

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

Viviana Feliciano Xavier

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE
DISTAL E ESTOJO CÓRNEO E SUAS POSSÍVEIS
CORRELAÇÕES COM OBESIDADE E LAMINITE EM
EQUINOS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2012**

Viviana Feliciano Xavier

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E
ESTOJO CÓRNEO E SUAS POSSÍVEIS CORRELAÇÕES COM OBESIDADE
E LAMINITE EM EQUINOS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da Escola de
Veterinária da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial para a obtenção
do grau de Mestre.**

Área de Concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias

Orientador: Professor Doutor Rafael Resende Faleiros

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
20112

X3e Xavier, Viviana Feliciano, 1978-
Estudo radiográfico da relação entre falange distal e estojo córneo e suas possíveis correlações com obesidade e laminite em equinos da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais / Viviana Feliciano Xavier. – 2012.
69 p. : il.

Orientador: Rafael Resende Faleiros
Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

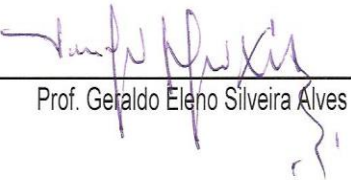
1. Equino – Doenças – Teses. 2. Laminite – Teses. 3. Obesidade – Teses.
4 . Ultrassonografia veterinária – Teses. I. Faleiros, Rafael Resende. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CCD – 636. 108967

Dissertação defendida e aprovada em 31 de julho de 2012, pela Comissão Examinadora constituída por:


Prof. Rafael Resende Faleiros
Presidente


Prof. Jorge José Rio Tinto de Matos


Prof. Geraldo Eleno Silveira Alves

DEDICATÓRIA

*Ao único que é digno de receber toda honra e toda glória,
Nome acima de todo nome, precioso JESUS.
Ao Amigo, parceiro e consolador Espírito Santo.
Aos anjos que obedeceram à voz do Senhor e me guardaram.
Tal conhecimento é precioso demais para mim:
É sobremodo elevado não o posso atingir.
A esta Trindade Santa que me amou primeiro,
A minha vida dedicarei aos TRÊS.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor e paciência em esperar e compreender o tempo de Deus nas nossas vidas.

Ao Prof. Dr. Rafael Resende Faleiros, pela orientação e oportunidade em realizar mais uma etapa da vida e me fazer enxergar os novos planos.

Ao Prof. Dr. Geraldo Eleno Silveira Alves pela preocupação com meu aprendizado pessoal, um exemplo de ser humano e profissional tanto quanto acima do esperado.

A Profa. Dra. Cleuza Maria de Faria Resende pelo exemplo de profissionalismo e excelência, além do seu precioso caráter.

Aos Profs. Drs. Jairo Jaramillo Cárdenas, Euler Fraga, Humberto Pereira Oliveira e Valentim Arabicano Gheller, pela convivência agradável e por tantos ensinamentos.

Ao amigo e mestre Dr. Jorge Rio Tinto de Matos pelo incentivo e motivação, exemplo de profissional que me encanta.

Aos alunos de iniciação científica Tatiane, Rafael, Davi, Danilo, Saulo pelo auxílio indispensável e dedicação na realização do projeto, além do carinho e amizade.

Aos amigos Guilherme, Bárbara, Bruno Andrade, Livia, Rodrigo, Ludmila, Vitor, Jéssica, pelo companheirismo e muitos momentos de alegria vividos juntos.

Às minhas colegas queridas Ingrid Rios Lima e Fabiane Cassou que ao longo de dois anos de convivência, demonstrou amizade, apoio, preocupação e estímulo nos bons e maus momentos vividos.

Aos amigos da fé, que intercederam para que o Senhor estivesse no controle, em especial a Luana, Grazi, Amanda, Camila e toda igreja em célula.

Aos amigos e técnicos de radiologia Eli, Elias e Eduardo, pela paciência e compreensão no momento da realização do projeto, pelos ensinamentos do amigo Eli e pelas muitas horas de conversas e desabafos.

Aos funcionários da escola de veterinária da UFMG, Luis, Carlão, Ailton e Danilo.

A todos do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes-RCAT em especial ao senhor tenente coronel Walmir Santos Viana pela confiança e a tenente Laura Maria Godinho pela disponibilidade e carinho que sempre foi dispensada ao grupo.

Ao tenente Cyril Alexandre de Marval por todo envolvimento e ensinamento que me foi dado durante o projeto e pela amizade construída ao longo dos anos.

A todos os motoristas, enfermeiros e cavalariaços pelo apoio e viabilização do projeto.

A minha inseparável Samira que sempre retribui com carinho a doçura de ter um animal de estimação.

Agradeço principalmente aos cavalos, razão deste projeto, companhia mais que agradável. Obrigado por me permitir estar tão próxima do Criador.

Não há limites para fazer livros e o muito estudar é enfado para a carne.

De tudo o que se tem ouvido, o fim é:

Teme a Deus, e guarda os seus mandamentos;

porque isto é o dever de todo o homem.

*Porque Deus há de trazer a juízo toda a obra,
e até tudo o que está encoberto, quer seja bom, quer seja mau.*

Eclesiastes 12:13-14

SUMÁRIO

	RESUMO.....	16
	ABSTRACT.....	17
	INTRODUÇÃO.....	18
	CAPÍTULO 1. RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO EM EQUINOS – REVISÃO DE LITERATURA.	18
1.	INTRODUÇÃO.....	18
2.	ANATOMO – FISILOGIA LAMINAR	19
3.	FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A MODIFICAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO	21
3.1	LAMINITE.....	21
3.2	INFLAMAÇÃO	22
3.3	CASQUEAMENTO.....	23
3.4	DIETA.....	24
3.5	OBESIDADE.....	24
3.6	ENDOCRINOPATIAS.....	27
3.6.1	Hiperinsulinemia	28
3.6.2	Resistência à Insulina.....	30
4.	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO CORPORAL E ADIPOSIDADE EM EQUINOS.....	32
4.1	AVALIAÇÕES SUBJETIVAS DA CONDIÇÃO CORPORAL.....	32
4.2	ÍNDICES DE MASSA CORPORAL.....	34
4.3	AVALIAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL ATRAVÉS DO EXAME ULTRASSONOGRÁFICO.....	35
5.	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO	35
5.1	MEDIDAS RADIOGRÁFICAS QUE AVALIAM A MUDANÇA DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO	36
5.1.1	Larguras da zona dorsal.....	36
5.1.2	Processo Coronário-Extensor.....	37

5.1.3	Rotação da falange distal.....	37
5.1.4	Ângulo Palmar.....	38
5.1.5	Ângulo do casco.....	38
CAPÍTULO 2: ESTUDO RADIOGRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO E SUAS CORRELAÇÕES COM OBESIDADE E LAMINITE EM EQUINOS DE PATRULHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS		
1.	INTRODUÇÃO.....	39
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1	SELEÇÕES DE AMOSTRAS E MANEJO ALIMENTAR.....	40
2.2	MODELO EXPERIMENTAL	40
2.3	CLASSIFICAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL E ADIPOSIDADES.....	40
2.4	CLASSIFICAÇÕES DE MASSA CORPORAL.....	43
2.5	AVALIAÇÕES RADIOGRÁFICAS.....	43
2.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	45
3.	RESULTADOS	45
3.1	CLASSIFICAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL DOS ANIMAIS	46
3.2	AVALIAÇÕES ULTRASSONOGRÁFICAS	50
3.3	MEDIDAS RADIOGRÁFICAS.....	52
4.	DISCUSSÃO.....	55
5.	CONCLUSÕES.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Manejo alimentar realizado no Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes para os animais de patrulhamento.....	40
Tabela 2: Especificações das categorias do IMC utilizado para classificar a condição corporal segundo a metodologia descrita por Donald et al.(2004).	43
Tabela 3: Amostra das variáveis baseadas em valores mínimos e máximos, bem como a média de idade, peso, altura, composição corporal (IMC, ECC, EP), valores da ultrassonografia da inserção da cauda e abdominal (AB1 e AB2), ângulo do casco e palmar, medida da zona laminar proximal e distal (HL), ângulo de rotação de falange, distância do processo coronário extensor a coroa do casco (CE), comprimento da falange distal, dos animais provenientes do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.	46
Tabela 4: Índice de correlação (r) entre as variáveis, idade, peso, altura e composição corporal (IMC, ECC, EP) comparadas às medidas de circunferência de pescoço realizadas nas três localidades distintas nos animais estudados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.....	50
Tabela 5: Índice de significância (p) e correlação (r) entre as variáveis de composição corporal (IMC, ECC, EC) comparadas às medidas ultrassônicas realizadas na inserção da cauda, bem como no abdômen ventral em duas localizações distintas nos animais estudados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.....	51
Tabela 6: Índice de correlação (r) entre variáveis estudadas com medidas radiográficas obtidas pelo teste estatístico de Spearman e Pearson.....	53
Tabela 7: Índice de significância (p) / fator de correlação (r) entre as variáveis radiográficas estudadas obtidas pelo teste estatístico de correlação de Pearson.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Manejo alimentar realizado no Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes para os animais de patrulhamento.....	40
Quadro 2: Escala de pontuação que classifica a condição corporal de equinos por meio de escores segundo Hennek et al. (1983).....	41
Quadro 3: Escala de pontuação que classifica a adiposidade regional do pescoço de equinos por meio de escores segundo Frank, 2009.....	42
Quadro 4: Especificações das categorias do IMC utilizado para classificar a condição corporal segundo a metodologia descrita por Donald et al.(2004).....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da metodologia de Carter e colaboradores (2009), onde classifica a espessura da região dorsal do pescoço em escores (cresty neck scoring system).	42
Figura 2: Ilustração dos pontos para mensuração da circunferência do pescoço em três localidades equidistantes para análise da condição da adiposidade regional, onde X é a extensão total do pescoço (distância da nuca até o início da cernelha), (0,25x) 25% da extensão total do pescoço, (0,50x) a segunda medida realizada em 50% da extensão total do pescoço.....	43
Figura 3: Parâmetros e valores obtidos por meio do software MetronHoof-Pro através de imagens radiográficas.....	44
Figura 4: Avaliação radiográfica do dígito equino realizado por meio do software de análises Vepro PACS.....	45
Figura 5: Animal de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais com sinais de obesidade e adiposidade regional, classificado em escore corporal 8 e adiposidade evidente na inserção da cauda e celulite.....	47
Figura 6: Ilustração dos sinais de obesidade e adiposidade regional nos cavalos de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais. Observar o acúmulo de tecido adiposo no prepúcio e próximo à glândula mamária.....	48
Figura 7: Ilustração dos sinais de obesidade e adiposidade regional nos cavalos de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais. Observar notável deposição de tecido adiposo no bordo superior do pescoço, face lateral da coxa dos membros pélvicos e em torno da inserção da cauda.....	49

Figura 8: Gráfico mostrando a correlação positiva observada no teste estatístico de Spearman entre escore corporal e escore do bordo dorsal do pescoço dos equinos avaliados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.....	49
Figura 9: Gráfico da correlação observada no teste estatístico de Spearman entre escore de condição corporal e escore do bordo dorsal do pescoço quanto à quantidade de tecido adiposo mensurada na inserção da cauda dos equinos avaliados do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais	51
Figura 10: Imagens ultrassonográficas da espessura do tecido adiposo na inserção da cauda de animais com alto escore corporal (primeira imagem) e baixo escore corporal (segunda imagem) dentro da população estudada do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.....	52
Figura 11:Gráfico demonstrando correlação negativa pelo teste estatístico de Pearson entre ângulo do casco e rotação da falange distal na população estudada do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais.....	54
Figura 12: Ilustração através de imagem radiográfica demonstrando rotação de falange distal, onde (A) apresenta discreta rotação palmar e (B) apresenta discreta rotação dorsal em animais do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Policia Militar do Estado de Minas Gerais. .	54
Figura 13: Animais classificados com alta pontuação na condição de escore corporal e classificados como obesos pelo método de IMC, apresentando divergência quanto à classificação do escore do bordo dorsal no pescoço.	56

LISTA DE ABREVIATURAS

11beta HSD-1:11-beta-hidroxiesteróide desidrogenase tipo-1

AAV: Anastomoses arteriovenosas

AB: Abdominal

AST: Aspartato aminotransferase

CHO:Carboidrato

CE: Coronário extensor

ECC: Escore de condição corporal

EP: Escore de pescoço

ET-1: Endotelina-1

IGF: Fator de crescimento semelhante à insulina

IGF-1R: Receptores para fatores de crescimento semelhantes à insulina

GGT: Gamma glutamil transferase

GLUT-1: Transportador de glicose do tipo 1

GLUT-4: Transportador de glicose do tipo 4

HL: Zona lamelar (Horn lamelar)

IL-1b: Interleucina -1beta

IL-6: Interleucina-6

IMC: Índice de massa corporal

MAPK: Proteína cinase mitógeno ativada (mitogen-activated- protein -kinase)

MC4R: Receptor de Melacortina 4

MMP- 2: Metaloproteínas 2
MMP- 9: Metaloproteínas 9
MMP- 14: Metaloproteínas 14
L-NAME: NG-nitro-L-arginina ester metil
PAI-1: Inibidor do ativador de plasminogênio tipo 1
PE2: Prostaglandina E2
PI2: Prostaglandina I2 (prostaciclina)
PI-3K: Fosfatidilinositol 3-cinase
RI- Resistência a insulina
SELS: Laminas epidérmicas secundárias
SME: Síndrome metabólica equina
TFDP: Tendão flexor digital profundo
TIMP: Inibidores teciduais de metaloproteínas
TLR 4: Receptor do tipo *Toll* (*Toll-like receptor*)
TNF- α : Fator de necrose tumoral alfa
U.S: Ultrassom

RESUMO

A obesidade é considerada uma afecção nutricional e metabólica frequente nas sociedades desenvolvidas e a cada ano se torna evidente na população de equinos. Recentes descobertas sobre as características metabólicas do tecido adiposo estão atraindo as atenções para o aumento do ganho de peso e depósitos corporais de gordura, os quais são capazes de alterar algumas funções fisiológicas importantes. O presente estudo procurou classificar a condição corporal e suas correlações com a deposição de tecido adiposo na inserção da base da cauda e intra-abdominal através da ultrassonografia, além de correlacionar obesidade e medidas radiográficas obtidas do estojo córneo, na tentativa de se evidenciar alterações advindas do excesso de peso nos animais de patrulhamento do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes do Estado de Minas Gerais. Foram avaliados 55 equinos, com média de idade de 13 anos em patrulhamento diário na região de Belo Horizonte e escore corporal variando de 6 a 8 pontos. Foi utilizada análise de correlação de Pearson e Spearman entre as variáveis. Os resultados indicaram que a deposição de tecido adiposo na inserção da base da cauda pode ser utilizada como complemento na classificação do escore corporal de equinos. Quanto às avaliações radiográficas os resultados mostram discordância de valores em algumas das medidas radiográficas indicadoras de laminite previamente conhecidas na literatura. O presente estudo também sugere que a correlação entre obesidade e sinais de laminite é existente nesta população, porém o número de animais classificados como obesos foram insuficientes. A obesidade bem como a adiposidade regional representa um alerta quanto ao risco de desenvolvimento da doença em equinos.

Palavras-chave: obesidade, equinos, laminite

ABSTRACT

Obesity is a nutritional and metabolic disease more common in developed societies and each year becomes evident in the population of horses. Recent findings on the metabolic characteristics of adipose tissue are attracting attention for increasing weight gain and body fat deposits, which are able to change some important physiological functions. This study aimed to classify the body condition and their correlation with the deposition of adipose tissue in the insertion of the base of the tail and abdominal intra through ultrasound and correlate obesity and radiographic measurements of corneal case, in an attempt to to detect disorders resulting from excess weight on patrol animals Tiradentes Ensign Cavalry Regiment of the State of Minas Gerais. We evaluated 55 horses, with a mean age of 13 years in daily patrols in the region of Belo Horizonte and body score ranging from 6 to 8 points. Data were analyzed using Pearson correlation and Spearman correlations among the variables. The results indicated that the deposition of adipose tissue in the base of the tail of the insert can be used to supplement the body score ranking of horses. As for radiographic results show disagreement values in some of the indicators radiographic measurements of laminitis previously known in the literature. This study also suggests that the correlation between obesity and laminitis signal is existent in this population, but the number of obese animals were classified as insufficient. Obesity and regional adiposity represent a warning about the risk of developing the disease in horses

Keywords: Obesity, equine, laminitis

INTRODUÇÃO

A obesidade hoje é um crescente problema na sociedade mundial. Para médicos veterinários esta doença está se tornando cada vez mais frequente nos animais domésticos. O manejo nutricional errôneo provoca um desequilíbrio entre o consumo e o gasto energético, o qual resulta em balanço energético positivo o que altera a composição corporal dos animais. Outros fatores como o genético, sedentarismo, confinamento, metabólico e endócrino determinam uma característica multifatorial desta afecção. Acredita-se que o casco, mesmo com toda sua estrutura rígida, esteja suscetível a alterações externas bem como internas iniciadas em diferentes sistemas do corpo do animal, a exemplo das alterações gastrointestinais, reprodutivas e endócrinas que podem ter como consequência a indução da laminite (Orsini, 2009).

A laminite ou pododermatite asséptica difusa, é uma afecção extremamente dolorosa e potencialmente ameaçadora para a vida do animal, quando associada à desintegração das lâminas epidérmicas e dérmicas presentes dentro do estojo córneo que alteram o posicionamento da falange distal facilitando sua rotação e/ou seu afundamento (Moore et al., 1989; Allen, 2004). Apesar de nenhuma associação ter sido encontrada nos estudos sobre a laminite entre idade, peso e sexo, tornam mais susceptíveis os equinos mais velhos, éguas e com excesso de peso (Stashak, 2006).

A hipótese é que existe uma correlação positiva e significativa entre a condição corporal e a presença de alterações radiográficas no dígito de equinos obesos

criados sobre as mesmas condições. De forma a esclarecer esta hipótese o estudo avaliará a influência da deposição de gordura corporal como fator indicador de risco para laminite, além de correlacionar as influências da obesidade com os achados radiográficos.

O presente estudo foi realizado em duas etapas, inicialmente nas dependências do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, sendo a outra parte desenvolvida no Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes, da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais, após aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG).

CAPÍTULO 1. RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO EM EQUINOS – REVISÃO DE LITERATURA.

1. INTRODUÇÃO

O dígito equino pode ser definido como um sistema complexo de elementos correlacionados, contendo uma coleção de componentes ou elementos que se relacionam tanto estruturalmente quanto funcionalmente (Orsini et al., 2009). Constituído de estojo córneo que recobre a parte terminal do membro locomotor, casco, e tudo o que ele envolve: o cório de tecido conjuntivo (derme), o coxim digital, a maior parte das cartilagens laterais (colaterais) da falange distal, a articulação interfalangeana distal, a extremidade distal da falange média

e o osso sesamóide distal (osso navicular), ligamentos, tendões, vasos sanguíneos e nervos (Kainer, 1989; Stashak, 2006).

Neste sistema o fracasso de uma parte pode desencadear o fracasso de sucessivas partes subsequentes, por ser o estojo córneo um sistema que continuamente interage com seu ambiente, apesar da sua estrutura rígida e distinta ele conta com o resto do corpo para a sua viabilidade, ficando sujeito a influências internas e externas (Orsini et al., 2009).

2. ANATOMO – FISIOLOGIA LAMINAR

O casco é formado por queratinização epitelial sobre uma derme modificada, contínua com a derme comum da pele advinda da coroa, conhecido como cório (Dyce, 1997). O cório é composto de uma matriz de tecido conjuntivo resistente, contendo uma rede de artérias, veias e capilares, nervos sensoriais e vasomotores, suas regiões correspondem às partes do estojo córneo sob as quais estão localizadas: derme perióplica, coronária, laminar, da ranilha e da sola (Dyce, 1997; Stashak, 2006). Sua função além de sensitiva e nutricional também participa da fixação no perióstio na falange distal (Stashak, 2006).

