



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
UDESC OESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A
BIOMETRIA EQUINA**

MOISÉS RODRIGUES DOS SANTOS

CHAPECÓ, 2017

MOISÉS RODRIGUES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A BIOMETRIA EQUINA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Diego de Córdova Cucco

Coorientador: Julcemar Dias Kessler

Chapecó, SC, Brasil

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC

Santos, Moisés Rodrigues

Avaliação de metodologias para a biometria equina
/ Moisés Rodrigues Santos. - Chapecó, 2017.
47 p.

Orientador: Diego de Córdova Cucco

Co-orientador: Julcemar Dias Kessler
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do
Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Chapecó, 2017.

1. Conformação. 2. Fotogrametria. 3. Morfologia.
I. de Córdova Cucco, Diego. II. Dias Kessler,
Julcemar. , .III. Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

**Universidade do Estado de Santa Catarina
UDESC Oeste
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A BIOMETRIA EQUINA

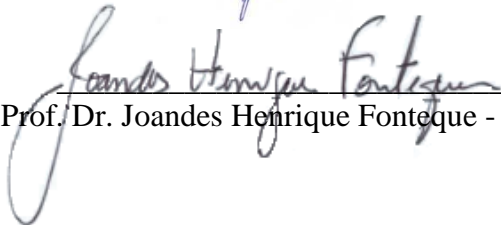
Elaborada por
Moisés Rodrigues dos Santos

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Diego de Córdova Cucco - UDESC



Prof. Dr. Joandes Henrique Fontequ - UDESC



Prof. Dr. Rodrigo Zaiden Taveira - UEG

Chapecó, 23 de fevereiro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Iolanda, por todo o carinho, dedicação, amparo e educação que recebi. E sempre compreender a ausência ocasionada pela busca dos meus ideais e objetivos.

As minhas irmãs Mari e Isa pelo companheirismo e ajuda.

A Karina minha namorada, pelo amor, dedicação, compreensão, companheirismo e amizade, em todos estes anos de estudos, abrimos mão de muitas coisas, mas juntos conquistamos mais esta etapa, te amo.

A toda a família Mateus que sempre nos apoiaram neste período de estudo.

Ao meu amigo Grégory Joaquim Cardoso, por toda sua dedicação e disposição em sempre me ajudar quando precisei.

Agradeço ao meu Amigo, Professor e Orientador Diego de Córdova Cucco, pela disposição, confiança e dedicação na realização desta dissertação, que sempre me instigou a confrontar suas ideias, para que eu realmente desenvolvesse o meu próprio senso crítico.

Aos professores e amigos Julcemar Dias Kessler, Rogério Ferreira e Aline Zampar, pela ajuda e incentivo na realização deste estudo, obrigado pela oportunidade de ser aluno de vocês.

A colega e amiga Bruna Petry pelo apoio na realização das atividades acadêmicas e risadas junto com a Kah durante todo o mestrado.

Aos amigos Guilherme Freiburger, Maisa Chiocca, Fernanda Bottin que literalmente serviram de esteio neste projeto, sendo parceiros para escapar dos coices e para as horas risadas.

A Isadora Figueredo, pelo tempo dedicado na leitura deste estudo.

Aos membros do Grupo de Melhoramento Genético-GMG em especial a Lucas Rosseto, Paulo Vinícios, Bruna Anghinoni, Talison Orso pela ajuda e dedicação na realização das biometrias.

Ao cavalo, animal que acompanha meus sonhos de infância, no qual eu encontro um exemplo de força e delicadeza diante da magnitude da vida, e não poderia deixar de lembrar de cada um desta tropa (Apolo, Bacará, Big, Black, Chalana, Cigana, Cigano, Desafio, Divina, Faruk, Fumaça, Foragido, Jacaúna, Jet Ski, Mandarim, Miss, Nadine, Riscado, Torpedo, West Lady, Zafira, Zás-Trás, Zequinha, Zipos, Alo-largo e Natan). Afinal sem vocês este trabalho jamais seria realizado.

A Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC pela minha formação profissional como Zootecnista e oportunizar a realização deste mestrado, agradeço também a FAPESC pelo auxílio através de bolsa.

A Cavalaria da Polícia Militar de Chapecó-SC, e ao seu efetivo, mas em especial ao Sgto. Nagorski e Cb. Zanotto, pela confiança e ao apoio prestado na realização deste trabalho. Aos senhores, Honorino Pedro Rampazzo Junior, Rafael Balerini, Ibanor Tomazelli e Renato Daniel que permitiram a realização de biometrias em seus animais.

A todos o meu sincero agradecimento.

