 10), dermatite na face do animal (Figura 11) e alteração na pálpebra esquerda. A presença de carrapatos foi constante nos animais durante o trabalho, em diferentes intensidades de infestação, porém nenhum animal apresentou qualquer manifestação clínica relacionada com doenças transmitidas por aqueles.

Figura 10 - Lesão na face medial do membro posterior direito devido à presença de larvas de mosca – São Paulo – 2015

FONTE (GARGANO, 2015)

Figura 11 - Presença de dermatite com presença crostas na região nasal do animal – São Paulo – 2015

FONTE (GARGANO, 2015)

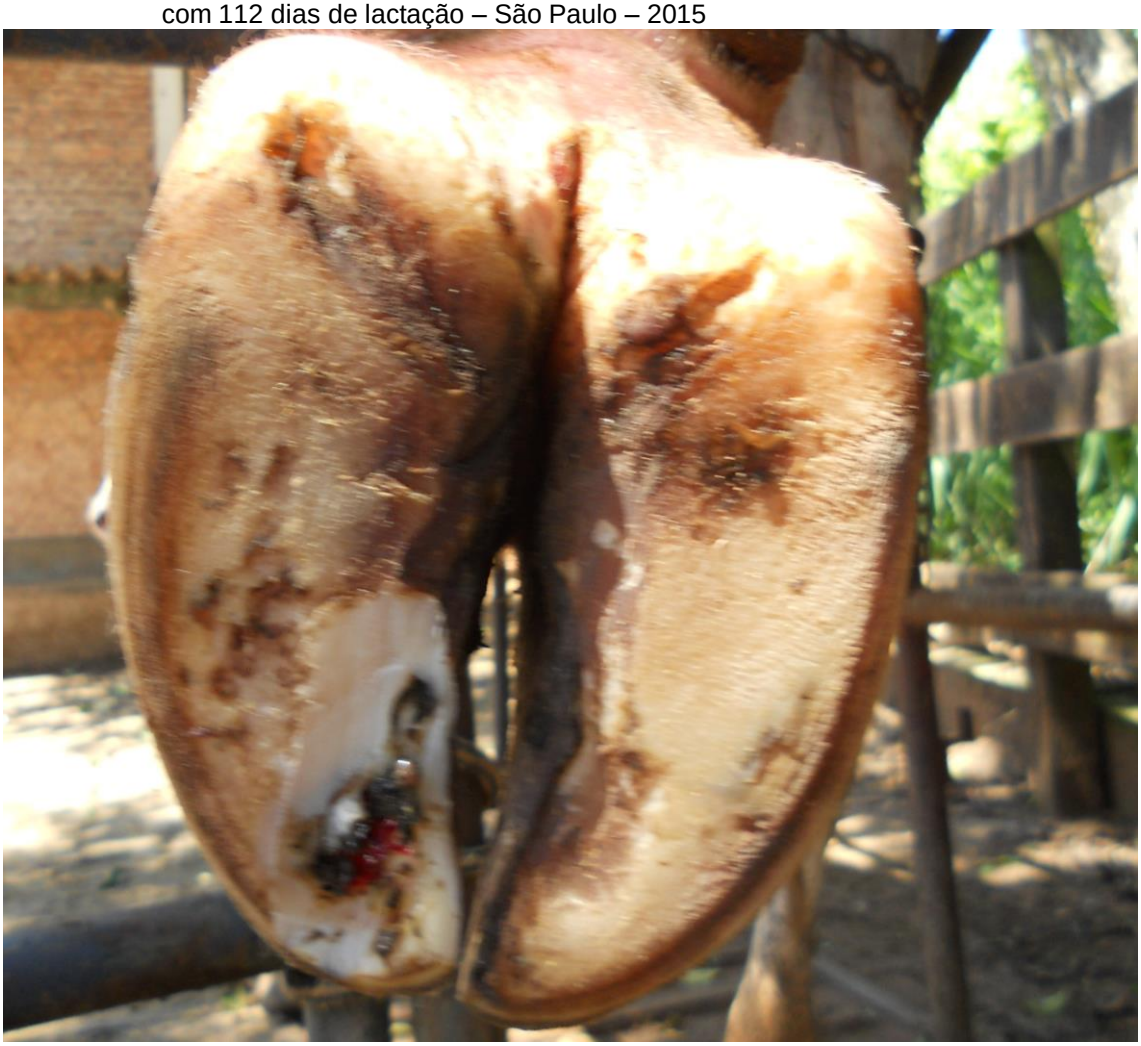
Na avaliação específica do sistema locomotor, a presença de lesões podais foi um achado comum, apresentando prevalência de 61,53% (8/13) dos animais. A presença de dermatites foi observada em alguns animais, ao longo do experimento, desde dermatites interdigitais (Figura 12) a miíase na mesma região. Não só lesões de pele estiveram presentes, pois alguns animais apresentaram lesões no tecido córneo, como erosão de talão e úlcera de pinça (Figura 13). A primeira apresentando diferentes intensidades e a última classificada como moderada. Além disso, a presença de hematoma de sola foi um achado, em alguns animais, que se manteve durante o experimento em diferentes intensidades, sendo que apenas em um animal essa alteração foi classificada como grave (Figura 14).

Figura 12 - Inicio da lesão de dermatite interdigital encontrado em animal após 70 dias em lactação – São Paulo – 2015

FONTE: (GARGANO, 2015)

No momento que se constatava a presença de lesão distal nos membros pélvicos, a mesma era tratada com tetraciclina em pó e confecção de penso para a proteção local. A resposta ao tratamento foi eficaz em todos os casos.

Figura 13 - Presença de úlcera de pinça de intensidade moderada em dígito lateral de animal com 112 dias de lactação – São Paulo – 2015



FONTE: (GARGANO, 2015)

Figura 14 - Hematoma de sola em dígito lateral de animal com 112 dias de lactação – São Paulo – 2015

FONTE: (GARGANO, 2015)

5.2 ESCORE DE LOCOMOÇÃO

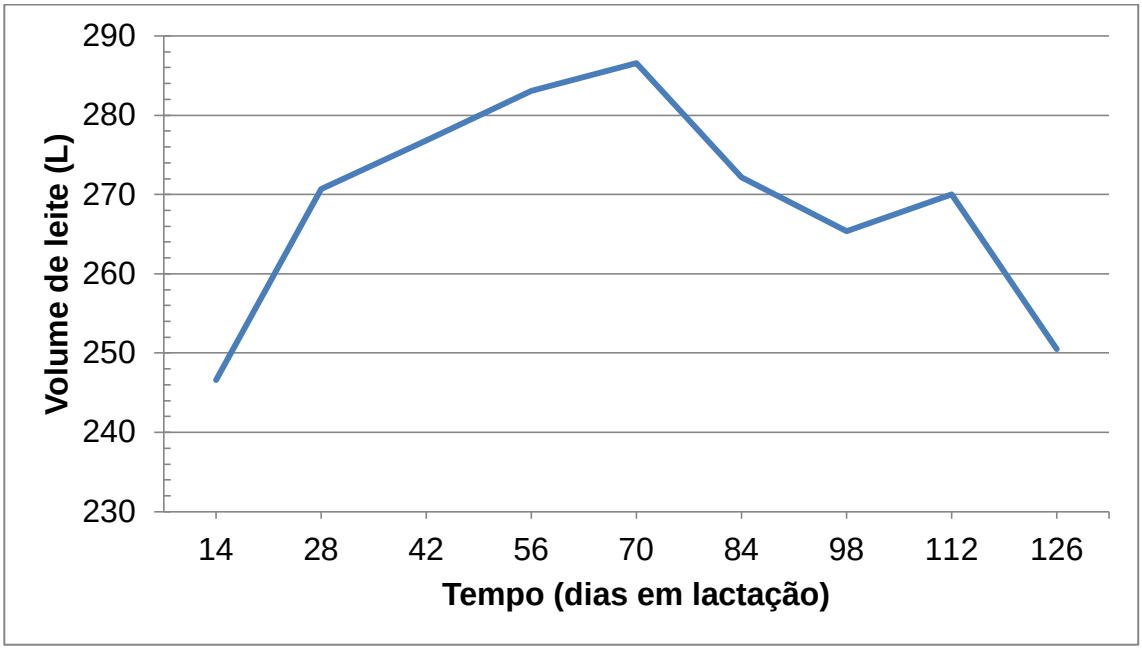
Os animais foram avaliados antes de todos os momentos e até a terceira avaliação, ou seja, o 42° dia pós-parto, não apresentaram alteração visual da marcha ou de posição do dorso. No entanto, após esse período, a maioria dos animais apresentou alterações visuais na linha do dorso e/ou no apoio do membro, sendo o EL=4 o maior escore encontrado durante o período, constatado no animal com miíase no membro pélvico direito. Apenas os membros pélvicos foram

avaliados para a presença ou ausência de lesões em virtude da importância epidemiológica do mesmo nas afecções podais dos bovinos de leite.

5.3 PRODUÇÃO DE LEITE

A produção média de leite foi de 269,1 ± 13,42 L/dia dos 13 animais durante os 126 dias de lactação, isto é, 20,7 ± 1,03L/animal/dia, e pode ser melhor observado ao longo do tempo no gráfico 1.

Gráfico 1 – Média da produção de leite ao longo dos períodos de avaliação durante a lactação – São Paulo – 2015

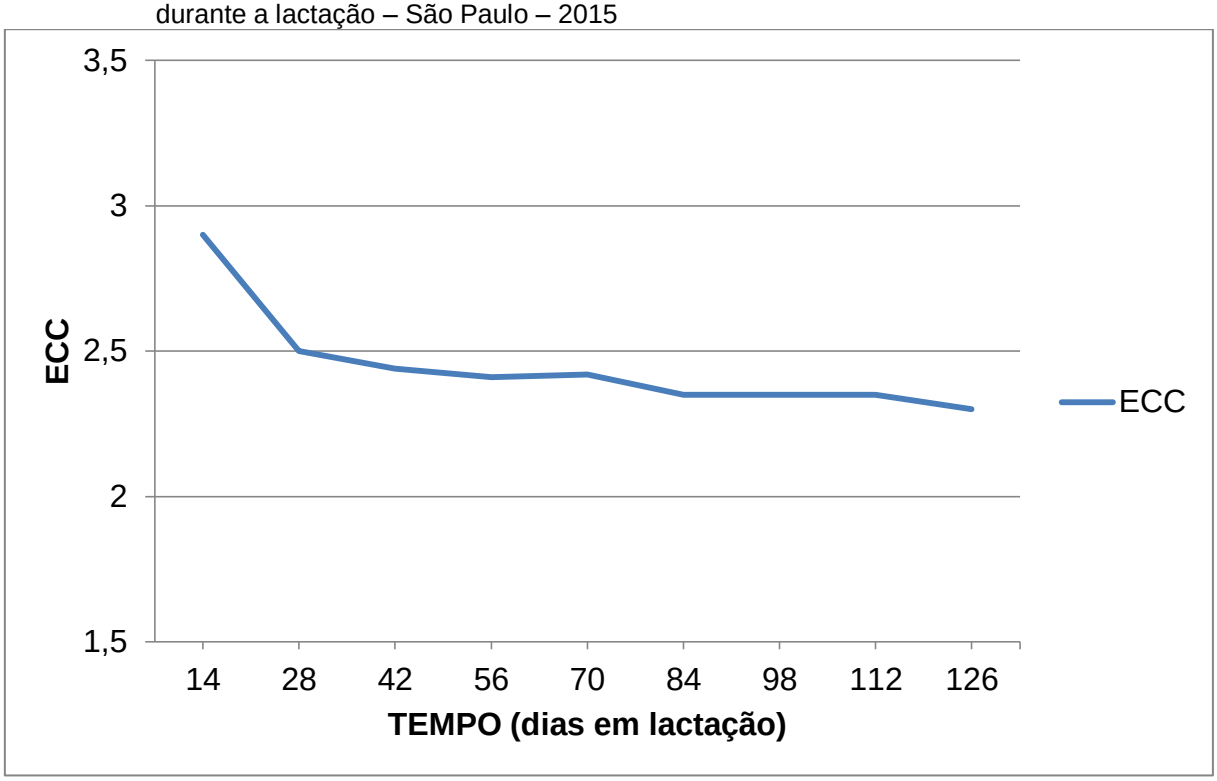


FONTE: (GARGANO, 2015)

5.4 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

A média do ECC dos animais avaliados diminuiu ao longo do estudo, como pode ser observado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Média do escore de condição corporal das vacas ao longo do período de avaliação durante a lactação – São Paulo – 2015



Fonte:(GARGANO, 2015)

A correlação entre a média do ECC e a média da produção de leite não apresentou significância (p=0,24; r=-0,44). O ECC inicial, de cada animal, não apresentou correlação significativa com a média da espessura inicial dos coxins digitais dos animais avaliados durante o trabalho (p=0,119; r=0,45). No entanto, houve elevada correlação positiva significativa entre a média da espessura dos coxins digitais dos animais e a média dos ECC (p=0,03; r=0,71).