Os milhares de pequenos orifícios presentes no casco estão cobertos por uma camada de células, conhecidas por células germinativas (células basais da epiderme), que são responsáveis pela produção de células-filhas conhecidas como queratinócitos, que possuem grande capacidade de produzir queratina, tornando o esqueleto intracelular mais denso, e em suas ligações possuem junções como os desmossomos que

funcionam como pontos de contato intercelular, uma espécie de solda entre as membranas. A fase final de maturação dos queratinócitos acontece de forma abrupta, com fragmentação de seu núcleo, o que resulta em morte celular. As células completamente queratinizadas (corneócitos) do casco resultam no resistente e flexível estrato médio da parede do casco (Stashak, 2006).

Durante o desenvolvimento embrionário do casco, a região laminar é formada pelo crescimento do estrato germinativo para dentro do cório, compondo o estrato interno que se organiza por meio de lâminas paralelas dérmicas e epidérmicas interdigitadas (Stump, 1967). O casco equino se diferencia em lâminas epidérmicas primárias e secundárias, que se encontram perpendicularmente na superfície interna da muralha como estruturas folhosas onde compreende cerca de 600 lâminas epidérmicas que se interdigitam com as lâminas dérmicas primárias do cório laminar (Dyce, 1997; Stashak, 2006). De cada uma dessas lâminas primárias partem cerca de 100 a 200 lâminas secundárias que tem por função aumentar a área de contato e distribuir uniformemente as forças nos cascos. A íntima união entre derme e epiderme, dada por uma interdigitação de lâminas primárias e secundárias, tem grande importância na ancoragem do estojo córneo e absorção de forças (Stump, 1967; Pollitt e Daradka, 1998; Stashak, 2006).

A junção dermo-epidérmica lamelar possui uma forte e simples ligação celular capaz de manter a integridade estrutural e funcional apesar das intensas forças que suporta durante as atividades. Ao mesmo tempo, é dinâmica o suficiente para permitir que a parede do casco possua um crescimento

contínuo, renovando-se constantemente para substituir o tecido perdido com o desgaste na superfície do solo (Stump, 1967).

Os queratinócitos da camada basal da epiderme sintetizam queratinas protéicas com alto conteúdo de cisteína formando o tecido córneo por um processo especializado conhecido como quera-tinização. A manutenção da estabilidade estrutural do tecido córneo é um processo altamente ativo que envolve a incorporação da metionina e da cisteína em células do estrato germinativo, resultando no complexo queratina proteína. Tal complexo ocorre pelas ligações dissulfetos entre os resíduos de cisteína. Este material é composto de glicoproteínas e lipídios, onde as glicoproteínas possui um alto poder ligante e os lipídios mantêm as barreiras de permeabilidade e hidratação do tecido córneo (Coffman et al., 1970; Sampaio, 2004).

Células do casco se apoiam em uma membrana conhecida por membrana basal, constituída de matriz extracelular resistente e ininterrupta composta por colágenos, proteoglicanos, integrinas e laminina, responsável por manter anexadas as células basais da epiderme laminar e o tecido conjuntivo à superfície da falange. Outra função desta membrana é regular a proliferação e diferenciação das células da epiderme, fornecendo sustentação e orientação para os queratinócitos. A perda do colágeno e da laminina resultam na desintegração e separação da membrana basal lamelar das células do casco (Pollitt e Daradka, 1998).

A vasculatura digital é um componente essencial no dígito equino, através das artérias digitais as células são providas com

nutrientes, oxigênio, água e substâncias reparadoras do sistema imunológico. Através das veias digitais, os subprodutos do metabolismo celular são removidos do dígito (Kainer, 1989; Orsini et al., 2009). Todo o dígito possui estruturas sensitivas altamente vascularizadas, e na borda proximal de cada cartilagem os plexos responsáveis pelo retorno venoso convergem para a veia digital (Parks, 2003). Na sua maioria as veias do dígito possuem válvulas que com ação mecânica resultante da movimentação dos membros no momento da elevação do casco, facilita o enchimento das cavidades venosas durante a expansão e direciona o sentido do fluxo que é dependente da direção das forças e do peso (Kainer, 1989; Parks, 2003).

Para se investigar a ação de algumas substâncias sobre o endotélio vascular dos equinos, um estudo utilizou substâncias vasoconstritoras e vasodilatadoras e observou que as artérias e veias digitais dos equinos são altamente sensíveis a estas substâncias. Nesse estudo a administração de norepinefrina e endotelina resultaram em vasoconstrição e substâncias como acetilcolina, prostaglandina E2 e prostaglandina I2 (prostaciclina) provocaram vasodilatação. Além disso, as veias digitais são mais sensíveis do que as artérias ao efeito de várias substâncias endoteliais vasoconstritoras *in vitro*, como a angiotensina, tromboxano, norepinefrina e serotonina (Baxter, 1989a). Em outro estudo o mecanismo de vasodilatação foi abolido por completo, quando tecidos vasculares foram incubados com uma substância inibidora do óxido nítrico sintetase, a NG-nitro-L-arginina ester metil (L-NAME) (Baxter et al, 1989b).

Os vasos linfáticos do dígito são poucos numerosos e de pequeno diâmetro, sendo,

portanto improvável que a circulação linfática possa proteger o dígito em caso de formação de edema. Forças hidrostáticas favorecem a formação do edema, devido a resistência pós-capilar baixa, cerca de 8% e pré-capilar elevada, cerca de 92% (Allen et al., 1990). A concentração de proteína intersticial contribui para a formação desse edema, pois o leito capilar retém somente 67% das macromoléculas (Allen et al., 1988).

Complexos de anastomoses arteriovenosas (AAVs) estão presentes de forma extensa pela vasculatura digital. Durante exercícios intensos ocorre a abertura desses complexos criando vários caminhos alternativos para o fluxo de sangue que se dissipa para a derme, faixa coronária, estruturas neurovasculares e lâminas dérmicas ao longo do comprimento, uma função protetora diante das flutuações de pressão dentro do estojo córneo no momento do galope e do salto, atuando como “válvula de segurança” para o sistema vascular (Pollitt e Molyneux, 1990).

Estes complexos ainda têm por função a termorregulação, pois sua abertura de forma periódica nos dígitos permite o aquecimento pelo aumento do fluxo de sangue, protegendo de forma indireta a viabilidade das células enquanto a perda de calor é minimizada através do estojo córneo (Moore et al., 2004; Pollitt, 2004).

A abertura inadequada desse complexo na derme laminar para fora do leito capilar pode resultar em isquemia e uma vez restaurado o fluxo sanguíneo pode contribuir com lesões de reperfusão, comprometendo ainda mais a viabilidade dérmica epidérmica especialmente nos ápices das lâminas nos tecidos laminares (Moore et al., 2004).

A inervação vasomotora e sensorial do aspecto dorsal da articulação interfalangeana distal, cório, perióplico e cório laminar deriva principalmente dos nervos, que se dividem em digital medial e lateral (Kainer, 1989). Algumas continuações nervosas como um ramo fino terminal de cada nervo palmar/plantar acompanhado de uma pequena artéria, constituem um feixe neurovascular que desce adjacente a membrana sinovial da articulação interfalangeana distal até penetrar na falange distal. Além disto, identificou-se, por meio de técnicas como a imuno-citoquímica, a presença de nervos sensoriais superficialmente nos ligamentos sesamóides colaterais, nos ligamentos ímpares e tecidos conjuntivos peri-articulares (Stashak, 2006).

3. FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A MODIFICAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO

Os dígitos não são iguais e não possuem um padrão mediante alterações sistêmicas (Redden, 2010). Vários fatores podem predispor o animal a modificar sua relação entre falange distal e estojo córneo, de uma alteração local até mesmo um desequilíbrio sistêmico (Orsini, et al., 2009).

3.1 – LAMINITE

Nas pesquisas sobre laminite existem várias vertentes que tentam explicar o processo de falha e destruição do tecido laminar, iniciando pelos que defendem a teoria vascular (isquemia como evento inicial e

intensificada por lesão de reperfusão) e aqueles que favorecem a teoria da bioquímica (destruição enzimática da membrana basal) (Kyaw et al., 2004; Orsini, et al., 2009).

Laminite pode ser o resultado da destruição por um patógeno invasor ou de endotoxinas circulantes. Várias condições como pleuropneumonia, enterocolite, peritonite e endometrite secundária a retenção placentária estão envolvidas no processo de desencadeamento da laminite (Stashak, 2006).

A cada ano as listas de componentes bioquímicos envolvidos no processo de laminite aumentam e as principais já listadas são: endotoxinas (lipopolissacarídeos), exotoxinas bacterianas, MMP (metaloproteinases de matriz), TNF (fator de necrose tumoral, interleucinas pró-inflamatórias, prostaglandinas, tromboxanos, endotelina-1, proteína quinase C, fator ativador de plaquetas, várias espécies reativas de oxigênio, inibidores da enzima óxido nítrico sintetase, derivados de aminas vasoativas (triptamina, feniletilamina, e assim por diante), a leptina e outras adipocinas, cortisol e insulina (Eads, 2002; Pollitt, 2007; Orsini, et al., 2009).

3.2- INFLAMAÇÃO

Pesquisas recentes indicam que o processo inflamatório seja o primeiro a ser iniciado neste esquema de falha em cascata (Budaket al., 2009). Uma vez instalado o processo inflamatório, a migração leucocitária caracteriza os estágios iniciais da laminite. O aumento da concentração de macrófagos/monócitos no início da claudicação indica que estas células podem causar direta ou indiretamente a falha

estrutural comumente vista em laminite induzida (Budak et al., 2009; Faleiros et al., 2009). Outro fator importante é a presença destas células leucocitárias antes das alterações histológicas, o que pode resultar em uma lesão e/ou destruição da membrana basal, prejudicando a interface laminar epidérmica/dérmica, sendo um dos pontos principais na laminite (Faleiros et al., 2011).

A capacidade para garantir o deslizamento da parede do casco ou estojo córneo sobre a superfície da falange distal é alcançada por meio de um ciclo bem regulamentado entre acoplamento e desacoplamento das lâminas dérmicas e epidérmicas. Tal fisiologia é necessária para o crescimento epidermal do estojo córneo, sem que haja perda da sua integridade estrutural e funcional (Pollitt, 1996; Orsini et al., 2009).

A membrana basal e as células laminares são uma das várias classes de células epidérmicas que sofrem um remodelamento contínuo, sendo que este processo é controlado por enzimas proteolíticas chamadas de endopeptidases ou metaloproteinases da matriz. (Orsini et al., 2009). As metaloproteinases da matriz extracelular são enzimas sintetizadas em sua forma latente conhecida como zimogênios inativos (pró-MMPs), pelo fato de depender de íons metálicos para sua atividade catalítica.

Participam da remodelação da matriz extracelular através da degradação de macromoléculas tais como os componentes da membrana basal, responsável por promover a aderência da epiderme laminar à derme subjacente. Quando ativadas estas MMPs, localmente são ativados os inibidores teciduais - TIMPs (inibidores teciduais de metaloproteinases), que tem por

função controlar de forma regulamentada a ação dessas MMPs (Pollitt, 1998; Torre, 2011).

Algumas MMPs são conhecidas neste processo de remodelamento do estojo córneo como a MMP-2, MMP-9 (Pollitt, 1998) e MMP-14 (Kyaw et al., 2008). Dos inibidores teciduais presentes, o TIMP-2 é o mais conhecido (Orsini et al., 2009). Os constituintes protéicos presentes na membrana basal, como o colágeno tipo IV, VII e a laminina, servem de substratos para as MMP-2 e MMP-9 (Pollitt, 1999; Johnson, 2000), e quando ativadas de forma não regulamentada, resultam na destruição da membrana basal (Kyaw et al., 2008; Pollitt, 2004). A separação das lâminas ocorre por este mecanismo exacerbado, bem como a dissolução dos hemidesmosomos, que se encontram presentes na interface da lâmina epidérmica e dérmica que têm por função manter a membrana basal aderida a todas as células laminares no estojo córneo (Sampaio, 2007; Pollitt, 1998). Quando o equilíbrio entre MMPs e TIMPs é perdido, as forças normalmente impostas pelo peso do animal, mesmo em repouso, resultam na separação e rotação da falange (Orsini et al., 2009).

A atividade exacerbada da MMPs pode ser intensificada por eventos sistêmicos, pois existe uma interação local através da vasculatura digital com a sistêmica, o que resulta na entrega de MMPs pré-formadas em outros locais, como o intestino, cavidade pleural ou peritoneal até mesmo o endométrio (Orsini et al., 2009). De forma local e pontual, em situações como trauma ou processo infeccioso, os queratinócitos sintetizam citocinas como a interleucina-1 e o fator TNF- α , que ativam a produção de MMPs o que resultará em uma proteólise

pericelular até um descolamento da membrana basal (Pollitt, 1996).

A ativação desequilibrada das MMPs no tecido laminar também pode ser gerada pela ocorrência de um evento isquêmico que terá como consequência o início de uma cascata apoptótica (Faleiros et al., 2004). Durante o período de isquemia e reperfusão há um aumento das espécies reativas de oxigênio que induzem apoptose em diversos tipos celulares (Sousa, 2007). Considerando a teoria vascular sobre a patogênese da laminite, Faleiros e colaboradores observaram um aumento no número de células apoptóticas da camada basal em equinos com laminite comparados com equinos saudáveis, e tal aumento poderia ser explicado por um evento isquêmico (Faleiros et al., 2004).

Por ser um sistema integrado, a falha pode ocorrer por uma série de razões, e o resultado final é o colapso de todo o sistema, indiferente ao local de origem (Orsini et al., 2009).

3.3- CASQUEAMENTO

A evolução do cavalo foi caracterizada por uma redução no número de dedos, o que modificou seu apoio (Jones, 1987) e distribuição de peso. Forças no dígito de um equino em estação geram um aumento de pressão nas estruturas digitais, sendo estas forças de cargas compressivas originadas pelo peso; força tensil de tração originadas pelo tendão flexor digital profundo e tendão extensor digital comum e longo, além das forças aplicadas no momento do contato da sola com o solo (Garner et al., 1975).

O casco ou estojo córneo deve ser aparado e corrigido para garantir o equilíbrio e a

integridade das estruturas internas (Stashak, 2006; Redden, 2010). Sua parede dissipa o peso nos talões e na junção da pinça com os quartos formando os pilares laterais e mediais. Fatores internos e externos podem alterar a qualidade, como má nutrição, manejo, doenças endócrinas e traumas (Redden, 2003; Stashak, 2006).

Alterações de equilíbrio, como por exemplo, quebra do eixo pinça-quartela, discrepância entre os ângulos dos cascos nos membros, talões colapsados e/ou contraídos, desequilíbrio médio-lateral e tamanho dos cascos em relação ao peso corporal compromete estruturas internas, além de influenciar estruturas próximas ao membro (Turner, 1993).

A correção inadequada na presença de processos sistêmicos bem como alterações estruturais como, por exemplo, solas finas, defeitos de parede do casco e outras anormalidades estruturais podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento da laminite (Orsini et al., 2009, Redden, 2010). O próprio peso do animal pode contribuir para o desenvolvimento da laminte, por uma diminuição da perfusão o que resulta em isquemia do tecido laminar (Redden, 2003), que pode ser exacerbada pela força tensil de tração exercida pelo tendão flexor digital profundo na falange distal (Pollitt, 1999; Baxter, 1986).

O estojo córneo de animais com Síndrome metabólica equina mostram externamente alargamento progressivo e divergência palmar das linhas de crescimento, bem como o alargamento da região da linha branca. Apesar dessas alterações não serem dolorosas podem futuramente predispor o desenvolvimento da laminite (Johnson, 2004).

3.4-DIETA

Alimentação baseada em concentrado pode levar a uma sobrecarga de carboidratos (CHO). Quando o intestino delgado não consegue digerir o amido através de seus mecanismos enzimáticos, há passagem para o intestino grosso, onde a fermentação aumenta a produção de ácido lático levando à diminuição do pH intraluminal. Tal acidificação pode em alguns casos, levar à acidose por aumento de aminas vasoativas pelos microrganismos com consequente alteração da microbiota e aumento na permeabilidade intestinal (Garner et al., 1978, Moore et al., 1989).

A indução de laminite por CHO foi descrita por OBEL em 1948, após fornecer aos animais uma papa de amido de milho. Os mecanismos que explicam a laminite aguda consequente à administração de CHO ainda não estão totalmente esclarecidos (Souza, 2007). O que é consenso entre autores, é que a passagem de algumas toxinas, aminas vasoativas e subprodutos de bactérias para a via hematogena, geram uma resposta inflamatória sistêmica com aumento de leucócitos e proteínas, além de gerar microtrombos na circulação distal, que podem diminuir a perfusão e aumentar pressão tecidual após a formação do edema sobre os capilares, sendo que as alterações vasculares só não entram em colapso de forma imediata devido ao favorecimento das anastomoses arteriovenosas (Moore et al., 1989; Allen et al., 1990).

3.5 – OBESIDADE

O tecido adiposo sempre foi considerado um reservatório energético, pelo armazenamento de lipídeos, e um isolante térmico para o

corpo (Alaniz, 2007). Tal conceito começou a mudar em 1987 após verificar-se que o tecido adiposo era sítio para o metabolismo de vários hormônios esteróides, o que foi reforçado quando a leptina foi identificada nos adipócitos, em 1994 (Ramos, 2005). Pesquisas recentes confirmam estes achados e mostram que os adipócitos representam uma importante fonte hormonal e contribuem para a regulação da massa corporal e composição do corpo (Chaldakov et al., 2003). Este tecido pode ser classificado em tecido marrom, importante na termogênese e o tecido adiposo branco responsável pela secreção de adipocinas, leptina e adiponectina (Rush, 2011), moléculas imunomoduladoras, várias interleucinas, inibidor do ativador do plasminogênio-1 (PAI-1), além de desempenhar um papel importante na fisiologia vascular (Ramos, 2005; Hutley e Prins, 2005).

Sendo assim o tecido adiposo é o maior órgão endócrino do corpo que ao perder sua regulação gera um aumento no número de macrófagos no tecido e uma amplificação na produção e secreção de adipocinas (proteínas sinalizadoras celulares). Quando as reservas de lipídeos ultrapassam sua capacidade de armazenamento, promovem a liberação de citocinas inflamatórias como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e interleucina 6 (IL-6), que irão desencadear a produção hepática de proteínas de fase aguda (Ramos, 2005).

Em casos de obesidade crônica, os equinos, assim como os seres humanos entram em um estado inflamatório por liberação destas adipocinas e a exposição crônica a estes mediadores induzem a resistência à insulina (Cialoc e Guimarães, 2004; Vick et al., 2007; Macgowan, 2009).

A secreção das adipocinas diminui a sensibilidade à insulina através de estresse oxidativo induzido o que pode resultar na alteração da funcionalidade de macromoléculas, tais como o DNA de lipídeos e proteínas, gerar morte celular e prejuízos na função microvascular (Ramos, 2005; Macgowan, 2008). Citocinas inflamatórias como o TNF- α inibem o receptor de insulina no tecido adiposo e músculo esquelético, o que pode alterar a função microvascular através da deficiência de insulina mediada pela síntese de óxido nítrico, aumento na produção de endotelina-1 (ET-1) e regulação na adesão de moléculas (Kim et al., 2006; German et al., 2010).

Em humanos os elevados números de adipócitos sintetizam PAI-1, que associados ao fibrinogênio induzem um estado pró-trombótico com anormalidades nos sistemas de coagulação, predispondo a aterosclerose (Ramos, 2005), também em humanos, situações associadas ao excesso de glicocorticóides podem estimular a gênese dos adipócitos omentais endocrinologicamente ativos, que contribuem para o aumento do cortisol circulante, que por sua vez interfere na habilidade da insulina em transferir a glicose para dentro da célula, sendo que a gordura omental tem ainda a capacidade de liberar ácidos graxos na circulação que exercem efeitos adversos sobre a ação da insulina (Ramos, 2005; Macgowan, 2009).

