ROBERTO ALEXANDRE DIAZ TOLEDO MARTINS

**AVALIAÇÃO DE ESCORE CORPORAL EM EQUINOS
ATRAVÉS DA ULTRASSONOGRAFIA**

Pirassununga

2011

ROBERTO ALEXANDRE DIAZ TOLEDO MARTINS

Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia

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

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira
Gobesso

Pirassununga

2011

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.2516
FMVZ

Martins, Roberto Alexandre Diaz Toledo

Avaliação de escore corporal em equinos através da ultra-sonografia /
Roberto Alexandre Diaz Toledo Martins. -- 2011.
81 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção
Animal, Pirassununga, 2011.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso

1. Escore corporal. 2. Ultra-sonografia. 3. Equinos. I. Título.

ERRATA

MARTINS, R. A. D. T. Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia. 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

Página	Parágrafo	Onde se lê	Leia-se
Abstract	1º	82 f.	81 f.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia", protocolado sob o nº 2469/2011, utilizando 31 (trinta e um) equinos, sob a responsabilidade do(a) Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 26/10/2011.

We certify that the Research "Evaluation of body condition score in horses by ultrasonography", protocol number 2469/2011, utilizing 31 (thirty one) horses, under the responsibility Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 10/26/2011.

São Paulo, 27 de outubro de 2011.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MARTINS, Roberto Alexandre Diaz Toledo

Título: Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

“ Dedico este trabalho aos animais e especialmente aos cavalos, que foram fundamentais na realização dos meus sonhos e assim como me dediquei a eles, desde sempre; retribuíram-me com alegrias, realizações pessoais e profissionais , proporcionando-me momentos inesquecíveis”

AGRADECIMENTOS

A Deus por compartilhar com o ser humano, o produto de sua criação.

Aos Cavalos por me acompanharem em todos os momentos importantes da minha jornada.

A minha esposa Cristiane e minha filha Isabella, por serem a razão do meu viver. A Isabella por seus conhecimentos de informática.

Aos meus pais Moisés e Eloisa pelos valores ensinados e pelo apoio durante todos meus projetos de vida. Aos meus irmãos e toda minha família pelo apoio.

Toda carreira é marcada por grandes mestres, que com incentivo e confiança , nos tornam o profissional que somos ; e por estes serei eternamente grato: Dr Ricardo Dias de Moraes, Prof. Dr Guilherme Laguna, Prof Dr Thiago Salles Gomes, Dr José Roberto July, Dr Ricardo Tannus, Prof. Dr Geraldo Heleno e todos os colegas que tive a oportunidade de trocar experiências profissionais e de vida .

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso, pela oportunidade de realizar este trabalho , pela paciência , confiança e conhecimentos compartilhados.

Ao Prof. Dr Fernando Baldi pelo apoio na realização e interpretação dos resultados deste experimento.

Aos meus colegas do Labequi, Prof. Dr. Mariano, Paulo Gil, Rafael, Thiago, Fernanda, Iaçana e todos os estagiários que me auxiliaram neste trabalho.

A toda a equipe de professores e funcionários do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização desse curso.

A todos os amigos e colegas, que direta ou indiretamente participaram desta empreitada , seja com ações, palavras e incentivos.

A TODOS O MEU MUITO OBRIGADO !!

RESUMO

MARTINS, R. A. D. T. **Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia** . [Evaluation of body condition score in horses by ultrasonography]. 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

Atualmente, a avaliação do treinamento e da nutrição dos cavalos de esporte, vem sendo amplamente estudada , no intuito de atingir o máximo desempenho dos cavalos de esporte nas competições. A composição corpórea muscular e de deposição de gordura, assim como em humanos, é um dos melhores indicativos deste desempenho. O escore de condição corporal (ECC) é um indicador subjetivo do estado corpóreo em equinos, baseado exclusivamente no depósito de gordura .A ultrassonografia tem demonstrado ser uma ferramenta de grande valor nesta avaliação.Com o objetivo de estudar a relação do escore corporal com medidas de espessura de gordura e músculos obtidas através da ultrassonografia em três raças distintas , utilizou-se 14 equinos Puro Sangue Inglês(PSI), 7 equinos Quarto de Milha(QM) e 10 equinos Puro Sangue Árabe(PSA) , com idade média de $3,5 \pm 0,5$ anos e peso médio de 471 quilos. Os animais foram avaliados por ultrassonografia em três regiões paralelas a coluna vertebral: espessura da gordura lombar(EGL), espessura do músculo glúteo(EMG) e espessura da gordura na cauda(EGC).As mensurações foram realizadas a cada 30 dias ,durante 60 dias. Os resultados mostraram um comportamento diferente entre as raças, porém a correlação do escore corporal com a medida de espessura de gordura na base da cauda(EGC),teve uma maior correlação, comparada com as outras variáveis ultrassonográficas. A avaliação ultrassonográfica mostrou-se uma ferramenta confiável e prática de avaliação de condição corpórea nas raças de cavalos de esporte.

Palavras-chave: Escore corporal. Equinos. Ultrassonografia.

ABSTRACT

MARTINS, R. A. D. T. **Evaluation of body condition score in horses by ultrasonography.** [Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia]. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

Currently, the evaluation of training and nutrition for sport horses, has been widely studied in order to achieve maximum performance of sport horses in competitions. The body composition of muscle and fat deposition, as well as in humans, is one of the best indicators of performance. The body condition score (BCS) is a subjective indicator of body condition in horses, based exclusively on fat deposition. Ultrasonography has proved to be a valuable tool in the evaluation. In order to study the relationship score with measures of body fat and muscle thickness obtained by ultrasonography in three distinct races, we used 14 Thoroughbred horses (PSI), 7 Quarter Horses (QM) and 10 Purebred Arabian horses (PSA) with a mean age of 3.5 ± 0.5 years and average weight of 471 kg. Os animals were evaluated by ultrasonography in three regions parallel to the spine, back fat thickness (EGL), thickness of gluteal muscle (EMG) and fat thickness in tail (EGC). the measurements were performed every 30 days for 60 days. The results showed a different behavior between the races, but the correlation of scores with a measure of body fat thickness at the head of the tail (EGC), had a higher correlation, compared with the other variables Ultrasonographic evaluation proved to be a reliable and practical tool for assessing body condition of horses in sport horses.

Keywords: Body condition score. Equine. Ultrasonography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Áreas palpáveis para a estimativa da gordura corporal e do escore corporal em equinos.(adaptado de Henneke, 1984).....	29
Figura 2 -	Escore de condição corpórea, segundo Henneke (1983).....	32
Figura 3 -	Representação esquemática dos Modos A, B e M de disposição dos ecos em ultrassonografia cardíaca.VD = ventrículo direito ; VE = Ventrículo esquerdo . (Fonte : modificado de Barr, 1990).....	36
Figura 4 -	Unidade de arraçãoamento dos animais. Laboratório de Pesquisas em Alimentação e Fisiologia do Exercício em Equinos (LABEQUI).....	41
Figura 5 -	Jockey Club de Sorocaba	42
Figura 6 -	Regiões das mensurações de espessura de gordura e muscular. a)Espessura da gordura lombar(EGL); b) espessura da musculatura do glúteo (EMG); c) espessura da gordura da base da cauda (EGC).....	47
Figura 7 -	Imagens de ultrassonografia das áreas mensuradas. a) Camada gordura lombar(EGL); b) Espessura da musculatura glútea (EMG); c) Espessura de gordura na cauda(EGC).....	48
Figura 8 -	Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos PSI.....	54

Figura 9 -	Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda.....	55
Figura 10 -	Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos QM.....	61
Figura 11 -	Correlação de Spearman entre escore de condição corporal (ECC)e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda.....	64
Figura 12 -	Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos PSA.....	69
Figura 13 -	Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda nos equinos Puro Sangue Árabe (PSA).....	71
Figura 14 -	Médias de espessura subcutânea na base da cauda (EGC) dos equinos das raças PSI, QM, PSA.....	74
Figura 15 -	Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda(EGC) de todas as raças do experimento(PSI,QM e PSA).....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição bromatológica do Feno de gramínea Tifton 85 fornecido ao animais.....	43
Tabela 2 -	Composição bromatológica do concentrado comercial, fornecido aos animais do experimento.....	44
Tabela 3 -	Descrição dos valores médios das características de escore corporal , peso, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda (EGC), com os respectivos números de observações nos animais Puro Sangue Inglês(PSI).....	51
Tabela 4 -	Valores do peso médio dos animais PSI durante o tempo de permanência do experimento.....	52
Tabela 5 -	Valores do escore de condição corpórea médio dos animais PSI durante o tempo de permanência no experimento.....	53
Tabela 6 -	Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região do lombo(EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Puro Sangue Inglês(PSI).....	54
Tabela 7 -	Coeficientes de correlação entre as características, nos animais da raça Puro Sangue Inglês (PSI).....	56
Tabela 8 -	Descrição dos valores médios das características ao longo de escore corporal , peso corporal, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda(EGC), com os respectivos números de observações.nos animais Quarto de Milha (QM).....	58
Tabela 9 -	Efeito dos dias de permanência no experimento sobre o peso (Kg) médio dos animais Quarto de Milha (QM).....	59
Tabela 10 -	Valores do escore de condição corpórea médio dos animais durante o tempo de permanência do experimento.....	60
Tabela 11 -	Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região do lombo(EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Quarto de Milha (QM).....	60

Tabela 12 -	Coeficientes de correlação entre as características, nos animais da raça Quarto de Milha (QH).....	63
Tabela 13 -	Descrição dos valores médios das características de escore corporal, peso, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda (EGC) , com os respectivos números de observações nos animais Puro Sangue Árabe (PSA).....	65
Tabela 14 -	Efeito dos dias de permanência no experimento sobre o peso (Kg) médio dos animais das três raças avaliadas	66
Tabela 15 -	Valores do escore de condição corpórea médio dos animais PSA durante o tempo de permanência do experimento.....	67
Tabela 16 -	Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região lombar (EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Puro sangue Árabe(PSA).....	68
Tabela 17 -	Coeficientes de correlação entre as características , nos animais da raça Puro Sangue Árabe (PSA).....	70
Tabela 18 -	Valores do escore de condição corpórea médio dos animais durante o tempo de permanência do experimento.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Escore corporal em equinos, segundo Henneke (1983).....	31
Quadro 2 -	Esquema de exercício diário dos animais PSA do experimento.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

BIA – Bioimpedância acústica

DEXA – Raio X de energia dupla

DP – desvio padrão

ECC –Escore de condição corporal

EGL – Espessura de gordura lombar

EMG – Espessura de musculatura glútea

EGC – Espessura de gordura na base da cauda

FFA- Massa magra corporal

P – Peso

PSA- Puro Sangue Árabe

PSI – Puro Sangue Inglês

QM – Quarto de Milha

USD – Ultrassonografia diagnóstica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVO.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 EQUINO DE ESPORTE.....	20
3.2 ESCORE CORPORAL EM EQUINOS	29
3.3 A ULTRASSONOGRRAFIA NA CIÊNCIA ANIMAL	34
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
4.1 LOCAIS	42
4.2 ANIMAIS.....	43
4.3 MANEJO NUTRICIONAL	44
4.4 PROGRAMA DE TREINAMENTO	45
4.4.1 Puro Sangue Inglês (PSI) e Quarto de Milha (QM).....	45
4.4.2 Puro Sangue Árabe (PSA).....	46
4.5 EQUIPAMENTO.....	46
4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	47
4.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	50
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1 RAÇA PURO SANGUE INGLÊS (PSI).....	52
5.1.1 Peso dos equinos PSI.	53
5.1.2 Escore de condição corporal(ECC)	53
5.1.3 Medidas ultrassonográficas	54
5.1.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos PSI	56
5.2 RAÇA QUARTO DE MILHA (QM).....	59
5.2.1 Peso dos equinos Quarto de Milha(QM).	59
5.2.2 Escore de condição corporal dos equinos QM.	60
5.2.3 Medidas ultrassonográficas dos equinos QM	61
5.2.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos QM.	63
5.3 PURO SANGUE ÁRABE (PSA)	66
5.3.1 Peso dos equinos Puro Sangue Árabe.....	67
5.3.2 Escore de condição corporal (ECC) dos equinos PSA.	67
5.3.3 Medidas ultrassonográficas dos equinos PSA.....	68

5.3.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos PSA	71
5.4 ANÁLISES COMPARATIVAS DAS CARACTERÍSTICAS ENTRE AS RAÇAS	73
Foram realizadas análises comparativas entre as raças , das diversas variáveis e seu comportamento ao longo do tempo.....	73
5.4.1 Efeito das raças sobre o escore de condição corpóreo ao longo do período (ECC). ...	73
5.4.2 Correlações entre o escore de condição corpórea (ECC), o peso e as medidas ultrassonográficas nas diferentes raças.	74
6 CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

As atividades envolvendo a produção de produtos e serviços relacionados com o cavalo no Brasil configuram um verdadeiro Complexo do Agronegócio, com dimensão social e econômica das mais expressivas. As estimativas realizadas apontam para um valor de movimentação econômica no complexo superior a R\$ 7,3 bilhões anuais. Somente nas atividades analisadas, foram estimadas cerca de 640.000 pessoas ocupadas, número que poderia atingir a casa de 3,2 milhões de pessoas se forem incluídos aqueles empregos considerados indiretos. Outras iniciativas devem ser mantidas, como a busca por maior transparência, divulgação e profissionalização dos diversos segmentos. (LIMA et al , 2006).