Além disso, a média da condição corporal dos animais ao longo do tempo obteve forte correlação negativa entre as variáveis relacionadas à arquitetura vascular como o diâmetro (p=0,006; r=-0,8263) e à área (p=0,0102; r=-0,7964) da artéria digital dorsal comum, ao volume de sangue (p=0,0167; r=-0,7631) e entre as variáveis relacionadas à velocidade de deslocamento das hemácias, como: velocidade máxima (p=0,0215; r=-0,7439), velocidade final diastólica (p=0,03; r=-0,7119). Houve também uma forte tendência positiva à significância estatística entre a condição corporal e o índice de pulsatilidade (p=0,0593; r=0,64768) e negativa com a velocidade média do tempo médio (p=0,0633; r=-0,63447).

Não houve correlação entre o ECC e o índice de resistividade (p=0,1484; r=0,52312).

5.5 ESPESSURA DO COXIM DIGITAL

As alterações de espessura do coxim digital de cada dígito ao longo do experimento podem ser observadas na tabela 1 e também no gráfico 3.

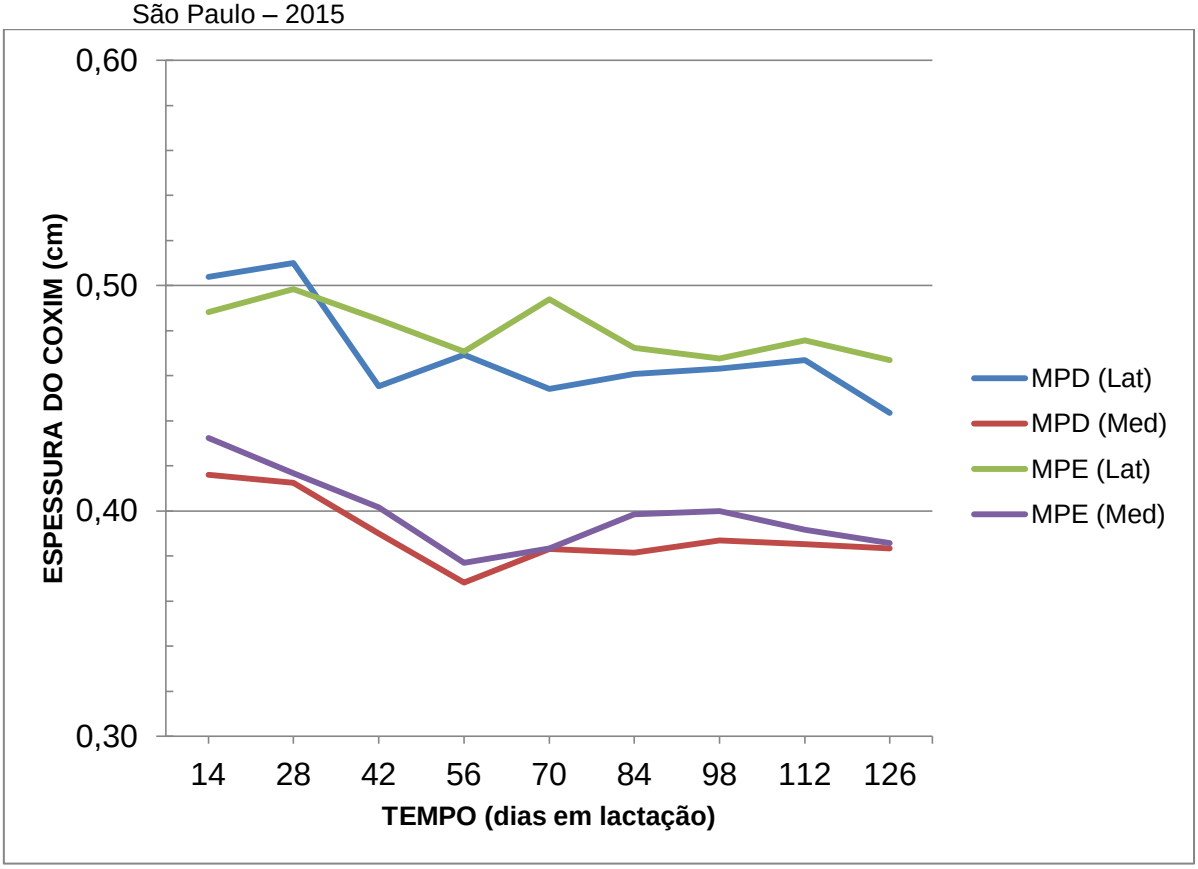
Tabela 1 - Resultados (média ± desvio padrão) da espessura, em cm, do coxim digital classificado por dígitos encontrados ao longo da lactação – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD		MPE		MÉDIA (cm)	D.P. (cm)	C.V. (%)
	LAT (cm)	MED (cm)	LAT (cm)	MED (cm)			
14	0,50 ± 0,11	0,42 ± 0,06	0,49 ± 0,08	0,43 ± 0,08	0,46	0,09	19,87
28	0,51 ± 0,08	0,41 ± 0,06	0,50 ± 0,09	0,42 ± 0,07	0,46	0,09	18,96
42	0,46 ± 0,06	0,39 ± 0,06	0,49 ± 0,08	0,40 ± 0,06	0,43	0,08	17,49
56	0,47 ± 0,09	0,37 ± 0,05	0,47 ± 0,06	0,38 ± 0,06	0,42	0,08	19,75
70	0,45 ± 0,06	0,38 ± 0,05	0,49 ± 0,07	0,38 ± 0,04	0,43	0,07	17,07
84	0,46 ± 0,07	0,38 ± 0,05	0,47 ± 0,06	0,40 ± 0,05	0,43	0,07	16,23
98	0,46 ± 0,08	0,39 ± 0,05	0,47 ± 0,08	0,40 ± 0,06	0,43	0,07	17,45
112	0,47 ± 0,08	0,39 ± 0,05	0,48 ± 0,07	0,39 ± 0,04	0,43	0,07	17,31
126	0,44 ± 0,05	0,38 ± 0,04	0,47 ± 0,08	0,39 ± 0,05	0,42	0,07	16,30
MÉDIA	$0,47^{A}$ ± 0,08	$0,39^{B}$ ± 0,05	$0,48^{A}$ ± 0,07	$0,40^{B}$ ± 0,06	0,43	0,08	18,04

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator dígito: <0,0001; Fator tempo: 0,3753.
Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significantes pelo teste estatístico de Kruskal-Wallis (nível de significância = 0,05)
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Ao avaliar a média da espessura do coxim digital, classificada conforme o dígito avaliado, foi observado que houve diferença significativa entre as espessuras do coxim digital do dígito lateral e do dígito medial ($p<0,0001$), porém não houve diferença entre as espessuras dos coxins dos dígitos laterais ($p=0,6649$) e, tampouco, entre os mediais ($p=0,5996$). Além disso, a média da diminuição da espessura do coxim não foi significativa ao longo do período avaliado durante a lactação ($p=0,3753$).

Gráfico 3 - Média da espessura do coxim digital, classificado conforme o dígito, ao longo do tempo – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

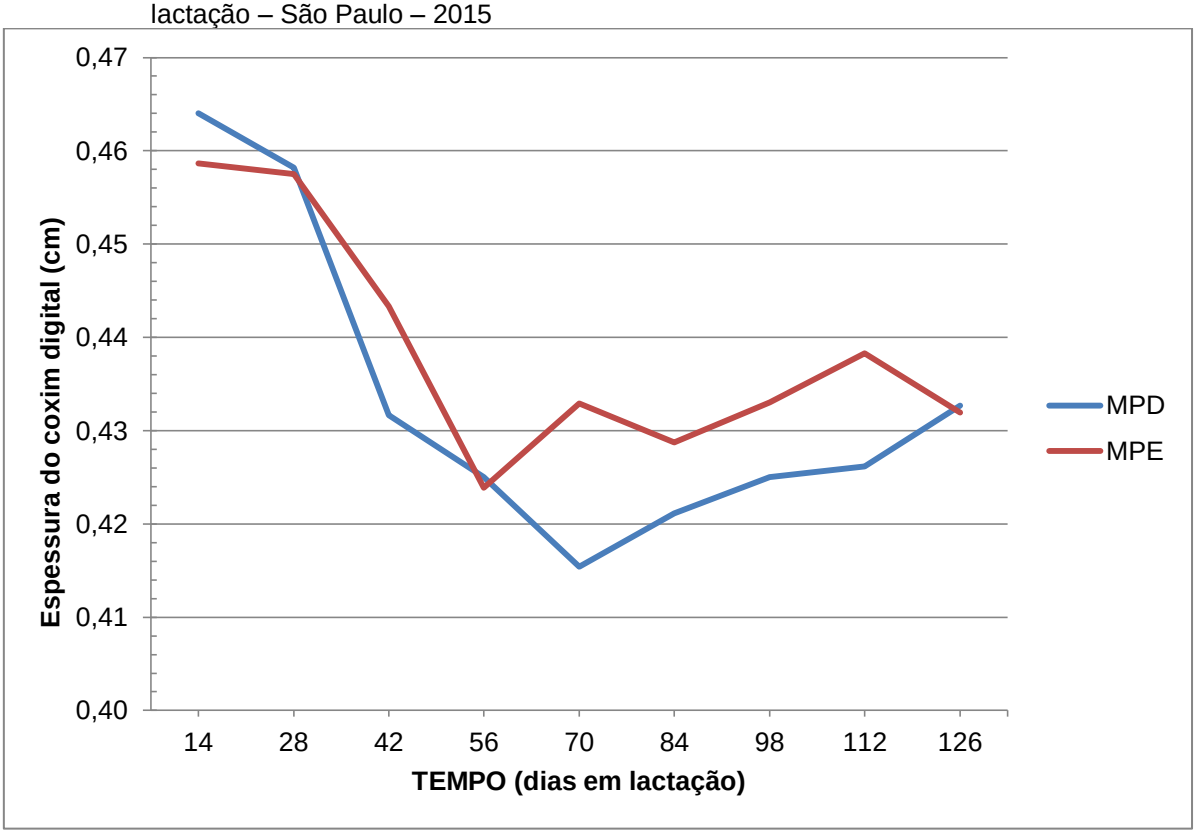
As alterações da média das espessuras dos coxins digitais, por membro, são apresentados na tabela 2 e no gráfico 4.

Tabela 2 - Resultado (média ± desvio padrão) da espessura, em cm, do coxim digital classificado de acordo com o membro avaliado ao longo da lactação – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm)	MPE (cm)	MÉDIA (cm)	D.P. (cm)	C.V. (%)
14	0,46 ± 0,07	0,46 ± 0,08	0,46	0,07	15,52
28	0,46 ± 0,07	0,46 ± 0,08	0,46	0,07	15,90
42	0,43 ± 0,07	0,44 ± 0,07	0,44	0,07	15,12
56	0,43 ± 0,08	0,42 ± 0,06	0,42	0,07	15,86
70	0,42 ± 0,05	0,43 ± 0,05	0,42	0,05	11,25
84	0,42 ± 0,06	0,43 ± 0,05	0,42	0,05	12,29
98	0,43 ± 0,06	0,43 ± 0,07	0,43	0,06	14,51
112	0,43 ± 0,06	0,44 ± 0,06	0,43	0,06	14,06
126	0,43 ± 0,06	0,43 ± 0,07	0,43	0,07	15,24
MÉDIA	0,43 ± 0,06	0,44 ± 0,06	0,44	0,06	14,57

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,4483; Fator tempo: 0,1715.
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Gráfico 4 - Média da espessura do coxim digital, classificado conforme o membro, ao longo da lactação – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

As médias dos coxins digitais não apresentaram diferença significativa entre os membros (p=0,4483) e, também, não houve diferença significativa da diminuição da espessura ao longo do período avaliado durante a lactação (p=0,1715).

5.6 ÍNDICES VASCULARES

A seguir serão apresentados os resultados referentes aos índices vasculares da artéria digital dorsal comum dos bovinos.

5.6.1 Índices referentes à velocidade

Os índices vasculares que fazem referência à velocidade do deslocamento do sangue são: velocidade máxima (Vmax), velocidade final diastólica (VFD) e a velocidade média do tempo médio (VMTM).

Os valores médios da velocidade máxima obtida ao longo do tempo estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade máxima de deslocamento do fluxo de sangue, em cm/s, na artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm/s)	MPE (cm/s)	MÉDIA (cm/s)	D.P. (cm/s)	C.V.(%)
14	43,89 ± 10,69	46,55 ± 12,70	45,22	11,58	25,61
28	46,80 ± 11,22	46,01 ± 12,79	46,41	11,77	25,37
42	48,61 ± 11,66	48,85 ± 11,28	48,73	11,22	23,02
56	46,19 ± 7,69	46,63 ± 12,39	46,41	10,11	21,78
70	49,28 ± 6,83	49,79 ± 8,77	49,56	7,78	15,69
84	49,97 ± 9,89	53,39 ± 7,81	51,68	8,91	17,23
98	52,02 ± 14,93	54,45 ± 8,26	53,19	12,02	22,59
112	48,85 ± 11,37	51,98 ± 11,94	50,47	11,54	22,86
126	52,47 ± 9,35	53,66 ± 7,82	53,04	8,48	15,99
MÉDIA	48,65 ± 21,84	50,09 ± 21,44	49,37	10,68	21,64

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,3842; Fator tempo:<0,0001; Interação Membro x Tempo: 0,9658.
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 4 – Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade máxima – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,9998	0,9504	0,9999	0,8409	0,0941	0,2579	0,5289	0,0094
28	-	0,9983	0,9999	0,9777	0,1822	0,4455	0,7727	0,0185
42		-	0,9825	0,9999	0,5273	0,781	0,9781	0,0710
56			-	0,9282	0,0077	0,2276	0,5190	0,0008
70				-	0,6913	0,8828	0,9961	0,1132
84					-	0,9999	0,9999	0,7436
98						-	0,9931	0,9944
112							-	0,4343
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).