A enzima 11-beta-hidroxiesteróide desidrogenase tipo-1 (11betaHSD-1) presente em adipócitos, tem capacidade de converter a cortisona circulante (metabólito inativo) em cortisol (glicocorticóide ativo), hormônio que age como mensageiro químico na própria célula e sobre o tecido adiposo intra-abdominal vizinho (Johnson, 2002). A

presença deste hormônio desencadeia inúmeras cascatas fisiológicas e o principal efeito é a gliconeogênese, aumentando a síntese de glicose a partir de proteínas o que gera um quadro de hiperglicemia (Greco e Stabenfelt, 1999). Em contrapartida, células pancreáticas aumentam a secreção de insulina (Greco e Stabenfelt, 1999; Guyton e Hall, 2006), na tentativa de normalizar o controle glicêmico, mas o aumento do cortisol ainda reduz a sensibilidade de alguns tecidos aos efeitos da insulina (Guyton e Hall, 2006). Diante destas alterações hormonais, temos um quadro de hiperinsulinemia gerado pela hiperatividade das células β pancreáticas (Johnson, 2002). No ano de 2006, Frank e colaboradores concluíram que cavalos obesos e insulinoresistentes possuíam concentrações mais elevadas de insulina em repouso do que cavalos magros e as concentrações mais elevadas podem ser devido a um aumento da secreção de insulina, a fim de compensar a insensibilidade à insulina (Maurer, 2007).

O problema que envolve a enzima 11 β HSD-1 na obesidade é que os adipócitos tendem a se manter, podendo levar a um permanente estado hiperglicêmico (Johnson, 2002). Em equinos o acúmulo de tecido adiposo omental induz ao estado de resistência à insulina, já que os níveis de ácidos graxos livres dos tecidos se elevam os quais alteram a sensibilidade muscular à insulina (Malazdrewich, 2005). A entrada destes ácidos na célula ocorre com auxílio de proteínas, e o armazenamento em baixas quantidades ocorre na forma de triglicerídeos, sendo que o seu aumento constitui uma importante ligação entre obesidade, resistência à insulina e diabetes *mellitus*. A inibição da fosforilação, do transporte de glicose e da diminuição da

síntese de glicogênio muscular, pode explicar a relação entre resistência à insulina e ácidos graxos livres, o que pode ser compensando pelo efeito da insulina ao estimular a lipogênese (Sampaio, 2007). A inapropriada liberação de ácidos graxos alcança a circulação através da veia porta e logo se deposita como triglicerídeos no fígado e pâncreas. A ideia de que a lipidose hepática ocorra em alguns cavalos com SME semelhantemente como ocorre na síndrome do fígado não alcoólico em humanos, é reforçada por achados macroscópicos de necrópsia, além de exames laboratoriais que mostram altas concentrações como GGT (*gamma*-glutamilttransferase) e AST (*aspartato*-aminotransferase). O grande afluxo destes ácidos diminui a depuração hepática de insulina, além de serem substâncias pró-inflamatórias, o que reflete o impacto da obesidade sobre a função do fígado (De Luca e Olefsky, 2008). Resultado de um estudo preliminar indicou que a falha na depuração, contribui para o risco de laminite ao alterar o metabolismo de carboidratos presentes na dieta (Frank, 2011). Este processo de lipotoxicidade parece similar em alguns casos, porém nem todo cavalo obeso possui hiperinsulinemia (Malazdrewich, 2005).

A síntese do cortisol endógeno constitui-se característica da síndrome metabólica equina (SME) e da doença de Cushing equina, sendo que o fator diferencial entre estas é a causa. A disfunção dos pares intermediários da pituitária é visto na doença de Cushing, enquanto que na SME, vê-se a obesidade, que pode ser influenciada por vários fatores, como genética, alimentação com alto teor energético e redução ou inatividade física que promoverá o aumento do cortisol a partir do colesterol proveniente do tecido

adiposo visceral (Jonhson, 2004; Rush, 2006).

A predisposição genética à obesidade pode estar envolvida com mutações gênicas, o que justificaria uma maior eficiência metabólica em muitos animais, nos quais o fornecimento de uma menor quantidade de calorias é suficiente para manter o peso corporal. Um possível gene envolvido em equinos é o receptor de melancortina-4(MC4R), que controla o consumo de ração, a sensibilidade à insulina e a adiposidade. Um estudo indicou que o polimorfismo de um único nucleotídeo deste gene seria o responsável pelo aumento da eficiência metabólica em equinos (Frank, 2011).

Estudos em pacientes humanos e animais de laboratório indicam que a presença de obesidade pode agravar a adesão plaquetária e leucocitária em processo de sepse ou outros estímulos inflamatórios (Singer e Granger, 2007), da mesma forma, em cavalos e pôneis com SME, um estado pró-inflamatório pode diminuir o limiar para a laminite (Geor, 2008).

A partir destas discussões, é claro que a obesidade ao gerar um estado de resistência à insulina, hiperinsulinemia, hiperglicemia, aumenta o risco de desenvolver laminite (Frank, 2011).

3.6-ENDOCRINOPATIAS

Nos dias atuais, várias hipóteses tentam explicar os mecanismos fisiopatológicos envolvendo distúrbios endocrinológicos associados à obesidade que resultam em laminite.

A síndrome metabólica é largamente estudada e caracterizada em humanos por um quadro de hipertensão arterial,

hiperglicemia, obesidade, resistência à insulina, hiperinsulinemia, micro-albuminúrica e diabetes *Mellitus* (Brandão et al., 2005; Hanley et al., 2005). A síndrome em equinos é um problema conhecido, mas não completamente entendido, sendo muitas vezes referido erroneamente, como hipotireoidismo e síndrome de Cushing (Johnson, 2008). Em 2002 Johnson propôs o termo Síndrome Metabólica Equina (SME) ou síndrome de Cushing periférica, para nomear a associação de alguns fatores, como o estado de obesidade, aumento da adiposidade (acúmulo de tecido adiposo localizado), hiperinsulinemia e resistência à insulina (RI) (Johnson, 2002; Frank, 2011; Souza et al., 2007).

Concentrações séricas reduzidas de hormônios sintetizados pela tireóide como a Tiroxina total (T4) em animais portadores da SME, pode gerar certa confusão no diagnóstico (Johnson, 2002), o que sugere avaliar a função da glândula tireóide por meio de dosagens séricas de seus hormônios (Frank et al., 2006). Para melhor consolidar a participação da tiroxina no desenvolvimento da síndrome, foi realizado um estudo com cavalos tireoidectomizados, porém não se observou desenvolvimento da síndrome como esperado (Frank, 2009).

A SME ocorre mais comumente em animais entre 8 e 18 anos e com acúmulo de tecido adiposo na borda do pescoço e base da cauda. O aumento de tecido adiposo abdominal também se faz presente em ambos os sexos. O acúmulo de tecido adiposo no prepúcio de cavalos castrados (Frank, 2011) e a dificuldade reprodutiva com anormalidade nos ciclos estrais de éguas (Johnson, 2008) são características comumente encontradas. O animal com SME podem apresentar sinais clínicos

recorrentes de laminite e infecções recidivantes (Johnson, 2002). Outros componentes que participam desta síndrome incluem a dislipidemia, alterações na concentração de adipocinas séricas, inflamação sistêmica e hipertensão arterial sazonal (Frank, 2011).

3.6.1- Hiperinsulinemia

Desde a descoberta da insulina em 1921, muitos esforços tem sido dedicados ao entendimento dos mecanismos moleculares de ação deste hormônio (Harber et al., 2001). A insulina é um hormônio pancreático de efeito anabólico importante na regulação do metabolismo da gordura, glicídeos, circulação e crescimento, tendo como função principal aumentar a velocidade de transporte da glicose para dentro das células musculares e do tecido adiposo (Trieber et al., 2005). Recentemente pesquisas têm se voltado para entender a ação da insulina na patogênese da laminite.

Receptores para insulina estão presentes em praticamente todos os tecidos dos mamíferos, mas suas concentrações podem variar desde 40 receptores nos eritrócitos circulantes até mais de 200.000 nas células adiposas e hepáticas (Harber et al., 2001).

É conhecido que os carboidratos hidrossolúveis presentes na alimentação são degradados em glicose no intestino delgado. Esta glicose rapidamente é transferida para a corrente sanguínea, por absorção, causando um estado normal de hiperglicemia (Kronfeld et al., 2005; Mauer, 2007).

A presença da glicose estimula a secreção de insulina pelas células β pancreáticas, e a ação da insulina inicia-se após sua ligação ao receptor na membrana plasmática. Por

difusão facilitada, a glicose entra na célula, com auxílio de proteínas de membranas específicas, como GLUT 1 e GLUT 4 (Hocquette e Abe, 2000; Frank, 2009). A insulina provoca a translocação das vesículas contendo as proteínas de membranas, que captam a glicose para o interior da célula (Raw, 2006; Frank, 2009). No cavalo e no ser humano a disfunção do transporte de glicose pela GLUT-4, está associada com a resistência à insulina tanto no tecido adiposo quanto no músculo esquelético, pois este transportador é o responsável pela captação de glicose nestes tecidos (Kronfeld et al., 2005).

O transporte de glicose para as células de mamíferos é essencial para a sobrevivência, sendo que a maior parte da glicose circulante é captada sem dependência da insulina por órgãos esplânicos, cérebro e tecido laminar, e uma pequena parte da glicose é utilizada em tecidos dependentes de insulina, principalmente a musculatura esquelética, e o tecido adiposo (Kronfeld et al., 2005).

Para manter a homeostase glicêmica é necessário o desenvolvimento de hiperinsulinemia momentânea sendo que o efeito resultante é a diminuição das concentrações da glicose, dos ácidos graxos e dos aminoácidos, além de promover a entrada desses constituintes nas células dos tecidos. Isto requer a capacidade adaptativa e de reserva da célula β . Quando há falha de tal adaptação à quantidade de insulina liberada pelo pâncreas em resposta a hiperglicemia é insuficiente, levando ao desenvolvimento da hiperglicemia e diabetes (Guyton e Hall, 2006).

A Diabetes *Mellitus* é uma endocrinopatia conhecida mundialmente, classificada em Tipo I e Tipo II, além de outros tipos

específicos e gestacionais (Reusch, 2011). Fatores ambientais, genéticos, idade, obesidade, condição de castração, inatividade física, administração de glicocorticóides e prostágenos desempenham um papel importante no desenvolvimento da doença. O Tipo II é o mais relatado ocorrendo por insuficiência das células β pancreáticas associada à redução da ação da insulina. O Tipo I é uma doença rara em animais. Fatores de desequilíbrio na captação de glicose periférica podem levar à intolerância à glicose e Diabetes. A diabetes está presente também em cavalos e está caracterizada por hiperglicemia persistente, com glicosúria em alguns casos, sendo tal condição mais comum do que se acreditava (Frank, 2011).

Em 1938 a participação do fígado na regulação da glicemia se tornou conhecida. Acreditava-se que o retorno da glicemia a valores basais após a administração endovenosa de uma dose de glicose era devido a uma descarga adicional de insulina que induzia uma deposição de glicogênio no fígado. Para se confirmar essa ação um estudo demonstrou que a administração contínua de uma dose pré-determinada de insulina após pancreatectomia resultou em diminuição da hiperglicemia alimentar indicando que a função de glicorregulação é do fígado e não do pâncreas após uma liberação adicional de insulina. Assim se conhece a contribuição autônoma regulatória do fígado em diminuir a glicemia (Raw, 2006).

Supõe-se que a hiperinsulinemia resulte de um aumento na secreção de insulina pancreática em resposta compensatória a diminuição da sensibilidade à insulina, quando não ocorre este mecanismo compensatório, a secreção de insulina em

resposta a resistência à insulina é inadequada resultando em maior concentração de glicose sérica (Raw, 2006). Esta situação tem sido descrita em pôneis com laminite clínica, e deve ser suspeitada sempre que a hiperglicemia é detectada em um animal com características físicas de SME (Orsini et al., 2009).

A laminite induzida em pôneis através da infusão de insulina em uma taxa suficiente para provocar hiperinsulinemia persistente mantendo a concentração de glicose no sangue dentro da taxa de normalidade (Geor e Harris, 2009) determinou a toxicidade da insulina como um mecanismo pelo qual a hiperinsulinemia aumenta o risco de laminite (Asplin et al., 2007). Recentemente um estudo similiar foi realizado em cavalos de corrida, visando analisar lesões qualitativas como quantitativas no tecido laminar, em diferentes tempos após a indução da hiperinsulinemia (6,12 e 24 horas). Após o início da indução detectou o aumento da proliferação celular nas laminais epidérmicas secundárias (SEs), infiltração de um pequeno número de leucócitos e os danos na membrana basal ocorreu em 24 e 48h. Algumas lesões foram progressivas como alongamento das laminais secundárias epidérmicas ao longo deste período de tempo (de Laat et al., 2012).

Receptores de insulina estão presentes no ambiente da vasculatura digital sugerindo que em cavalos, como em outras espécies, a insulina participa na regulação da resposta vascular periférica (Frank, 2009). Estudos em humanos demonstram que o endotélio vascular é sensível à ação da insulina, e que responde com ambas as vias vasodilatadoras e vasoconstritoras (Orsini et al., 2009). No processo de vasodilatação, existe um aumento do fluxo sanguíneo para o músculo

e outros tecidos, o que não impede a lesão por hipóxia e isquemia nos tecidos periféricos, incluindo nervos, sendo que este mecanismo conhecido como neuropatia diabética, caracteriza-se por transtorno circulatório e ulceração dos pés em humanos (Orsini et al., 2009).

Nos equinos a insulina estimula a produção de óxido nítrico sintetase e ativa a liberação de endotelina-1 (ET-1), um potente vasoconstritor (Frank, 2011). Em estado de resistência à insulina, as vias que levam a ativação do vasodilatador óxido nítrico, PI-3K (fosfatidilinositol 3-cinase), são bloqueadas enquanto a função vasoconstritora permanece funcional ou mesmo superestimada, pela via MAPK (mitogen activated protein kinase). O resultado deste desequilíbrio contribui para ativação plaquetária e adesão de leucócitos à parede vascular (Eades et al., 2007, Frank, 2009).

Allen e colaboradores (1990) levantaram a hipótese de que os equinos desenvolvem a síndrome compartimental no casco durante o estágio prodromico da laminite, que resulta em isquemia laminar, devido à redução do fluxo sanguíneo decorrente da abertura das anastomoses arteriovenosas na altura da banda coronária (Allen et al., 1990). A lâmina digital entra em processo de necrose após isquemia prolongada, resultando na separação das interdigitações entre lâminas dérmica e epidérmica, deslocamento da falange distal e rotação (Baxter, 1986).

Asplin e colaboradores (2007) teorizaram que alterações hemodinâmicas dentro do dígito, associadas à hiperinsulinemia prolongada, contribuem para hipóxia lamelar, super ativação da atividade das MMPs e, por fim, insuficiência laminar (Asplin et al., 2007). Uma hipótese

alternativa é da ação direta da insulina sobre a atividade das MMPs no tecido laminar, já que a insulina aumenta a expressão de MMP-9 e atividade dos monócitos em humanos (Geor e Frank, 2009) e que a exposição à hiperinsulinemia por quatro horas aumentou a atividade de MMP-2 e MMP-9 no tecido da aorta de ratos em oito e treze vezes respectivamente (Boden et al., 2008).

Neste contexto, deve-se observar que a média dos valores na concentração de insulina alcançados em pôneis saudáveis no estudo de Asplin et al. (2007a) excede em muito as concentrações detectadas em cavalos examinados. No entanto, o grau de hiperinsulinemia necessário para induzir a laminite pode ser menor em animais com doenças crônicas, insulinoresistentes e portadoras de outras condições que possam contribuir para o aumento da susceptibilidade, como disfunção endotelial e estado pró-inflamatório. A indução de laminite por esse mecanismo pode explicar sua ocorrência em animais susceptíveis e pôneis mantidos em pastos ricos em carboidratos não estruturais ou alimentos com altos teores de hidratos de carbono. Se a resistência à insulina e a hiperinsulinemia alteram a dinâmica vascular e função endotelial, então pode ser mais difícil para o animal tolerar condições que iniciam uma resposta inflamatória sistêmica (de Laat et al., 2010).

3.6.2 - Resistência à Insulina

A resistência à insulina (RI) em equinos pode ser descrita como uma redução na ação da insulina em seus receptores teciduais, que poderia ser resultado de fatores genéticos, gestacionais ou ambientais, contudo a causa

primária em equinos ainda é pouco conhecida (Kronfeld, 2005).

Em termos conceituais a resistência à insulina define-se como uma situação em que a resposta biológica é insuficiente, sendo ela endógena ou exógena. O fígado e as células musculares ou adipócitos se tornam insensíveis à ação da insulina. Os mecanismos pelo qual a RI pode ocorrer incluem a redução ou insensibilidade da insulina na superfície da célula, o mau funcionamento dos receptores de insulina nos tecidos, alteração funcional de proteínas responsáveis pela passagem da glicose intracelular (Frank et al., 2006), ou ainda a sua ineficiência devido à interrupção do metabolismo da glicose dentro da célula (Johnson, 2002; Annandale et al., 2004).

Anticorpos anti-insulina ou uma menor quantidade de insulina liberada podem alterar a concentração de insulina antes da ligação aos receptores nas células. Erros no receptor de insulina ou a falha de sinalização via membrana celular são outras possibilidades (Kronfeld et al., 2005). Uma diminuição da resposta nas células sensíveis à insulina altera a sinalização a tecidos normalmente não afetados levando a hiperinsulinemia (Treiber et al., 2005).

Em um estudo realizado por Treiber e colaboradores em 2005 utilizando animais de raça PSI desmamados e alimentados com rações contendo altas concentrações de carboidratos não estruturais, observou-se um aumento na secreção de insulina para compensar a alta concentração de glicose, e a sensibilidade à insulina diminuiu, provavelmente pelo resultado no desenvolvimento de resistência à insulina (Treiber et al., 2005).

A ideia de que a RI aumenta o risco da laminite não é recente, pois há mais de 25 anos estudos relataram a insensibilidade à insulina em pôneis. O mecanismo que desencadeia episódios de laminite em pôneis e cavalos resistentes a insulina ainda não é totalmente conhecido (Treiber et al., 2005; Carter et al., 2009), pesquisadores suspeitaram de uma dificuldade na habilidade do epitélio lamelar em usar a glicose (Eades et al., 2002).

O metabolismo do tecido laminar é aeróbico sendo que a glicose é a base do seu substrato energético, possuindo em repouso um consumo que excede ao do cérebro e das células incapazes de armazenar glicogênio (French e Pollit, 2004). Inicialmente acreditava-se que a dificuldade em disponibilizar glicose para as células lamelares, poderia estar relacionada ao uso exacerbado da GLUT-4 devido aos excessos alimentares, tornando a molécula resistente à insulina, o que aumentava a necessidade de uma concentração muito maior para sua ativação (Asplin et al., 2011).

Pesquisas *in vitro* demonstraram que em situações onde haja um comprometimento no consumo de glicose pelas células do tecido laminar, ocorre a separação na junção dermo-epidermal, similarmente ao que ocorre na laminite *in vivo*, sugerindo que a laminite possa ocorrer como nos casos de Síndrome de Cushing, doenças inflamatórias agudas, septicemia, terapia com corticosteróides, obesidade, hiperlipemia, e isquemia (Pass et al., 1998; French e Pollit, 2004).

Contudo, estudos mais recentes concluíram que os transportadores responsáveis pela captação basal de glicose independente de insulina no estojo córneo eram do tipo GLUT-1. A partir disso, a hipótese de que a

laminite estaria associada à hiperinsulinemia pelo inapropriado uso da glicose pelas células lamelares, foi rejeitada, sendo reforçada pela não comprovação da proteína transportadora de glicose GLUT-4, no tecido laminar. A ligação derme-epiderme lamelar de fato demanda uma alta quantidade de glicose, mas independente de insulina, ficando vulneráveis as interrupções do suprimento de glicose, como pode ocorrer durante prolongados períodos de isquemia (Asplin et al., 2011).

As somatomedinas ou IGFs (Insulin-like growth factor) são hormônios que vêm sendo estudados na tentativa de desvendar o fator inicial da laminite pela hiperinsulinemia. Possuem uma estrutura molecular funcionalmente semelhante à insulina por aumentar a captação de glicose e aminoácidos pelas fibras musculares (Gomes, 1998; de Laat et al., 2011). No tecido muscular se relacionam com receptores específicos, enquanto que no tecido adiposo sua inespecificidade permite sua ligação aos receptores de insulina (Gomes, 1998), o que contribui para um aumento na resistência à insulina. Da mesma forma a insulina em altas concentrações, poderá se ligar ao receptor de IGF-1R presente nos músculos de forma abundante (Gomes, 1998; de Laat et al., 2011).