Os programas de manejo nutricional e de treinamento dos equinos vem sendo estudados e implantados frequentemente , visando atingir o máximo desempenho dos animais de esporte. Porém são poucas as ferramentas objetivas de avaliação e acompanhamento destes programas.

Os equinos de esporte e reprodução, criados em regime intensivo, sofrem um significativo estresse sobre o equilíbrio energético, principalmente em condições de clima tropical. Em um animal de 500 kg , com gordura de 5%, estima-se que acumula 10 vezes mais peso em forma de gordura , que em forma de glicogênio, porém existem poucos estudos que indiquem a percentagem de gordura em várias espécies de equinos (NRC,2007)

O escore de condição corporal (ECC) é um indicador subjetivo do estado corpóreo em equinos, baseado no depósito de gordura em determinadas regiões , incorporando a avaliação visual e palpação do animal (HENNEKE et al 1983, CARROL; HUNTINGTON, 1988).

A mensuração da gordura corpórea através da ultrassonografia foi amplamente estudada em produção animal e pode ser um bom indicativo da gordura corpórea em equinos adultos (WESTERVELT et al 1976; KANE et al 1987).

Westervelt et al. (1976) foram os primeiros pesquisadores a realizar um estudo na predição da quantidade de gordura corporal em cavalos e pôneis por meio de ultrassonografia na garupa. Estes autores comprovaram a eficácia deste método devido à alta correlação obtida entre a espessura de gordura subcutânea na garupa e os valores obtidos mediante análise química da carcaça.

Estudos em potros foram realizados , mensurando a espessura da gordura periférica na musculatura glútea (Kubiak et al 1988), porém a relação com a gordura corpórea total não foi determinada.

Carroll e Huntinton (1988) afirmaram que o peso, a condição corporal e a altura da cernelha estão correlacionados, sendo possível predizê-los de maneira acurada . Westervelt et al. (1976) conseguiram determinar a porcentagem de gordura corporal de pôneis a partir da espessura de gordura subcutânea da garupa.

O ideal seria a realização de um trabalho correlacionando a espessura de gordura subcutânea e a porcentagem de gordura corporal, determinada através de fórmula utilizada por Westervelt et al.(1976), para a determinação mais precisa do escore de condição corporal de equinos atletas. Maiores estudos da anatomia equina devem ser feitos para identificar estruturas musculares e com depósito de gordura, onde seja possível estimar a condição corpórea dos equinos.

2 OBJETIVO

Este estudo visa propor uma avaliação objetiva do estado corpóreo dos equinos, correlacionando o sistema de escore corporal preconizado por Henekke et al (1983) correlacionando-o com medidas ultrassonográficas de mensuração da área transversal do músculo glúteo e espessura da camada de gordura na musculatura lombar e da garupa. Com esta ferramenta de fácil utilização, aliado a avaliação de escore corporal, podemos contribuir para uma avaliação dos aspectos de manejo, arraçoamento e treinamento dos equinos, de forma mais precisa e objetiva.

Este trabalho propõe uma técnica ultrassonográfica para ser usada como rotina no acompanhamento periódico em grupos de equinos submetidos a programa nutricional ou de treinamento esportivo pré-estabelecido.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Para fins de melhor abrangência dos tópicos relacionados com o equino e avaliação do seu desempenho, a revisão foi dividida em três tópicos: cavalo de esporte, escore de condição corporal e a ultrassonografia na ciência animal.

3.1 EQUINO DE ESPORTE

Atualmente os cavalos são amplamente utilizados para recreação e esporte e o leque de atividades está sendo cada vez mais diversificado. Uma variedade de raças de cavalos, como o Puro Sangue Inglês (PSI), o Quarto de Milha (QM) e o Árabe, estão envolvidos com diferentes modalidades esportivas como Corridas, Enduro, Salto, Concurso Completo de Equitação, Volteio, Adestramento, Rodeio, Tambor e Baliza e Pólo (HODGSON; ROSE, 1994).

No complexo agropecuário, o segmento de equinos utilizados em diversas atividades esportivas movimentou valores da ordem de R\$ 705 milhões e emprega cerca de 20.500 pessoas, com a participação estimada de 50 mil atletas (LIMA et al., 2006).

O esporte equestre está difundido no Brasil desde longa data. O primeiro registro oficial de competições envolvendo cavalos nos remete a 1641. Como atividade organizada, o esporte ganhou evidência a partir do início do século XIX, com a inclusão da equitação, em 1810, entre as disciplinas da Academia Real Militar (Rio de Janeiro) e as provas de corrida. No início do século seguinte, surgem os primeiros clubes hípicas como, por exemplo, o Club Esportivo de Equitação (hoje, Centro Hípico do Exército), no Rio de Janeiro, e a Sociedade Hípica Paulista, em São Paulo, ambos em 1911. O hipismo foi introduzido nos Jogos Olímpicos em 1900 (Paris) e a primeira participação brasileira ocorreu nos Jogos de 1948 em Londres (LIMA et al, 2006).

A categoria de esportes inclui os centros de treinamento, jockey clubes, propriedades particulares e hípicas. Os cavalos incluídos nesta categoria são animais que potencialmente consomem, em média, 4,5 kg de ração por dia, respondendo no ano de 2005, por 110000 toneladas e por 34,4% do consumo total

no ano. Em pesquisa de campo encontrou-se que o consumo médio diário de ração é de 5,12 kg/animal, quantidade um pouco superior aos dados obtidos na pesquisa de mercado. Isto porque uma parcela da ração fornecida aos cavalos é fabricada (“batida”) na própria propriedade. Considerando o consumo médio de ração industrial (de acordo com os diversos segmentos de atividade) pode-se estimar que a população de equinos que consomem ração industrial corresponde a cerca de 360 mil animais. Estima-se que o mercado de rações para equinos movimente R\$ 53.440.000,00 anualmente (LIMA et al, 2006).

As atividades envolvendo a produção de produtos e serviços relacionados com o cavalo no Brasil configuram um verdadeiro Complexo do Agronegócio, com dimensão social e econômica das mais expressivas. As estimativas realizadas apontam para um valor de movimentação econômica no complexo superior a R\$ 7,3 bilhões anuais. Somente nas atividades analisadas, foram estimadas cerca de 640.000 pessoas ocupadas, número que poderia atingir a casa de 3,2 milhões de pessoas se forem incluídos aqueles empregos considerados indiretos(LIMA et al, 2006).

No Brasil, como nos demais países, os investimentos na pesquisa com equinos estão relacionados às perspectivas dos segmentos da indústria equina no país. As pesquisas podem ser discriminadas como sendo em produção e manejo, genética e melhoramento, nutrição e alimentação, reprodução, medicina e cirurgia, doenças, sanidade e defesa sanitária. Há ainda pesquisas em áreas relacionadas ao hipismo, envolvendo fisiologia esportiva, equitação e ao treinamento de equinos (QUEIROZ; PIMENTEL, 2010).

Quando avaliamos as publicações nas diversas áreas da ciência dos equinos, percebe-se aumento significativo das publicações em medicina, reprodução e sanidade equina. As publicações nestas áreas refletem as tendências atuais da indústria equina, com enfoque na medicina esportiva, neonatologia e técnicas de diagnóstico clínico, novas tecnologias da reprodução de garanhões e éguas, estudos avançados sobre sanidade e doenças dos equinos, assim como estudos sobre comportamento e bem estar nos sistemas de produção de equinos (QUEIROZ; PIMENTEL, 2010).

A produção científica na equideocultura foi crescente na última década, no Brasil e nos demais países nos quais o agronegócio do cavalo é um segmento importante da sociedade. Considerando todas as áreas de interesse na equideocultura, o maior número de artigos publicados está relacionado às áreas da medicina e cirurgia e doenças e sanidade. Na área da produção animal, o maior número de artigos está associado à nutrição e alimentação dos equinos (QUEIROZ; PIMENTEL, 2010).

Muitos cavalos iniciam sua carreira atlética antes mesmo de atingirem a maturidade, como os PSI, que começam o treinamento por volta dos 18 meses de vida e correm, muitas vezes, antes de atingirem dois anos de idade. A alimentação destes cavalos é um grande desafio, pois os nutrientes devem suprir as necessidades de crescimento e do exercício (PAGAN, 1998).

O desempenho atlético do equino é diretamente relacionado com a capacidade de sustentação e geração de força da musculatura esquelética. Quanto maior o tamanho do músculo, maior o potencial de geração de força. O conhecimento da proporção da musculatura esquelética na composição corporal pode levar a um maior conhecimento do desempenho equino (KEARNS et al, 2002a).

O componente do corpo mais variável de todos é a gordura corporal. Isto contrasta com a massa magra, que é considerado mais constante (LOHMAN, 1971). A variabilidade da massa gorda está relacionada com fatores individuais do cavalo como a constituição genética e fatores ambientais como a nutrição ou o exercício e treinamento. Além disso, diferenças genéticas têm sido observadas na composição corporal e teor de gordura entre raças dentro de várias espécies, como bovinos, porcos e ovelhas (LOHMAN, 1971).

A questão das diferentes raças relacionadas é uma preocupação ao tentar analisar a literatura anterior sobre cavalos. Parece haver uma diferença entre raças na distribuição de gordura e músculo em cavalos. Isso pode estar relacionado ao fato de que muitas raças foram criados e desenvolvidos para diferentes funções específicas (KEARNS et al, 2002a). Por exemplo, animais PSI foram criados para velocidade e resistência, os QM para velocidade, os Árabes para resistência e os Percherons para força sem velocidade (JULIAN et al, 1956).

O fato é de que vários estudos publicados não especificam as raças dos cavalos estudados (KEARNS et al, 2002a). No entanto, apesar destas limitações, ainda há informações importantes que podem ser tomadas a partir desses estudos, especialmente a partir dos poucos que tentaram examinar a relação entre composição corporal e o desempenho atlético (WESTERVELT et al, 1976; GUNN, 1983; LAWRENCE et al, 1992;. KEARNS et al, 2002a).

Embora a composição corporal tenha sido considerada um fator importante na avaliação da saúde do cavalo, há uma escassez de dados publicados disponíveis sobre a composição corporal de cavalo, e quase nenhum dado obtido a partir de atletas de elite de equinos. Esta falta de dados publicados é devido principalmente às dificuldades associados aos métodos anteriores utilizados para avaliar a composição corporal no cavalo (KEARNS et al, 2002a).