As médias dos valores relacionados à Vmax não apresentaram diferenças significantes entre os membros (p=0,3842) e tampouco entre a interação entre membro e tempo (p=0,9658). Apenas o aumento da Vmax ao longo dos dias em lactação apresentou significância estatística (p<0,0001).

Outro importante índice relacionado ao fluxo sanguíneo é a velocidade final durante a diástole cardíaca. Os valores das médias desta variável estão

apresentados, a seguir, na tabela 5.

Tabela 5 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade final diastólica, em cm/s, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm/s)	MPE (cm/s)	MÉDIA (cm/s)	D.P. (cm/s)	C.V. (%)
14	14,08 ± 5,74	13,25 ± 4,53	13,68	5,10	37,29
28	15,03 ± 6,07	14,13 ± 5,13	14,58	5,52	37,86
42	16,08 ± 4,36	16,98 ± 5,50	16,53	4,88	29,50
56	14,22 ± 4,07	14,25 ± 4,80	14,24	4,34	30,50
70	16,25 ± 4,99	16,10 ± 3,08	16,18	4,14	25,60
84	15,70 ± 6,30	19,84 ± 6,26	17,77	6,51	36,60
98	17,86 ± 6,80	14,86 ± 4,68	16,42	5,95	36,25
112	17,24 ± 4,82	19,74 ± 9,04	18,54	7,29	39,32
126	18,38 ± 3,43	20,55 ± 8,04	19,57	6,33	32,37
MÉDIA	16,03 ± 5,33	16,70 ± 6,36	16,36	5,86	35,80

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,4558; Fator tempo: 0,0044; Interação Membro x Tempo: 0,4729.
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 6 – Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade final diastólica – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,9991	0,6189	0,999	0,6132	0,1571	0,6717	0,1004	0,0122
28	-	0,922	0,999	0,9228	0,4296	0,9339	0,2738	0,0533
42		-	0,6442	0,9999	0,9817	0,9999	0,8654	0,4430
56			-	0,5683	0,1259	0,6938	0,0882	0,0068
70				-	0,9869	0,9999	0,8553	0,4221
84					-	0,9915	0,9997	0,9668
98						-	0,8908	0,5355
112							-	0,9992
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).

As médias dos valores relacionados à VFD não apresentaram diferença significante entre os membros (p=0,4558) e também entre a interação membros e tempo (p=0,4729). No entanto, mais uma vez, o aumento da média da VFD durante

o tempo em lactação apresentou significância estatística (p=0,0044).

A VMTM é determinada pela diferença entre os índices de velocidade durante a sístole e durante a diástole, ou seja, a velocidade resultante no interior do vaso sanguíneo. As alterações nas médias da VMTM estão apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 - Resultado (média ± desvio padrão) da velocidade média do tempo médio, em cm/s, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm/s)	MPE (cm/s)	MÉDIA (cm/s)	D.P. (cm/s)	C.V. (%)
14	19,40 ± 6,1	19,44 ± 5,81	19,42	5,84	30,10
28	20,70 ± 6,1	19,40 ± 6,07	20,05	6,01	29,96
42	21,50 ± 4,8	21,61 ± 5,55	21,55	5,08	23,59
56	19,07 ± 3,67	19,89 ± 4,60	19,48	4,10	21,03
70	20,32 ± 4,66	21,71 ± 2,15	20,98	3,67	17,48
84	20,06 ± 4,85	22,81 ± 2,16	21,38	3,99	18,65
98	21,61 ± 5,48	22,91 ± 3,94	22,23	4,75	21,38
112	21,11 ± 5,0	22,20 ± 6,11	21,66	5,49	25,37
126	23,76 ± 4,7	25,35 ± 6,05	24,59	5,39	21,93
MÉDIA	20,78 ± 5,08	21,67 ± 5,14	21,22	5,12	24,14

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,3371; Fator tempo: 0,0007; Interação Membro x Tempo: 0,9318.
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 8 – Níveis de significância entre os tempos para a variável velocidade média do tempo médio – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,9996	0,8805	0,999	0,9708	0,8745	0,6434	0,6736	0,0083
28	-	0,9785	0,999	0,9985	0,9825	0,8573	0,8686	0,0213
42		-	0,7396	0,9999	0,9999	0,9998	0,9997	0,1472
56			-	0,9239	0,5689	0,3646	0,4453	0,0004
70				-	0,9999	0,9899	0,9915	0,0558
84					-	0,999	0,9982	0,0577
98						-	0,9999	0,2128
112							-	0,0296
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).

Assim como as variáveis anteriores, as médias da VMTM da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos não apresentaram diferença significante entre os membros (p=0,3371) e não houve diferença significativa entre a interação membros e tempo (p=0,9318). No entanto, mais uma vez, o aumento da média foi significante durante o período de tempo avaliado (p=0,0007).

5.6.2 Diâmetro e área da artéria digital dorsal comum

Além dos índices vasculares relacionados à velocidade do fluxo sanguíneo, outro fator determinante ao fluxo de sangue é o diâmetro do vaso e, consequentemente, a área do leito vascular.

A média do diâmetro da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos não apresentou diferença significativa (p=0,6847), sendo possível observar aumento no diâmetro médio das artérias ao longo do tempo em lactação (p=0,0102), como pode ser observado na tabela 9.

Tabela 9 - Resultado (média ± desvio padrão) do diâmetro, em cm, da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm)	MPE (cm)	MÉDIA (cm)	D.P. (cm)	C.V. (%)
14	0,47 ± 0,06	0,48 ± 0,06	0,48	0,06	12,48
28	0,49 ± 0,06	0,48 ± 0,06	0,49	0,06	12,46
42	0,53 ± 0,06	0,53 ± 0,07	0,53	0,06	12,20
56	0,52 ± 0,08	0,52 ± 0,09	0,52	0,08	15,78
70	0,50 ± 0,08	0,51 ± 0,08	0,51	0,08	14,98
84	0,51 ± 0,07	0,51 ± 0,08	0,51	0,08	14,77
98	0,53 ± 0,06	0,54 ± 0,07	0,54	0,06	11,99
112	0,53 ± 0,09	0,54 ± 0,09	0,54	0,09	16,11
126	0,54 ± 0,09	0,55 ± 0,08	0,54	0,08	14,93
MÉDIA	0,52 ± 0,07	0,52 ± 0,08	0,52	0,08	14,52

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,6847; Fator tempo: 0,0102.
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 10 – Níveis de significância entre os tempos para a variável diâmetro da artéria – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,5158	0,0068	0,0472	0,0753	0,0647	0,0018	0,0013	0,0027
28	-	0,0358	0,2383	0,2695	0,1792	0,0145	0,0397	0,0154
42		-	0,4116	0,3971	0,3258	0,612	0,7042	0,4648
56			-	0,9197	0,7763	0,2406	0,3787	0,1604
70				-	0,9996	0,1526	0,2092	0,0931
84					-	0,1255	0,1234	0,0474
98						-	0,9634	0,6727
112							-	0,8543
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).

Consequentemente, com o aumento da média do diâmetro da artéria ao longo do tempo a área acompanhou esta mesma tendência. Entretanto, não houve diferença entre as médias da área da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos (p=0,6857), porém houve aumento da média da área da artéria durante o tempo de avaliação (p=0,0025), como pode ser observado na tabela 11.

Tabela 11 – Resultado (média ± desvio padrão) das áreas, em cm², da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (cm²)	MPE (cm²)	MÉDIA (cm²)	D.P. (cm²)	C.V. (%)
14	0,17 ± 0,05	0,18 ± 0,04	0,17	0,04	26,06
28	0,18 ± 0,05	0,17 ± 0,03	0,17	0,04	22,27
42	0,21 ± 0,05	0,21 ± 0,05	0,21	0,05	23,80
56	0,21 ± 0,07	0,20 ± 0,05	0,20	0,06	29,22
70	0,19 ± 0,06	0,20 ± 0,06	0,20	0,06	28,84
84	0,20 ± 0,05	0,20 ± 0,06	0,20	0,06	28,19
98	0,21 ± 0,05	0,23 ± 0,05	0,22	0,05	23,19
112	0,22 ± 0,07	0,22 ± 0,07	0,22	0,07	30,55
126	0,22 ± 0,07	0,23 ± 0,07	0,23	0,06	28,69
MÉDIA	0,20 ± 0,06	0,20 ± 0,06	0,20	0,06	28,25

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,6857; Fator tempo: 0,0025.
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 12 – Níveis de significância entre os tempos para a variável área da artéria – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,6619	0,0046	0,0504	0,060	0,048	0,0012	0,008	0,002
28	-	0,0129	0,1475	0,1673	0,0631	0,0034	0,0139	0,0056
42		-	0,2787	0,3909	0,355	0,6186	0,6682	0,4647
56			-	0,9047	0,9699	0,1257	0,2374	0,0936
70				-	0,9634	0,1393	0,1958	0,0963
84					-	0,123	0,1298	0,0595
98						-	0,9957	0,7617
112							-	0,8254
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).

5.6.3 Fluxo de sangue

O volume de sangue que fluiu no leito vascular ao longo do tempo não apresentou diferença significante entre os membros (p=0,3692). Em contrapartida, a média do volume de sangue por minuto foi aumentando ao longo do tempo (p<0,0001), como se pode observar na tabela 13.

A correlação entre a média do fluxo de sangue foi forte e positiva com a área (p<0,0001; r=0,72383) e diâmetro da artéria (p<0,0001; r=0,7268) e com a VMTM (p<0,0001; r=0,61025). Além disso, o volume médio de sangue apresentou correlação significativa, moderada e positiva com a VFD (p<0,0001; r=0,41794), moderada e negativa com o IP (p<0,0001; r=-0,41051) e com o IR (p<0,0001; r=-0,33431) e fraca correlação significativa e positiva com a Vmax (p=<0,0001; r=0,27879).

Tabela 13 - Resultado (média ± desvio padrão) do volume de sangue, em mL/min, na artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD (mL/min)	MPE (mL/min)	MÉDIA (mL/min)	D.P. (mL/min)	C.V. (%)
14	179,78 ± 80,6	184,25 ± 72,85	182,12	74,72	41,03
28	200,05 ± 66,0	187,14 ± 62,79	193,60	63,17	32,63
42	268,39 ± 77,34	279,62 ± 108,88	274,00	92,54	33,77
56	240,06 ± 89,6	241,33 ± 66,74	240,69	77,40	32,16
70	254,30 ± 113,9	259,55 ± 102,76	256,82	106,46	41,45
84	235,58 ± 77,8	266,63 ± 89,98	251,11	83,93	33,42
98	278,03 ± 99,13	294,48± 88,04	286,26	92,24	32,22
112	272,26 ± 111,56	295,79 ± 101,34	284,50	104,79	36,83
126	340,99 ± 115,58	353,46 ± 92,52	347,23	102,59	29,54
MÉDIA	253,96 ± 100,60	264,31 ± 98,90	259,16	99,66	38,45

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,3692; Fator tempo: <0,0001.
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

Tabela 14 – Níveis de significância entre os tempos para a variável fluxo de sangue – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	28	42	56	70	84	98	112	126
14	0,3075	0,005	0,0116	0,006	0,0125	<0,0001	0,0002	<0,0001
28	-	0,002	0,0405	0,026	0,0389	0,0001	0,0008	<0,0001
42		-	0,2212	0,368	0,5796	0,7267	0,8887	0,0233
56			-	0,7203	0,8262	0,0922	0,1416	0,0002
70				-	0,9549	0,1632	0,2903	0,0061
84					-	0,167	0,2583	0,005
98						-	0,7487	0,0522
112							-	0,034
126								-

Fonte: (GARGANO, 2015)
Teste estatístico de Kruskall-Wallis (nível de significância = 0,05).

5.6.4 Índices de impedância ao fluxo vascular

O IP e o IR são utilizados na avaliação da resistência no interior do leito vascular ao fluxo de sangue, portanto, eles são inversamente proporcionais. Ou seja, quanto maiores os índices de impedância do fluxo, menor a quantidade de

sangue que chega ao local avaliado por minuto. As médias do IR e do IP podem ser observadas nas tabelas 15 e 16, respectivamente.