A ligação de IGF-1 aos receptores de insulina durante a hiperinsulinemia, sugere o papel deste hormônio na patofisiologia da laminite endócrina. Determinar sua capacidade em induzir laminite ou não, explicará o mecanismo da laminite induzida por insulina (de Laat et al., 2011).

Receptores de insulina e de IGF-1 são expressos no tecido laminar de todos os cavalos, e estão diminuídos em cavalos hiperinsulinêmicos, indicando uma super

estimulação de ambos os receptores em caso de excesso de insulina circulante. A ligação de IGF-1 ou insulina ao receptor IGF-1R, promove um aumento na taxa de proliferação celular e redução da taxa de apoptose, o que contribuiu para sobrevivência das células, um potencial mecanismo no auxílio preservativo das SELs. Mesmo com todos estes resultados, os autores não creditam muita utilidade no IGF-1 na gestão da doença (de Laat et al., 2011). No entanto, em humanos o bloqueio do receptor vem sendo testado na terapia adjuvante contra o câncer e o entendimento sobre o papel do IGF-1R na doença, pode futuramente ser útil na gestão de laminite endócrina (Maurer, 2007).

4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO CORPORAL E ADIPOSIDADE EM EQUINOS

4.1 AVALIAÇÕES SUBJETIVAS DA CONDIÇÃO CORPORAL

Em sua evolução, os cavalos aumentaram de tamanho e ganharam peso, mas conservaram em geral seu deslocamento rápido. Deixaram de ser animais selvagens que pastavam de forma frequente durante aproximadamente 65% do tempo (Richards et al., 2006), e passaram a ser domésticos, submetidos ao confinamento na maior parte do tempo (Sampaio, 2007). Com esta mudança imposta pelos seres humanos, seus hábitos alimentares também sofreram adaptações, sendo que a dieta passou a ser constituída também de alimentos concentrados (Maurer, 2007).

Por passarem grande parte do dia confinado, e com redução na atividade de equitação, a quantidade diária de energia ofertada, muitas

vezes são bem superiores aos níveis requeridos para manutenção (Maurer, 2007). Na maior parte, os casos de obesidade estão associados ao desequilíbrio entre ingestão e gasto energético (Ciolac e Guimarães, 2004; Gow, 2010).

O gasto energético diário é composto por três grandes componentes; a taxa metabólica de repouso que pode ser definida como a necessidade energética para manter os processos vitais básicos, atividade física e por último, mas não menos importante, a termogênese alimentar. A inclusão de exercícios na rotina é um dos grandes incentivadores na redução do peso em humanos, pois a maioria das pessoas consegue gerar taxas metabólicas que são 10 vezes maiores que os seus valores em repouso (Ciolac e Guimarães, 2004).

Estudos que demonstram vários efeitos benéficos após a introdução de exercícios na rotina diária, afirmam que os níveis de insulina diminuem e a sua sensibilidade aumenta, além de exercer benefícios sobre a pressão arterial em indivíduos de todas as idades, onde o alto nível de atividade física diária é proporcional a menores níveis de pressão arterial em repouso. Outro efeito benéfico da atividade física está sobre o perfil de lipídios e lipoproteínas, indivíduos ativos fisicamente apresentam maiores níveis de HDL colesterol e menores níveis de triglicérides, LDL e VLDL colesterol, comparados a indivíduos sedentários (Ciolac e Guimarães, 2004).

Geor et al. (2002) examinaram os efeitos dos exercícios realizados de forma intensa em cavalos de corrida e os resultados indicaram que, em seis semanas de exercícios moderados, a concentração de glicose circulante diminuiu. O estudo realizado por Powell et al. (2002), confirmou este achado,

pois éguas magras de diferentes raças expostas a um curto período de exercícios de baixa intensidade, mostraram aumento da sensibilidade à insulina em 48% dos casos. No mesmo estudo, éguas obesas resistentes à insulina, mostraram sensibilidade à insulina em 60% dos casos.

Exercício em esteira com uma intensidade moderada durante oito semanas aumentou a sensibilidade à insulina em cavalos Árabes saudáveis. Já, em pôneis hiperinsulinêmicos, seis semanas de exercício melhorou significativamente a sensibilidade à insulina. O exercício provavelmente é a maneira mais eficiente para reduzir o risco de resistência à insulina em cavalos saudáveis (Ciolac e Guimarães, 2004; Maurer, 2007; Gow, 2010).

Um sistema de avaliação do escore de condição corporal (ECC) desenvolvido por Henneke e outros pesquisadores (1983) permitiu estimar o tecido adiposo armazenado por meio de um sistema de pontuação, baseado em avaliações visuais e da adiposidade regional palpável em certas áreas do corpo dos cavalos conforme descrito em bovinos de corte (Gentry et al, 2002).

O ECC é um método simples que não demanda equipamentos e estima o tecido adiposo corporal e, conseqüentemente, a quantidade de energia armazenada no corpo do animal (Henneke et al., 1983).

Após avaliação visual e palpação do tecido adiposo em seis locais do corpo, incluindo o pescoço, cernelha, dorso, base da cauda, costelas e área caudal da escápula, é então atribuído o escore de condição de cada animal. Estes pesquisadores desenvolveram uma escala que varia de 1 até 9 pontos, onde 1 é o animal excessivamente magro e 9 o

animal excessivamente obeso (Henneke et al., 1983).

Esse método, quando devidamente aplicado, não é influenciado pelo tamanho, conformação, perímetro torácico, altura ou estágio fisiológico dos animais, pois há correlação positiva entre ECC e porcentagem de gordura corporal, confirmando a hipótese de que esse sistema considera o animal como um todo e não apenas medidas individuais. Embora este sistema seja uma estimativa da adiposidade aparente é uma avaliação subjetiva, não sendo útil para diferenciar a adiposidade regional (Henneke et al., 1983).

Carter e colaboradores em 2009 sugeriram uma maneira de avaliar a adiposidade através do alargamento de tecido adiposo na região do pescoço, por ser uma manifestação comum da adiposidade regional, usando uma escala de 0 a 5 pontos, em que os escores de 3 ou mais são frequentemente detectado em cavalos ou pôneis com SME. Para avaliar o progresso das medidas, pode-se também mensurar a circunferência do pescoço através da distância ao longo de uma linha a partir da nuca até o aspecto cranial da cernelha (x) e medindo a circunferência do pescoço em 3 pontos equidistantes (25% de x, 50% de x, e 75% do valor da distância). Os valores contidos no terceiro ponto (75% da distância de x) é o que melhor relatou a diminuição da adiposidade regional do pescoço (Frank et al., 2006).

Grupos de estudos sugerem que a adiposidade regional em equinos e pôneis, especialmente no tecido adiposo depositado ao longo do bordo superior do pescoço “cresty neck”, tem-se correlacionado com estados metabólicos alterados, incluindo a resistência à insulina e um maior risco de

apresentarem laminite (Johnson, 2002; Treiber et al., 2006; Frank, 2009).

4.2 - ÍNDICES DE MASSA CORPORAL

O uso de outros métodos para medições da obesidade pode ser útil na avaliação clínica. Em medicina humana, medidas morfométricas como índice de massa corporal (IMC) e relação cintura / quadril são utilizados para a avaliação da adiposidade global e regional respectivamente (Ciolac e Guimaraes, 2004; Donaldson et al., 2004).

O IMC é um método reconhecido pela Organização Mundial de Saúde, e pode indicar com boa acurácia a classificação de peso do indivíduo (Muller et al., 2008). O método quando aplicado a cavalos (estimado em $\text{peso [kg] / altura [m]}^2$) possui uma correlação moderada entre este índice e o ECC. Em medicina veterinária, este método está disponível para cães (Muller et al., 2008) e equinos (Donaldson et al., 2004), mas há pouco uso destes índices morfométricos para avaliação da adiposidade em animais. O uso do IMC segundo Donald et al. em 2004 classifica os cavalos nas seguintes categorias: $\text{IMC} < 200$ = cavalos magros; IMC entre 200 a 220 = cavalos com sobrepeso; $\text{IMC} > 220$ = cavalos obesos. Em seres humanos, a medição da circunferência realizada na cintura, é o melhor indicador no acúmulo de tecido adiposo abdominal do que o IMC, a utilização de métodos conjuntos auxilia na determinação da adiposidade abdominal, pois é conhecida sua correlação com o risco de diabetes e doenças cardiovasculares (Lee et al., 2006; Muller et al., 2008).

4.3 AVALIAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL ATRAVÉS DO EXAME ULTRASSONOGRÁFICO

Estudos recentes em medicina humana demonstraram uma forte associação entre adiposidade subcutânea abdominal e resistência à insulina, sendo a tomografia computadorizada o método de escolha para a quantificação da adiposidade visceral. Devido ao seu alto custo, além da emissão de radiação, tal método tem sido substituído pela ultrassonografia que se mostrou também efetivo (Zardo et al., 2011).

Henneke e colaboradores desenvolveram um estudo em éguas para correlacionar condição corporal com medidas ultrassonográficas realizadas em regiões ricas em tecido adiposo subcutâneo como base da cauda, costelas, garupa e cernelha, sendo que houve maior correlação entre escore corporal e acúmulo de tecido adiposo na inserção da cauda (Henneke et al., 1983). Gentry et al. (2004) também avaliaram esta correlação em éguas com alto escore corporal, e observaram principalmente um aumento da espessura do tecido adiposo na inserção da cauda, concordando com o sistema de avaliação corporal desenvolvido por Henneke et al. (1983).

A avaliação do ECC foi desenvolvida para éguas em reprodução, mas segundo Oliveira et al., (2011) sua aplicação em equinos atletas correlaciona-se significativamente com o percentual de gordura corporal estimado pela espessura do tecido adiposo subcutâneo na inserção da cauda (Oliveira et al., 2011). Westervelt et al. (1976); Kane et al. (1987) e Frank et al. (2006) também concluíram que a mensuração da espessura da adiposidade na inserção da cauda é

adequada para prever o aumento de tecido adiposo corporal.

O tecido adiposo pode se depositar em vários compartimentos do corpo em casos de obesidade, quando no abdome se depositam no omento, vísceras como o fígado, bem como na região retroperitoneal, incluindo a região perirenal (Zardo et al., 2011). O estudo de Packer et al., (2010) mostrou que em equinos a adiposidade retroabdominal tem alta correlação com o aumento do IMC e a expressão de genes para leptina. Assim, a quantificação do tecido adiposo retro abdominal e, principalmente, o visceral, são importantes na identificação de indivíduos com maior risco para o desenvolvimento da síndrome metabólica (Zardo et al., 2011).

A ultrassonografia demonstra ser um método confiável nas mensurações de tecido adiposo subcutâneo e abdominal visceral sendo que o acúmulo nestas regiões possui alta correlação com os fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e endócrinas (Packer et al., 2010).

5- MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO

A extraordinária descoberta de Roentgen possibilitou um dos maiores avanços na história da medicina. A tecnologia dos raios X possibilitou o exame de diversas estruturas, em especial o tecido ósseo e atualmente auxilia no diagnóstico de variadas patologias de forma rápida e precisa utilizando imagens.

Os raios X são emissões eletromagnéticas, semelhantes aos raios de luz visíveis, estando sujeitos aos fenômenos da refração,

reflexão, difração, polarização e interferência. Cada tecido depende da velocidade do feixe e da energia armazenada (massa e velocidade). Não há uma padronização para exames radiográficos, o que se considera é o conjunto de informações que se busca em cada exame (Eustace e Cripps, 1998; Redden, 2007).

A estrutura óssea do dígito é cercada por uma camada densa cornificada, cuja espessura e conteúdo de água afetam detalhes radiográficos dos ossos e tecidos moles. Diversos fatores podem afetar a qualidade da imagem como o posicionamento do feixe primário, o foco do feixe sobre a área de interesse e o posicionamento do cassete em relação ao feixe em todos os pontos de vista. A imagem pode sofrer distorção sempre que o filme não for posicionado de forma perpendicular ao feixe além de sofrer ampliação de acordo com a distância do filme, portanto fazer uso de marcadores radiopacos com medidas pré-estabelecidas além de ajudar a delinear a parede dorsal do casco, serve de referência para se excluir o fator ampliação no momento da avaliação da imagem (Redden, 2007). Cada feixe cria uma imagem ligeiramente diferente em relação ao ângulo de entrada e saída, o que requer uma atenção especial deste ângulo no momento do exame. (Butler et al., 2000).

5.1. MEDIDAS RADIOGRÁFICAS QUE AVALIAM A MUDANÇA DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO

Na laminite aguda a histopatologia mostra claramente um aumento progressivo da distância entre as laminas dérmicas e

epidérmicas resultado da destruição da membrana basal (Pollitt, 2008). Em imagens radiográficas, observa-se um aumento na distância entre a parede dorsal do casco e o córtex dorsal da falange distal. Inicialmente a mudança é pequena, mas pode progredir rapidamente para uma separação mensurável em milímetros. Radiografias de boa qualidade, documentando o posicionamento da falange distal dentro do estojo córneo, fornecem informações importantes devendo ser parte do processo no diagnóstico e prognóstico da laminite (Butler et al., 2000). Pequenas variações individuais e raciais devem ser consideradas no momento da interpretação radiográfica (Butler et al., 2000; Redden, 2003).

5.1.1 - Larguras da zona dorsal

A largura da zona dorsal (HL) se refere à distância entre a superfície dorsal da falange distal e a superfície externa da parede do casco, podendo ser medida em qualquer lugar ao longo da face dorsal da falange distal. Uma boa imagem radiográfica lateral pode facilmente identificar a área radiopaca linear contendo a zona do casco e a zona laminar que são responsáveis por quantificar esta largura (Redden, 2003).

Os sinais radiográficos precoce de laminite incluem o aumento desta zona que deve ser menor que 18 mm (Redden, 2003; Stashak, 2006; Pollitt, 2008). Em equinos adultos, esta distância deve possuir valores iguais para medidas proximais como distais, já no equino imaturo, o valor proximal pode ser maior do que o valor distal. Diferenças raciais devem ser consideradas no momento da interpretação do exame radiográfico, bem como fatores de ampliação, para se evitar diagnósticos errôneos. Cavalos das raças

Quarto de Milha e Puro Sangue Inglês, bem como a maioria das outras raças de cavalos de origem Lusitana possuem valores entre 15 e 16 mm, para Standardbreds esta distância pode se apresentar um pouco maior tendo em média 20 mm, já para Warmbloods esta distância dependerá do tamanho do dígito, a grande maioria se encontra entre 15 e 16 mm (Butler et al., 2000; Redden, 2003).

Outra forma de quantificar esta distância é através da medida do comprimento palmar da falange distal (medida desde a ponta distal da falange até sua articulação com o osso sesamóide distal), onde os valores devem ser menores que 30% (Stashak, 2006; Pollitt, 2008).

No momento da leitura e interpretação radiográfica, a ampliação destas áreas, pode fornecer informações valiosas para diagnósticos e prognósticos. A avaliação da largura de cada zona é importante, pois estas podem se alargar em várias condições, a exemplo da zona laminar que se amplia em casos de laminite e a zona do casco na presença da doença da linha branca, além disto, o acúmulo de exsudato inflamatório ou gás alteram a radiodensidade do tecido bem como sua espessura (Stashak, 2006; Redden, 2009).

5.1.2 - Processo Coronário-Extensor

À distância do processo Coronário-Extensor (CE) permite quantificar a distância da banda coronária até os limites proximais da parte superior do processo extensor da falange distal (Stashak, 2006).

Quando ocorre a falha do aparato de inserção laminar, a falange distal se direciona distalmente e verticalmente dentro da cápsula do casco, sendo apropriadamente

chamado de “sinking” ou afundamento (Eustace, 1989; Pollitt, 2008). Um método radiográfico específico ainda não foi totalmente estabelecido, por isto usar do artifício de um marcador radiopaco na cápsula do casco pode auxiliar no momento da interpretação (Stashak, 2006). Valores entre -2 e 10 mm foram considerados por pesquisadores dentro da normalidade, respeitando um limite máximo de 15 mm (Eustace e Cripss, 1998; Redden, 2003).

O afundamento pode não estar presente na fase aguda da laminite, portanto este achado sozinho não servirá de parâmetro para o diagnóstico, mas quando o aspecto opaco observado na radiografia acompanha a depressão na faixa coronária, pior será o prognóstico (Eustace e Cripss, 1998) e quando acompanhado da rotação sua avaliação se torna mais difícil (Starshak, 2006).

5.1.3 - Rotação da falange distal

A rotação de falange é classificada pela perda do paralelismo da falange em relação à parede dorsal do casco, sua avaliação necessariamente requer uma subtração entre dois ângulos; ângulo da falange menos ângulo do casco em relação ao solo (Eustace e Cripss, 1998).

O desenvolvimento de um processo inflamatório laminar em conjunto com as forças de contração do tendão flexor digital profundo (TFDP), pode originar a mudança de direção da falange em direção à sola (Stashak, 2006). O método convencional de identificação e quantificação desta rotação pode ser impreciso, pois a correção da angulação pelo casqueamento pode reduzir a evidência, além disto, o inchaço da região

laminar ocorre muitas vezes sem a presença de rotação (Redden, 2002).

A média da rotação palmar aceitável na atualidade é relatada como sendo de 0,5 a 4 graus (Stashak, 2006). Animais conseguem compensar pequenos graus de rotação, cavalos com menos de 5,5 graus de rotação retornam sua função atlética, já os que possuem graus de rotação maiores que 11,5 apresentam queda em seu desempenho e tendem a permanecer claudicante (Sticks et al., 1982). A avaliação desta medida deve considerar sinais clínicos envolvidos, como outros achados radiográficos para determinar o prognóstico da doença, Hunt (1993) considerou que quanto maior a gravidade da claudicação pior o prognóstico para os casos de laminite.

Eustáquio e Caldwell (1989) demonstraram que animais com graus de rotação maiores do que os limiares sugeridos de 11,5 graus podem recuperar de forma total sua função atlética se eles forem tratados de forma imediata, utilizando uma ferradura em forma de coração e da técnica de ressecção da parede dorsal da muralha do casco.

5.1.4 - Ângulo Palmar

O ângulo palmar é obtido após traçar uma linha reta ao longo da superfície palmar (plantar) da falange distal ligando a outra linha ao longo da superfície do solo, ou seja, é o ângulo que a base do casco tem com o solo (Floyd, 2007). De uma forma usual o ângulo palmar deveria ter um valor de zero, indicando que a borda da falange distal é paralela à superfície do solo, mas valores até oito graus são aceitáveis (Meriam, 2006). Em casos de patologias onde ocorre a perda deste paralelismo este ângulo pode variar de

um valor negativo de 10 graus (rotação dorsal grave, quando as asas da falange se encontram mais baixas do que o seu ápice), até 45 graus positivos em casos crônicos de laminite (Redden, 2010).

Mudanças nos valores de referência podem ocorrer decorrentes da idade, raça e uso de cada animal, portanto, não possui um valor fixo de referência e sim sugestivo, tendo que ser avaliado de forma individual (Redden, 2002).

Na presença de uma rotação dorsal, ocorre o esmagamento dos túbulos presentes na parte posterior do casco dos animais submetidos a uma carga excessiva no talão, resultando em dobra e colapso da almofada digital (Redden, 2010). A presença desta condição tem como consequência alteração na marcha e no desempenho, além de predispor a doenças no osso navicular (Meriam, 2006; Redden, 2010). Danos na região laminar podem precipitar a rotação da falange distal em torno do seu eixo, devido à força de alavanca realizada pelo TFDP, á medida que ocorre a rotação do casco em relação à falange distal, o ângulo palmar aumenta (Redden, 2002).

5.1.5- Ângulo do casco

O ângulo do casco é formado pela parede dorsal do casco e sua superfície solear e quando há uma simetria na distribuição de peso médio-lateral considera-se que um casco está equilibrado (Balch et al., 1997) Valores entre 45° a 50° são considerados normais para membros torácicos e 50° a 55° para os membros pélvicos (Stashak, 2006). Tradicionalmente o ângulo da pinça deve ser o mesmo dos talões, e o comprimento dos talões deve ter uma relação aproximada de 1:3 com o comprimento da pinça (Turner, 1993).