Devido ao seu tamanho, muitas técnicas não são aplicáveis ao cavalo e outros ainda trazem muitos problemas técnicos com elas, fazendo essas técnicas impraticáveis (LAWRENCE, 1994). Técnicas comumente utilizadas na avaliação da composição corpórea incluem a absorção de dupla energia de raio-X (DEXA), a pesagem hidrostática (debaixo da água) com determinação de água corporal total (TBW), impedância bio-elétrica (BIA), deslocamento de ar, escore de condição corporal, a dissecação de cadáveres e a ultrassonografia (KEARNS et al, 2002a).

O padrão “ouro” para a avaliação da composição do corpo humano é da pesagem hidrostática. Esta técnica é baseada no princípio de Arquimedes que estabelece que um objeto imerso na água é impulsionada por um contra força igual à água deslocada . O tecido ósseo (densidade 1,2) e o tecido muscular (densidade 3,0) são mais densos que a água, enquanto que o tecido adiposo (densidade = 0,90) é menos denso . Com a mesma massa corporal total, um animal com maior massa magra (FFM) pesa mais na água, devido a uma maior densidade corporal e tem uma menor percentagem de gordura no corpo do que um animal com menos massa magra (KEARNS et al,2002a).

Os cavalos são muito grandes e pesados para caber na maioria dos tanques submersos e não é plausível acreditar que cavalos se submeteriam a ficarem totalmente submersos e imóveis tempo suficiente para facilitar uma medição precisa da deslocamento de água. Portanto, segundo Keanes et al. (2002), este método

nunca foi considerado como uma opção para medir a composição corporal do cavalo.

O DEXA é uma técnica que utiliza o raio-X de energia dupla para determinar a densidade do corpo e pode, então, estimar o FFM e a massa de gordura. Até o momento o DEXA tem sido usado para avaliar a composição corporal em animais pequenos, tais como galinhas, suínos, gatos e cães. Tamanho também é um problema com o DEXA. Poucos ou nenhum aparelho DEXA é grande o suficiente para acomodar um cavalo durante todo o processamento da imagem, que leva um tempo de até 50 min, em alguns casos. Portanto, um cavalo deve ser total ou parcialmente tranquilizado para garantir que ele permanece imóvel para a completa obtenção da imagem, tornando este exame com um custo técnico proibitivo. O uso de DEXA para medir a densidade mineral óssea em cavalos, entretanto, tem crescido em popularidade crescente nos últimos anos (KEARNS ET AL, 2002a).

Usando a análise direta da carcaça, Robb et al. (1972) foram capazes de determinar a composição química e valores energéticos em pôneis. Eles determinaram que a gordura corporal variou de 6,6% para 18,9% nestes cavalos. Webb e Weaver (1979) usaram a análise direta da composição da carcaça e os valores relatados foram similares, mas em uma faixa inferior a relatada por Robb et al. (1972). A porcentagem de gordura nos cavalos puro-sangue inglês e pôneis, raças utilizadas neste estudo apresentaram uma porcentagem de gordura que variou de menos de 1% do peso corporal para mais de 11%, com um teor médio de gordura de 5,1%. Curiosamente, a avaliação visual demonstrou que a maioria dos animais estudados estava em uma condição magra. Estas observações nos mostra que os escores de condição corporal não são úteis para a avaliação componentes funcionais da composição corporal, ou seja a % de gordura, massa magra e gordura. O componente mais variável de peso corporal no estudo de Webb e Weaver (1979) foi o tecido adiposo, que variou de menos de 1% a mais de 11%. Esta variabilidade no nível de tecido adiposo está de acordo com os dados de outras espécies (LOHMAN, 1971). A análise direta da carcaça fornece dados quantitativos referentes a ambas massa muscular e gordura. O método é trabalhoso e demorado. Além disso, não pode ser usado para estudos ao longo do tempo, onde os pontos devem ser medidos no início e no final do experimento (KEARNS et al, 2002a).

A Bio-impedância elétrica (BIA) é uma outra técnica frequentemente usados em pesquisas com seres humanos em estudos clínicos. Na BIA, uma corrente elétrica é enviada através do corpo para medir a resistência ou a impedância desta corrente. Cada tecido biológico atua tanto como um condutor ou isolante para a corrente. O tecido muscular, que é composta principalmente de água (80%) tem uma baixa resistência e age como um bom condutor. O tecido adiposo, por outro lado, é composta de pouca água (16%) e atua como um isolante. Portanto, quanto maior a gordura no corpo, maior a impedância para a corrente. O valor da impedância pode ser colocado em uma equação de regressão, geralmente com outras variáveis tais como altura, peso e sexo, para prever a densidade do corpo e a porcentagem de gordura corporal. Este método, no entanto, tem problemas técnicos quando utilizado para medir composição corporal em cavalos. O grande volume e variabilidade da água no trato gastrointestinal, especificamente os grandes volume de água no intestino grosso intestinal, tem causado uma longa e alta variabilidade no equilíbrio corpóreo. Isso tende a hiperestimar a água total do corpo e, portanto, os cavalos parece ter mais tecido muscular e menos gordura do que seria real (KEARNES et al, 2002a).

Um estudo recente da Forro et al. (2000) demonstrou que BIA pode ser uma ferramenta útil para prever a água total do corpo (TBW), fluido extracelular e volume plasmático em cavalos; no entanto, não há dados publicados sobre a confiabilidade desta técnica para prever com precisão a porcentagem de gordura corporal em cavalos. Existem algumas questões quanto à exatidão da BIA em seres humanos de como os resultados são afetados pelo tipo de instrumento utilizada, nível de hidratação de alimentos e temperatura da pele. Estas mesmas questões devem ser uma preocupação quando se considera este método para uso em cavalos.

Nos últimos 30 anos, os avanços em tecnologias de diagnóstico por imagem, como ultrassonografia e a ressonância magnética (RM), têm permitido o desenvolvimento de uma forma mais dinâmica e não invasivas para o medição da composição corporal. Infelizmente, não existem trabalhos publicados, até agora, que incorporam a tecnologia de ressonância magnética para medir a composição do corpo em cavalos. Novamente, o tamanho do cavalo parece ser o fator limitante que até agora impediu o uso da ressonância (KEARNES et al, 2002a)..

Medidas ultrassonográficas ,por outro lado, pode ser feita de forma rápida e com segurança em uma variedade de equinos , sem interromper programação de treinamento dos animais, um elemento que é de particular importância quando se utiliza raças de corridas de alto desempenho (KEARN et al.,2002a). Além disso, as medições podem ser repetida durante um período ilimitado de tempo, tornando os estudos longitudinais viável e de baixo custo. Westervelt et al. (1976) foram capazes de estimar a porcentagem de gordura em cavalos usando ultra-som modo-B com base em métodos para medir a espessura da gordura da garupa. Estes métodos foram adaptados de protocolos bem estabelecidos usados para medir a composição de carcaça em animais de produção de carne (STOUFFER et al., 1961). A técnica tem sido bem relatada por ter alta repetibilidade, alta precisão e fácil execução (WESTERVELT et al., 1976;. KANE et al., 1987 ; KEARNS et al., 2002a).

A gordura corporal baixa e uma grande quantidade de músculo é de benefício para os cavalos de corrida de alto desempenho , seja para a provas de resistência ou de corridas curtas.. Embora essa tendência de composição corpórea geral tem sido amplamente observado em corredores humanos , porém dados limitados estão disponíveis para cavalos de corrida (KEARNS et al., 2002a) e inexistentes para cavalos de salto. Os vários estudos em atletas têm mostrado uma correlação significativa entre o desempenho da corrida e a porcentagem de gordura corporal. Em esses estudos, o teor de gordura foi inversamente relacionada com o tempo e o desempenho em corridas de 12 minutos executado em ambos o homens e mulheres. A razão desta relação inversa entre porcentagem de gordura corporal e desempenho tem uma explicação simples. O excesso de gordura aumenta os requisitos de energia do peso corporal e trabalho, como correr, aumentando a necessidades energéticas de exercício para uma certa intensidade do trabalho durante um teste de consumo máximo de oxigênio. Isso pode ser prejudicial para o desempenho em manter a velocidade por um determinado tempo, tornando-o cada vez maior (KEARNS et al., 2002a).

A Composição corporal também pode ter uma influência sobre o desempenho em provas de enduro. Lawrence et al. (1992) observou a influência da massa de gordura na resistência dos cavalos, usando principalmente árabes e mestiços árabes. A gordura corporal média de cavalos que competem em provas de

resistência de 150 milhas foi de 7,8%. Quando divididos por desempenho na prova, os cavalos mais bem sucedidos possuíam gordura corporal ligeiramente inferior (6,5%) do que os cavalos que não conseguiu terminar (11,0%) (LAWRENCE et al., 1992). A gordura corporal média de 7,8% foi semelhante à observada em Trotadores de corrida de alto desempenho (8,8%) (KEARNS et al, 2002b.) e puro-sangue de corrida de elite (8,4%).

Estes dados nos sugere que, embora existam diferenças pequenas entre raças, cavalos de competição de alto nível têm semelhantes composições corpóreas. Funcionalmente, uma menor porcentagem de gordura, ou uma massa menor de gordura, teoricamente diminui a quantidade de trabalho necessário para mover o corpo, dando assim os cavalos magros uma vantagem de desempenho. Por exemplo, um típico cavalo de corrida de 500 kg com a gordura corporal 5%, teria 25 kg de massa de gordura, ao passo que um cavalo com um peso semelhante, mas com gordura corporal de 10% teria 50 kg de massa gorda. A diferença de 25 kg em um animal de esporte, se é treinados para provas de resistência ou de velocidade, não é insignificante. (KEARNS, 2002a).

Dobec et al. (1994), relacionaram 40 éguas inscritas em um leilão em Keeneland (Kentucky, USA), analisando os dados de número de vitórias e ganho total e médias em dólares. Usando a técnica de ultrassonografia, mensuraram a área de corte transversal do músculo *longissimus dorsi* e a espessura de gordura subcutânea, ambos na altura da 18ª costela. Os dados demonstraram uma correlação positiva entre a área do músculo *longissimus dorsi* e o desempenho dos animais em número de vitórias e prêmios nas corridas.

Durante anos, pesquisadores e treinadores vêm tentando determinar qual características fisiológicas e anatômicas podem prever a velocidade e o desempenho competitivo no cavalo de esporte. Em geral, os atletas equinos que irá executar o mais rápido e melhor desempenho normalmente têm uma grande massa muscular esquelética geral, mais fascículos musculares, uma alta porcentagem de contração rápida de fibras musculares e um baixo percentual de gordura corporal (KEARNS et al., 2002B).

Vários estudos têm tentado examinar a composição corporal através de uma variedade de metodologias para uma variedade de razões: para compreender o

conteúdo de energia da carcaça do cavalo (ROBB et al., 1972.); para medir as necessidades de energia dos cavalos (WEBB et al., 1989.); para melhor calcular a farmacocinética com base no tamanho de órgãos e tecidos, em ambas as espécies e os níveis individual (WEBB & WEAVER, 1979), ou para investigar a resposta dos cavalos à tratamentos ambientais de exercício e nutrição e desempenho (LAWRENCE et al. 1992; KEARNS et al, 2002b).. Estes estudos têm estabelecido informações importantes sobre a relação de massa gorda e magra em cavalos, mas ainda há grandes lacunas em nossa compreensão da função do músculo.