Tabela 15 - Resultado (média ± desvio padrão) do índice de resistividade da artéria digital dorsal comum ao longo da lactação de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD	MPE	MÉDIA	D.P.	C.V. (%)
14	0,68 ± 0,1	0,69 ± 0,08	0,69	0,09	12,88
28	0,68 ± 0,1	0,72 ± 0,05	0,70	0,07	10,48
42	0,67 ± 0,06	0,65 ± 0,08	0,66	0,07	10,30
56	0,69 ± 0,08	0,69 ± 0,07	0,69	0,08	11,33
70	0,67 ± 0,08	0,64 ± 0,07	0,65	0,08	11,94
84	0,69 ± 0,1	0,63 ± 0,1	0,66	0,10	15,55
98	0,65 ± 0,1	0,70 ± 0,08	0,68	0,09	13,43
112	0,63 ± 0,09	0,63 ± 0,11	0,63	0,10	15,62
126	0,65 ± 0,09	0,66 ± 0,12	0,65	0,11	16,46
MÉDIA	0,67 ± 0,09	0,67 ± 0,09	0,67	0,09	13,38

Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,9472; Fator tempo: 0,1355; Interação Membro x Tempo: 0,4544.
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

As médias do IR não apresentaram diferença significativa entre os membros (p=0,9472), tampouco entre o tempo (p=0,1355) e, também, não apresentou diferença significante entre a interação dos fatores (p=0,4544). Apresentou correlação significativa, forte e negativa com a VFD (p<0,0001; r=-0,78544), correlação significativa, negativa e moderada com a VMTM (p=<0,0001; r=-0,41567) e com o fluxo de sangue (p<0,0001; r=-0,3491).

A média do IP não denotou diferença significativa entre os membros (p=0,9215), ao longo do tempo (p=0,2943) e não foi encontrada diferença significativa a interação deles (p=0,2620). O IP apresentou correlação significativa, forte e positiva com o IR (p<0,0001; r=0,8612), correlação significativa, moderada e negativa com a VFD (p<0,0001; r=-0,61156), com o fluxo de sangue (p<0,0001; r=-0,5035) e com a VMTM (p<0,0001; r=-0,43837) e correlação significativa, fraca e negativa com o diâmetro da artéria (p<0,0001; r=-0,30637) e com a área da artéria (p<0,0001; r=-0,2911).

Tabela 16 - Resultado (média ± desvio padrão) do índice de pulsatilidade da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos de vacas da raça Holandesa – São Paulo – 2015

TEMPO (dias)	MPD	MPE	MÉDIA	D.P.	C.V. (%)
14	1,62 ± 0,45	1,72 ± 0,40	1,67	0,42	25,26
28	1,51 ± 0,28	1,70 ± 0,39	1,61	0,35	21,69
42	1,51 ± 0,22	1,51 ± 0,34	1,51	0,28	18,80
56	1,46 ± 0,52	1,60 ± 0,42	1,54	0,35	22,95
70	1,61 ± 0,47	1,47 ± 0,25	1,54	0,40	26,30
84	1,77 ± 0,47	1,46 ± 0,30	1,62	0,42	26,09
98	1,55 ± 0,28	1,61 ± 0,24	1,58	0,26	16,24
112	1,47 ± 0,35	1,45 ± 0,42	1,46	0,38	25,96
126	1,35 ± 0,25	1,46 ± 0,45	1,40	0,37	26,04
MÉDIA	1,55 ± 0,37	1,55 ± 0,37	1,55	0,37	23,67

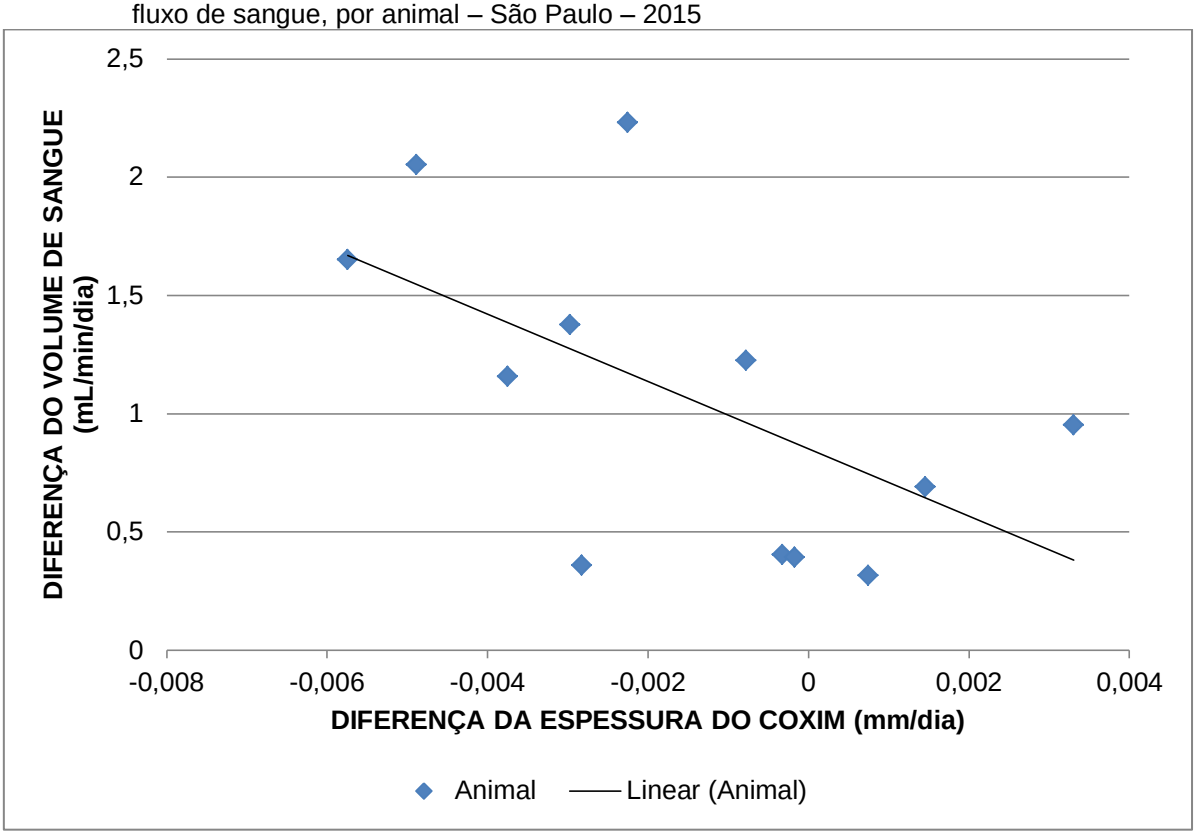
Fonte: (GARGANO, 2015)
Fator membro: 0,9215; Fator tempo: 0,2943; Interação Membro x Tempo: 0,2620.
Teste estatístico de Tukey (nível de significância = 0,05).
Legenda: MPD: membro pélvico direito, MPE: membro pélvico esquerdo, LAT: lateral, MED: medial, DP: desvio-padrão e CV: coeficiente de variação.

5.7 CORRELAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE ESPESSURA DO COXIM DIGITAL E OS ÍNDICES VASCULARES

A avaliação da correlação da diferença das variáveis, tanto vasculares quanto a relacionada à espessura do coxim, foi realizada utilizando-se apenas 12 animais porque um deles apresentou discrepância em relação à média e, para evitar inferência errada, retirou-se o mesmo da amostragem.

As diferenças diárias dos índices vasculares dos animais não apresentaram correlação significativa com a diferença da espessura do coxim digital, no entanto apresentaram forte tendência estatística (p=0,0515) a uma correlação negativa e moderada (r=-0,57295) (Gráfico 5). Caso esta correlação fosse estatisticamente significante a equação de regressão seria representada por FLUXO = 0,8513 – 0,1424COXIM (p=0,0515; r^2=0,3283). Ou seja, a cada micrometro que altera a espessura do coxim digital, ocorreria uma alteração proporcional no volume de sangue por minuto na razão de 0,1424mL.

Gráfico 5 - Relação entre a diferença diária da espessura do coxim digital e a diferença diária do fluxo de sangue, por animal – São Paulo – 2015



Fonte: (GARGANO, 2015)

As outras associações entre a diferença da espessura do coxim digital e a diferença do IP (p=0,5433), IR (p=0,9238), VMTM (p=0,1268), VFD (p=0,7619) e Vmax (p=0,4494) não apresentaram correlação significativa, tampouco com a área (p=0,2221) e o diâmetro (p=0,4092) da artéria apresentaram correlação significante.

6. DISCUSSÃO

A utilização das imagens ultrassonográficas para a visualização das estruturas internas do casco foi considerada um êxito, pois, ao longo do experimento, foi possível identificar as estruturas protegidas pelo estojo córneo assim como relatado por Kofler, Kübber e Henninger (1999). Além disso, indicando que o transdutor linear com frequência entre 6-15 MHz pode ser utilizado para esta avaliação.

A distância entre a superfície plantar da falange distal e a linha hiperecogênica que representa a borda interna da sola, representando ultrassonograficamente à espessura do coxim digital, diminuiu ao longo do experimento, porém essa alteração não foi confirmada estatisticamente quando classificada por dígito (p= 0,3753) e, nem mesmo, quando classificada por membro (p=0,1715), ao contrário do observado por Laven et al. (2012), no qual relataram o fator tempo como nível significante. No entanto, estes autores realizaram avaliação ultrassonográfica da espessura do coxim digital somada à espessura da sola, portanto, alterações de ambas as estruturas teriam influência direta nos resultados e na conclusão, ao contrário do presente estudo no qual foi avaliado unicamente alterações de espessura do coxim digital.

No que tange a um possível fator que possa ter influenciado a diminuição não significativa da espessura do coxim digital é a quantidade de gordura deste; sabe-se que há menor quantidade de tecido adiposo presente na composição do coxim digital de vacas jovens e que, ao longo das lactações, a composição deste vai sendo substituída por maiores quantidades de gordura (RÄBER et al., 2004; RÄBER et al., 2006), sugerindo que a diminuição daquela estrutura possa ser mais representativa em vacas mais velhas, denotando, portanto, influência do fator etário em relação aos resultados.

Houve, no presente trabalho, a presença de um animal que manteve inalterado o ECC ao longo do tempo de avaliação. Este animal pode, individualmente, ter influenciado a média da espessura do coxim digital, uma vez que, também, manteve a espessura do mesmo inalterado durante o experimento (Gráfico 5). Portanto, é possível considerar este resultado como fator de contribuição para o fator tempo não apresentar significância estatística. Segundo

Oikonomou et al. (2014a) existe moderada correlação genética entre condição corporal e espessura do coxim digital, resultado que foi reforçado pela forte correlação fenotípica positiva encontrada entre as variáveis ECC e coxim digital (p=0,03; r=0,71) e que concordam com os relatos dos pesquisadores Bicalho, Machado e Caixeta (2009) e Machado et al. (2010).

Entretanto, no atinente à avaliação da espessura média do coxim digital de cada dígito, os resultados estão de acordo com as observações existentes na literatura compulsada (RÄBER et al., 2004; SHEARER; VAN AMSTEL; PALIN, 2004), visto que a média da espessura do coxim dos dígitos laterais é significativamente maior que a média do coxim dos dígitos mediais (p<0,0001).

A diferença significativa encontrada pode ser explicada por meio da biomecânica do deslocamento do animal. As vacas, durante a marcha, apoiam grande parte do peso sobre os dígitos, tanto medial quanto lateral. Sabe-se, no entanto, que, nos membros pélvicos, o dígito lateral toca primeiro o solo e, consequentemente, sofre impacto maior e também apoio maior naquele do que no medial. Isso, ao longo dos anos, provoca uma hipertrofia do córium e também do coxim digital, permitindo assim que este seja mais espesso que o coxim do dígito medial (RÄBER et al., 2004; SHEARER; VAN AMSTEL; PALIN, 2004).

A avaliação ultrassonográfica Doppler trouxe informações importantes referentes à hemodinâmica da artéria digital dorsal comum. Esta artéria foi eleita para avaliação Doppler por ser considerada a principal responsável pelo aporte sanguíneo aos cascos dos membros pélvicos dos bovinos (VERMUNT; LEACH, 1992). De forma geral, os animais foram tolerantes à realização do exame ultrassonográfico ao longo do trabalho. Apenas durante a primeira intervenção, demonstraram-se inquietos devido à manipulação diferenciada que recebiam, porém não comprometeram a segurança do examinador e do aparelho, logo nenhum animal foi excluído do trabalho. Diferente do ocorrido e relatado por Raisis et al. (2000), no qual houve dificuldade na realização de exame ultrassonográfico Doppler em artéria e veia femoral de equinos pois, devido ao comportamento inquieto durante o exame, foi necessário descartar um animal do experimento.

A análise qualitativa do traçado espectral Doppler permitiu a observação de ondas com fluxo sistólico parabólico e fluxo diastólico sem a ocorrência de onda diastólica reversa. Tal padrão predominante é relatado como sendo padrão de fluxo de resistividade intermediária, de acordo com Szatmári, Sótonyi e Vörös (2001), e

Carvalho, Chammas e Cerri (2008). O mesmo padrão de contorno espectral concorda com o observado por Raisis et al. (2000), na análise do espectro Doppler da artéria femoral de equinos sadios.

Na esfera quantitativa, observou-se que ocorreu aumento significativo do volume de sangue ($p<0,0001$) em direção aos dígitos durante o período estudado da lactação e também dos índices vasculares Vmax ($p<0,0001$), VFD ($p=0,004$) e VMTM ($p=0,0007$). Além desses, as duas variáveis referentes às dimensões da artéria digital dorsal comum também aumentaram significativamente: área ($p=0,0025$) e diâmetro ($p=0,0102$).

Segundo Bollwein et al. (2002), a quantidade de sangue que percorre um leito vascular em determinado período de tempo é dado pelo produto da VMTM com a área do vaso a ser estudado. Destarte, pode-se alvitrar que aquelas duas variáveis serão fortemente correlacionadas com o volume de sangue, assim como observado neste estudo. No entanto, a correlação da área ($r=0,72383$) e do diâmetro arterial ($r=0,7268$) foi mais forte, em comparação, com aquela apresentada entre o volume de sangue e as variáveis referentes à velocidade de deslocamento das hemácias VMTM ($r=0,61025$), VFD ($r=0,4174$) e Vmax ($r=0,27879$).