A avaliação do casqueamento e ferrageamento deve fazer parte de todos os exames de claudicação executados pelo Médico Veterinário. O fato dos membros não estarem corretamente balanceados resulta em apoio desequilibrado do peso do animal o que gera claudicação intermitente, podendo provocar lesão nas lâminas do casco (Canto, 2004). O ângulo depende fundamentalmente da conformação do animal, do tipo de trabalho e terreno que estão submetidos, podendo sofrer variações (Turner, 1993).

CAPÍTULO 2: ESTUDO RADIOGRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE FALANGE DISTAL E ESTOJO CÓRNEO E SUAS CORRELAÇÕES COM OBESIDADE E LAMINITE EM EQUINOS DE PATRULHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A perda da interdigitação laminar pode ser resultado de inúmeros fatores que provoquem falha do paralelismo da falange distal em relação ao estojo córneo. A força de alavanca do TFDP associado ao excesso de peso pode provocar mudança do eixo da falange distal em relação ao estojo córneo, quando se tem a destruição dos tecidos laminares. As mudanças ocorridas nas lâminas epidérmicas e dérmicas são facilitadoras da rotação ou afundamento da falange distal dentro do estojo córneo (Stashak, 2006).

Para diagnóstico de laminite em animais obesos é imprescindível avaliar de forma completa o histórico do animal desde os hábitos alimentares, programa de treinamento e casqueamento, doenças prévias e alterações endócrinas. Na anamnese é importante considerar raça, escore corporal, excesso de tecido adiposo regional, sendo que animais suspeitos devem ser confrontados por testes laboratoriais, ou seja, o diagnóstico é fundamentado nos achados clínicos associados aos exames laboratoriais.

Na atualidade, casos de laminite associados à obesidade têm sido relatados, em diversas raças de equinos, como forma frequente desta doença em países desenvolvidos. Ao contrário da laminite aguda, associada a casos de trauma e sepse, a laminite por obesidade se desenvolve de forma vagarosa, sem sinais clínicos evidentes. Em muitos desses casos, rotação acentuada da falange distal já é observada em equinos com histórico ou sinais de obesidade e adiposidade localizada no dorso do pescoço, cuja principal queixa é apenas claudicação leve em um ou ambos os membros torácicos. Assim, identificar pequenas mudanças entre a falange distal e a parede dorsal do casco por meio de medidas radiográficas, poderá auxiliar no diagnóstico de laminite, quando a mesma for relacionada à obesidade.

Com o intuito de observar uma possível correlação entre obesidade e alterações no posicionamento da falange distal dentro do estojo córneo, realizou-se um estudo radiográfico dos dígitos torácicos, além de identificar sinais de adiposidade regional, em equinos do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar de Minas Gerais (RCAT).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1- SELEÇÕES DE AMOSTRAS E MANEJO ALIMENTAR

O presente utilizou uma amostra de 55 cavalos utilizados no patrulhamento de Belo Horizonte, com faixa etária de 10 a 20 anos, sendo 26 machos e 29 fêmeas, de diferentes raças, sendo na sua maioria Crioulo e Brasileiro de Hipismo. Informações foram obtidas quanto ao histórico médico e todos os animais eram submetidos ao mesmo manejo alimentar, conforme descrito no Quadro 1. A jornada de trabalho é realizada por escala de 12 x 36 (doze horas em patrulhamento urbano, seguido por trinta e seis horas de descanso), durante todo o ano.

Quadro 1: Manejo alimentar realizado no Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes para os animais de patrulhamento

Alimentação	Madrugada	Manhã
Feno 6 kg/dia	2:00	9:00
Concentrado 4 kg/dia	3:00	9:00

2.2- MODELO EXPERIMENTAL

O estudo se desenvolveu em duas etapas, inicialmente nas dependências do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais em seguida no Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes (RCAT), da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

2.3- CLASSIFICAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL E ADIPOSIDADES

Conforme exposto no Quadro 2, a caracterização da composição corporal foi determinada por meio de um escore para condição corporal (ECC) em seis locais distintos (pescoço, cernelha, dorso, costelas, região escapular e inserção da cauda). O ECC para equinos vai de 1 a 9 sendo que o escore 1 classifica os animais em extremamente magros e 9 em animais extremamente obesos, conforme descrito por Henneke et al. (1983). Tal classificação foi realizada por dois avaliadores, que utilizaram os mesmos critérios na intenção de diminuir a possibilidade de erros.

Para avaliar a adiposidade regional utilizou-se a metodologia sugerida por Carter e colaboradores, onde quantifica o acúmulo de tecido adiposo na região dorsal do pescoço (conhecido por termos zootécnicos como crineira ou bordo superior) através de um escore (EP) que variade 0 a 5 (Quadro 3 e Figura 1). Carter e colaboradores também sugerem medidas para determinar o local de maior acúmulo desta adiposidade no pescoço por meio de um método (Figura 2) que obtém a medida do comprimento do pescoço com o auxílio de uma fita métrica a partir da nuca até o aspecto cranial da cernelha, bem como medidas de circunferência em três pontos determinados (25%, 50% e 75% em relação à medida do comprimento do pescoço), sendo que é importante atentar para o posicionamento da cabeça (aproximadamente 45°) e a restrição dos movimentos (Frank et al., 2006)

Quadro 2: Escala de pontuação que classifica a condição corporal de equinos por meio de escores segundo Hennek et al. (1983).

Escore	Descrição
1 Emaciada	Processo espinhoso, costelas, inserção da cauda, íleo e ísquio proeminentes. Estruturas ósseas da cernelha, espádua e pescoço facilmente visíveis. Não se observa presença de tecido adiposo em nenhuma parte do corpo do animal.
2 Muito Magra	Tecido adiposo cobrindo a base dos processos espinhosos. Extremidades dos processos transversos das vértebras lombares arredondadas. Costelas, inserção da cauda, íleo e ísquio proeminentes. Estruturas ósseas da cernelha, escápula e pescoço menos visíveis.
3 Magra	Tecido adiposo cobrindo a metade dos processos espinhosos. Processos transversos das vértebras lombares não são palpáveis. Pouco tecido adiposo recobrimo as costelas. Processo espinhoso e costelas facilmente visíveis. Inserção da cauda proeminente, porém, as vértebras não são visíveis. Íleo e ísquio arredondados, porém ainda visíveis. Estruturas ósseas da cernelha, escápula e pescoço menos visíveis.
4 Moderadamente Magra	Espaço entre as costelas visíveis. Tecido adiposo pode ser palpável na inserção da cauda e sua proeminência dependendo da conformação do animal. Íleo e ísquio não são visíveis. Estruturas ósseas da cernelha, escápula com alguma cobertura de tecido adiposo.
5 Moderada	Costelas não são visíveis, porém, facilmente palpáveis. Tecido adiposo na inserção da cauda se torna mais espesso. Cernelha arredondada pela deposição de tecido adiposo sobre o processo espinhoso. Escápula e pescoço se tornam um plano único no corpo do animal.
6 Moderadamente boa	Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Tecido adiposo cobrindo as costelas começando a ser depositado atrás e sobre a espádua e pescoço, mais espesso na inserção da cauda.
7 Boa (“carnudo”)	Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Costelas podem ser palpáveis individualmente, com depósito de tecido adiposo entre elas. Tecido adiposo mais espesso na inserção da cauda e depositado atrás e sobre a escápula e pescoço.
8 Gordo	Depressão ao longo do dorso/lombo. Costelas são difíceis de serem palpadas. Pescoço espesso. Tecido adiposo na inserção da cauda torna-se muito espesso. Área ao redor da cernelha e atrás da escápula com bastante tecido adiposo bem como na parte interna e posterior dos membros pélvicos do animal.

9 Extremamente gordo	Depressão evidente ao longo do dorso/lombo. Acúmulo de tecido adiposo sobre as costelas, na inserção da cauda, atrás da escápula e pescoço, formando dobras na pele. Acúmulo de tecido adiposo na parte interna e posterior dos membros pélvicos do animal.
-------------------------	---

Quadro 3: Escala de pontuação que classifica a adiposidade regional do pescoço de equinos por meio de escores segundo Frank, 2009.

Sistema de escore do bordo superior do pescoço (EP)	
Escore	Descrição
0	Bordo superior do pescoço não está visível nem palpável.
1	Bordo superior do pescoço não está visível, mas há um preenchimento discreto de tecido adiposo e perceptível a palpação.
2	Notável aumento da espessura de tecido adiposo ao longo do comprimento do pescoço. Bordo superior do pescoço pode ser facilmente movido de um lado para o outro.
3	Bordo superior do pescoço encontra-se alargado e espessado com maior adiposidade no centro e começa a perder a flexibilidade para os lados.
4	Bordo superior do pescoço grosseiramente alargado e sem flexibilidade. Podem estar presentes rugas ou dobras perpendiculares.
5	Bordo superior do pescoço está tão aumentado que fica permanentemente inclinado para um dos lados

Figura 1: Ilustração da metodologia de Carter e colaboradores (2009), onde classifica a espessura da região dorsal do pescoço em escores (cresty neck scoring system).

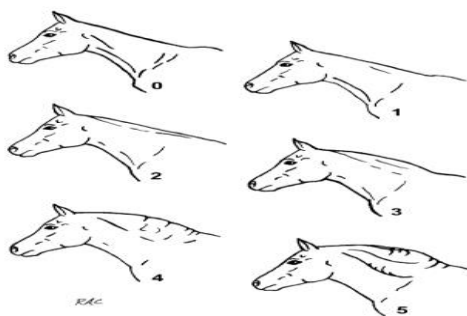
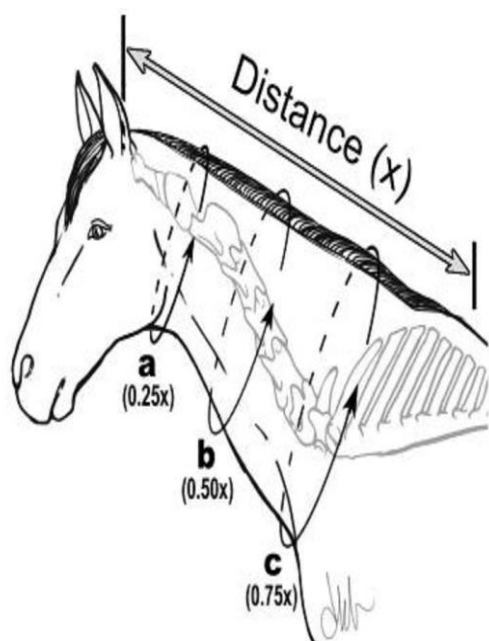


Figura 2: Ilustração dos pontos para mensuração da circunferência do pescoço em três localidades equidistantes para análise da condição da adiposidade regional, onde X é a extensão total do pescoço (distância da nuca até o início da cernelha), (0,25x) 25% da extensão total do pescoço, (0,50x) a segunda medida realizada em 50% da extensão total do pescoço e (0,75x) 75% da extensão total do pescoço o terceiro local de avaliação (Frank et al., 2006)



2.4- CLASSIFICAÇÕES DE MASSA CORPORAL

Para classificar a massa corporal dos animais, o peso e a altura foram obtidos através de instrumentos com escalas específicas para a espécie em questão. Para valores em quilogramas de peso utilizou-se de fita métrica específica para a espécie, onde a mesma foi posicionada em todo o contorno do perímetro torácico do animal, logo atrás os membros (com atenção para que estivesse bem ajustada) fazendo a

leitura na escala de peso no ponto inicial de pesagem. Para valores de altura, utilizou-se um hipômetro tipo bengala Walmur,¹ onde a altura foi tomada no ponto mais alto da região interescapular, espaço definido pelo processo espinhoso T5 e T6 (cernelha), até o solo. Tais dados foram inseridos em uma equação matemática aritmética, para obtenção do índice de massa corporal (IMC= peso em [kg] de cada animal, dividido pela altura dos mesmos ao quadrado [m] ²). Os dados obtidos foram classificados segundo Donald et al.(2004) nas categorias descritas no Quadro 4.

Quadro 4: Especificações das categorias do IMC utilizado para classificar a condição corporal segundo a metodologia descrita por Donald et al.(2004).

Categoria	IMC
Magros	<200
Sobrepeso	200 a 220
Obesos	>220

2.5-AVALIAÇÕES RADIOGRÁFICAS

Os cascos torácicos foram desferrados, limpos e neles inseridos objeto radiopaco (ferro) flexível de oito centímetros na parede dorsal logo abaixo da coroa como marcador. Os animais foram posicionados sobre um bloco de madeira e com ajuda do guia de luz imagens radiográficas na posição látero-medial dos membros torácicos foram obtidas através de um aparelho portátil veterinário do tipo Orange 10060HF ².O feixe do raio foi centrado a

uma distância de 1 metro do dígito e aproximadamente 2 cm abaixo da banda coronária, o fator de exposição utilizado foi de 68KV e 2 MAS para todos os animais.

Todas as imagens obtidas foram digitalizadas e exportadas para um software específico para casco de equinos da Eponatech, o MetronHoof-Pro⁴ (Figura 3), que oferece parâmetros para a análise da relação espacial da falange distal em relação ao estojo córneo, como exemplo: distância entre a parede dorsal do casco e falange distal em dois pontos (HL proximal e distal), distância do plano da banda coronária ao plano do ápice do processo extensor da falange distal (CE), ângulo da superfície dorsal do casco e da falange distal em relação ao solo e a diferença entre eles (ângulo de rotação) e ângulo palmar . Através do programa Vepro PACS³ (Figura 4) foi possível mensurar e trabalhar imagens radiográficas, como por exemplo, o tamanho da falange distal (comprimento palmar da falange distal medida desde a

extremidade distal até a articulação com o osso sesamóide distal).

Em ambos os programas (MetronHoof-Pro e Vepro PACS) utilizados para obtenção das variáveis, previamente foi necessário usar os fatores de correção para compensar o efeito da ampliação. A correção do fator de ampliação por meio de uma equação matemática teve como guia a distância conhecida do objeto metálico inserido na parede dorsal do casco.

Figura 3: Parâmetros e valores obtidos por meio do software MetronHoof-Pro através de imagens radiográficas

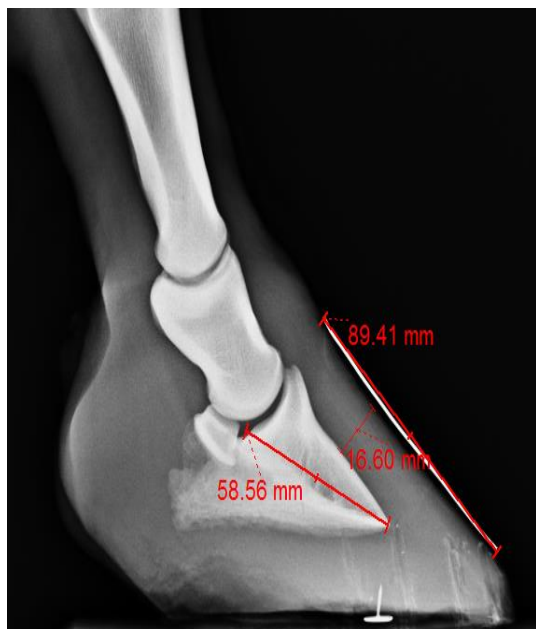
Parameters			
Parameter Name	Value		Best when...
Palmar Angle	9.43	deg.	Between 1.500 and 6.000
P3 Descent	0.87	cm.	At Most 1.211
P3 Dist. to Ground	2.04	cm.	At Least 1.009
Hoof Angle	48.62	deg.	Between 51.000 and 56.000
Prox HL Zone	1.38	cm.	Between 1.314 and 1.778
Dist HL Zone	1.55	cm.	Between 1.172 and 1.585
Toe/Support %	74.60		Between 62.000 and 70.000
Coffin-Joint Angle	12.64	deg.	Between 5.000 and 15.000
Pastern-Joint Angle	4.78	deg.	Between 3.000 and 9.000
Length of P2	4.04	cm.	Any Value is OK

¹ Hipômetro em alumínio e latão cromado. Tipo bengala com duas barras para medir altura, 2009.

² Aparelho portátil X-ray ORANGE 10060HF. Fabricação ano 2008.

³ Sistema de imagem Vepro PACS/EMR com transferência de dados para padrão tipo DICOM 3.0

Figura 4: Avaliação radiográfica do dígito equino realizado por meio do software de análises Vepro PACS.



2.6- AVALIAÇÕES ULTRASSONOGRÁFICAS

A mensuração da adiposidade subcutânea nas regiões do abdome ventral e inserção da base da cauda foram realizadas por meio de imagens ultrassonográficas em modo-B utilizando aparelho portátil KX 5100⁵, com transdutor linear retal de frequência 7,5 MHz. Antes da realização do exame, a área avaliada foi submetida à lavagem prévia com água e sabão neutro seguido da aplicação de álcool gel 70°. Para as medidas abdominais, posicionou-se o transdutor na linha mediana ventral a 2 centímetros

⁵Aparelho portátil de ultrassonografia KAIXIN 5100 vet.

(AB1) e a 10 centímetros (AB2) caudal à cicatriz umbilical. Foram realizadas três medidas em cada imagem ultrassonográfica e por meio da regra de três se obteve o valor final. Medidas ultrassonográficas na região da inserção da cauda foram realizadas aproximadamente cinco centímetros laterais no lado direito de cada animal.

2.7- ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise dos dados foi realizada pelo programa estatístico para testes SAS/STAT Version 8 e um software para composição dos gráficos GraphPad Prisma 5. As variáveis do estudo foram submetidas ao Teste de normalidade Lilliefors em seguida foram utilizados testes de correlação de Pearson em variáveis não paramétricas e Spearman em variáveis paramétricas, para avaliar a concordância entre os valores obtidos pelas respostas de natureza numérica (variáveis quantitativas) (Finney, 1980). Os índices de concordância e correlação (r) foram classificados em: >0,50 correlações moderada; $\geq 0,30$ e $\leq 0,49$ correlação leve; e <0,29 correlação fraca. A análise estatística de variância foi realizada pelo teste de Wilcoxon comparando peso e idade com as demais variáveis estudadas.

Para todas as análises estatísticas foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$ ou 5% (Finney, 1980).

3 – RESULTADOS

Os dados referentes às variáveis estudadas dentro do plantel estão na tabela 1.

Tabela 1: Amostra das variáveis baseadas em valores mínimos e máximos, bem como a média de idade, peso, altura, composição corporal (IMC, ECC, EP), valores da ultrassonografia da inserção da cauda e abdominal (AB1 e AB2), ângulo do casco e palmar, medida da zona laminar proximal e distal (HL), ângulo de rotação de falange, distância do processo coronário extensor a coroa do casco (CE), comprimento da falange distal, dos animais provenientes do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

Variáveis (unidades)	Mínima	Máxima	Média
Idade (anos)	10	20	13,6
Peso (Kg)	420	575	500,2
Altura (m)	1,45	1,67	1,57
IMC	174	247	202,4
ECC	6	8	7
EP	1	4	2,5
U.S cauda (mm)	15	57,66	31,19
U.S AB1(mm)	17,33	65	41,78
U.S AB2 (mm)	17	69	46,12
Ângulo casco (ângulo)	36	53	46
Ângulo Palmar (ângulo)	-1,45	15,15	7,02
HL Proximal (mm)	10	26	15
HL distal (mm)	10	23	15,8
Rotação (ângulo)	-2,97	6	0,96
CE (mm)	0	14	7,7
Comprimento da Falange distal (mm)	41,39	97,14	60,12

3.1-CLASSIFICAÇÕES DA CONDIÇÃO CORPORAL DOS ANIMAIS

Considerando a divisão dos grupos em machos e fêmeas, com média de peso de 500 kg e altura de 1,57m, obteve-se a classificação do IMC. A classificação da população estudada (55) pelo índice foi de

47,2% de animais considerados dentro do peso, 36,3% com sobre peso e apenas 16,3% foram classificados como obesos.

Dos sinais visuais observados quanto à adiposidade nos cavalos obesos para determinar o ECC, o acúmulo de tecido adiposo localizado no pescoço e na inserção da cauda foi comum para machos e fêmeas, também observou este acúmulo na face interna dos membros posteriores e celulite (termo coloquial para o acúmulo de tecido

adiposo e fibroso que resulta em irregularidades na pele). O acúmulo de adiposidade abdominal também se fez presente em ambos os sexos, além do acúmulo de adiposidade no prepúcio dos cavalos

castrados bem como próximo as glândulas mamárias nas éguas.