Várias aplicações práticas da composição corporal do cavalo precisam ser exploradas. Por exemplo, um cavalo que foi para o piquete devido a lesão pode ter aumento de sua massa gordura .A composição corporal pode ser usado como um método para julgar quando um cavalo pode retornar ao exercício ou quando o cavalo retomou sua posição de composição corporal original pré-lesão. Além disso, a composição corporal, e mais especificamente a gordura corporal, pode ser uma questão importante para éguas durante a prenhes. Técnicas dinâmicas como a ultrassonografia B-mode pode fornecer dados quantitativos de composição corporal durante a prenhes. Estes dados levam a um melhor compreensão das questões importantes no cuidado dos cavalos (KEANES et al., 2002a).

Até o momento, os dois métodos relatados mais usados para a avaliação corporal em eqüinos foram o escore de condição corporal (HENNEKE et al., 1983 ; CARROLL, HUNTINGTON, 1988) e de dissecação de cadáveres (WEBB, WEAVER, 1979;GUNN,1987).

A avaliação de condição corporal é um processo de avaliação visual simples que identifica as áreas do corpo onde a cobertura de gordura é visível e palpável. O sistema é fácil de aplicar e tem sido demonstrado ser sensível o suficiente para diferenciar entre as principais classes de eqüinos atletas . No entanto, este método só dá um escore de condição qualitativa e não fornece qualquer avaliação quantitativa da massa de gordura total ou massa magra. O escore de condição corporal (ECC) é um método subjetivo de estimativa de cobertura de gordura subcutânea em muitas espécies animais e é um dos índices mais utilizados do balanço energético em eqüinos . Frequentemente ele é usado

como fator de bloco estatístico ou como fator de resposta nos estudos de nutrição, fisiologia e reprodução equina. Portanto a habilidade de avaliar as mudanças temporais na deposição de gordura e o balanço energético, é útil não só para pesquisadores, mas também para veterinários de campo e proprietários dos equinos (LAWRENCE ET AL, 1992).

Embora o sistema de ECC é utilizado em quase todos os estudos de nutrição em equinos, há uma falta de pesquisas sobre a influência da raça, sexo ou dieta no escore. Com este objetivo Suagee et al (2008) avaliaram a capacidade de acréscimo de gordura desenvolvidas em éguas QH para descrever o acréscimo de gordura em cavalos Puro Sangue Inglês(PSI) castrados, ou seja, determinaram se no PSI o acréscimo de gordura é consistente com os dados anteriormente descritos em éguas QH e, se não, descrever as modificações das características deste aumento.

A dieta também pode fazer que o tecido adiposo ganhe espaço como resultado da possíveis diferenças na eficiência do armazenamento de gordura quando ocorre mudanças na proporção de gordura e carboidratos. Dietas ricas em gordura têm sido utilizados para induzir obesidade em roedores, no entanto, em cavalos ,a relação entre uma dieta rica em gordura e o aumento de uma área individual de gordura corporal, é desconhecido (SUAGGE et al. ,2008).

3.2 ESCORE CORPORAL EM EQUINOS

A Avaliação do Escore de condição corporal (ECC) em equinos mais utilizada na atualidade foi desenvolvido por Henneke et al. (1983) em éguas Quarto de Milha, através da observação visual e da palpação da cobertura de gordura em seis áreas do corpo do animal: borda dorsal do pescoço, cernelha, costelas, parte posterior das espáduas, processos espinhosos lombares e área da base da cauda. O escore vai de 1, o animal extremamente magro e sem depósito de gordura até 9 que representa um animal obeso. (Figura 1).

Segundo Henneke et al. (1983), este método, quando devidamente aplicado, não é influenciado pelo tamanho, conformação, perímetro torácico, altura, características da pelagem ou estágio fisiológico dos animais, pois estes autores encontraram correlação positiva entre o ECC e a porcentagem de gordura corporal, confirmando a hipótese de que este sistema considera o animal como um todo e não apenas medidas individuais.

Figura 1: Áreas palpáveis para a estimativa da gordura corporal e do escore corporal em equinos.(adaptado de Henneke, 1984).

Henneke et al. (1984) concluíram que éguas que entraram em estação de monta com ECC moderado apresentaram taxa de concepção mais alta quando comparadas com éguas que entraram na estação de monta mais magras, as quais apresentaram maior intervalo de partos e maior número de ciclos por concepção. Entretanto, éguas com ECC variando entre 6 e 7 não tiveram redução da eficiência reprodutiva.

O sistema de Escore de condição corpórea (ECC) foi desenvolvido em éguas QM em fase pré-parto e desde então tem sido extrapolado para ambos os sexos e para várias raças de eqüinos , sem determinar a sua adequação para essas outras

classes de cavalos, como seu uso em pôneis e animais de tração (POTTER,1987; FREESTONE, 1991).

Os sistemas de pontuação de condição corpórea devem necessariamente demonstrar três qualificações específicas para serem válidos: repetibilidade, reprodutibilidade, e previsibilidade (SUAGGE et al.,2008). A repetibilidade é um indicativo de precisão de um sistema de ECC , em que um juiz repetidamente atribui a mesma pontuação de um animal. A Reprodutibilidade é a qualificação focal utilizada neste análise, é também uma medida de precisão, em que dois ou mais juízes atribuem a mesma pontuação para o mesmo animal. Por último, a capacidade de um sistema de ECC para refletir com precisão a capa de gordura do animal é uma indicação da previsibilidade do sistema (SUAGGE, 2008). A previsibilidade do sistema ECC foi determinada por Henneke et al(1984), um corpo usando equações de gordura desenvolvido por Westervelt et al (1976).

Quadro 1: Escore corporal em equinos , segundo Henneke (1983).

1- Emaciado
Processo espinhoso, costela, inserção da cauda. Ílio e ísquio proeminentes. Estrutura óssea da cernelha, espádua e pescoço facilmente visíveis. Não se observa presença de gordura em nenhuma parte do corpo animal.
2- Muito magro
Gordura cobrindo a base dos processos espinhosos. Extremidade dos processos transversos das vértebras lombares arredondadas. Costelas, inserção da cauda, ílio e ísquio proeminentes. Estruturas ósseas da cernelha, espádua e pescoço menos visíveis.
3- Magro
Gordura cobrindo a metade dos processos espinhosos. Processos transversos das vértebras lombares não são palpáveis. Pouca gordura cobrindo as costelas. Processo espinhoso e costelas facilmente visíveis. Inserção de cauda proeminente, porém, as vertebbras não são visíveis. Íleo e ísquio arredondados, porém ainda visíveis. Estruturas ósseas da cernelha, espádua menos visíveis.
4- Moderadamente magro
Sulco ao longo da região lombar. Espaço entre as costelas visíveis. Gordura pode ser palpada na inserção da cauda, e sua proeminência depende da conformação do animal. Ílio e ísquio não são visíveis. Estrutura óssea da cernelha, espádua com alguma cobertura de gordura.
5 - Moderado (ideal)
Costelas não são visíveis, porém, facilmente palpadas. Gordura na inserção da cauda se torna esponjosa. Cernelha arredondada, cobrindo o processo espinhoso. Espádua e pescoço ligados suavemente ao corpo do animal.
6- Moderadamente gordo
Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Gordura cobrindo as costelas. Gordura mais macia na inserção da cauda. Gordura começa a ser depositada atrás e sobre a espádua e pescoço.
7- Gordo
Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Costelas podem ser palpadas individualmente, com depósito de gordura entre elas. Gordura mais macia na inserção da cauda. Gordura depositada atrás e sobre a espádua e pescoço.
8- Obeso
Depressão ao longo do dorso/lombo. Costelas são difíceis de serem palpadas. Gordura da inserção da cauda torna-se muito macia. Área ao redor da cernelha e atrás da espádua com muita gordura. Pescoço espesso. Gordura depositada na parte interna e posterior das patas traseiras do animal.
9- Muito obeso
Depressão evidente ao longo do dorso/lombo. Acúmulo de gordura sobre as costelas, formado placas. Acúmulo de gordura sobre a inserção da cauda, atrás da espádua e pescoço, formando dobras na pele. Gordura depositada na parte interna e posterior das patas traseiras do animal, formando dobras.

Fonte: Faleiros, 2011

Figura 2: Escore de condição corpórea, segundo Henneke (1983)

A gordura subcutânea é o tecido mais variável da carcaça, não somente em quantidade, mas também nas regiões onde é depositado, variando amplamente ao longo do crescimento e dos ciclos reprodutivos dos animais (GENTRY et al., 2004).

Gentry et al (2004) concluíram que éguas com escore de condição corporal entre 8, 0 e 8, 5 apresentaram maior teor de gordura subcutânea do que animais com escore entre 3, 0 e 3, 5. Afirmaram ainda que a espessura de gordura subcutânea (EGS) na região da garupa apresentou pequena variação quando comparada com a EGS na região da inserção da cauda, 13a costela e cernelha.

Segundo Gentry et al. (2004) o melhor local para a determinação da espessura de gordura subcutânea em éguas é a região de inserção da cauda, Eles obtiveram 75% de correlação entre ECC e EGS neste local. Já a combinação entre

as medidas na 13^o costela, inserção da cauda e cernelha corresponderam a 78% da relação total entre ECC e EGS.

3.3 A ULTRASSONOGRAFIA NA CIÊNCIA ANIMAL

Nos últimos quinze anos, a avaliação ultrassonográfica tornou-se um procedimento de rotina na medicina veterinária. A introdução da ultrassonografia como meio de diagnóstico possibilitou a obtenção de informações mais acuradas, referente a tamanho, forma, arquitetura interna, ecotextura e contornos de órgãos em estudo. (AUGUSTO, PACHALY, 2000)

A qualidade da imagem ultrassonográfica e sua correta interpretação dependem do conhecimento das interações entre as ondas de ultrassom e os tecidos ou órgãos, da escolha apropriada do transdutor e também da diferenciação de artefatos de técnicas de alterações normais. A avaliação ultrassonográfica requer longo tempo de estudo e experiência. É praticamente impossível realizar uma boa interpretação somente através de observações de imagens ultrassonográficas de livros, impressas ou gravadas em vídeo. Um dos primeiros passos para trabalhar com este tipo de exame é o conhecimento dos princípios físicos da ultrassonografia, anatomia normal da espécie avaliada e conhecimento de clínica médica geral (AUGUSTO, PACHALY, 2000).

A ultrassonografia (US), ou ecografia, é um método de diagnóstico por imagem, não-invasivo, que fornece informações sobre a arquitetura interna dos órgãos em estudo. O ultrassom caracteriza-se por ondas sonoras de alta frequência, de 2 a 10 MHz, que são transmitidas por um transdutor para o interior do corpo do paciente. A piezeletricidade é o processo físico envolvido na geração das ondas sonoras, que são absorvidas e refletidas em vários graus pelos diferentes órgãos, sendo então captadas novamente pelo transdutor e exibidas no monitor do aparelho. A imagem do ultra-som está baseada no princípio do pulso e do eco, ou seja, o som é produzido pelo transdutor em forma de pulso e a imagem é formada pelos ecos que retornam dos tecidos para o transdutor. Cada órgão tem um padrão específico

de eco, baseado em sua densidade e arquitetura interna (AUGUSTO , PACHALY, 2000).

O princípio da ultrassonografia se baseia no efeito piezelétrico de cristais de quartzo submetidos a correntes elétricas que emitem ondas sonoras de alta frequência (MHz). Estas ondas sonoras penetram nos tecidos, que conforme a impedância acústica destes, geram uma imagem diferenciada entre os tecidos. A impedância acústica é a densidade do tecido multiplicada pela velocidade de propagação do ultrassom através do tecido (REEF, 1998)..

Os tipos mais comuns de transdutores são linear, convexo, micro convexo e setorial. O transdutor linear é eletrônico e composto por múltiplos cristais que são dispostos em linha, dentro da porção cranial do transdutor. A desvantagem deste transdutor é a necessidade de uma grande área de contato com a pele do paciente, os transdutores convexos e micro convexos são variações do linear, com a vantagem de precisar de uma menor área de contato. O transdutor setorial pode conter um ou dois cristais que são movimentados enquanto estão sob estímulo elétrico. Este movimento permite que a superfície do transdutor seja menor, com uma imagem de maior resolução. Outros tipos de transdutores, como trans-retal, intra-vaginal e intra-operatório são variações dos tipos já citados (NYLAND; MATTOON; WISNER,1995).