Desta forma, é possível afirmar que o aumento do fluxo de sangue ao longo do estudo foi devido, principalmente, ao aumento do diâmetro e, consequentemente, da área arterial, mas também, porém em menor proporção, devido ao aumento da velocidade das hemácias no leito vascular. Resultado este que contradiz o que acontece com o volume de sangue das artérias uterinas de vacas nos dois dias após o parto, no qual a diminuição do volume de sangue é mais atribuída à diminuição da VMTM do que à área das mesmas (HEPPELMANN et al., 2013a).

Concomitantemente, o aumento do fluxo de sangue na artéria digital dorsal comum foi acompanhado pela diminuição dos valores das variáveis que expressam impedância ao mesmo, IP e IR, concordando com o observado por Heppelmann et al. (2013a) e Varueghese, Brar e Dhindsa (2013). As variáveis IP e IR apresentaram forte correlação entre si ($r=0,88871$) e, consequentemente, apresentaram correlação negativa significativa, moderada, com o volume de sangue: $r=-0,49051$ e $r=-0,33431$, respectivamente.

A discreta alteração encontrada na espessura do coxim digital ao longo do período avaliado apresentou forte tendência estatística (p=0,0515) a ser correlacionada com as alterações do fluxo de sangue da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos dos bovinos.

A dinâmica das alterações do coxim digital juntamente com as modificações hormonais, relacionadas ao aumento dos níveis séricos de estrógeno e relaxina próximos ao parto, permitem à terceira falange maior mobilidade no interior do estojo córneo, induzindo o surgimento de lesões (TARLTON et al., 2002; BICALHO; MACHADO; CAIXETA, 2009). A diminuição da espessura do coxim digital reduz a capacidade de absorção do impacto do processo da tuberosidade da terceira falange sobre o córium, determinando o início do processo de ulceração na sola (LOGUE et al., 2004; RÄBER et al., 2004; RÄBER et al., 2006) o que, consequentemente, irá ocasionar o processo inflamatório responsável pela elevação da temperatura da sola, de acordo com o descrito por Oikonomou et al. (2014b), e poderá aumentar o fluxo de sangue destinado à estrutura distal.

No presente estudo a forte tendência encontrada entre as alterações de espessura do coxim e do volume de sangue, poderia sugerir uma concordância com as afirmações descritas acima, todavia alguns fatores foram responsáveis para o resultado encontrado: o número de animais avaliados, nenhum animal apresentou úlcera de sola e/ou lesões na linha branca que pudessem elucidar essa possível relação; além da larga dispersão dos dados (Gráfico 5) entre a diferença do fluxo de sangue e a diferença da espessura do coxim digital indicando que outros fatores influenciaram a resposta do fluxo de sangue ao longo do período avaliado.

Em relação às influências que podem estar relacionadas ao aumento do fluxo de sangue durante o período de avaliação em que foi realizado este estudo, podem ser descritas como: fatores intrínsecos ao leito vascular, fatores inerentes ao aparelho e também ao profissional que realiza a avaliação (GILL, 1985). Para diminuir as possíveis causas de variação referentes ao aparelho e ao profissional todos os exames foram realizados com o mesmo equipamento e transdutores e pelo mesmo operador veterinário. Sendo assim, a maioria dos fatores de variância dos índices hemodinâmicos deste estudo está relacionada ao peso do animal e as lesões podais.

Com o início da lactação, a demanda energética que o animal necessita é muito maior do que aquela que ele adquire com a alimentação, promovendo mobilização das reservas energéticas para a manutenção da glândula mamária da produção de leite (RASTINI et al., 2001). Esse aumento na quantidade de energia se reflete no peso vivo do animal e, consequentemente, no ECC.

A média da condição corporal dos animais avaliados neste estudo influenciou significativamente e negativamente o volume de sangue (r=-0,7631), a Vmax (r=-0,7439) e a VFD (r=-0,7119), influencia não observada para os índices de impedância do fluxo de sangue. Estes achados permitem afirmar que a massa corporal do animal é um importante fator de variação do fluxo de sangue e de outras variáveis relacionadas a este, algo fisicamente aceitável, pois um corpo de maior ou menor massa aplica, sobre uma mesma área, uma pressão diretamente proporcional à força peso. Tal afirmação está de acordo com Hoffmann et al. (2001), que ao avaliar o fluxo de sangue da artéria digital palmar lateral dos equinos afirmou que a velocidade de deslocamento do fluxo de sangue foi influenciada pelo apoio do membro do animal ao solo, sem comprovar diferença estatística para o IR, independentemente se o membro estava apoiado ou não. De maneira similar, outros pesquisadores relataram a influência significativa do aumento da pressão dentro do casco em relação ao fluxo de sangue no membro (HUNT; BRANDON; McCANN, 1994; HOFFMANN et al., 1999).

Animais saudáveis, após sofrerem desbaste preventivo dos dígitos dos membros pélvicos, apresentaram menores temperaturas da região da borda coronária do casco quando comparados ao momento anterior à intervenção (ALSAAOD; BÜSCHER, 2012). Isso pode ser provocado pela diminuição do volume de sangue em direção ao casco após o desbaste. Segundo Van der Tol et al. (2004), após o desbaste preventivo há um aumento de força e pressão relativos ao apoio dos membros pélvicos, sendo resultado da diminuição da área da superfície de contato entre a sola e o chão. Esses achados reforçam, ainda mais, os resultados relativos à influência da pressão de apoio no volume de fluxo de sangue.

Estudos foram adequadamente desenvolvidos para avaliar o fluxo e índices vasculares em diferentes veias de diferentes animais. Piccione et al. (2004), descreveram a influência do esvaziamento do úbere de ovelhas em relação ao fluxo de sangue e a velocidade do fluxo na veia mamária, demonstrando que a

diminuição da pressão intra-mamária após a ordenha mecânica alterou o fluxo de sangue na mesma. Também estudando fluxo e índices, Starke et al. (2011), estudaram o fluxo na veia porta hepática de bovinos com quadros clínicos de esteatose em diferentes níveis de intensidade e demonstrou que animais com grau mais intenso, ou seja, com maior acúmulo de gordura no fígado, apresentaram os menores índices de velocidade de fluxo devido a menor complacência vascular e consequente maior pressão intra-hepática.

Foi possível encontrar forte correlação significativa entre a diminuição da condição corporal e o diâmetro (r=-0,8263) e a área (r=-0,7964) da artéria digital dorsal comum. Os resultados encontrados não concordam com a conclusão do estudo realizado por Braun et al. (2013), no qual não foi possível encontrar correlação entre peso do animal e o diâmetro das veias músculo-frênica e mamária de bovinos. Entretanto, estão de acordo com o encontrado por Cipone et al. (1997), no qual demonstraram a existência de elevada correlação entre o peso corporal e o diâmetro da artéria carótida comum de equinos e com o encontrado por Pogliani, onde grupos de bovinos com menores médias de condição corporal foram os mesmos que apresentaram maiores diâmetros da artéria digital dorsal comum (no prelo)[4].

Por meio dos dados consubstanciados acima, é possível presumir que existe relação entre a força de apoio, determinada pelo peso corporal, e o tônus muscular, o que, indiretamente, por consequência, poderia refletir na arquitetura vascular. Não foram encontrados na literatura científica compulsada, trabalhos que estudam essa relação, sendo, portanto, necessário à realização de novos estudos.

A prevalência de lesões encontradas nesse estudo (61,53%) pode ser considerada outro fator de influência na variação do volume de fluxo de sangue ao longo do presente estudo.

Atualmente, novas ferramentas estão sendo empregadas para a avaliação de possíveis alterações causadas por diferentes processos patológicos, destacando-se, por exemplo, a câmera infravermelha (BERRY et al., 2003; SHAEFER et al., 2012; WILHELM; WILHELM; FÜRLL, 2015). Na avaliação de alterações termográficas nos dígitos dos bovinos, foi possível demonstrar que animais que apresentam, tanto dermatites como pododermatites, apresentam maior

[4] POGLIANI, F. C. Ultrassonografia Doppler do fluxo arterial digital em bovinos com diferentes escores de locomoção. FAPESP 2011/06371-5 (no prelo)

temperatura na superfície da pele ou da sola, quando comparados a animais sem lesões podais (ALSAAOD; BUSCHER, 2012; STOKES et al., 2012; ALSAAOD, et al., 2014; WOOD et al., 2015), concluindo que a elevação da temperatura é consequencia do processo inflamatório.

Sabe-se que o aumento da temperatura local é decorrente de aumento da taxa metabolica tecidual acompanhado por aumento da vascularização (ALATA et al., 1996; POTAPOW et al., 2010; PETERSEN, 2013). Portanto, é possível postular que as lesões podais que surgiram durante a realização do trabalho aumentaram a demanda metabólica tecidual, consequentemente aumentando o fluxo de sangue, sendo, portanto fatores responsáveis por influenciar o aumento do fluxo de sangue observado na artéria.

Não foram encontrados outros trabalhos na literatura científica que avaliam a influencia das alterações de espessura do coxim digital nos índices vasculares da artéria digital dorsal comum dos membros pélvicos dos bovinos. Novos estudos devem ser realizados para tentar isolar a influencia de cada um dos fatores de variação do fluxo de sangue arterial e, então, sob condições controladas isolar a influencia da espessura do coxim digital sobre o fluxo de sangue da artéria digital dorsal comum.

7 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos, concluiu-se que:

1 – Até o presente momento, de acordo com a literatura compulsada, este estudo mostrou ser pioneiro no sentido de acompanhar a espessura do coxim digital até a margem interna da sola e o fluxo de sangue da artéria digital dorsal comum, com ultrassonografia Doppler, individualmente, de animais ao longo da lactação;

2 – A ultrassonografia bidimensional é uma ferramenta válida para visualizar as estruturas internas do casco bem como para monitorar as alterações de fluxo na artéria digital dorsal comum;

3 – A espessura do coxim digital dos dígitos laterais do membro pélvico é significativamente maior do que a dos mediais, existindo discreta diminuição da espessura do coxim digital até o 126º dia da lactação;

4 – Não houve interação entre a alteração da espessura do coxim digital e a alteração dos índices vasculares;

5 – Ao longo da lactação, a redução do ECC é acompanhada pela diminuição significativa da espessura do coxim digital;

6 – A velocidade e o volume de sangue da artéria digital dorsal comum aumentam até o 126º de lactação;

7 – A diminuição do ECC é acompanhada pelo aumento do diâmetro, da área e do volume de sangue da artéria digital dorsal comum;

8 – A diminuição do ECC é acompanhada pelo aumento da Vmax e VFD do fluxo de sangue da artéria digital dorsal comum.

REFERENCIAS

ALATA, C.; AKSOY, E.; AKARSU, C.; YAKIN, K.; BAHGECI, M. Hemodynamic assessment in pelvic inflammatory disease by transvaginal color Doppler ultrasonography. **Eur J Obest Gynecol Reprod Biol.,** v. 70, n. 1, p. 75-78, 1996.

ALSAAOD, M.; BÜSCHER, W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 95, n.2, p. 735–742, 2012.

ALSAAOD, M.; SYRING, C.; DIETRICH, J.; DOHERR, M. G.; GUJAN, T.; STREINER, A. A field trial of thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. **Vet J.,** v. 199, p. 281-285, 2014.

AMORY, J. R.; BARKER, Z. E.; WRIGHT, J. L.; MASON, S. A.; BLOWEY, R. W.; GREEN, L. E. Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003 to November 2004. **Prev Vet Med.,** v. 83, p. 381–391, 2008.

ARCHER, S. C.; BELL, N. J.; HUXLEY, J. N. Lameness in UK dairy cows: a review of the current status. **In Practice,** v. 32, n. 10, p. 492–504, 2010.

BACH, A.; DINARES, M.; DEVANT, M.; CARRE, X. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. **J Dairy Res.,** v. 74, n. 1, p. 40–46, 2007.

BAIRD, L. G.; DAWSON, E. R.; YOUNG, I. S.; O'CONNELL, N. E. Lipid content and fatty acid composition of the digital cushion of bulls offered different amounts of linseed **J Anim Sci.,** v. 88, n. 7, p. 2403-2409, 2010.

BARKEMA, H. W.; WESTRIK, J. D.; VANKEULEN, K. A., S.; SCHUKKEN, Y. H.; BRAND, A. The effects of lameness on reproductive-performance, milk- production and culling in Dutch dairy farms. **Prev Vet Med.,** v. 20, n. 4 p. 249–259, 1994.

BASU, S.; DEWANGAN, S.; SHUKLA, R. C.; ANUPURVA, S.; KUMAR, A. Cerebral blood flow velocity in early-onset neonatal sepsis and its clinical significance. **Eur J Pediatr.,** v. 171, n. 6, p. 901-909, 2012.

BATISTA, P. R.; GOBELLO, C.; CORRADA, Y.; PONS, E.; ARIAS, D. O.; BLANCO, P. G. Doppler ultrasonographic assesment of uterine arteries during normal canine puerperium. **Anim Reprod Sci.,** v. 141, p. 172-176, 2013.