Figura 5: Animal de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais com sinais de obesidade e adiposidade regional, classificado em escore corporal 8 e adiposidade evidente na inserção da cauda e celulite.



Figura 6: Ilustração dos sinais de obesidade e adiposidade regional nos cavalos de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. Observar o acúmulo de tecido adiposo no prepúcio e próximo à glândula mamária.

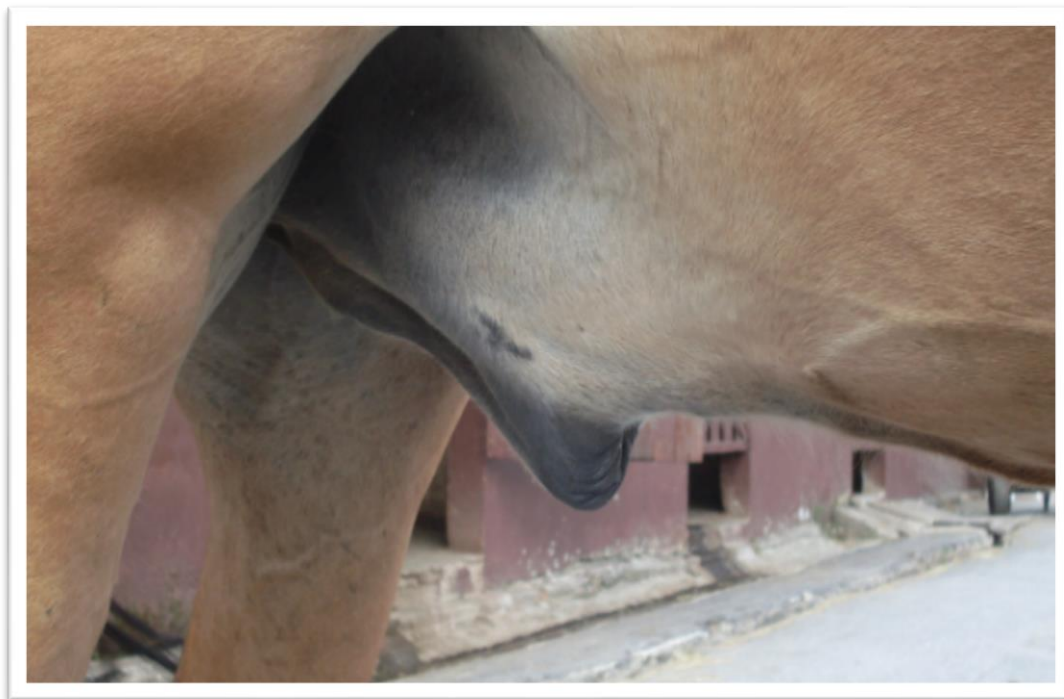


Figura 7: Ilustração dos sinais de obesidade e adiposidade regional nos cavalos de patrulhamento do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. Observar notável deposição de tecido adiposo no bordo superior do pescoço, face lateral da coxa dos membros pélvicos e em torno da inserção da cauda.

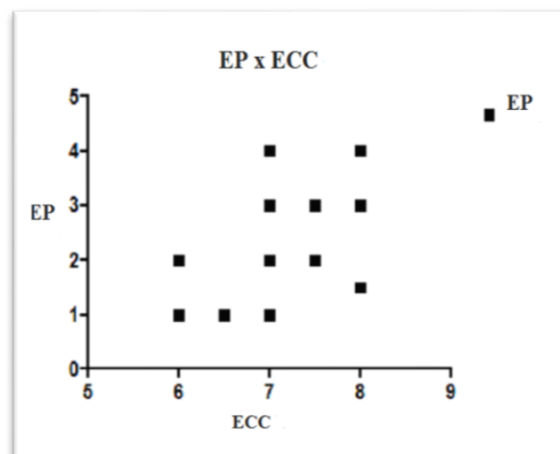


A análise estatística de variância, realizada pelo teste de Wilcoxon, não mostrou diferença significativa na avaliação do IMC quanto ao sexo dos animais. Na avaliação estatística de Spearman, não houve correlação significativa entre as variáveis IMC e os escores de condição corporal e escore do bordo superior do pescoço (ECC e EP).

A classificação dos escores quanto a adiposidade regional (ECC e EP) entre os sexos, não mostrou diferenças significativas pelo teste de variância, os valores de ECC dentro do grupo estudado foi de 6 pontos para mínimo e 8 pontos para máximo (média de 7 pontos), e EP de 1 ponto para mínimo e 4 pontos para máximo (média 2,5). Quando utilizado o teste estatístico de Spearman obteve uma correlação significativa leve entre os escores (ECC e

EP) com coeficiente de correlação de (r) 0,48 e significância de $p = 0,0002$.

Figura 8: Gráfico mostrando a correlação positiva observada no teste estatístico de Spearman entre escore corporal e escore do bordo dorsal do pescoço dos equinos avaliados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais



Após obter as medidas de circunferência do pescoço em três pontos equidistantes como demonstrado na figura 2 e analisá-las pelo teste de Spearman, o resultado foi uma correlação leve com ECC, com valores de coeficientes de correlação (r): 0,32, 0,31, 0,34 respectivamente. Quando as medidas de circunferência do pescoço foram

analisadas com a variável EP teve-se coeficientes de correlação (r) de 0,25, 0,50, 0,43 respectivamente, mostrando que a circunferência do pescoço em seu terço médio à cernelha possui tendência ao alargamento devido a um maior depósito de tecido adiposo regional.

Tabela 2: Índice de correlação (r) entre as variáveis, idade, peso, altura e composição corporal (IMC, ECC, EP) comparadas às medidas de circunferência de pescoço realizadas nas três localidades distintas nos animais estudados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

Variáveis - medidas da circunferência do pescoço segundo metodologia de Carter et al. 2009			
	25x	50x	75x
Idade	—	—	0,26
Peso	—	0,24	0,22
Altura	—	—	—
IMC	—	—	—
ECC	0,32	0,31	0,34
EP	0,25	0,50	0,43

3.2 - AVALIAÇÕES ULTRASSONOGRÁFICAS

Medidas ultrassonográficas realizadas na inserção da base da cauda e no abdômem para dimensionar a espessura de tecido adiposo depositado nestas regiões, mostraram valores entre 15 e 57 mm de espessura para inserção da cauda e abdominais entre 17-65 mm para AB1 e 17-69 mm para AB2. As médias com seus respectivos desvios padrões foram: 31,1 cm

± 8,9 para a espessura subcutânea na inserção da cauda, 41,7 cm ± 11,4 para a espessura abdominal em AB1 e 46,1 mm ± 11,8 para a espessura em AB2. Quando se utilizou o método estatístico de correlação de Spearman, obteve correlação positiva e leve entre ECC e EP com a espessura do tecido adiposo subcutâneo na inserção da cauda, onde o coeficiente de correlação (r) é 0,49 e significância de $p=0,0002$. O mesmo teste para as variáveis de condição corporal (ECC e EP) e medidas

ultrassônicas de tecido adiposo abdominal mostrou uma correlação fraca ($r = 0,27$) entre escore corporal e AB1 apenas.

Tabela 3: Índice de significância (p) e correlação (r) entre as variáveis de composição corporal (IMC, ECC, EC) comparadas às medidas ultrassônicas realizadas na inserção da cauda, bem como no abdômen ventral em duas localizações distintas nos animais estudados do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

Variáveis	Idade	Peso	Altura	IMC	ECC	EP	25x	50x	75x
U.S cauda	0,48/0,22	—	—	—	0,0002/ 0,49	0,0002/ 0,49	—	0,03/ 0,25	0,0002/0,46
U.S AB1	—	—	—	—	0,02/ 0,24	—	—	—	—
U.S AB2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05/0,22

Correlação considerada existente quando $P < 0,05$.

Figura 9: Gráfico da correlação observada no teste estatístico de Spearman entre escore de condição corporal e escore do bordo dorsal do pescoço quanto à quantidade de tecido adiposo mensurada na inserção da cauda dos equinos avaliados do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais

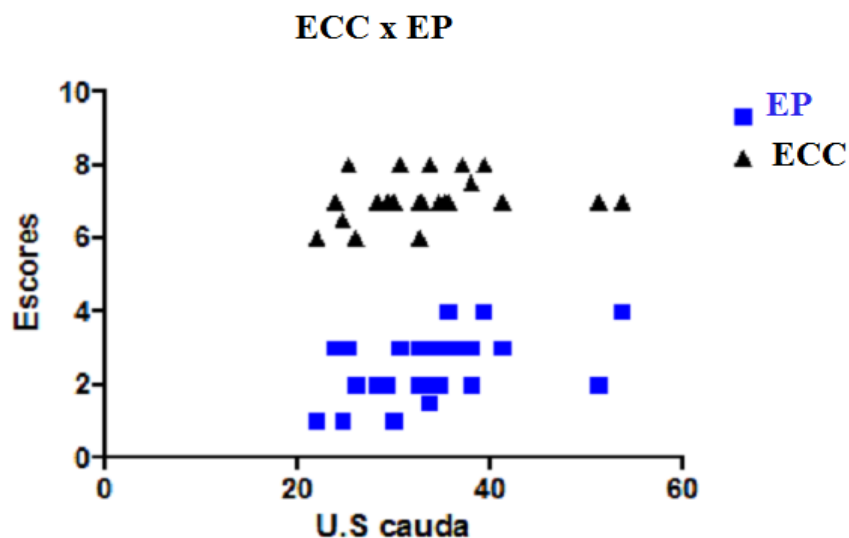
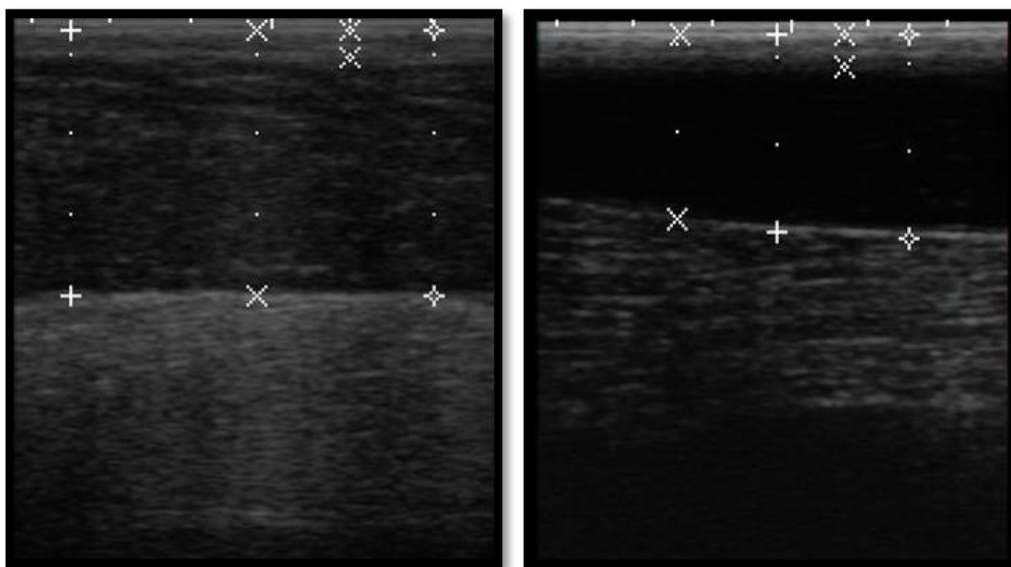


Figura 10: Imagens ultrassonográficas da espessura do tecido adiposo na inserção da cauda de animais com alto escore corporal (primeira imagem) e baixo escore corporal (segunda imagem) dentro da população estudada do Regimento de cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais



3.3 - MEDIDAS RADIOGRÁFICAS

O resultado da correlação entre as variáveis estudadas com medidas radiográficas mostrou: correlação negativa entre escore de pescoço e rotação de falange; altura e rotação de falange; altura e zona laminar distal, o que indica que a categoria mais elevada de uma variável está associada à categoria mais baixa da outra. Correlações positivas no mesmo teste estatístico também foram obtidas com as seguintes variáveis: idade com ângulo do casco e

rotação; escore de pescoço com ângulo do casco e ângulo palmar; altura com ângulo do casco e medidas ultrassonográficas na base da cauda com ângulo palmar e zona laminar. As medidas de espessura de tecido adiposo no abdômen não mostraram correlação com as demais variáveis radiográficas.

Segue na tabela abaixo o fator de correlação (r) entre as variáveis e índices de significância (p), onde foi utilizado o maior valor da correlação entre o dígito direito e esquerdo nas medidas radiográficas.

Tabela 4: Índice de correlação (r) entre variáveis estudadas com medidas radiográficas obtidas pelo teste estatístico de Spearman e Pearson.

Variáveis	Ângulo casco	Ângulo palmar	HL proximal	HL distal	Rotação
IDADE	0,23	—	—	—	0,29
PESO	—	—	—	—	—
ALTURA	0,29*	—	—	-0,21	-0,33
IMC	—	—	—	—	—
ECC	0,33*	0,33	—	—	-0,21

Correlação considerada existente quando valor de $P < 0,05$

*Correlação existente em apenas um dos membros

Dentre as medidas radiográficas realizadas, observou-se que o ângulo de casco variou entre 36 a 53 graus com média de 46 graus, onde apenas 6,05% dos cavalos estudados no RCAT apresentaram ângulos acima de 50 graus. As medidas de ângulo palmar apresentaram resultados que estão em grande faixa de variação, onde foram de valores negativos a números acima dos valores desejados (0 a 8°).

A largura da zona laminar apresentou variação de acordo com o padrão racial, valores proximais se diferenciaram dos distais além de visibilizar algumas diferenças milimétricas no paralelismo entre falange distal e estojo córneo. Valores inferiores a 16 mm e superiores a 20mm na zona laminar foram encontrados, mas estes

valores se mantiveram dentro do limite de 30% do comprimento da falange distal. Os valores obtidos da distância do processo extensor à banda coronária se mantiveram dentro dos limites aceitáveis para a espécie.

Ao analisar a rotação de falange, observou-se correlação negativa com o ângulo do casco. Valores de rotação apresentaram amplitude variada indo de resultados negativos que se diferiram entre os dígitos do mesmo animal (-3,5 a 6 para valores do dígito direitos e -2,94 a 4 para valores do dígito esquerdo) a resultados acima de 2 graus. A presença da rotação acima do referido pela literatura (4°) ocorreu em apenas quatro animais, sendo que apenas um apresentou grau de rotação de 6 graus em um dos dígitos.

Figura 11: Gráfico demonstrando correlação negativa pelo teste estatístico de Pearson entre ângulo do casco e rotação da falange distal na população estudada do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

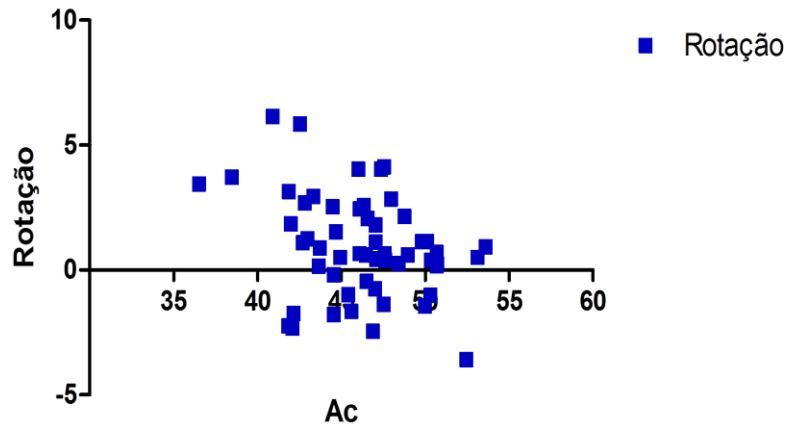


Figura 12: Ilustração através de imagem radiográfica demonstrando rotação de falange distal, onde (A) apresenta discreta rotação palmar e (B) apresenta discreta rotação dorsal em animais do Regimento de Cavalaria Alferes Tiradentes da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais.

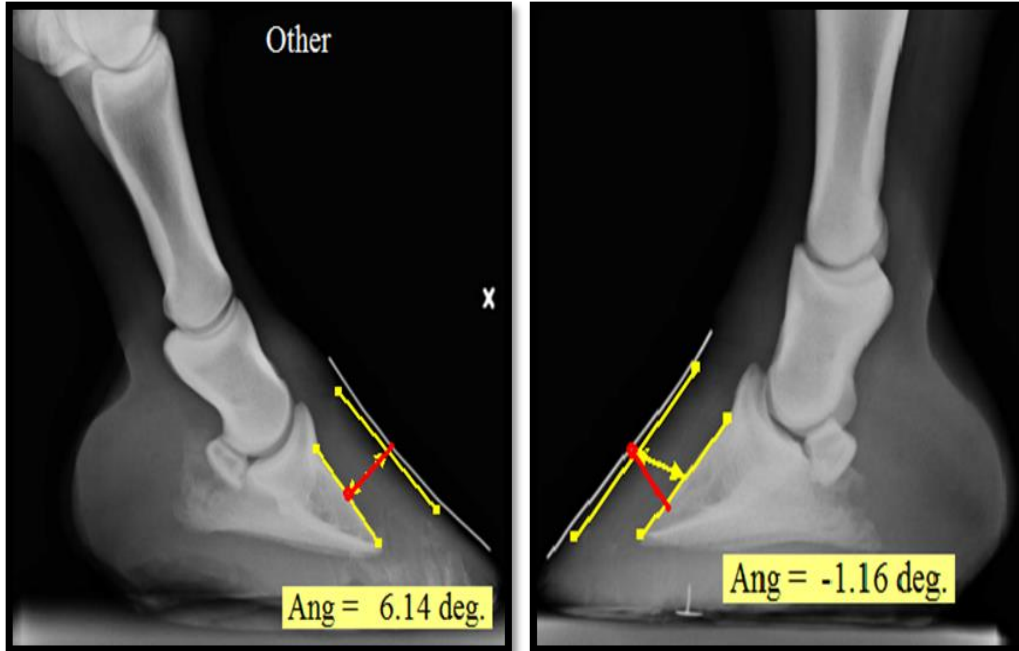


Tabela 5: Índice de significância (p) / fator de correlação (r) entre as variáveis radiográficas estudadas obtidas pelo teste estatístico de correlação de Pearson.

Variáveis	Ângulo casco	Ângulo Palmar	HL proximal	HL distal	Rotação	CE
Ângulo casco	*	0,0003/0,45	—	0,006/-0,33	0,0005/-0,43	—
Ângulo Palmar	0,0003/0,45	*	—	0,45/0,23	—	—
HL proximal	—	—	—	0,0001/0,47	—	—
HL distal	0,006/-0,33	0,04/0,23	0,0001/0,47	*	0,03/0,24	—
Rotação	-0,35	—	—	0,24	*	-0,24
CE	—	—	—	—	0,24	*

Correlação considerada existente quando valor de $P < 0,05$

4- DISCUSSÃO

A adoção do método de IMC para classificação dos animais da população estudada auxiliou com menor interferência de dados subjetivos em sua interpretação por meios matemáticos, contudo, a prática deste método desconsiderou diferenças raciais bem como sua constituição física. Fatores como musculatura excessiva pode afetar os números na equação, o que pode gerar uma interpretação errônea da composição de tecido adiposo de cada animal (Muller et al., 2008). Em relação ao IMC estima-se que os percentuais encontrados sejam representativos ao universo de equinos no RCAT, e a classificação dos animais dentro dos padrões de peso para cada raça pode ser justificada provavelmente pela forma de manejo utilizado, bem como o trabalho dos animais no patrulhamento, o que auxilia na maioria a manutenção do peso dentro dos

padrões aceitáveis para a espécie. Mesmo sem uma correlação entre ECC e IMC no estudo, este índice quando utilizado em um plantel ou mesmo antes de introduzir programas de manejos alimentares e de exercícios, deve sempre estar associado a outros métodos, podendo assim estimar uma real situação da condição corporal dos animais estudados, considerando o animal como um todo.