A frequência a ser utilizada depende da região anatômica a ser examinada, e a seleção da frequência do transdutor depende da experiência do operador que está realizando o exame. Normalmente, para cães de médio porte e para o aparelho reprodutivo de éguas , se utiliza o transdutor de 5 Mhz. Gatos e cães de pequeno porte necessitam de transdutor de 7,5 Mhz, e cães de grande porte podem precisar de transdutor de 3,5 Mhz ou menos.(NYLAND,MATTOON&WISNER,1995).

A profundidade com que a onda de ultrassom penetra em tecidos moles é diretamente relacionada com a frequência utilizada. Ondas de ultrassom de maior são mais atenuadas que as de menor frequência. Isso significa que melhorando a resolução com o aumento da frequência, ocorrerá uma menor penetração da onda de ultrassom. As ondas de ultrassom e os ecos de retorno são atenuados à medida que atravessam os tecidos. Quanto mais distante for a interface que reflete o eco, mais fraco será o eco de retorno (FARROW,1996).

Em relação a disposição dos ecos, existem três tipos de tecnologias utilizados na medicina veterinária, os modos A, B e M. Os mais utilizados são os modos são o B e o M (BARR, 1990).

O Modo A – amplitude- foi o primeiro modo inventado para avaliação ultrassonográfica. É o modo mais simples e continua sendo usado para avaliação oftalmológica. A profundidade na qual os ecos são originados é disposta em picos, originando uma linha vertical; ea altura dos picos representa a amplitude de retorno dos ecos. A profundidade é representada pela progressão do topo até o final da linha de base no monitor (BARR, 1990).

O Modo B – brilho – utiliza múltiplas ondas de ultrassom, sendo os ecos de retorno representados com pontos no monitor. Brilho ou escala de cinza são proporcionais à amplitude do eco de retorno e a posição dos pontos correspondente à profundidade na qual o eco é originado (BARR, 1990).

O Modo M – movimento – é utilizado juntamente com o Modo B para a avaliação do coração e artérias. Os ecos que retornam para o transdutor são dispostos em um eixo vertical, com relação á profundidade , e em um eixo horizontal, com relação ao tempo. Este modo também usa brilho e escala de cinza proporcional a amplitude do eco. A imagem resultante representa o movimento de uma estrutura ao longo de uma linha (FARROW, 1996).

Figura 3 - Representação esquemática dos Modos A, B e M de disposição dos ecos em ultrassonografia cardíaca. VD = ventrículo direito ; VE = Ventrículo esquerdo . (Fonte : modificado de Barr, 1990).

A aplicação de ultrassom para animais teve uma relação muito estreita com as aplicações médicas, como mostra a primeira publicação em animais avaliação nos Estados Unidos em 1956 (STOUFFER, 2004). A espessura de garupa foi medida em gado de corte na Colorado State University, com um "somascópio", uma unidade de ultra-som utilizado anteriormente pelo grupo liderado por Douglass Howry, MD, da Universidade de Colorado Medical Center. Membros da equipe de ambas as instituições foram listados como co-autores. Neste momento, iniciou-se na Europa, estudos com um equipamento de ultra-som industrial de detecção de falhas metálicas para medir a espessura do toucinho em suínos (STOUFFER, 2004).

No Departamento de Zootecnia da Universidade de Cornell, Dr Stouffer e colaboradores em 1959 reconheceram a importância da mensuração da massa muscular, como a profundidade e a área de olho de lombo, além de espessura da gordura, para melhorar a precisão na previsão de composição corporal em animais de produção . A primeira vez que se fez uma série de medições com o ultrassom A-

mode em intervalos específicos e ângulos foi em 1959 com um “Reflectoscope Sperry” (Sperry Company, Danbury, CT) e um transdutor de 1 MHz e depois relacionando os valores em uma tabela (STOUFFER, 2004). O seu grupo realizou estudos extensos em suínos e bovinos, e mostrou claramente o desempenho superior do ultrassom B-mode sobre a tecnologia A-mode, que estava sendo usada na década de 1960. A técnica foi melhorada através de montagem do transdutor num carro que se movia ao longo de um eixo fixo, e uma probe em forma de curva. Diferentes formas de probe poderiam ser trocados, com uma curva acentuada para os suínos, uma curva para bovinos de corte raso, ou um guia em linha reta para outras aplicações (STOUFFER, 2004).

Esta tecnologia foi utilizada para avaliar a gordura e musculatura de todos os bovinos no Concurso Carne de Qualidade na Exposição Internacional de Gado (Chicago, IL) em 1960, 1961 e 1962. Estas medidas de carcaça previstos foram fornecidos aos juízes para a assistência no ranking dos animais vivos. Antes disso, os juízes de gado utilizado apenas de avaliação visual. Havia uma grande necessidade de avaliação objetiva, porque foi reconhecido que era difícil estimar visualmente o que estava sob a pele de um animal (STOUFFER, 2004).

Um estudo foi realizado para determinar a viabilidade da utilização de técnicas de ultra-som para determinar o volume de gordura, músculo e tecido ósseo do corpo de humanos no Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base (Dayton, OH). Este estudo mostrou a estreita relação entre as aplicações de ultra-sons aos animais e aos seres humanos. A técnica descrita acima foi usado para fazer varreduras em 360° em um porco vivo para mostrar a sua viabilidade. Múltiplas imagens transversais de 3 presuntos mostraram a precisão de estimar a área e o volume dos 3 componentes do tecido das varreduras ultra-sônica. Três indivíduos do sexo masculino humano vivo, escolhido para ser representante de 3 tipos de corpo diferentes foram digitalizadas através de um banho de água rasa com o transdutor movido em uma guia fixa montada sob um mesa de exame pesada revestida de plástico (STOUFFER, 2004). Em um estudo posterior envolvendo seres humanos em um programa de exercícios leves, a técnica de ultra-som mostrou-se útil para a determinação de gordura subcutânea e musculabilidade (STOUFFER, 2004).

Outros estudos realizados durante este período envolviam avaliação de testículos de ratos, para garantir que o ultra-som não causam quaisquer efeitos nocivos . A determinação de prenhes em ovinos foi importante porque as ovelhas com mais de um feto tinham uma exigência nutricional maior que as de feto único. A detecção de gestação em suínos também foi importante por razões económicas. A Avaliação ultrassonográfica de gordura de cavalos e pôneis foi realizada por Westervelt (1976) para determinar o efeito do exercício sobre a composição corporal (STOUFFER, 2004).

Uma das grandes limitações da técnica para avaliação de animais, foi a movimentação deles. Uma alta porcentagem das imagens geradas com a técnica B-mode foram imprecisas por causa do movimento aleatório do animal. A disponibilidade comercial de equipamentos de ultra-som em tempo real diminuiu o tempo para produzir e congelar ou gravar uma imagem. A portabilidade em tempo real de equipamentos de ultra-som também facilitou a avaliação de animais vivos, que geralmente exige o equipamento ser levado para o local onde está o animal (STOUFFER, 2004).

Outra grande diferença na aplicação de medições em animais vivos para determinar a composição corporal , comparada com a aplicações no corpo humano é o tamanho e design do transdutor. Um transdutor linear longo é geralmente necessária para a avaliação de animais vivos porque é desejável uma imagem de uma área grande perto da superfície da pele. Um transdutor de menor superfície curvilínea é geralmente preferido para aplicações em humanos, pois tem uma superfície de contato pequena com uma visão mais ampla dos tecidos mais profundos(STOUFFER, 2004) .

Em 1984, Stouffer et al. introduziram o uso de ultrassonografia em tempo real para avaliação da composição corporal de animais de carne . O transdutor linear de 12,5 cm de 3,5 MHz tinha o desenho ideal para medir a área de olho de lombo dos ovinos e suínos. Probes especificamente moldado para cada espécie foram necessárias para manter um bom contato, sem distorção da região . A introdução de um transdutor maior (17,2 cm) em 1989, resultou em mais precisão nas medições muscular em bovinos de corte e, portanto, uma aplicação muito mais ampla comercial desta tecnologia para a seleção de reprodutores.

Equipamentos de ultra-som em tempo real com computadores portáteis tem sido utilizado por técnicos certificados para a seleção de gado de corte e suínos reprodutores por mais de 10 anos. Programas de informática foram recentemente desenvolvido para a estimativa de gordura intramuscular ou marmoreiro em animais vivos. A aplicação dessa tecnologia tem aumentado a cada ano, como exemplo, mais de 100.000 cabeças de bovinos reprodutores de gado foram avaliados nos EUA, em 2003 . Lotes grandes de gado de corte também estão usando essa tecnologia para determinar quando os animais chegam a composição de carcaça desejada e estão prontos para serem abatidos e comercializados (STOUFFER, 2004)

De acordo com Sugisawa et al., (2006) a ultrassonografia é uma alternativa para predição in vivo das características corporais dos animais. O monitoramento de características como espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo auxilia na escolha dos animais adequados ao abate, além de fornecer informações úteis para a incorporação em modelos de crescimento e seleção animal .

Em equinos a aplicação da ultrassonografia na avaliação da espessura da gordura periférica na região da garupa e do lombo, foi avaliada como uma forma de prever a composição de gordura corpórea ,relacionando a ingestão de dieta e a um programa de exercício (WESTERVELT, 1976). Em este experimento ,os animais foram mensuradas as camadas de gordura , no ombro, no lombo e na garupa e correlacionadas com o extrato etéreo da carcaça vazia , sendo retirado o trato gastrointestinal.Foi criado até uma equação para prever a porcentagem de gordura corpórea, baseada na espessura de gordura da garupa. Esta relação foi representada pela equação: $Y = 8,64 + 4,7 X$; onde Y é o percentual de extrato etéreo do corpo e X é a espessura de camada de gordura na garupa.

Kearns et al. (2002) utilizou estes dados, entre outros, para correlacioná-los com o desempenho em cavalos Trotadores americanos de elite. Trabalho similar foi realizados em cavalos enduro de provas de 150 milhas, por Lawrence em 1992.

Estes estudos relataram porcentagens de gordura corporal em cavalos atletas de elite ,em torno de 7-8% (LAWRENCE et al., 1992; KEARNS et al. 2002), e médias maiores de 15,09 - 22,3 % para animais não treinados. (WESTERVELT et al., 1976; KEARNS,2002b)

Flora e colaboradores (2004) observaram um aumento da área transversal e diminuição da espessura da gordura periférica do músculo *longissimus dorsi* em equinos árabes submetidos a um programa de treinamento aeróbico e suplementação com creatina. Os animais não apresentaram mudança no escore corporal e no peso corporal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os animais , materiais e a métodos estão descritos nos itens que seguem.

4.1 LOCAIS

O experimento foi desenvolvido em dois locais :

Nas instalações Laboratório de Pesquisas em Alimentação e Fisiologia de Equinos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia no Campus Administrativo de Pirassununga/SP da Universidade de São Paulo e no Jockey Club de Sorocaba ,Sorocaba /SP.

Figura 4 – Unidade de arrastoamento dos animais. Laboratório de Pesquisas em Alimentação e Fisiologia do Exercício em Equinos (LABEQUI). Fonte: arquivo pessoal 2011).

Figura 5 : Jockey Club de Sorocaba.
Fonte: arquivo pessoal

4.2 ANIMAIS

Foram utilizados trinta e um (31) animais , divididos conforme a raça, sendo 14 da raça Puro sangue Inglês (PSI) , 7 da raça Quarto de Milha (QM) e 10 da raça Puro Sangue Árabe (PSA) , com idade média de $3,5 \pm 0,5$ anos e peso médio de 471 quilos.