BERRY, R. J.; KENNEDY, A. D.; SCOTT, S. L.; KYLE, B. L.; SCHAEFER, A. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Can J Anim Sci.,** v. 83, n. 4, p. 687–693, 2003.

BICALHO, R. C.; CHEONG, S.H.; CRAMER, G.; GUARD, C. L. Association between a visual and an automated locomotion score in lactating Holstein cows. **J Dairy Sci.,** v. 90, n. 7, p. 3294–3300, 2007a.

BICALHO, R. C.; MACHADO, V. S.; CAIXETA, L. S. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? Across- sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. **J Dairy Sci.,** v. 92, n. 7, p. 3175–3184, 2009.

BICALHO, R. C.; VOKEY, F.; ERB, H. N.; GUARD, C. L. Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: impact on pregnancy and survival. **J Dairy Sci.,** v. 90, n. 10, p. 4586–4591, 2007b.

BICALHO, R. C.; WARNICK, L. D.; GUARD, C. L. Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence throughout the lactation: a lameness example. **J Dairy Sci.,** v. 91, n.17, p. 2653–2661, 2008.

BLANCO, P. G.; RODRIGUEZ, R.; OLGUÍN, S.; RUBE, A.; TÓRTORA, M; GOBELLO, C. Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal arteries during normal feline gestation. **Anim Reprod Sci.,** v. 146, n. 1-2, p. 63-69, 2014.

BOLLWEIN, H.; BAUMGARTNER, U.; STOLLA, R. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during pregnancy. **Theriogenology,** v. 57, n. 8, p. 2053-2061, 2002.

BOLLWEIN, H.; MAIERL, J.; MAYER, R.; STOLLA, R. Transrectal color Doppler sonography of the A. uterina in cyclic mares. **Theriogenology,** v. 48, n. 8, p. 1483-1488, 1998.

BOLLWEIN, H; MEYER, H. H. D.; MAIERL, J.; WEBER, F.; BAUMGARTNER, U.; STOLLA, R. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. **Theriogenology,** v. 53, n. 8, p. 1541-1552, 2000.

BOOTH, C. J.; WARNICK, L. D.; GROHN, Y. T.; MAIZON, D. O.; GUARD, C. L.; JANSSEN, D. Effect of lameness on culling in dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 87, n. 12, p. 4115–4122, 2004.

BORGES, J. R. J.; SANTIAGO, S. F.; SILVA, N. L.; COSTA, F. A. G.; PITOMBO, C. A. Custos do tratamento e descarte causado por doenças digitais em um rebanho leiteiro. **R Bras Ci Vet.,** v. 2, n. 1, p. 23-26, 1995.

BOYD, J.S.; PATERSON, C; DICKIE, A. Ultrasound studies of reproductive events in some reptilia. In: ***Proceedings 4th Annual Meeting of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging*** **Cambridge**, U.K., 1996, p. 712.

BRAUN, U.; FÖHN, J. Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows. **Am J Vet Res.,** v. 66, n. 6, p. 962-965, 2005.

BRAUN, U.; FORSTER, E.; BLEUL, U.; HÄSSIG, M.; SCHWARZWALD, C. B-mode and Color Doppler ultrasonography of the milk vein and muscolophrenic vein in eight cows during lactation. **Res Vet Sci.,** v. 94, n. 1, p. 138-143, 2013.

BRUIJNIS, M. R. N.; BEERDA, B.; HOGEVEEN, H.; STASSEN, E. N. Foot disorders in dairy cattle: impact on cow and dairy farmer. **Anim Welfare,** v. 21, p. 33–40, 2012.

BRUIJNIS, M. R. N.; HOGEVEEN, H.; STASSEN, E. N. Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. **J Dairy Sci.,** v. 93, n. 6, p. 2419–2432, 2010.

CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C.; CERRI, G. G. Princípios físicos do Doppler em ultra-ultrassonografia. **Cien Rural**, v.38, n.3, p.872-879, 2008.

CIPONE, M.; PIETRA, M.; GANDINI, G.; BOARI, A.; GUGLIELMINI, C.; VENTUROLI, M. Pulsed wave-Doppler ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data. **Vet Radiol Ultrasound,** v. 38, n. 3, p. 200-206, 1997.

COULON, J. B.; LESCOURRET, F.; FONTY, A. Effect of foot lesions on milk production by dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 79, n. 1, p. 44–49, 1996.

CRAMER, G.; LISSEMORE, K. D.; GUARD, C. L.; LESLIE, K. E.; KELTON, D. F. The association between foot lesions and culling risk in Ontario Holstein cows. **J Dairy Sci.,** v. 92, n. 6, p. 2572–2579, 2009.

DIPPEL, S.; DOLEZAL, M.; BRENNINKMEYER, C.; BRINKMANN, J.; MARCH, S.; KNIERIM, U.; WINCKLER, C. Risk factors for lameness in free stall-housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. **J Dairy Sci.,** v. 92, n.11, p. 5476–5486, 2009a.

DIPPEL, S.; DOLEZAL, M.; BRENNINKMEYER, C.; BRINKMANN, J.; MARCH, S.; KNIERIM, U.; WINCKLER, C. Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. **Prev Vet Med.,** v. 90, n. 1-2, p. 102–112, 2009b.

DOHOO, I. R.; MARTIN, W. S. Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows: IV. Effects of disease on production. **Prev Vet Med.,** v. 2, n. 6, p. 755–770, 1984.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition score chart for Holstein dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

ENTING, H.; KOOIJ, D.; DIJKHUIZEN, A. A.; HUIRNE, R. B. M.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N. Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. **Livest Prod Sci.,** v. 49, n.3, p. 259–267, 1997.

ESPEJO, L. A.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in free stall barns in Minnesota. **J Dairy Sci.,** v. 89, n. 8, p. 3052–3058, 2006.

FAUST, M. A.; KINSEL, M. L.; KIRKPATRICK, M. A. Characterizing biosecurity, health, and culling during dairy herd expansions. **J Dairy Sci.,** v. 84, n. 4, p. 955–965, 2001.

FERREIRA, P. M.; LEITE, A. U.; CARVALHO, E. J.; FACURY FILHO, E. J.; SOUZA, R. C.; FERREIRA, M. G. Custo e resultados do tratamento de sequelas de laminite bovina: relato de 112 casos em vacas em lactação no sistema *free-stall*. **Arq Bras Med Vet Zootec.,** v. 56, n. 5, p. 589-594, 2004.

FREEMAN, S. L.; RUSSO, M.; ENGLAND, G. C. Uterine artery blood flow characteristics assessed during oestrus and the early luteal phase of pregnant and non-pregnant bitches. **Vet J.,** v. 197, n. 2, p. 205-210, 2013.

GARBARINO, E. J.; HERNANDEZ, J. A.; SHEARER, J. K.; RISCO, C. A.; THATCHER, W. W. Effect of lameness on ovarian activity in post partum Holstein cows. **J Dairy Sci.,** v. 87, n. 12, p. 4123–4131, 2004.

GEARHART, M. A.; CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; SMITH, R. D.; SNIFFEN, C. J.; CHASE, L. E.; COOPER, M. D. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. **J Dairy. Sci.,** v. 73, n. 11, p. 3132–3140, 1990.

GILL, R. W. Measurement of blood flow by ultrasound: accuracy and sources of error. **Ultrasound Med Bio.,** v. 11, n. 4, p. 625-641, 1985.

GOMEZ, A.; COOK, N. B. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial free stall herds. **J Dairy Sci.,** v. 93, n. 12, p. 5772–5781, 2010.

GÖTZE, A.; HONNES, A.; FLACHOWSKY, G.; BOLLWEIN, H. Variability of mammary blood flow in lactating Holstein-Friesian cows during the first twelve weeks of lactation. **J Dairy Sci.,** v. 93, n. 1, p. 38-44, 2010.

GREEN, L. E.; BORKERT, J.; MONTI, G.; TADICH, N. Associations between lesion-specific lameness and the milk yield of 1635 dairy cows from seven herds in the region of Chile and implications for management of lame dairy cows worldwide. **Anim Welfare,** v. 19, p. 419–427, 2010.

GREEN, L. E.; HEDGES, V. J.; SCHUKKEN, Y. H.; BLOWEY, R. W.; PACKINGTON, A. J. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 85, p. 2250–2256, 2002.

GUDAJ, R.; BRYDL, E.; POSTA, J.; KOMLOSI, I. Effect of lameness on milk production in Holstein-Friesian farms in Hungary. **Allattenyesztes Takarmanyozas** v. 61, p. 66–77, 2012.

GUINTHER, O. J.; UTT, M. D.; 2004. Doppler ultrasound in equine reproduction: Principles, techniques and potential. **J Equine Vet Sci.,** v. 24, n. 12, p. 516–526, 2004.

HADRÍLEK, P.; STOURAC, P.; BAR, M.; ZAPLETALOVÁ, O.; SKOLOUDÍK, D. Colour Doppler imaging evaluation of blood flow parameters in the ophthalmic artery in acute and chronic phases of optic neuritis in multiple sclerosis. **Acta Ophthalmol.,** v. 87, n. 1, p. 65-70, 2009.

HASSALL, S. A.; WARD, W. R.; MURRAY, R. D. Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. **Vet Rec.,** v. 132, n. 23, p. 578–580, 1993.

HEAD, M. J.; DYSON, S. Talking the temperature of equine thermography. **Vet J.,** v. 162, n. 2, p. 166-167, 2001.

HEPPELMANN, M.; KRÜGER, L.; LEIDL, S.; BOLLWEIN, H. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow during the first two weeks after parturition in Simental heifers. **J Vet Sci.,** v. 14, n. 3, p. 323-327, 2013a.

HEPPELMANN, M.; REHAGE, J.; KOFLER, J.; STARKE, A. Ultrasonographic diagnosis of septic arthritis of the distal interphalangeal joint in cattle. **Vet J.,** v. 179, n. 3, p. 407-416, 2009.

HEPPELMANN, M.; WEINERT, M. BRÖMMLING, A.; PIECHOTTA, M.; HOEDEMAKER, H.; BOLLWEIN, H. The effect of puerperal uterine diseases on uterine involution in cows assessed by Doppler sonography of the uterine arteries. **Ani Reprod Sci.,** v. 143, p. 1-7, 2013b.

HERNANDEZ, J.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. Effect of lameness on milk yield in dairy cows. **J Am Vet Med Assoc.,** v. 220, n. 5, p. 640–644, 2002.

HOEDEMAKER, M.; PRANGE, D.; GUNDELACH, Y. Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows. **Reprod Domest Anim.,** v. 44, n. 2, p. 167–173, 2009.

HOFFMANN, K. L.; WOOD, A. K. W.; GRIFFITHS, K. A.; EVANS, D. L.; GILL, R. W.; KIRBY, A.C. Doppler sonographic measurements of arterial blood flow and their repeatability in the equine foot during weight bearing and non-weight bearing. **Res Vet Sci.,** v. 70, n. 3, p. 199-203, 2001.

HOFFMANN, K. L.; WOOD, A. K. W.; McCARTHY, P. H.; GRIFFITHS, K. A.; EVANS, D. L.; GILL, R. W. Sonographic observations of the peripheral vasculature of the equine thoracic limb. **Anat Histol Embryol.,** v. 28, n. 5-6, p. 281-289, 1999.

HONNENS, A.; VOSS, C.; HERZOG, K.; NIEMANN, H.; RATH, D.; BOLLWEIN, H. Uterine blood flow during the first 3 weeks of pregnancy in dairy cows. **Theriogenology,** v. 70, n. 7, p. 1048-1056, 2008.

HULTGREN, J.; MANSKE, T.; BERGSTEN, C. Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. **Prev Vet Med.,** v. 62, n. 4, p. 233–251, 2004.

HUNT, R. J.; BRANDON, C. I; McCANN, M. E. Effects of acetylpromazine, xylazine, and vertical load on digital arterial blood flow in horses. **Am J Vet Res.,** v. 55, n. 3, p. 375-378, 1994.

JUAREZ, S. T.; ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J.; PRICE, E. O. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. **Appl Anim Behav Sci.,** v. 83, p. 1–14, 2003.

KAWAKAMA, J; KODAIRA, S.; CERRI, G. G. Física. In: CERRI, G. G.; ROCHA, D. C. **Ultra-sonografia abdominal**., São Paulo: Sarvier, 1993. cap.1, p.1-14.

KOFLER, J; EDINGER, H. Diagnostic ultrasound imaging of the soft tissues in distal bovine limb. **Vet Radiol Ultrasound.,** v. 36, n. 3, p. 246-252, 1995.

KOFLER, J.; KÜBBER, P.; HENNINGER, W. Ultrasonographic imaging and thickness measurements of the sole horn and the underlying soft tissue layer in bovine claws. **Vet J.,** v. 157, n. 3, p. 322-331, 1999.

KOSSAIBATI, M. A.; ESSLEMONT, R. J. The costs of production diseases in dairy herds in England. **Vet J.,** v. 154, p. 41–51, 1997.

KRUEGER, L.; KOERTE, J.; TSOUSIS, G.; HERZOG, K.; FLACHOWSKY, G.; BOLLWEIN, H. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow during the first 12 weeks after parturition in healthy dairy cows. **Anim Reprod Sci.,** v. 114, p. 23-31, 2009.