As diferenças quanto à classificação do escore de condição corporal pode ocorrer na concepção de vários avaliadores e a justificativa está na subjetividade do método, pois o sistema de pontuação é baseado em avaliações visuais e na palpação em diversas localidades com acúmulo de tecido adiposo, podendo se diferir entre os avaliadores. Apesar destas diferenças o método de ECC está bem estabelecido

como um meio de avaliar o depósito de tecido adiposo total em cavalos e pôneis.

Os métodos que avaliam a deposição de tecido adiposo no bordo dorsal do pescoço podem auxiliar na classificação dos animais quanto à adiposidade regional, porém devem ser interpretados com cautela.

O EP pode estar associado a casos de SME, por sua relação com a resistência à insulina, em cavalos e pôneis (Carter et.al., 1989; Frank, 2009), porém pesquisadores descobriram que a relação entre os ECC, EP e parâmetros sanguíneos diferiram entre cavalos e pôneis. Um pônei com um alto ECC foi 19 vezes mais propenso a ser hiperinsulinêmico do que um pônei com um

ECC moderado, já os cavalos com ECC alto não apresentaram resultados significativos quando comparados a cavalos com ECC moderado (Carter e Geor 2009). Apesar da correlação positiva encontrada no teste estatístico entre EP com ECC, animais do presente estudo com alta pontuação na classificação do ECC e considerados obesos pelo método de IMC apresentaram divergências quanto ao EP, ou seja, o EP não necessariamente acompanhou o ECC, portanto recomenda-se considerar padrões raciais no momento da utilização deste índice além de associá-los a outros métodos para avaliar adiposidade regional.

Figura 13: Animais classificados com alta pontuação na condição de escore corporal e classificados como obesos pelo método de IMC, apresentando divergência quanto à classificação do escore do bordo dorsal no pescoço.





A escolha do local de avaliação das medidas ultrassonográficas realizadas considerou a espessura de tecido adiposo na inserção da base da cauda por ser um local com menor interferência, pois esta diminui progressivamente em direção ao ápice (Kane et al., 1987). O presente estudo demonstra que a espessura de tecido adiposo subcutâneo na inserção da base da cauda foi mais significativa do que medidas realizadas no abdômen quando correlacionadas com ECC, o que estima ser eficiente na avaliação da condição corporal de equinos, porém medidas realizadas no abdômen por meio de ultrassonografia não foram consideradas um bom indicador de adiposidade na população estudada. Em humanos a ultrassonografia abdominal tem sido proposta como uma técnica não invasiva para quantificar o tecido adiposo, existindo uma estreita relação com a síndrome metabólica (Zardo et al., 2011). De acordo com os resultados do presente estudo não foram observadas relações fortes

e significativas entre ECC e IMC com a ultrassonografia abdominal. Mesmo com estes resultados, considera-se que tais medidas possam ser úteis, pois apenas 16,3% dos animais foram considerados obesos. A adiposidade pode gerar um processo inflamatório crônico com produção de altas concentrações de leptina capaz de estimular a produção de citocinas como a IL-6 e TNF- α que poderão induzir uma alteração nas lâminas do casco (Ramos, 2005; Vick, 2007), o que pode ser exacerbado mediante uma inflamação instalada em outros tecidos (Adams, 2009). Adipócitos presente no omento são metabolicamente ativos, secretores de ácidos graxos livres e mediadores hormonais, que podem contribuir para que o animal se torne refratário à ação da insulina. Algumas raças de cavalos e pôneis parecem estar geneticamente predispostas à síndrome metabólica e o acréscimo de adiposidade intra-abdominal pode estar associado com o desenvolvimento da

hiperinsulinemia, intolerância à glicose, dislipidemia, hipertensão e laminite (Johnson, 2002).

O local da realização das imagens ultrassonográficas intra-abdominais não possibilitou quantificar a adiposidade presente no omento (Ramos, 2005). Para que o método de determinação deste tecido possa ser usado na medicina equina, será preciso antes criar valores de referência em animais obesos com SME, além de coletas amostrais para quantificar a presença destes hormônios e seus valores limites aceitáveis.

Apesar do risco da obesidade em desenvolver laminite, variáveis indicadoras de obesidade e/ou adiposidade regional (ECC, EP, IMC e peso) não mostraram correlação forte com medidas clássicas de laminite (rotação de fálange, distância HL e CE). Estes resultados contrastam com os encontrados em éguas da raça crioula (Paganela et al., 2011) e Mangalarga Marchador (Vieira et al., 2011) quando se observou interferência da obesidade em variáveis radiográficas associadas à laminite. Provavelmente, o fato de que a maioria dos animais inclusos no estudo apresentaram baixo IMC pode ter influenciado neste resultado, ou seja, neste grupo o excesso de peso ainda não é um fator de risco para a laminite. Os animais que apresentaram rotação acima de 4 graus em apenas um dos membros devem ser inclusos no grupo de animais que de forma silenciosa e crônica podem apresentar mudanças nas estruturas internas do tecido laminar. O acompanhamento através de amostras hormonais deve ser realizado nestes animais devido ao fato de serem susceptíveis ao desenvolvimento de laminite

Durante anos pesquisas têm demonstrado a influência do ECC, em animais de produção afetando a saúde e reprodução dos mesmos, assim como em humanos. Em todos os animais o tecido adiposo é importante para reservas energéticas em períodos de estresse, frio e escassez de alimentos (Alaniz, 2007), mas a superalimentação trás um risco aumentado de desenvolver resistência à insulina, que é considerado um fator predisponente para diversas doenças como obesidade, Síndrome metabólica e laminite. Animais obesos tendem a se tornarem insensíveis à insulina (Maurer, 2007) o que irá induzir o aumento do cortisol circulante potencializando a hiperglicemia, por interferência na habilidade da insulina em transferir a glicose para dentro da célula (Malazdrewich, 2005). A presença de hipercortisolemia foi detectada em animais pertencentes à mesma localidade (RCAT) e funcionalidade por Leal (2007). Este achado foi considerado como resultado de um manejo intenso, das pequenas instalações e das atividades de patrulhamento urbano exercido pelos equinos. De acordo com estes achados era esperado encontrar alterações significativas nos dígitos dos animais considerados obesos. Vale ressaltar que somente obesidade não é parâmetro para diagnóstico de laminite e ou SME, pois nem todo cavalo obeso possui hipercortisolemia e hiperinsulinemia. Outros fatores que podem ter contribuído na ausência da obesidade na população estudada seria a alimentação controlada sem excessos de carboidratos não estruturais e a atividade física constante. O fato de serem utilizados no patrulhamento e passarem por treinamentos constantes no

RCAT tem contribuído para a diminuição do risco de doenças como a SME. Segundo a literatura, exercícios regulares ampliam a habilidade dos tecidos em consumir glicose e ácidos graxos, o que reduz a chance da síndrome, mesmo assim alguns animais podem apresentar a doença devido a outras variáveis envolvidas no metabolismo da glicose, como fatores genéticos, ambientais, além da idade (Geor et. al., 2002).

O excesso de peso pode gerar fragilidade das estruturas dentro do estojo córneo, sendo às vezes esquecido no momento da avaliação e tratamento da claudicação. O controle da obesidade deve ser considerado como qualquer outra forma de tratamento de claudicação nos equinos, pois a correlação entre idade, altura, tamanho do casco (circunferência), forças aplicadas e peso suportado na área total do casco podem induzir ao aparecimento de patologias importantes como desmites e doença do navicular (Merriam, 2006; Floyd, 2007).

As extremidades distais dos membros suportam peso e forças que neles são aplicados, algumas estruturas como as lâminas córneas auxiliam na manutenção do posicionamento da falange distal dentro do estojo córneo, portanto, mudanças na morfologia destas estruturas podem desencadear alterações no direcionamento da falange distal (Stashak, 2006). Além destes fatores doenças ortopédicas também podem se desenvolver diante de um quadro de obesidade mediante aos efeitos pró-inflamatórios desencadeados pela leptina e citocinas que são capazes de provocar alteração nos condrócitos e induzir ao aparecimento de doenças articulares (German et al., 2010).

As diversas contituições raciais dos animais do RCAT sugere cuidado ao utilizar referências internacionais para interpretações radiográficas, devendo sempre considerar a estatura do animal e o tamanho do casco. Animais de raça Crioula, segundo a literatura, se diferem do Mangalarga Marchador e da raça Brasileiro de Hipismo em estatura e composição corporal. Nos animais estudados, o comprimento da zona laminar teve em média valores proximais de 18 mm e distais de 16 mm. Valores maiores foram obtidos, mas aceitáveis, considerando ser menores que 30% do comprimento da falange distal (Pollitt, 2008). No presente estudo, também se observou que o paralelismo existente nesta zona nem sempre se fez presente, valores diferentes foram encontrados no mesmo estojo córneo para zona lamelar proximal e distal sem evidências clínicas de laminite.

A maioria dos animais demonstraram valores para ângulo do casco entre 45 e 50 graus e nenhum apresentou ângulo maior que 54 graus. È conhecido que ângulos inferiores a 54 graus forçam os tecidos moles que constituem e auxiliam no suporte de forças do dígito, além de não serem capazes de compensar desequilíbrios maiores que 5 graus, o que provavelmente reflete negativamente na estrutura e crescimento dos cascos (Wilson, 1998). Tal situação pode gerar um crescimento de anéis na muralha, como observado em muitos dos animais de patrulhamento (Redden, 1988). A presença destas distorções externas e desequilíbrios no estojo córneo podem ser um indício de mudanças internas da falange distal e tecidos laminares (Redden, 2010).

A alteração na angulação do casco em relação à angulação da quartela pode ter

sido a causa da rotação dorsal nos animais, pois o alinhamento se perde na presença de um ângulo palmar negativo. Em alguns animais da raça Crioula este eixo se apresenta mais vertical, enquanto em outras raças este eixo se altera colocando pressão excessiva sobre os talões e o TDFP. Se os processos palmares da falange distal estão mais próximos ao solo, isso indica um desequilíbrio no dígito, e geralmente se associa a claudicações por fragilidade do tecido laminar, tendões e ligamentos envolvidos (Balch et al., 1995; Stashak, 2006).

O resultado do desequilíbrio no tecido laminar pode gerar um rompimento da membrana basal com perda da função adesiva dos desmossomos, deixando vulneráveis as estruturas internas às forças exercidas pelo seu próprio peso e a força do TFDP, que poderá alterar a direção da falange distal (Cripps e Eustace, 1999).

O método convencional utilizado para identificar laminite pode ser impreciso, pois a idéia errônea que através do casqueamento se tem o retorno do alinhamento existente entre a falange distal e a parede do casco pode mascarar o verdadeiro deslocamento da falange, além da rotação de falange nem sempre ocorrer no início da laminite ou mesmo na presença do seu desequilíbrio, pois estruturas anatômicas presentes como as lâminas, o tendão extensor, ligamentos colaterais, ligamento ímpar, cório, almofada digital e cartilagens alares, exercem forças

antagônicas mantendo o posicionamento da falange distal. Alguns indivíduos dentro deste grupo podem ser tolerantes a estas alterações, demonstrando apenas o problema com o avançar da idade. O grau de rotação pode ser importante para o prognóstico, mas não deve ser a única forma de avaliação para diagnosticar laminite, este ainda é alvo de estudo e divergência entre autores que afirmam que o significado de rotação que se refere à patologia é questionável (Redden, 2002),

A ausência de correlação direta e precisa entre medidas radiográficas e animais com sobrepeso no presente estudo, reforça o pensamento de que o fator gatilho para desencadear a laminite pode não ser único. Um conjunto de substâncias advindas de diferentes localidades ou mesmo de diferentes situações podem induzir apoptose no tecido laminar resultando em sua falha (Faleiros et al., 2004). Numerosos estudos se iniciam em todo o mundo na tentativa de entender melhor a ação endócrina das substâncias no dígito dos equinos. O fato é que pequenas alterações deste complexo sistema podem induzir ao aparecimento de laminites subclínicas, onde os animais acometidos apresentam uma forma leve da doença, sem demonstrar os sintomas clássicos. Talvez alguns animais nunca apresentem laminite após a retirada da causa e da resistência do casco em algumas raças, portanto o equilíbrio do casco é um fator essencial para recuperação desta doença (Redden, 2010).

5 – CONCLUSÕES

O método de ECC se mostrou eficaz como um meio de avaliação do depósito de tecido adiposo total em cavalos. O exame ultrassonográfico realizado na inserção da cauda demonstra ser um método confiável para quantificar a espessura de tecido adiposo depositado no subcutâneo de indivíduos obesos. O método de classificação do escore do bordo dorsal do pescoço deve ser utilizado com cautela bem como o método de índice de massa corporal, pois os mesmos não incluem em suas classificações as diferenças raciais.

A população de equinos do Regimento Alferes Tiradentes apresentou discordância de valores em algumas das medidas radiográficas indicadoras de laminite previamente conhecidas na literatura. A interpretação de imagens radiográficas de um equino com suspeita de laminite irá requerer do avaliador um conhecimento vasto da gama de variedades existente entre as raças. O presente estudo sugere que a correlação entre obesidade e sinais de laminite é existente nesta população, porém o número de animais classificados como obesos de acordo com os métodos utilizados foram insuficientes, o que sugere novas investigações e a inclusão de exames para avaliações endócrinas uma vez que a glicose e a insulina podem provocar lesões no tecido laminar progressivamente. A obesidade bem como a adiposidade regional, independente da causa, representam um alerta quanto ao risco de desenvolvimento da doença em equinos, pesquisas futuras deverão elucidar melhor a correlação existente entre obesidade e laminite.

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, A. A.; KATEPALLI, P.M.; KOHLER, K., et al. Effect of body condition, body weight and adiposity on inflammatory cytokine responses in old horses. *Vet. Immun. Immunopathol.*, v.127, p. 286–294, 2009.

ALANIZ, M.H.F.; TAKADA, J.; VALE, M.I.C.A, T T. O tecido adiposo como órgão endócrino: da teoria a prática. *J.Pediatr.*, v.83, p. 192-203, 2007.

ALLEN D, JR.; CLARK E.S.; MOORE J.N., et al. Evaluation of equine digital Starling forces and hemodynamics during early laminitis. *Am. J. Vet. Res.*, v. 51, p.1930-1934, 1990.

ALLEN D, JR.; KORTHUIS, R.J.; CLARK, E.S. Capillary permeability to endogenous macromolecules in the equine digit. *Am. J. Vet. Res.*, v. 49: p.1609-1612, 1988.

ALLEN, D.J. 50nd Annual convention of the American Association Equine Practitioners-AAEP. *Overview of pathogenesis of laminitis: models and theories*. In: Equine laminitis research meeting and panel, Louisville., Louisville:, 2004. p.9-23.

ANNANDALE, E. J.; STEPHANIE, J. V.; JAMES, R. M., et al. Insulin sensitivity and skeletal muscle glucose transport in horses with equine polysaccharide storage myopathy. *Neuromuscular Disorders*, v.14, p.666–674, 2004.

ASPLIN, K.E.; CURLEWIS, J.D.; MCGOWAN, C.M., et al. Glucose transport in the equine hoof. *Equine. Vet.J.*, v.53, p. 196-201, 2011.

- ASPLIN, K.E.; SILLENCE, M.N.; POLLITT, C.C., et al. Induction of laminitis by prolonged hyperinsulinaemia in clinically normal ponies. *Vet.J.*, v.174, p.530-535, 2007.
- BALCH, O.; BUTLER, D.; WHITE, K.; et al. Hoof balance and lameness: improper toe length, hoof angle, and mediolateral balance. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.*, v. 17.P.1275-1282, 1995.
- BAXTER G.M. Equine laminitis caused by distal displacement of the the distal phalanx: 12 cases (1976/1985). *J. Am. Vet. Med. Ass.*, v.189, n. 3 p. 326-329, 1986.
- BAXTER, G.M.; LASKEY, R.E.; TACKETT, R.L., et al. In vitro reactivity of digital arteries and veins to vasoconstrictive mediators in healthy horses and in horses with early laminitis, *Am. J. Vet. Res.*, v. 50. p.508-517, 1989a.
- BAXTER, G.M.; TACKETT, R.L.; MOORE, J.N. Reactivity of equine palmar digital arteries and veins to vasodilating agents. *Vet Surg.*, v.18, p.221-226, 1989b.
- BODEN, G.; LAAKSO, M. Lipids and glucose in type 2 diabetes: what is the cause and effect? *Diabetes Care.*, v.27, p. 2253–2259, 2008.
- BRANDÃO, A.P.; BRANDÃO, A.A.; BERENSON, G.S., et al. Síndrome metabólica em crianças e adolescentes. *Arq. Bra. Card.*, v.85, n.2, p.79- 81, 2005.
- BUDAK, M.; ORSINI, J.A.; RUBINSTEIN, N.A, T T. Gene expression in the lamellar dermis-epidermis during the developmental phase of carbohydrate overload-induced laminitis in the horse. *Vet. Immun. Immunopathol.*, v. 131, n.1-2, p.86-96, 2009.
- BUTLER, J.A.; COLLES, C.M.; DYSON, S.J., et al. *Clinical Radiology of the Horse*. 2.ed. Oxford, UK: Blackwell Science, 2000.614p.
- CANTO, L.S. *Frequência de problemas de equilíbrio nos cascos em cavalos crioulos em treinamento*. 2004. 43f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Santa Maria.
- CARTER, R.A.; GEOR, R.J.; STANIAR, W.B., et al. Apparent adiposity assessed by TTPosded scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Vet.J.*, v.179, n.2, p.204–210, 2009.
- CHALDAKOV, G. N.; STANKULOV, I. S.; HRISTOVA, M., et al. Adipobiology of disease: adipokines and adipokine- targeted pharmacology. *Curr. Pharm.*, v.9, p.1023-1031, 2003.
- CIOLAC, E.G. GUIMARÃES, G.V. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev. Bras. Med. Esporte.*, v. 10, p.319-324, 2004.
- COFFMAN, J.R; JOHNSON J.H.; FINOCCHIO E.J., T T. Biomechanics of pedal rotation in equine laminitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 156, p.219-221, 1970.
- CRIPPS, P.J.; EUSTACE, R.A. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Eq. Vet.J.*, v.31, p. 427-432, 1999.
- de LAAT, M.A.; MCGOWAN, C.M; SILLENCE, M.N, et al. Hyperinsulinemic Laminitis. *Vet. Clin. Equi.*, v. 26, p.257–264, 2010.
- de LAAT, M.A.; SILLENCE, M.N; MCGOWAN, C.M, et al. Insulin-Induced Laminitis: an investigation of the disease