Os equinos PSI eram compostos por 8 machos e 6 fêmeas. Os da raça QM eram 2 machos e 5 fêmeas e os da raça PSA eram todos machos .

4.3 MANEJO NUTRICIONAL

O manejo nutricional foi similar em todos os grupos, composto por feno de gramínea *Cynodon sp* , variedade “Tifton 85” e concentrado comercial (Corcelina Mix ®)¹,

O Feno de Tifton, era fornecido na quantidade diária de 1,5 % PV , dividida em três vezes ao dia, sendo sua composição bromatológica descrita na Tabela 1.

O concentrado Comercial era fornecido individualmente, na quantidade diária de 1% do PV , dividida em duas vezes ao dia. A composição bromatológica é descrita na Tabela 2.

As análises bromatológicas das dietas foram feitas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo, segundo a metodologia de Silva e Queiroz(2002)

A todos os equinos foram fornecidos sal mineralizado para equinos e água *ad libitum* .

Tabela 2 : Composição bromatológica do Feno de gramínea Tifton 85 fornecido aos animais :

Matéria Seca	87 %
Proteína Bruta	8%
Extrato etéreo	1,2%
Cálcio	0,29%
Fósforo	0,2%
Fibra detergente Neutro (FDN)	82%
Fibra detergente ácido (FDA)	37-%

¹ Corcelina Mix®, Presence nutrição animal, Eivalis, Paulínia, SP, Brasil

Tabela 3: Composição bromatológica do concentrado comercial, fornecido aos animais do experimento:

Matéria seca	78%
Proteína bruta	15%
Extrato etéreo	5%
Matéria Fibrosa	10%
Matéria Mineral	12%
Cálcio	1,50%
Fósforo	0,50%

4.4 PROGRAMA DE TREINAMENTO

O treinamento foi diferenciado entre os animais de corrida (PSI e QM) e os animais de enduro (PSA)

4.4.1 Puro Sangue Inglês (PSI) e Quarto de Milha (QM)

Os animais das raças QM e PSI estavam em início de um programa de treinamento específico para corridas. Os animais PSI eram treinados para distâncias entre 1000m e 2500 m. Os animais QM treinavam para distâncias entre 200 a 450 m. O treinamento diário está descrito na tabela 3.

Os equinos treinavam 6 dias por semana, sendo uma vez por semana em galope forte a metade da distância da prova ,em galope de alta intensidade (médias

de 700 m/min) e nos outros dias trabalhavam em de galope e trote de baixa velocidade (250-350m/min), em distâncias de 1200m a 1600m, com duração total de aproximadamente 20 minutos.

4.4.2 Puro Sangue Árabe (PSA)

Os animais de raça Puro Sangue Árabe (PSA) eram trabalhados 50 minutos/dia em exercitador circular automático (Equiboard®)², cinco vezes por semana, conforme tabela 3.

Quadro 2 : Esquema de exercício diário dos animais PSA

-
- 10 minutos a 7 km/h

 - 15 minutos a 10 km/h

Inversão do sentido:

- 15 minutos a 10 km/h

 - 10 minutos a 7 km/h
-

4.5 EQUIPAMENTO

Para realização das medições ultrassonográficas, foi utilizado um aparelho marca PieMedical®³, modelo Falco 100, com um transdutor linear de 6/8Mhz endorectal. Para melhor visualização das imagens foi utilizado gel de contato (Carbogel®)⁴ e álcool comercial.

² Equiboard, São Paulo,SP,Brasil

³ PieMedical Falco 100 ,Holanda

⁴ Carbogel ULT,São Paulo,SP,Brasil

4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Avaliação de escore corporal e colheita das medidas ultra-sonograficas.

As medidas ultra-sonograficas dos três grupos raciais de equinos foram realizadas em 3 pontos pré-estabelecidos para avaliação de espessura de camada de gordura e de profundidade muscular. Esse método consiste na colocação do transdutor ultrassonográfico em pontos fixos pré-determinados. As regiões foram limpas e aplicado álcool e gel de contato na pele , para melhor transmissão e qualidade da imagem.

As mensurações foram realizadas a cada 30 dias , totalizando um período total de 60 dias(0 – 30 – 60 dias), nos seguintes pontos:

1- Espessura da camada de gordura no corte transversal do músculo *longissimus dorsi*, entre a 17ª e a 18ª costela, para avaliação muscular (EGL) e gordura subcutânea.

2- Espessura do músculo glúteo superficial no ponto médio da linha imaginária entre a ponta do íleo e a do ísquio (EMG), a cerca de 10 cm do processo dorsais da coluna vertebral.

3- Espessura da camada de gordura na região de inserção da cauda a 5cm lateral ao eixo da coluna vertebral e 7cm cranial a base da cauda.(EGC).

Os animais foram fotografados e pesados nos dias das mensurações .O Escore de condição corporal(ECC) , preconizado por Henneke et al (1983) foram avaliados por um único observador nestes dias;

Os dados e a metodologia adotada foram aplicados para estabelecer comparações das medidas ultrassonográficas de espessura de camada de gordura e área de corte transversal muscular com o escore corporal e o peso dos equinos.

Figura 6 : Regiões das mensurações de espessura de gordura e muscular. a) Espessura da gordura lombar (EGL) ; b) espessura da musculatura do glúteo (EMG); c) espessura da gordura da base da cauda (EGC)

Figura 7 : Imagens de ultrassonografia das áreas mensuradas. a) Camada gordura lombar(EGL); b) Espessura da musculatura glútea (EMG); c) Espessura de gordura na cauda(EGC).

4.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizadas análises descritivas para cada variável avaliada visando estabelecer o padrão característico em análises de dados experimentais. As análises descritivas foram realizadas por meio de procedimento PROC MEANS do programa *Statistical Analysis System*, versão 9.1 (SAS, 2008).

Foi realizada análise de medidas repetidas no tempo utilizando a opção REPEATED do PROC MIXED (SAS, 2008). Foi aplicado o modelo misto que considera a variação entre as unidades experimentais, as quais são decorrentes das diferenças entre raças, e a variação dentro das unidades experimentais, que são atribuídas às mensurações em diferentes dias. As características de peso, escore corporal (ECC), espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG) e espessura de gordura na base da cauda (EGC), foram analisadas empregando-se modelos mistos considerando os efeitos fixos do tempo, raça e interação entre tempo e raça dos animais, e como covariável (linear) o peso ao longo do experimento.

Para a estimação das correlações entre as variáveis ultrassonográficas (EGL, EMG e EGC) e o escore de condição corporal (ECC), bem como a correlações entre estas variáveis e o peso corporal foi utilizado o procedimento PROC CORR do programa supracitado.

Com o objetivo de identificar as matrizes de (co)variâncias mais adequadas às variações das medidas dentro de indivíduos, foram testadas as seguintes estruturas de (co)variâncias residuais disponíveis no SAS (2008): 1) Estruturas que consideram homogeneidade de variâncias - componentes de variância (VC - a qual considera as covariâncias iguais a zero); simetria composta (CS); auto regressiva de primeira ordem (AR (1)); auto-regressiva de primeira ordem com média móvel (ARMA (1,1)); Toeplitz (TOEP) e Toeplitz com duas bandas (TOEP(2)). 2) Estruturas que consideram heterogeneidade de variâncias – não estruturada (UN); faixa na diagonal principal (UN(1)); heterogênea auto regressiva (ARH (1)); fator analítico de primeira ordem (FA(1)); Huynh-Feldt (HF); ante dependente de primeira ordem (ANTE(1)); heterogênea toeplitz (TOEPH); uni-

estruturada correlacionada (UNR) e heterogênea simétrica composta (CSH). As estruturas de covariâncias foram comparadas com base em dois critérios, o AIC (“Akaike’s Information Criterion”) e BIC (“Schwarz’s Bayesian Criterion”).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram agrupados por raças, Puro Sangue Inglês (PSI), Quarto de Milha (QM) e Puro Sangue Árabe (PSA) e obtidas as estatísticas descritivas (número de observações, média, desvio padrão, valores mínimo e máximo) para cada uma das características mensuradas em um número total das amostras. Foram definidos também os coeficientes de correlação das variáveis ultrassonográficas, peso e escore corporal. Finalmente foram estabelecidas correlações entre as raças.

5.1 RAÇA PURO SANGUE INGLÊS (PSI)

Os valores médios obtidos durante todos os períodos do experimento, estão descritos na tabela 5.

Tabela 5: Descrição dos valores médios das características de escore corporal , peso, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda (EGC) , com os respectivos números de observações nos animais Puro Sangue Inglês(PSI).

Características	Número de observações (n)	Média	D.P.	Mínimo	Máximo
Escore	38	5,06	0,48	4	6
Peso (kg)	38	464,6	35,13	405	526
EGL(cm)	38	0,49	0,15	0,26	0,96
EMG(cm)	38	3,64	0,67	2,33	4,28
EGC(cm)	38	0,95	0,35	0,38	2,11

DP= Desvio padrão da média

5.1.1 Peso dos equinos PSI.

O peso dos equinos PSI aumentou ao longo do tempo ($p < 0,0001$). Este aumento foi devido ao aumento da intensidade de treinamento dos animais, ao longo do experimento (tabela 6). Suagge et al. (2008) estudando as características de aumento de gordura e escore corporal em equinos PSI adultos castrados, também observaram aumento do peso médio dos animais ao longo do tempo. Os equinos foram treinados em exercitador automático e alimentados com dieta isoenergética similar a este experimento.

TABELA 6: Valores do peso médio dos animais PSI durante o tempo de permanência do experimento:

	Dia0		Dia30		Dia60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PSI	462,7	9,22	465,9	9,22	466,4	9,27

5.1.2 Escore de condição corporal(ECC)

Os animais da raça PSI tiveram um aumento do escore corporal, porém este aumento não foi significativo ($p = 0,21$) (TABELA 7). O estudo de Suagge (2008) sugerem estudos mais detalhados e específicos para prever o escore corporal em equinos PSI, por terem um comportamento de deposição de gordura diferente do preconizado por Henneke(1983), utilizando éguas Quarto de Milha em reprodução.

Tabela 7: Valores do escore de condição corpórea médio dos animais PSI durante o tempo de permanência do experimento:

	Dia 0		Dia 30		Dia 60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PSI	4,83	0,14	5,08	0,11	5,37	0,2

5.1.3 Medidas ultrassonográficas dos equinos PSI

As medidas de espessura subcutânea lombar (EGL) e da base da cauda (EGC) tiveram aumento ao longo do tempo (EGL= 0,012 e EGC= 0,0055,), porém a medida de espessura de musculatura glútea (EMG) aumentou, porém sem efeito significativo (p= 1175). Os resultados estão demonstrados na tabela 8.

Dobec el al. (1984) utilizando a medida de espessura de gordura lombar e da área do músculo *Longissimus dorsi*, de éguas PSI , encontrou uma correlação positiva ($p \leq 0,04$) com a habilidade nas corridas, através do número de vitórias e colocações que os animais obtiveram ao longo da carreira.

TABELA 8 : Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região do lombo(EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Puro sangue Inglês(PSI).

	EGL		EMG		EGC	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Dia 0	0,47	0,03	3,64	0,2	0,90	0,11
Dia30	0,45	0,03	3,40	0,16	0,92	0,11
Dia60	0,59	0,47	3,97	0,12	1,10	0,12

DP=desvio padrão da média

Figura 8 : Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos PSI.

5.1.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos PSI

Observou-se um aumento de todas as medidas ao longo do tempo de permanência do experimento. Os animais aumentaram também a média de escore neste período. A medida que apresentou a correlação mais significativa com o escore corporal foi a da espessura de gordura da cauda (EGC), porém a espessura de gordura lombar também apresentou correlação positiva. Os valores absolutos de EGC foram menores que de outras raças.