LAVEN, L. J.; LAVEN, R. A.; PARKINSON, T. J.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MARGERISON, J. K. An evaluation of the changes in distance from the external sole surface to the distal phalanx in heifer in their first lactation. **Vet J.,** v. 193, n. 3, p. 639-643, 2012.

LISCHER, C. J.; OSSENT, P.; RABER, M.; GEYER, H. Suspensory structures and supporting tissues of the third phalanx of cows and their relevance to the development of typical sole ulcers (Rusterholz ulcers). **Vet Rec.,** v. 151, n. 23, p. 694–698, 2002.

LOGUE, D. N.; OFFER, J. E.; MCGOVERN, R. D. The bovine digital cushion— how crucial is it to contusions on the bearing surface of the claw of the cow? **Vet J.,** v. 167, n. 3, p. 220–221, 2004.

LOPES, P. F.; REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural,** v. 45, n. 3, p. 567-590, 2007.

LUCEY, S.; ROWLANDS, G. J.; RUSSELL, A. M. Short-term associations between disease and milk yield of dairy cows. **J Dairy Res.,** v. 53, p. 7–15, 1986.

MACHADO, V. S.; CAIXETA, L. S.; BICALHO, R. C. Use of data collected at cessation of lactation to predict incidence of sole ulcers and white line disease during the subsequent lactation in dairy cows. **Am J Vet Res.,** v. 72, n.10, p. 1338–1343, 2011.

MACHADO, V. S.; CAIXETA, L. S.; MCART, J. A. A.; BICALHO, R. C. The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. **J Dairy Sci.,** v. 93, n. 9, p. 4071–4078, 2010.

MAGATA, F.; HARTMANN, D.; ISHII, M.; MIURA, R.; TAKAHASHI, H.; MATSUI, M.; KIDA, K.; MIYAMOTO, A.; BOLLWEIN, H. Effects of exogenous oxytocin on uterine blood flow in puerperal dairy cows: The impact of days after parturition and retained fetal membranes. **Vet J.,** v. 196, p. 76-80, 2013.

MELENDEZ, P.; BARTOLOME, J.; ARCHBALD, L. F.; DONOVAN, A. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. **Theriogenology,** v. 59, n. 3-4, p. 927–937, 2003.

MITEV, J.; GERGOVSKA, Z.; MITEVA, T.; PENEV, T. Influence of lameness on daily milk yield, lactation curve and body condition score during lactation in Black- and White cows. **Bulg. J. Agric. Sci.,** v. 17, p. 704–711, 2011.

MORRIS, M. J.; KANEKO, K.; WALKER, S. L.; JONES, D. N.; ROUTLY, J. E.; SMITH, R. F.; DOBSON, H. Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. **Theriogenology,** v. 76, n. 4, p. 658–668, 2011.

MORRIS, P. J.; ALBERTS, A. C. Determination of sex in white-throated monitors (*Varanus albigularis*), gila monster (*Heloderma suspectum*) and beaded lizards (*Heloderma horridum*) using two-dimensional ultrasound imaging. **J Zoo Wild Med.,** v. 27, n. 3, p. 371-377, 1996.

NIKKHAH, A.; PLAIZIER, J. C.; EINARSON, M. S.; BERRY, R. J.; SCOTT, S. L.; KENNEDY, A. D. Short communication: Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. **J Dairy Sci.,** v. 88, n. 8, p. 2749-2753, 2005.

OIKONOMOU, G.; BANOS, G.; MACHADO, V.; CAIXETA, L; BICALHO, R. C. Short communication: Genetic characterization of digital cushion thickness. **J Dairy Sci.,** v. 97, n. 1, p. 532-536, 2014a.

OIKONOMOU, G.; TROJACANEC, P.; GANDA, E. K.; BICALHO, M. L. S.; BICALHO, R. C. Association of digital cushion thickness with sole temperature measured with the use of infrared thermography. **J Dairy Sci.,** v. 97, n. 7, p. 4208-4215, 2014b.

ÖZBAYA, K.; DEVECI, S. Relationships between transvaginal colour Doppler findings, infectious parameters and visual analogue scale scores in patients with mild acute pelvic inflammatory disease. **Eur J Obest Gynecol Reprod Biol.,** v. 156, p. 105-108, 2011.

PANARACE, M.; GARNIL, C.; MARFIL, M.; JAUREGUI, G.; LAGIOIA, J.; LUTHER, E.; MEDINA, M. Transrectal Doppler sonography for evaluation of uterine blood flow throughout pregnancy in 13 cows. **Theriogenology,** v. 66, n.9, p. 2113–2119, 2006.

PEREIRA, B. S.; PINTO, J. N.; FREIRE, L. M. P.; CAMPELLO, C. C.; DOMINGUES, S. F. S.; SILVA, L. D. M. Study of the development of utero-placental and fetal feline circulation by triplex Doppler. **Theriogenology**. 77, n. 5, p. 989–997, 2012.

PICCIONE, G.; ARCIGLI, A.; ASSENZA, A.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Pulsed wave-Doppler ultrasonographic evaluation of the mammary blood flow in the ewe. **Acta Vet Brno.,** v. 73, p. 23-27, 2004.

POTAPOW, A.; SAUTER-LOUIS, C.; SCHMAUDER, S.; FRIKER, J.; NAUTRUP, C. P.; MEHNE, D.; PEZTL, W.; ZERBE, H. Investigation of mammary blood flow changes by transrectal colour Doppler sonogaphy in an *Escherichia coli* mastitis model. **J Dairy Res.,** v. 77, n. 2, p. 205-212, 2010.

RÄBER, M.; LISCHER, C.; GEYER, H.; OSSENT, P. The bovine digital cushion—a descriptive anatomical study. **Vet J.,** v. 167, n. 3, p. 258–264, 2004.

RÄBER, M.; SCHEEDER, M. R.; OSSENT, P.; LISCHER, C.; GEYER, H. The content and composition of lipids in the digital cushion of the bovine claw with respect to age and location—a preliminary report. **Vet J.,** v. 172, p. 173–177, 2006.

RAISIS, A. L.; YOUNG, L. E.; MEIRE, H. B.; TAYLOR, P. M.; BLISSITT, K.J.; MARLIN, D.; LEKEUX, P. Measurements of hindlimb blood flow recorded using doppler ultrasound during administration of vasoactive agents in halothane-anesthetized horses, **Vet Radiol Ultrasound.,** v. 41, p. 64 -72, 2000.

RAJALA-SCHULTZ, P. J.; GROHN, Y. T.; MCCULLOCH, C. E. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. **J Dairy Sci.,** v. 82, n. 2, p. 288–294, 1999.

RASTINI, R. R.; ANDREW, S. M.; ZINN, S. A.; SNIFFEN, C. J. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. **J Dairy Sci.,** v. 84, n. 5, p. 1201-1209, 2001.

READER, J. D.; GREEN, M. J.; KALER, J.; MASON, S. A.; GREEN, L. E. Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. **J Dairy Sci.,** v. 94, n. 10, p. 5045–5052, 2011.

RIZZO, A.; MUTINATI, M.; MINOI, G.; SPEDICATO, M.; PANTALEO, M.; SCIORCI, R. L. The impact of oxytocin on the hemodynamic features of the milk vein in dairy cows: A Color Doppler investigation. **Res Vet Med.,** v. 93, n. 2, p. 983-988, 2012.

ROSENBERGER, G. **Exame clinico dos bovinos.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara: Koogan, 1983, 429p.

SABATINO, A.; ARMELLINI, E.; CORAZZA, G. R. Doppler sonography in the diagnosis of inflammatory bowel disease. **Dig Dis.,** v. 22, p. 63-66, 2004.

SANGWAN, V.; MOHINDROO, J.; KUMAR, A.; MUKHOPADHYAY, C. S.; SAINI, N. S. Doppler ultrasonography of common carotid artery and external jugular vein in heathly and reticulo-diaphragmatic hernia affected buffaloes. In: ***Proceedings of the national academy of sciences.*** India, 2014, p. 1-7.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; BENCH, C.; CHABOT, J. B.; COLYN, J.; LIU, T.; OKINE, E. K.; STEWART, M.; WEBSTER, J. R. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. **Res Vet Sci.,** v. 93, n. 2, p. 928-935, 2012.

SCHMUCKER, N.; SCHATZMANN, U.; BUDDE, K.; GUNDEL, M.; JÄGGIN, C. E.; MEIER, H. P, Duplex ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting, sedated and anesthetized horse. **Vet Radiol Ultrasound.,** v. 41, n. 2, p. 168-171, 2000.

SOGSTAD, A., M.; OSTERAS, O.; FJELDAAS, T. Bovine claw and limb disorders related to reproductive performance and production diseases. **J Dairy Sci.,** v. 89, n. 7, p. 2519–2528, 2006.

SOOD, P.; NANDA, A. S.; SINGH, N. Effect of lameness on follicular dynamics in postpartum anestrous crossbred cows. **Vet Arh.,** v. 79, p. 531–542, 2009.

SPRECHER, D. J.; HOSTETLER, D. E.; KANEENE, J. B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. **Theriogenology,** v. 47, n. 6, p. 1179–1187, 1997.

STARKE, A.; SCHIMIDT, S.; HAUDUM, A.; SCHOLBACH, T.; WOHLSEIN, P.; BEYERBACH, M. REHAGE, J. Evaluation of portal blood flow using transcutaneou and intraoperative Doppler ultrasonography in dairy cows with fatty liver. **J Dairy. Sci.,** v. 94, n. 6, p. 2964-2971, 2011.

STOKES, J. E.; LEACH, K. A.; MAIN, D. C.; WHAY, H. R. An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. **Vet J.,** v. 193, n. 3, p. 674–678, 2012.

SZATMÁRI, V.; SÓTONYI, P.; VÖRÖS. K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Vet Radiol Ultrasound**, v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

THARTON, J. F.; HOLAH, D. E.; EVANS, K. M.; JONES, S.; PEARSON, G. R.; WEBSTER, A. J. Biomechanical and histophatological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. **Vet J.,** v. 163, n. 2, p. 196-204, 2002.

TOUSSAINT RAVEN, E. **Cattle Footcare and Claw Trimming.** Farming Press Books, Ipswichi: UK, 1989, 128p.

VAN AMSTEL, S. R.; PALIN, F. L.; SHEARER, J. K. Measurement of the thickness of the corium and subcutaneous tissue of the hind claws of dairy cattle by ultrassound. **Vet Rec.,** v. 155, n. 20, p. 630-633, 2004.

VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. K.; PALIN, F. L. Moisture content, thickness, and lesion of sole horn associated with thin sole in dairy cattle. **J Dairy Sci.,** v. 87, n.3, p. 757-763, 2004.

VAN DER TOL, P. P.; VAN DER BEEK, S. S.; METZ, J. H.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; BACK, W.; BRAAN, C. R.; WEIJS, W. A. The effect of preventive trimming on weight bearing and force balance on the claws of dairy cattle. **J Dairy Sci.,** v. 87, n. 6, p. 1732-1738, 2004.

VARUGHESE, E. E.; BRAR, P. S.; DHINDSA, S. S. Uterine blood flow during various stages of pregnancy in dairy buffaloes using trasnrectal Doppler ultrasonography. **Anim Reprod Sci.,** v. 140, n. 1-2, p. 34-39, 2013.

VERMUNT, J. J. One step closer to unravelling the pathophysiology of claw horn disruption: forth e sake of the cows' welfare. **Vet J.,** v. 174, n. 2, p. 219–220, 2007.

VERMUNT, J. J., LEACH, D. H. A scanning electron microscopic study of the vascular system of the bovine hind limb claw. **N Z Vet J.,** v. 40, n. 4, p. 146–154, 1992.

WALKER, S. L.; SMITH, R. F.; ROUTLY, J. E.; JONES, D. N.; MORRIS, M. J.; DOBSON, H. Lameness, activity time-budgets, and estrus expression in dairy cattle. **J Dairy Sci.,** v. 91, n. 12, p. 4552–4559, 2008.

WANG, Z. L.; GOONEWARDENE, L. A. The used of MIXED models in the analysis of animal experiments with repeated measures datas. **Can J Anim Sci.,** v. 84, p. 1-11, 2004.

WHAY, H. R.; MAIN, D. C.; GREEN, L. E.; WEBSTER, A. J. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. **Vet Rec.,** v. 153, n. 7, p. 197–202, 2003.

WILHELM, K.; WILHELM, J.; FÜRLL, M. Use of thermography to monitor sole haemorrhages and temperature distribution over the claws of dairy cattle. **Vet Rec.,** v. 176, n. 6, p. 1-7, 2015.

WOOD, S.; LIN, Y.; KNOWLES, T. G.; MAIN, D. C. Infrared thermometry for lesion monitoring in cattle lameness. **Vet Rec.,** v. 176, n. 12, p. 1-4, 2015.

ZOCCAL, R.; OLIVEIRA, O. C.; ALMEIDA, M. M. T. B. Pecuária de leite pode aumentar muito no Brasil. In:_____ **ANUALPEC**: anuário da pecuária brasileira, cap.6, p. 229-256, 2012.