- mechanism in horses. *Rural Ind. Res. Development. Corp.*, v. 2, p. 1-74, 2011.
- de LAAT, M.A.; KANE, J.C.P; POLLIT, C. et al. Histological and morphometric lesions in the pre-clinical, developmental phase of insulin-induced laminitis in Standardbred horses. *VetJ.*, v.195, p. 305-12, 2013.
- DE LUCA, C.; OLEFSKY, J.M. Inflammation and insulin resistance. *FEBS Lett.* v.582, p. 97-105, 2008.
- DONALDSON, M.T.; MCFARLANE, D.; JORGENSEN, A. J, et al. Correlation between plasma alpha-melanocyte-stimulating hormone concentration and body mass index in healthy horses. *Am. J. Vet. Res.*, v.65, p.1469-1473, 2004.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O. ; WENSIG, C. J. G. *Tratado de anatomia veterinária*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.668p.
- EADES, S.C.; HOLM, A.S.; MOORE, R.M. *A review of the pathophysiology and treatment of acute laminitis: pathophysiologic and therapeutic implications of endothelin-1*. Proceedings of the 48th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, v.48, p.353-361, 2002.
- EADES, S.C.; STOKES, A.M.; JOHNSON, P., et al. Serial alterations in digital hemodynamics and endothelin-1 immunoreactivity, platelet-neutrophil aggregation, and concentrations of nitric oxide, insulin, and glucose in blood obtained from horses following carbohydrate overload. *Am. J. Vet.Res.*, v.68, p.87-94, 2007.
- EUSTACE, R. A. Equine sinkers. *Vet. Rec.*, v.124, p. 125-150, 1989.
- EUSTACE, R.A & CALDWELL, M.N. Treatment of solar TTPosd using the heart bar shoe and dorsal hoof wall resection technique. *Eq.Vet.J.*, v. 21,p.370-373, 1989.
- EUSTACE, R.A.; CRIPPS, P.J. *Factors involved in the prognosis of equine laminitis*. Conference on equine sports medicine and science.p. 152-155, 1998.
- FALEIROS, R. R.; JOHNSON, P. J.; NUOVO, G. J., et al.Laminar Leukocyte Accumulation in Horses with Carbohydrate Overload-Induced Laminitis. *J.Vet.Intern. Med.*, v.25, p.107-115, 2011.
- FALEIROS, R. R.; LEISE, B. B.; WEATERMAN, T., et al. In Vivo and In Vitro Evidence of the Involvement of CXCL1, a Keratinocyte - Derived Chemokine, in Equine Laminitis. *J.Vet.Intern. Med.*, v.23, n. 5, p.1086-1096, 2009.
- FALEIROS, R.R.; STOKES, A.M.; EADES, S.C., et al. Assessment of apoptosis in epidermal lamellar cells in clinically normal horses and those with laminitis. *Am. J.Vet.Res.*, v. 65, p. 578-585, 2004.
- FILHO, M.L.P.; FAGLIARI, J.J.; MORAES, J.R.E., et al. Estudo clínico da fase prodrômica da laminite TTPO induzida por sobrecarga de carboidrato. *Ars Veterinaria*, v.23,p.1-39, 2007.
- FINNEY, D.J. *Statistics for biologists*. London: Chapman and Hall, 1980.165p.
- FLOYD, AE.; MANSMAN, R.A. *Equine Podiatry*. Saunders (Elsevier). Saint Louis, 2007,p.313-377.
- FRANK N.; ELLIOTT SB.; BRANDT LE, et al. Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid

- concentrations in obese horses with insulinresistance. *J. Am. Vet.Med. Assoc.*, v.228, p.1383–90, 2006.
- FRANK, N. Equine Metabolic Syndrome. *J Equine VetSci*, v.29, p.259-267, 2009.
- FRANK, N. Equine Metabolic Syndrome. *Vet. Clin .Equine.*, v.27,p.73–92, 2011.
- FRENCH, K. R.; POLLITT, C. C. Equine laminitis: glucose deprivation and MMP activation induce dermo-epidermal separation in vitro. *Vet. Equine J.*,v.3, p.261-6, 2004.
- GARNER, H.E.; COFFMAN, J.R.; HAHN, A.W., et al. Equine laminitis of alimentary origin: an experimental model. *Am. J. Vet.Res.*,v.36, p.441-444, 1975.
- GARNER, H.E.; MOORE, J.N.; JOHNSON, J.H., et al. Changes in the cecal flora associated with the onset of laminitis. *Equine Vet. J.*,v.10, p.249-252, 1978.
- GENTRY LR, THOMPSON DL JR, GENTRY GT JR, et al. The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. *J. Anim. Scie.*, v.80, p. 2695–703, 2002.
- GEOR, R. J. “Metabolic Predisposition to Laminitis in Horses and Ponies: Obesity, Insulin Resistance and Metabolic Syndromes” *J. Equine Vet.Scie.*,v. 28, p.753-759, 2008.
- GEOR, R.; FRANK, N. Metabolic syndrome—From human organ disease to laminar failure in equids. *Vet. Immun. Immunopatho.*, v.129, p.151–154, 2009.
- GEOR, R.J.; HARRIS, P. Dietary Management of Obesity and Insulin Resistance: Countering Risk for Laminitis. *Vet.Clin. Equine*, v. 25, p. 51–65, 2009
- GEOR, R.J.; MCCUTCHEON, L.J.; HINCHCLIFF, K.W., et al. Training-induced alteration in glucose metabolism during moderate-intensity exercise. *Equine Vet.J.*, v.34, p.22-28. 2002.
- GERMAN, A.J.; RYAN, V.H.; GERMAN, A.C, et al. Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals. *Vet.J.* ,v.185, p. 4–9, 2010.
- GOMES, M. R. *Efeito do treinamento físico e da restrição protéica sobre os níveis plasmáticos e teciduais de IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina) e sobre alguns parâmetros do metabolismo proteico e glicídico em ratos adultos*. 2011.89f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GOW, N.J.M. Endocrinopathic laminitis: reducing the risk through diet and exercise. *Vet.Clin.North. Am. Equine prac.*,v.26, p. 371-378, 2010.
- GRECO, D.; STABENFELT,G.H. Endocrinologia. In:CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 2 ed.Rio de Janeiro. Guanabara, 1999. Sessão 5. p. 309-324.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*.11º ed. . Rio de Janeiro. Elsevier, 2006. 1115p.
- HABER, E.P.; CURI, R.; CARVALHO, C.R.O.; CARPINELLI, A.R. Secreção da Insulina: Efeito Autócrino da Insulina e Modulação por Ácidos Graxos. *Arq.Bras.Endocrinol.Metab.*,v.45, 2001.
- HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L., et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet.J*, v.15,p.371-72, 1983.

- HOCQUETTE, J. F., ABE, H. Facilitative glucose transporters in livestock species. *Reprod. Nutrition Devel.*, v.40, p.517–533, 2000.
- HUNT, R. J. A retrospective evaluation of laminitis in horses. *Equine vet.*, v. 25, p.61–65.1993.
- HUTLEY, L.; PRINS, J.B. Fat as an Endocrine Organ: Relationship to the Metabolic Syndrome. *Am. J.Med.Scie.*, v.130, p. 280-289, 2005.
- JOHNSON, P. J. Endocrinopathic Laminitis in the Horse. *Clin. Tech. Equine Pract.*, v.3, p.45-56, 2004.
- JOHNSON, P. J. *Metabolic syndrome in horses*. Proceedings of the Minnesota Veterinary Medical Association.2008. Disponível em: <http://www.safergrass.org/articles.html> Acesso em: 23/06/2010.
- JOHNSON, P. J.; CHARLES, E.W.; ALISON L, Laminitis and the Equine Metabolic. *Vet Clin Equine*.v.26, p.239–255, 2010.
- JOHNSON, P. J.; GANJAM. V. K. *Laminitis, hypothyroidism, and obesity: A peripheral cushingoid syndrome in horses*. In: Proc. Ann. Forum of Amer. Coll. Vet. Int. Med. p.192-194, 1999.
- JOHNSON, P. J.; KREEGER, J.M.; KEELER, M., et al. Serum markers of lamellar basement membrane degradation and lamellar histopathological changes in horses affected with laminitis. *Equine Vet. J.*,v.32, p.462-468, 2000.
- JONES, W.E. *Genética e Criação de Cavalos*.ed.Roca, cap. 1, p.3-19, 1987.
- KAINER, R.A. Clinical anatomy of the equine foot. *Vet.Clin.North Am. Equine Pract.*v.5,p.1-27. 1989.
- KANE, R. A.; FISHER, M; PARRETT, D., et al. Estimating fatness in horses. In: Pages 10th Equine Nutr. Physiol. Symp,p.127–131,1987.
- KIM, J.A.; MONTAGNANI, M.; KOH, K.K, et al. Reciprocal relationships between insulin resistance and endothelial dysfunction—molecular and pathophysiological mechanisms. *Circulation.*,v.113, p.888–904, 2006.
- KRONFELD, D. S. TREIBER.K.H., HESS, T.M. BOSTON, R.C. Insulin resistance in the horse: Definition, detection, and dietetics. *J .Animal Scie.*, v.83, p.22-31, 2005.
- KURTZ, M. F. Biometria de TTPos da raça crioula no TTPo. *Arch .Vet .Scie.*,v.12, p. 47-51, 2007.
- KYAW, M.T.; WATTLE, O.; VAN, E.A.W., et al. Equine laminitis: membrane type matrix metalloproteinase-1 (MMP-14) is involved in acute phase onset. *Equine Vet J.* v.40, p.482–487, 2008.
- LEAL, B.B. *Avaliação de bem estar dos TTPos de cavalaria da Polícia Militar de Minas Gerais: indicadores etológicos, endocrinológicos e incidência de cólica*.2007. 89f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- LEE, S.; BACHA, F.; GUNGOR, N., et al. Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. *J Pediat*,v.148, p.188–194. 2006.
- MALAZDREWICH, C. Equine. Annual Convention of the American Association Equine Practitioners- AAEP, 2005. *Endocrinology: Cushing's Disease and Metabolic Syndrome*. 2005. Disponível em: <<http://www.aaep.org/info/horse-health?>

publication=748.>Acesso em: 25/05/2011.

MANSO FILHO, H. C.; MCKEEVER, K. H.; GORDON, M. E. T T. Novel findings regarding Glut-4 expression in adipose tissue and muscle in horses a preliminary report. *Vet J.*v.174, p565-569, 2007.

MAURER, S. Insulin resistance in horses; causes, development and prevention.SLU, Uppsala, 2007. p. 1-10. Disponível: <http://exepsilon.slu.se:8080/archive/00002765/01/Sophie_Maurer_Kandidatexamen.pdf/>. Acesso em: 5 Jan. 2012.

MCGOWAN, C. The Role of Insulin in Endocrinopathic Laminitis.*J Equine Vet Science* . v.28, p. 603-607, 2008.

MCGOWAN, T.W. *Aged horse health, management and welfare*.2009. 336.(PhD) thesis.St Lucia, Australia.

MERRIAM, J.G. 52nd Annual Convention of the American Association Equine Practitioners-AAEP,. 2006. San Antonio, Texas.How to Radiographically Assess the Hoof Capsule and Related Lameness Problems.THE HOOF—“HOW-TO” AND SELECTED TOPICS.p.211-215

MOORE, J.N.; ALLEN D, J.R.; CLARK, E.S. Pathophysiology of acute laminitis. *Vet Clin North Am .Equine Prac*, v. 5, p. 67-72, 1989.

MOORE, R.M.; EADES, S.C.;STOKES, A.M. Evidence for vascular and enzymatic events in the pathophysiology of acute laminitis: Which pathway is responsible for initiation of this process in horses? *Equine Vet. J.*v.36 p.204-209, 2004.

NEGRÃO, A. B.; LICINIO, J. Leptina: o diálogo entre adipócitos e neurônios. *Arq Bras Endocr Metab.* v.44,, p.205-214, 2000.

MULHER, D.C.M.; SCHOSSLER, J.E.; PINHEIRO. M. Adaptação do índice de massa corporal humano para cães.*Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1038-1043, 2008.

OBEL, N. *Studies on the histopathology of acute laminitis*.Uppsala, Sweden, Almqvist and Wiskells.1948.

OLIVEIRA, C.A.A.;VEIGA, C.C.P.; RAMOS, M.T.,et al. *Correlação entre teor de gordura corporal e escore corporal em equinos de concurso completo de equitação*.2011. In: V Simpósio Internacional do Cavalo Atleta, 2011, Belo Horizonte. Revista Veterinária e Zootecnia em Minas. Belo Horizonte: CRMV-MG, 2011. v. 109. p. 114-116.

ORSINI, J.; HOMER, H.G.; POLLITT, C.C. Laminitis in Horses: Through the Lens of Systems Theory. *J Equine Vet Science*.v.29, p.105-114 2009.

PACKER, M.J.; HUNTER, G.L.; TRAYHURN, P., et al. Adipose tissue-derived adiponectin expression is significantly associated with increased post-operative mortality in horse undergoing emergency abdominal surgery. *Equine vet.J.*,v.43, p.26-33,2010.

PAGANELA, J.C.; NOGUEIRA, C.E.W.; FALEIROS, R. R. *Associação entre obesidade e o posicionamento da falange distal em equinos da raça Crioulo*. 2011. In: V Simpósio Internacional do Cavalo Atleta, 2011, Belo Horizonte. Revista Veterinária e Zootecnia em Minas. Belo Horizonte : CRMV-MG, 2011. v. 109.p. 133-133.

PASS, M.A.; POLLITT, S.; POLLITT, C.C. Decreased Glucose Metabolism Causes Separation of Hoof Lamellae in Vitro: A Trigger for Laminitis?*Equine Vet.J.*, v.26,p.133-8,1998.

- POLLITT, C.C. Basement membrane pathology: A feature of acute laminitis. *Equine Vet.J.*, v.28, p.38-46, 1996.
- POLLITT, C.C. *Equine laminitis current concept*. Camberra, Australia: Union offset. 2008, 116p.
- POLLITT, C.C. Equine laminitis. *Clin Techn Equine Pract.*, v.3, p.34-44, 2004.
- POLLITT, C.C. Proceedings of the American Association of Equine Practitioners, v.45, p.188-192, 1999. *Equine laminitis: a revised pathophysiology*. 1998
- POLLITT, C.C. The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Educations*, p.3-10, 1998.
- POLLITT, C.C.; DARADKA, M. Equine laminitis basement membrane pathology: loss of type IV collagen, type VII collagen and laminin immunostaining. *Equine Vet. J.*, v.26, p. 139-144, 1998.
- POLLITT, C.C.; MOLYNEUX, G.S.A scanning electron microscopical study of the dermal microcirculation of the equine foot. *Equine Veterinary Journal*, v.22, p.79-87, 1990.
- POWELL, D.M.; REEDY, S.E.; SESSIONS, D.R., et al. Effect of short-term exercise training on insulin sensitivity in obese and lean mares. *Equine Vet. J.*, v.34, p.81-84. 2002.
- RAMOS, A. P. P. *Indicadores de síndrome metabólica em meninas púberes*. 2005. 140f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.
- RAW, I. Mecanismo de ação da insulina. *Rev Med.*, v.85, n.4, 2006.
- REDDEN, R. F. A. *A method for trating club foob*. In: Annual convention of the american association equine Practitioners. San Diego, 1988. San Diego, 1988. p. 321-324.
- REDDEN, R.F.A. In: Bluegrass Laminitis Symposium Notes, 2002. *Classifying Laminitic Damage: How Using a Simple Scale Can Help All Concerned Understand and Project the Aggressiveness Needed, the Length, Cost and Future Outcome For What Lies Ahead* Disponível em: <TTP://www.nanric.com/classify_lamdamage.asp>. Acesso em: 16 July 2012.
- REDDEN, R.F.A. In: 49th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, New Orleans, Louisiana, 2003. *Clinical and Radiographic Examination of the Equine Foot*. Disponível em: <www.nanric.com/clinical_and_radiographic_examination_of_the_equine_foot.asp>. Acesso em: 10 July 2012.
- REDDEN, R.F.A. Hoof capsule distortion: Understanding the mechanisms as a basis for rational management. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, v.19, p.443-463. 2003.
- REDDEN, R.F.A. In: Bluegrass Laminitis Symposium Notes, 2002. *Interpreting Soft Tissue Parameters and Lesions – The Influence of Trimming and Shoeing the Normal and Pathological Foot*. Disponível em: <TTP://www.nanric.com/interpret_lesions.asp>. Acesso em: 10 Set. 2011. 12 Feb. 2012.
- REDDEN, R.F.A. In: Bluegrass Laminitis Symposium Notes, 2001. *New Developments Using the Four Point Concept*. Disponível em: <TTP://www.nanric.com/4PtTrim.asp>. Acesso em: 1 July 2012.
- REDDEN, R.F.A. 49nd Annual convention of the American Association Equine Practitioners. *Preventing Laminitis in the Contralateral Limb of Horses with Non-*

Weight-Bearing Lameness. In: Annual convention of the American Association Equine Practitioners, 2003. Disponível em: <TTP://http://www.nanric.com/pdf/preventing_contralimb_laminitis>. Acesso em: 10 Set. 2012. 12 Feb. 2012. 16 July 2012.

REDDEN, R.F.A. In: Depth Short Course. Versailles KY, 2007. *Radiology of the Equine Digit*. Disponível em: <TTP://pubs.acs.org/hotartcl/jafcau/jafcau.html>. Acesso em: 10 Set. 2012. 12 Feb. 2012. 16 July 2012.

REDDEN, R. F. A. In: Depth equine podiatry symposium notes, 2010. *Identifying and Treating the Negative Palmar Angle*. Disponível em: <http://www.nanric.com/identifying_negative%20palmar_angle.asp> Acesso em: 10 May 2012, 17 July 2012.

REDDEN, R. F. A. In: Depth Equine Podiatry Symposium Notes, 2009. *White Line Disease*. Disponível em: <http://www.nanric.com/identifying_negative%20palmar_angle.asp> Acesso em: 10 May 2012, 17 July 2012.

RICHARDS, N.; HINCH, G.N.; ROWE, J.B. The effect of current grain feeding practices on hindgut starch fermentation and acidosis in the Australian racing Thoroughbred. *Australian Vet J.*, v.84, p.402-407. 2006.

RUESH, C. Diabete melito felino. *Veterinary focus*. v.21, p.9-17. 2011.

RUSH, B. R. In : Ithaca, 2006. Obesity and laminitis. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2006/LA/083.asp?LA=1>. Acesso em: 18 maio, 2012.

SAMPAIO, R.C.L.; CANOLA, J.C.; LACERDA NETO, J.C, et al. Histologic alterations of the basement membrane of the dermal and epidermal layers of the hoof

in horses with acute laminitis. *Internati J Morphol.*, v. 22, p.307-312, 2004.

SAMPAIO, R.C.L. *Laminite experimental: aspectos morfológicos, morfométricos e ultra-estruturais das lâminas dérmicas e epidérmicas do casco de equinos tratados com a trinitroglicerina*. 2007. 126f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SAS Institute. *SAS .User's Guide: Statistics*. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina. 1999. v. 8.

SINGER, G.; GRANGER, D.N. Inflammatory responses underlying the microvascular dysfunction associated with obesity and insulin resistance. *Microcirculation*. v.14, p.375-387. 2007.

SOUZA, A.H. *Tamponamento cecal: aspectos clínico, fisiopatológico e terapêutico na laminite experimental, em equinos*. 2007. 219f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SOUZA, F. A.; FILHO, V. R. V.; LIMA, A. L., et al. Equine metabolic syndrome: insulin resistance. *Veterinária em Foco*. v.5, n.1, 2007.

STASHAK, T. *Claudicação de equinos Segundo Adams*. 5 ed. São Paulo: Varela, 2006. p.1070.

STICK, J. A.; JANN, H. W. et al. Pedal bone rotation as a prognostic sign in laminitis of horses. *J Am Vet Med Assoc*. v.180, n.3. p. 251-3. 1982.

STUMP, J.E. Anatomy of the normal equine foot, including microscopic features of the laminar region. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.151, n.12, p.1588-1598, 1967.

- TORRES, E.N. *Citotoxicidade, genotoxicidade e potencial inibitório da MMP-2 por monômeros metacrilatos aplicáveis na odontologia restauradora adesiva*. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)- Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.
- TREIBER, K.H.; KRONFELD, D.S; HESS, T.M., et al. Pre-laminitic metabolic syndrome in genetically predisposed ponies involves compensated insulin resistance. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.89. p.430-431. 2005.
- TURNER, T. 38nd Annual convention of the American Association Equine Practitioners-AAEP. Orlando, 1992. *The use of hoof measurements for the objective assessment of hoof balance*. In: *American association of equine practitioners annual convention*. 1993. p. 389-395.
- VEIRA, R. A. M; RIBEIRO, A. G; AZEVEDO, D.S.D., et al. *Caracterização radiográfica da posição da falange distal em equinos Mangalarga Marchador*. In: XX Semana de Iniciação Científica da UFMG, 2011, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : UFMG, 2011.
- VICK, M. M., ADAMS, A. A., MURPHY, B. A., et al. Relationships among inflammatory cytokines, obesity, and insulin sensitivity in the horse. *Am. Soc. Animal Scie.*, v.85 p.1144-55, 2007.
- WESTERVELT, R.G.; STOUFFER, J.R.; HINTZ, H.F. Estimating in horse and ponies. *J. Animal Scie.*, v.43, p. 781-785, 1976.
- WILSON, A.M.; SEELIG, T.J.; SHIELD, R.A., et al. The effect of foot imbalance on point of force application in the horse *Equine Vet. J.*, v. 30, n. 6, p. 540-545.1998.
- ZARDO, L; ALMEIDA, R.F.; LUZ, C.A.S. Ultrasound measurement of abdominal, visceral and perirrenal fat in patients with metabolic syndrome. *Revista da AMRIGS.*, v. 55, p. 327-332, 2011.