Foram definidos os coeficientes de correlação das medidas ultrassonográficas (EGL, EMG e EGC) com o escore de condição corpórea e o peso dos animais. Os dados obtidos estão expostos na tabela 8. As correlações com o escore foram positivas entre todas as medidas e entre o peso e a espessura do músculo glúteo(EMG).

Kearns et al. (2002b) sugerem que égua , cavalos castrados e garanhões tem composição de gordura corpórea distintas, o que pode variar o escore corporal entre estas categorias de animais. Estudos realizados em potros PSI de 160 dias de idade (GEE et al., 2003), analisando o escore corporal e a massa de gordura corpórea, demonstraram que a espessura de gordura na baseda cauda, pode dar uma estimativa razoável da gordura corpórea. Porém machos e fêmeas apresentaram valores distintos de espessura de gordura e distribuição corpórea..

Tabela 9 : Coeficientes de correlação entre as características , nos animais da raça Puro Sangue Inglês (PSI).

	EMG	EGC	PESO	ESCORE
EGL	0,045	0,482	-0,072	0,366
p	0,787	0,002	0,669	0,024
EMG		0,602	0,420	0,326
p		0,720	0,008	0,045
EGC			0,063	0,523
p			0,704	0,0008
PESO				0,051
p				0,840
p = probabilidade				

A medida ultrassonográfica que apresentou uma maior correlação foi a da espessura de gordura da base da cauda (Figura 9), Resultados semelhantes foram obtidos por Gentry et al. (2004), que observaram que o armazenamento de gordura na região da cauda é maior em relação a qualquer outra parte do corpo equino e, quanto mais cranialmente a esta região, menor é a deposição de gordura. Estes mesmos autores ainda afirmaram que a região da cauda é o primeiro local onde a gordura subcutânea será armazenada ou utilizada pelo animal, enquanto que na espessura de gordura lombar e na espessura da musculatura glútea, a magnitude dessas variações ocorre em menor escala.

FIGURA 9: Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda.

5.2 RAÇA QUARTO DE MILHA (QM)

Os valores médios obtidos nos animais QM, estão demonstrados na tabela 10.

TABELA 10 : Descrição dos valores médios das características ao longo de escore corporal , peso corporal, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda(EGC) , com os respectivos números de observações nos animais Quarto de Milha (QM).

Características	Número de observações (n)	Média	DP	Mínimo	Máximo
Escore	18	6,08	0,35	5,5	7
Peso (kg)	18	518,80	44,85	442	580
EGL	18	0,61	0,19	0,32	1,09
EMG	18	4,12	0,64	3,10	5,27
EGC	18	1,29	0,49	0,44	2,43

DP= desvio padrão da média

5.2.1 Peso dos equinos Quarto de Milha(QM).

Os equinos QM obtiveram aumento significativo do peso corporal , durante o experimento ($p < 0,0001$). Este fato se deve, provavelmente ao programa de treinamento que foi intensificado ao longo do tempo.

Tabela 11: Efeito dos dias de permanência no experimento sobre o peso(Kg) médio dos animais Quarto de Milha (QM).

	Dia0		Dia30		Dia60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
QM	510,4	13,36	510,4	13,36	528,1	13,55

PP= Desvio padrão da média

5.2.2 Escore de condição corporal dos equinos QM.

Nos equinos QM não foram observadas alterações significativas no escore corporal ao longo do experimento, apesar do aumento de peso corporal e das medidas ultrassonográficas(TABELA 11). Estes dados foram divergentes de Henneke et al. (1983), que afirmaram que a condição corporal dos equinos está mais intimamente relacionada com a porcentagem de gordura corporal do que com qualquer outra medida física, como peso, altura ou perímetro torácico. Entretanto, a musculatura dos animais atletas é extremamente desenvolvida e a espessura de gordura subcutânea pequena, o que pode ter dificultado a observação do ECC. (Suagge 2008) .

Tabela 12 : Valores do escore de condição corpórea médio dos animais durante o tempo de permanência do experimento

	Dia 0		Dia 30		Dia 60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
QM	6,20	0,20	5,9	0,16	6,03	0,30

DP = desvio padrão médio

5.2.3 Medidas ultrassonográficas dos equinos QM

As medidas ultrassonográficas tiveram um comportamento similar as dos animais PSI, sendo que a EGL e EGC, tiveram aumento significativo ($p=0055$ e $p=0012$, respectivamente) e a medida de EMG não tiveram aumento significativo ($p=1175$). Os dados estão demonstrados na tabela 13.

TABELA 13: Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região do lombo(EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Quarto de Milha (QM).

	EGL(cm)		EMG(cm)		EGC(cm)	
	Media	DP	Média	DP	Média	DP
Dia 0	0,56	0,05	3,8	0,28	1,07	0,16
Dia30	0,51	0,05	4,14	0,23	1,18	0,16
Dia60	0,81	0,07	4,49	0,19	1,69	0,19

Dp – desvio padrão da média

Figura 10 : Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos QM.

5.2.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos QM.

Nos animais QM a única correlação entre o escore corporal e as variáveis ultrassonográficas consideradas de efeito positivo foi a do escore corporal com a da espessura de gordura na base da cauda (Figura 11). Houve correlação também entre a espessura de gordura lombar e da musculatura glútea.

Um dado interessante é da correlação negativa entre o escore corporal e a espessura de musculatura glútea (tabela 13) Esta correlação é explicada pelo fato de que o escore corporal preconizado por Hennneke (1983), é baseado em deposição de gordura , que resultaria proporcionalmente em menor massa muscular.

A baixa quantidade de gordura corporal e o aumento da área ocupada pelo músculo esquelético são de grande valor para estimar o potencial atlético de eqüinos competidores de elite, tanto em eventos de longa distância como em corridas de curta distância (KEARNS et al., 2002a, b).

TABELA 14: Coeficientes de correlação entre as características, nos animais da raça Quarto de Milha (QH)

	EMG	EGC	PESO	ESCORE
EGL	0,400	0,389	0,330	0,326
p	0,098	0,110	0,178	0,187
EMG		0,496	0,297	-0,531
p		0,036	0,240	0,834
EGC			0,239	0,424
p			0,340	0,0794
PESO				0,051
p				0,84

p= probabilidade

FIGURA 11 : Correlação de Spearman entre escore de condição corporal (ECC) e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda.

5.3 PURO SANGUE ÁRABE (PSA)

Os equinos PSA, foram os que menor alteração de estado corpóreo apresentaram, fato este explicado pelo exercício de baixa intensidade a que foram submetidos. Mesmo assim tiveram aumento de espessura de gordura na base da cauda (EGG).

Tabela 15: Descrição dos valores médios das características de escore corporal , peso, espessura de gordura lombar (EGL), espessura de musculatura glútea (EMG), espessura de gordura na base da cauda (EGC) , com os respectivos números de observações nos animais Puro Sangue Árabe (PSA).

Características	Número de observações (n)	Média	DP	Mínimo	Máximo
Escore	30	5,51	0,72	4	6,50
Peso (kg)	30	367,57	20,70	321	418
EGL	30	0,44	0,11	0,29	0,68
EMG	30	3,11	0,59	2,32	4,73
EGC	30	1,30	0,50	0,38	2,28

DP = desvio padrão da média

5.3.1 Peso dos equinos Puro Sangue Árabe.

Houve mudanças significativas no peso dos animais, ao longo do tempo, dados demonstrados na tabela 16.

Tabela 16 : Efeito dos dias de permanência no experimento sobre o peso(Kg) médio dos animais das três raças avaliadas.

	Dia0		Dia30		Dia60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PSA	357,5	13,29	358,9	133,29	369,2	13,29

DP= desvio padrão da média

5.3.2 Escore de condição corporal (ECC) dos equinos PSA.

Nos equinos Puro Sangue Árabe não foram observadas diferenças significativas de escore corporal ao longo do tempo ($p=0,21$). Diferentemente das outras raças, o trabalho leve ao que foram submetidos os animais PSA, não provocou mudanças significativas na condição corpórea. Os valores médios estão demonstrados na tabela 17.

Tabela 17: Valores do escore de condição corpórea médio dos animais PSA durante o tempo de permanência do experimento.

	Dia 0		Dia 30		Dia 60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PSA	5,53	0,19	5,48	0,16	5,63	0,23

DP = desvio padrão da média

5.3.3 Medidas ultrassonográficas dos equinos PSA

As variáveis ultrassonográficas, assim como o escore corporal, não apresentaram aumentos significantes nos animais PSA, ao longo do período. A baixa intensidade do exercício, explica estes dados.

Flora et al (2004) em estudo com equinos PSA, submetidos a esforço de alta intensidade e suplementação, revelou um aumento de tamanho da área de corte transversal do músculo *longissimus dorsi* e uma diminuição da gordura periférica lombar (17°-18° costela) em todos os grupos experimentais, ao longo do treinamento de alta intensidade em esteira. Constata-se que o treinamento induziu esse aumento, caracterizando uma melhoria na composição corporal dos animais, por aumentar a massa livre de gordura.

Tabela 18: Efeito dos dias de permanência no experimento sobre a espessura (cm) de gordura subcutânea na região lombar (EGL), da musculatura glútea (EMG) e da espessura da gordura na região da cauda(EGC), nos animais Puro sangue Árabe(PSA)

	EGL		EMG		EGC	
	Media	Dp	Média	DP	Média	DP
Dia 0	0,49	0,04	3,49	0,25	1,39	0,16
Dia 30	0,43	0,04	3,12	0,21	1,44	0,16
Dia 60	0,51	0,05	2,83	0,16	1,34	0,16

Dp= desvio médio padrão.

Figura 12 : Médias de espessura da gordura subcutânea lombar (EGL) , da base da cauda(EGC) e da musculatura glútea (EMG) , nos três períodos nos equinos PSA.

5.3.4 Correlações entre o escore corporal e as medidas ultrassonográficas dos equinos PSA .

Foram definidos os coeficientes de correlação das medidas ultrassonográficas (EGL, EMG e EGC), com o escore de condição corpórea e o peso dos animais PSA (Tabela 18).

Os equinos da raça PSA apresentaram correlação positiva somente na espessura de gordura na base da cauda (EGC), demonstrado na figura 14. Estes dados são explicados , assim como o do escore , pela baixa intensidade do exercício, consequentemente em maior depósito de gordura corpórea nesta região.

TABELA 19 : Coeficientes de correlação entre as características , nos animais da raça Puro Sangue Árabe (PSA)

	EMG	EGC	PESO	ESCORE
EGL	-0,00145	0,0035	0,0665	0,0442
P	0,9940	0,985	0,727	0,816
EMG		0,088	-0,360	0,148
P		0,644	0,050	0,436
EGC			0,033	0,760
P			0,340	≤0001
PESO				0,392
P				0,032

p= probabilidade

Figura 13: Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda nos equinos Puro Sangue Árabe (PSA).

5.4 ANÁLISES COMPARATIVAS DAS CARACTERÍSTICAS ENTRE AS RAÇAS

Foram realizadas análises comparativas entre as raças , das diversas variáveis e seu comportamento ao longo do tempo.

5.4.1 Efeito das raças sobre o escore de condição corpóreo ao longo do período (ECC).

Houve diferença do ECC entre as raças, porém não houve alteração ($p=0,896$) significativa do ECC nas raças em relação ao período. Este resultado se deve, provavelmente, ao fato de que os equinos em treinamento e com dietas similares, apresentaram valores de ECC muito próximos entre as raças. Os valores médios de escore e desvio padrão estão demonstrados na tabela 19

Tabela 20: Valores do escore de condição corpórea médio dos animais durante o tempo de permanência do experimento.

	Dia 0		Dia 30		Dia 60	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PSI	4,83	0,14	5,08	0,11	5,37	0,2
QM	6,20	0,20	5,9	0,16	6,03	0,30
PSA	5,53	0,19	5,48	0,16	5,63	0,23

DP = desvio padrão médio

5.4.2 Correlações entre o escore de condição corpórea (ECC), o peso e as medidas ultrassonográficas nas diferentes raças.