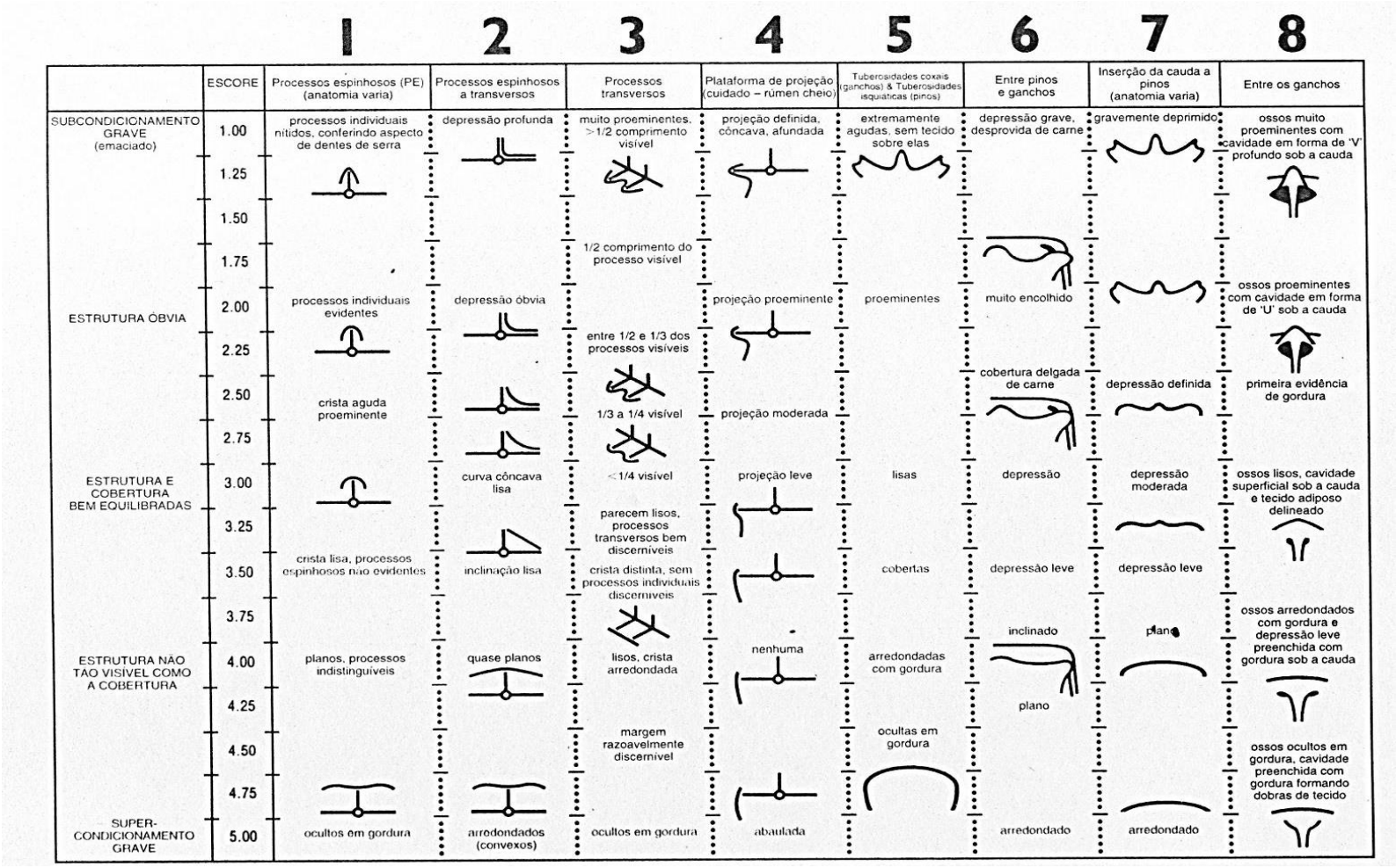
ANEXOS

ANEXO A – ESCORE DE LOCOMOÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS

Escore de locomoção	Descrição clínica	Critério de avaliação
1	Normal	Animal parado ou em movimento apresenta dorso retilíneo. Marcha normal.
2	Claudicação leve	Animal apresenta arqueamento de dorso quando em movimento; quando parado o dorso permanece retilíneo. Marcha normal.
3	Claudicação moderada	Animal apresenta arqueamento de dorso quando parado e quando em movimento. Marcha afetada, encurtamento do movimento de um ou mais membros.
4	Claudicação	Postura arqueada é sempre evidente; a marcha é descrita como um passo de cada vez. Favorece um ou mais membros.
5	Claudicação grave	O animal demonstra inabilidade ou extrema relutância em apoiar um ou mais membros.

Fonte (GARGANO, 2015). Adaptado de Spreacher, Hostetler e Kaneene (1997).

ANEXO B – ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

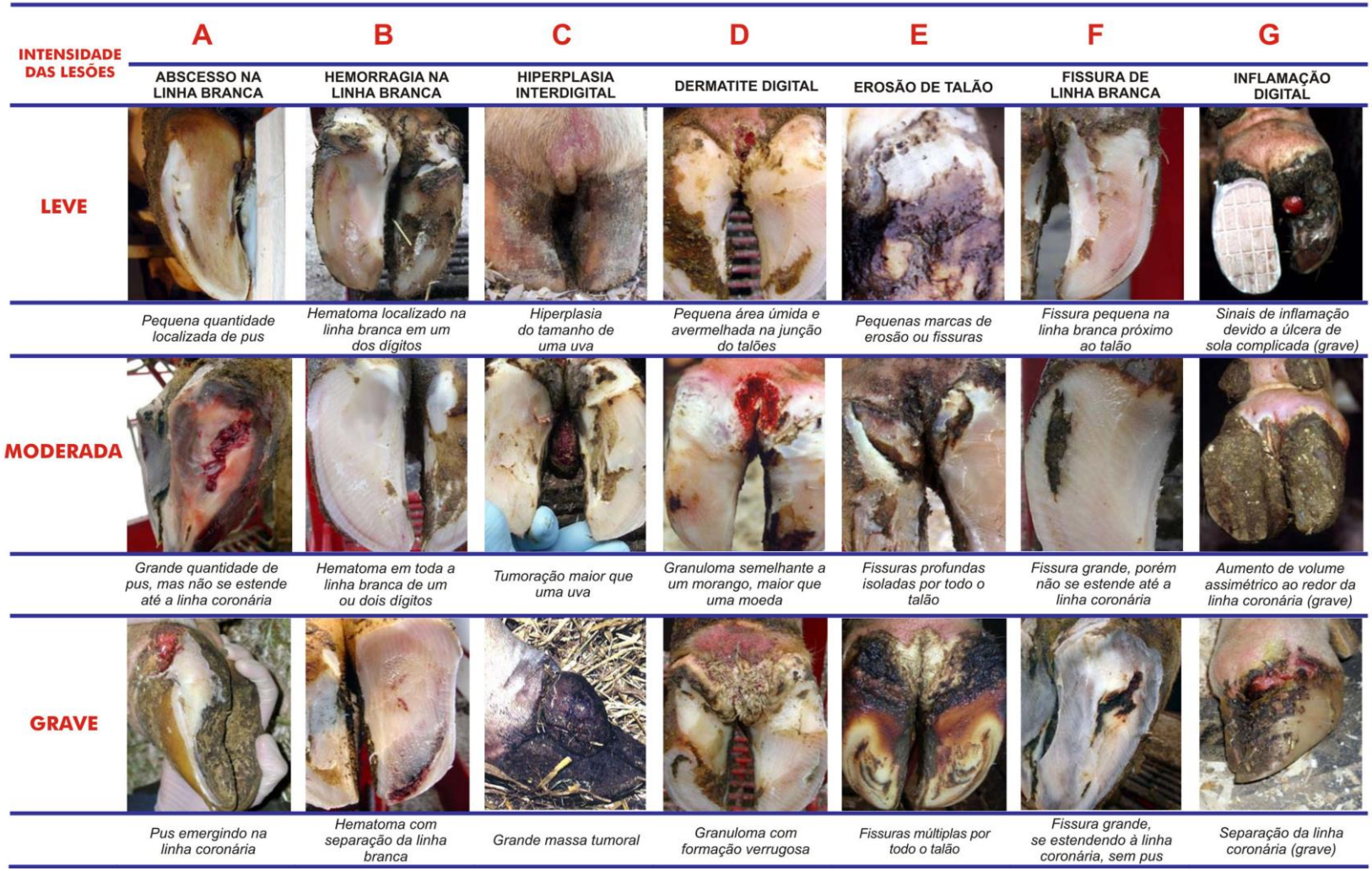


	ESCORE	1 Processos espinhosos (PE) (anatomia varia)	2 Processos espinhosos a transversos	3 Processos transversos	4 Plataforma de projeção (cuidado – rúmen cheio)	5 Tuberosidades coxais (ganchos) & Tuberosidades isquiáticas (pinos)	6 Entre pinos e ganchos	7 Inserção da cauda a pinos (anatomia varia)	8 Entre os ganchos
SUBCONDICIONAMENTO GRAVE (emaciado)	1.00	processos individuais nítidos, conferindo aspecto de dentes de serra	depressão profunda	muito proeminentes, >1/2 comprimento visível	projeção definida, côncava, afundada	extremamente agudas, sem tecido sobre elas	depressão grave, desprovida de carne	gravemente deprimido	ossos muito proeminentes com cavidade em forma de 'V' profundo sob a cauda
	1.25								
	1.50								
	1.75			1/2 comprimento do processo visível					
ESTRUTURA ÓBVIA	2.00	processos individuais evidentes	depressão óbvia		projeção proeminente	proeminentes	muito encolhido		ossos proeminentes com cavidade em forma de 'U' sob a cauda
	2.25			entre 1/2 e 1/3 dos processos visíveis					
	2.50	crista aguda proeminente		1/3 a 1/4 visível	projeção moderada		cobertura delgada de carne	depressão definida	primeira evidência de gordura
	2.75								
ESTRUTURA E COBERTURA BEM EQUILIBRADAS	3.00		curva côncava lisa	<1/4 visível	projeção leve	lisas	depressão	depressão moderada	ossos lisos, cavidade superficial sob a cauda e tecido adiposo delineado
	3.25			parecem lisos, processos transversos bem discerníveis					
	3.50	crista lisa, processos espinhosos não evidentes	inclinação lisa	crista distinta, sem processos individuais discerníveis		cobertas	depressão leve	depressão leve	
	3.75								ossos arredondados com gordura e depressão leve preenchida com gordura sob a cauda
ESTRUTURA NÃO TÃO VISÍVEL COMO A COBERTURA	4.00	planos, processos indistinguíveis	quase planos	lisos, crista arredondada	nenhuma	arredondadas com gordura	inclinado	plano	
	4.25						plano		
	4.50			margem razoavelmente discernível		ocultas em gordura			ossos ocultos em gordura, cavidade preenchida com gordura formando dobras de tecido
	4.75								
SUPER-CONDICIONAMENTO GRAVE	5.00	ocultos em gordura	arredondados (convexos)	ocultos em gordura	abaulada		arredondado	arredondado	

Fonte: (GARGANO, 2015). Adaptado de Edmonson et al. (1989)

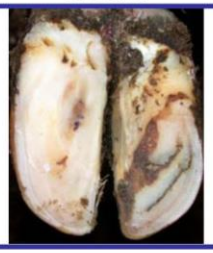
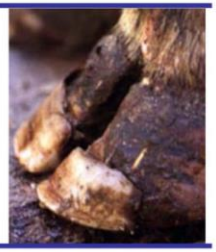
ANEXO C – ESCORE DE LESÕES

IDENTIFICAÇÃO E INTENSIDADE DAS LESÕES DOS DÍGITOS DOS BOVINOS



Fonte: (GARGANO, 2015). Adaptado de Karl Burgi e Nigel B. Cook (Wisconsin University).

IDENTIFICAÇÃO E INTENSIDADE DAS LESÕES DOS DÍGITOS DOS BOVINOS

INTENSIDADE DAS LESÕES	H	P	S	T	U	V	Y
	HEMORRAGIA DE SOLA	NECROBACILOSE INTERDIGITAL	FRATURA DE SOLA	ÚLCERA PINÇA	ÚLCERA DE SOLA	FISSURA VERTICAL	FISSURA HORIZONTAL
LEVE							
	Hematoma superficial na zona da úlcera de sola	*Pequena separação entre a pele interdigital, com pequeno aumento de volume*	*Fissura pequena na junção entre sola e talão*	*Fissura pequena na linha branca na região da pinça*	*Hematoma profundo com exposição do córium menor que uma moeda*	*Fissura da parede sem dor associado*	*Fissura pequena em apenas um dígito*
MODERADA							
	Hematoma profundo na zona de úlcera de sola	*Fenda no tecido interdigital com aumento de volume entre os dígitos*	*Fissura grande com sobresola na região do talão*	*Separação da sola se estendendo até o córium*	*Exposição do córium maior que uma moeda*	*Fissura dolorida iniciando na linha coronária*	Fissura pequena em ambos os dígitos
GRAVE							
	Hematoma difuso por toda sola	*Lesão profunda com aumento de volume na linha coronária*	*Separação de área extensa na sola*	*Necrose do córium da pinça se estendendo até o osso*	*Prolapso do córium*	*Fissura dolorida por toda a muralha, estendendo-se ao córium*	Fissura grande em ambos os dígitos

Fonte: (GARGANO, 2015). Adaptado de Karl Burgi e Nigel B. Cook (Wisconsin University).