Foram definidos os coeficientes de correlação das medidas ultrassonográficas (EGL, EMG e EGC), com o escore de condição corpórea e o peso dos animais, agrupando todas as raças (PSI, QM e PSA). As correlações são demonstradas na tabela 21.

TABELA 21: Coeficientes de correlação entre as características agrupando todas as raças e períodos .

	EMG	EGC	PESO	ESCORE
EGL	0,2910	0,2540	0,3500	0,2950
P	0,0065	0,9850	0,0010	0,0058
EMG		0,0897	-0,3600	0,2350
P		0,4115	0,0500	0,0300
EGC			-0,0750	0,6450
P			0,4933	<0001
PESO				0,1530
P				0,1590

P= probabilidade

A medida de espessura de gordura subcutânea na região da base da cauda (EGC) apresentou a maior correlação com o escore (ECC), em todas as raças , durante os três períodos, conforme demonstrado nas figuras 14 e 15.

Figura 14 : Médias de espessura subcutânea na base da cauda (EGC) dos equinos das raças PSI, QM, PSA..

Figura 15: Correlação de Spearman entre escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea (cm) na região da cauda(EGC) de todas as raças do experimento(PSI,QM e PSA).

A técnica para validar a relação entre a gordura da garupa medida por ultrassonografia e a gordura corporal total em cavalos foi avaliada por Westervelt et al. (1976). Em um estudo com oito cavalos, a gordura da garupa foi altamente correlacionada com a porcentagem de extrato etéreo da carcaça com um relativamente pequeno coeficiente de variação de 2,4% e um valor de r^2 de 0,86 (WESTERVELT et al., 1976). Estes dados foram confirmados por um estudo subsequente (KANE et al., 1987) que encontraram coeficientes de correlação semelhantes, variando de r^2 de 0.90 a 0.96.

Estes dados nos indicam que porcentagem de gordura corpórea pode ser prevista com precisão através das medidas de ultrassonografia da garupa. O presente estudo porém em acordo com dados de Gently et al.(2004), mostrou valores absolutos maiores de espessura de gordura na base da cauda(EGC) , o que torna interessante estudos relacionando a gordura corpórea com esta região.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gentry et al. (2004), porém estes autores observaram que o armazenamento de gordura na região da cauda é maior em relação a qualquer outra região do corpo equino e, quanto mais cranial a esta região, menor é a deposição de gordura. Estes mesmos autores ainda afirmaram que a região da cauda é o primeiro local onde a gordura subcutânea será armazenada ou utilizada pelo animal, enquanto que na região da garupa, a magnitude dessas variações ocorre em menor escala.

Portanto, sugere-se que a espessura subcutânea da base da cauda, pode ser de maior confiança na estimativa de gordura corpórea dos equinos, por ter uma correlação com o escore , maior que em outros locais e por ser maior e de mais fácil visualização.

Maiores estudos devem ser conduzidos, levando em conta também ,uma covariável já bem estudada em bovinos de corte, que avalia a porcentagem de gordura (SUGUISAWA, 2006) intramuscular através da ultrassonografia, chamado de “grau de marmoreio”. Esta característica de deposição de gordura tem um comportamento diferente em cada raça de bovinos , e em equinos não deve ser diferente. O comportamento da gordura periférica também mostra-se diferente entre as raças.

6 CONCLUSÃO

A técnica de ultrassonografia para avaliação da condição corpórea é uma ferramenta prática e confiável para o acompanhamento de programas de treinamento e nutricionais em equinos de todas as categorias .Porém deve-se levar em consideração as diferenças entre as raças dos animais .

A Espessura de gordura na base da cauda é a medida ultrassonográfica de maior correlação com o escore de condição corpórea dos equinos.

Maiores estudos devem ser conduzidos para uma melhor avaliação do comportamento de distribuição muscular e de espessura de gordura das diferentes estruturas anatômica nas diferentes raças de equinos.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, A.Q.; PACHALY, J.R. Princípios físicos da ultrassonografia – revisão bibliográfica. **Arquivo de Ciências, Veterinária e Zoologia.**, UNIPAR, v. 3, n. 1, p. 61-65, 2000.
- BARR, F. Principles of diagnostic ultrasound. In: **Diagnostic ultrasound in the dog and cats.** London; Blackwell Scientific Publications, 1990. P. 1-20.
- CARROLL, C. L.; HUNTINGTON, P. J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 1, p. 41-45, 1988.
- DOBEC, R. L., BORGER, M. L ; NEAL, S. M. Correlation of real-time ultrasonic measure of fat and longissimus muscle area in standardbred horses with lifetime racing records and lifetime winnings. **Journal of Animal Science** 72(suppl 2), 45. 1994 .
- FALEIROS, R.R.Obesidade em equinos. **Revista Oficial da Raça Mangalarga Marchador**, v. 22 n° 71 , p.178-183 . 2002
- FARROW, C.S. How ultrasound works In : GREEN, R.W. **Small animal ultrasound** .Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996, p. 7-27..
- FORRO, M., CIESLAR, S., ECKER, G. L., WALZAK, A., HAHN, J. & LINDINGER, M. I. Total body water and ECFV measured using bioelectrical impedance analysis and indicator dilution in horses. **Journal of Applied Physiology** v.89, p 663-671. 2000.
- FREESTONE, J.F.; WOLFSHEIMER, K.J.; FORD, R.B.; CHURCH ,G.; BESSIN, R. Triglyceride, insulin and cortisol responses of ponies to fasting and dexamethasone administration. **Journal of Veterinary Internal Medicine** ;n. 5:p.15–22, 1991.
- GEE, E.K.; FENNESSY, P.F. Chemical body composition of 20 thoroughbred foals at 160 days of age, and preliminary investigation of techniques used to predict body fatness.**New Zealand Veterinary Journal**, v 51. n.3., p.125-131,2003.
- GENTRY, L. R.; THOMPSON, D. L.; GENTRY, G. T.; DEL VECCHIO, R. P.; DAVIS, K. A.; DEL VECCHIO, P. M. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares oh high versus low body condition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 24, n. 5, p. 198-203, 2004.
- GUNN, H. M. Morphological attributes associated with speed of running in horses. **Equine Exercise Physiology Proceedings of the First International Conference**.pp. 271±4. eds D. H. Snow, S. G. B. Persson and R. J. Rose. Cambridge: Burlington Press Ltd, 1983.
- GUNN, H. M. Muscle, bone and fat proportions and the muscle distribution of Thoroughbreds and other horses. In: GILLESPIE ,J.R.; ROBINSON, N.E.**Equine exercise physiology proceedings of the second International Conference on Equine Exercise Physiology**. , CA: ICEEP,1987. p. 253-264.
- JULIAN, L. M., LAWRENCE, J. H. & BERLIN, N. I. Blood volume, body water and body fat of the horse. **Journal of Applied Physiology**, n.8, p. 651-653, 1956.

HENNEKE, D. G.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency in mares. **Theriogenology**, v. 21, n. 6, p. 897-909, 1984.

HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L.; YEATS, B. F. Relationship between body condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n. 4, p. 371-372, Nov. 1983.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse**: principles and practice of equine sports medicine. 1. ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994. 496p.

KANE, R. A.; FISHER, M.; PARRET, D.; LAWRENCE, L. M. Estimating fatness in horses. In: **Equine nutrition and physiology symposium**, 10., 1987, Illinois. Proceedings... Illinois: Urbana, 1987. p. 127-31.

KEARNS, C. F.; McKEEVER, K. H.; ABE, T. Fat-free mass is related to one mile race performance in elite Standardbred horses. **Veterinary Journal**, v. 163, p. 260-266, 2002b.

KEARNS, C. F.; McKEEVER, K. H.; ABE, T. Review. Overview of horse body composition and muscle architecture: Implications for performance. **Veterinary Journal**, v. 164, p. 224-234, 2002a.

KUBIAK, J. R.; CRAWFORD, B. H.; SQUIRES, E. L.; WRIGLEY, R. H.; WARD, G. M. The influence of energy intake and percentage of body fat on the reproductive performance of non-pregnant mares. **Theriogenology**, v. 28, n. 5, p. 587-598, Nov. 1987.

LAWRENCE, L. M.; DI PIETRO, J.; EWERT, K.; PARRET, D.; MOSER, L.; POWELL, D. Changes in body weight and condition of gestating mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 12, n. 6, p. 355-358, 1992.

LAWRENCE, L. M.; JACKSON, S.; KLINE, K.; MOSER, L.; BIEL, M. Observations on body weight and condition of horses in a 150-mile endurance ride. **Equine Veterinary Science** v12, n.6, p.320- 332, 1992.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. 250p.

LOHMAN, T. G. Biological variation in body composition. **Journal of Animal Science** 32, 647±53.1971

NRC.NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of the horse**. 6th ed. Rev. Washington D.C.: National Academy Press, 2007, 341p.

NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S.; WISNER, E. R. Physical principles, instrumentation, and safety of diagnostic ultrasound. **Veterinary Diagnostic Ultrasound**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995. P. 3-18.

PAGAN, J. D. Forages for horses: More than just filler. In: PAGAN, J. D. (Ed.). **Advances in equine nutrition**. Nottingham: Nottingham University, 1998. p. 13-28.

PARK, R.D. B-mode gray-scale ultrasound: imaging artifacts and interpretation principles. **Veterinary Radiology**. Raleigh, v 22, p. 204-210, 1981.

POTTER, G.D.; EVANS, J.W.; GREENE, L.W. Digestible energy requirements of Belgian and percheron horses. In **Proceedings 10th Equine Nutrition and Physiology Symposium**; 1987.

QUEIROZ ,F,A ; PIMENTEL V. S. Progresso científico em equideocultura na 1a década do século XXI, **Revista Brasileira de Zootecnia** , v.39, p.119-129, 2010 suplemento especial.

REEF, V.B. **Equine diagnostic ultrasound**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1998, 560p.

ROBB, J., HARPER, R. B., HINTZ, H. F., REID, J. T., LOWE, J. E., SCHRYVER, H. F. & RHEE, M. S. S. Chemical composition and energy value of the body, fatty acid composition of adipose tissue, and liver and kidney in the horse. **Animal Production** 14, 25±34, 1972.

SILVA,A.P.;QUEIROZ,A.C. Análise de alimentos:métodos químicos e biológicos. 3.ed **Viçosa: Imprensa Universitária UFV**, 2002, 235p

STOUFFER,R.J.; History of Ultrasound in Animal Science. **Journal of Ultrasound in Medicine**, n. .23; p. 577-584, 2004.

SUAGEE, J. K.; BURK, A. O.; QUINN, R. W.; PETERSEN, E. D.; HARTSOCK, T. G.; DOUGLASS, L. W. Effects of diet and weight gain on body condition coring in Thoroughbred geldings. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n. 3, p. 156-166, 2008.

SUGISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; OLIVEIRA, H. N.; SILVEIRA, A. C.; MARIO, B. A.; SOUZA, A. A. **Correlações simples entre as medidas de ultrasom e a composição da carcaça de bovinos jovens**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 1, p. 169-176, jan./fev. 2006.

WEBB, A. I.; WEAVER, M. Q.. Body composition of the horse. **Equine Veterinary Journal** v.11, p. 39- 47, 1979.

WEBB, S. P.; POTTER, G. D.; EVANS, J. W. ; WEBB, G. W. Influence of body fat content on digestible energy requirements of exercising horses in temperate and hot environments. **Proceedings of the 11th Equine Nutrition Physiology Symposium**, Stillwater, OK, 1989.

WESTERVELT, R. G.; STOUFFER, J. R.; HINTZ, H. F.; SCRYVER, H. F. Estimating fatness in horses and ponies. **Journal of Animal Science** , v. 43, n. 4, p. 781-785, 1976.