“Nunca devemos obrigar um cavalo a confiar em nós. A confiança é algo a ser conquistado e não demandado”. Monty Roberts

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade do Estado de Santa Catarina

AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A BIOMETRIA EQUINA

AUTOR: Moisés Rodrigues dos Santos
ORIENTADOR: Diego de Córdova Cucco
Chapecó, 23 de fevereiro de 2017

Os equinos diferentes de outras espécies de relevância zootécnica despertam interesse devido a sua capacidade motora, o que garante a finalidade a estes animais na área esportiva ou de trabalho. Em razão a esta atribuição, as dimensões e proporções corporais são de extrema importância na seleção e criação de cavalos. As características morfológicas como comprimento, altura, largura e medidas angulares podem influenciar na qualidade de movimento e estrutura física do animal, no entanto, geralmente estas medidas são difíceis de serem coletadas em quantidade e com qualidade. Assim este trabalho, teve como objetivo correlacionar dados biométricos equinos obtidos pela técnica de fotogrametria com auxílio do *software* ImageJ®, com o método tradicional de mensuração corporal. O propósito consistiu em utilizar a fotogrametria juntamente com o software como um meio substituto ao método convencional de mensuração e desta forma reduzir o tempo e riscos na verificação de medidas métricas e angulares em equinos. Foram realizadas 10.944 medidas biométricas, em vinte e quatro equinos adultos, as mensurações corporais foram realizadas por três avaliadores treinados, cada um realizou quatro repetições por cavalo em momentos alternados. Os dados foram coletados a partir de 19 medidas biométricas *in vivo* e capturadas imagens fotográficas de cada animal, com o propósito de realizar mensurações nestes mesmos pontos anatômicos, por meio do *software* ImageJ®. Posteriormente foi avaliada a correlação dos dados obtidos através dos dois métodos bem como demais parâmetros para verificar a eficiência das técnicas. Os resultados deste trabalho demonstraram que correlações entre mensurações biométricas e técnica de fotogrametria, apresentaram alta correlação para oito medidas métricas com valores entre (0,82 e 0,95), quatro medidas apresentaram valores de correlação moderada (0,58 a 0,74). As medidas angulares apresentaram as maiores diferenças, as quais variaram entre fraca a forte (0,29 a 0,81). As duas metodologias utilizadas apresentaram baixos valores de coeficiente de variação (CV%), o que indica a alta repetitividade na obtenção das medidas pelos avaliadores. Estes resultados indicam que a análise de imagens, quando adequadamente coletadas e avaliadas podem se tornar fortes auxiliares na formação de bancos de dados morfológicos para o melhoramento genético de equinos.

Palavras-chave: cavalos, conformação, morfologia

ABSTRACT

Master's Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade do Estado de Santa Catarina

EVALUATION OF METHODOLOGIES FOR EQUINE BIOMETRY

AUTHOR: Moisés Rodrigues dos Santos
ADVISER: Diego de Córdova Cucco
Chapecó, February 23, 2017

Equines, different from other livestock species, arouse interest due to their motor skills, with the purpose of working or sporting animal. For that reason, body dimensions and proportions are extremely important in horse selection and breeding, and morphological traits such as length, height, width and angular measurements may influence the quality of movement and physical structure of the animal. However, these measures are generally difficult to collect in quantity and quality. Therefore, this study aimed to correlate equine biometric data obtained by the photogrammetry technique with ImageJ[®] software, using the traditional method of body measurement. The aim was to use the photogrammetry with the software as a substitute for the conventional method of measurement to reduce time and the risks in obtaining metric and angular measurements in horses. 10.944 biometric measurements were performed on 24 adult horses. Body measurements was realized by three trained evaluators, each performing four replicates per horse. The data were collected from 19 biometric measurements *in vivo* and images of each animal were photographed in order to perform measurements in these same anatomical points using the software. Subsequently, the correlation of the data obtained through the two methods was evaluated as well as other parameters to verify the efficiency of the methods. The results of this study demonstrated that correlations between biometric measurements and photogrammetry technique were high for eight metric measurements, ranging from (0.82 and 0.95). Four measurements were moderately correlated, ranging from (0.58 at 0.74). The angular measurements showed the greatest differences, varying between weak to strong (0.29 at 0.81). The two methodologies used presented low coefficient of variation, which indicates the high repeatability in obtaining the measurements by the evaluators. Hence, the image analysis, when properly collected and evaluated, can be a strong auxiliary in the formation of morphological databases for the genetic improvement of horses.

Keywords: horses, conformation, morphology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Medidas morfométricas avaliadas em equinos, adaptadas de Godoi (2015). 23

LISTA DE TABELA

Table 1. Correlations for equine biometric measurements between the traditional method and via software and coefficient of variation of each method.	38
Table 2. Coefficient of variation between the replicates according to the evaluator and the method used for equine biometry.....	39

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I.....	12
	REVISÃO DE LITERATURA	12
2	INTRODUÇÃO.....	12
3	CONFORMAÇÃO EQUINA.....	13
	3.1 Mensuração.....	14
	3.2 Medidas biométricas utilizadas em equinos	16
	3.2.1 Medidas de altura.....	16
	3.2.2 Medidas de comprimento	17
	3.2.3 Medidas de largura	17
	3.2.4 Medidas de perímetro	18
	3.2.5 Medidas angulares	18
4	FOTOGRAMETRIA	18
	4.1 Pontos anatômicos de referência.....	20
	4.2 Software para análise de imagens	20
	4.3 Fotogrametria Digital.....	21
5	CAPÍTULO II.....	24
	5.1 MANUSCRITO	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7	REFERÊNCIAS	42
6	CARTA DE APROVAÇÃO DO CETEA.....	47

1 CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

2 INTRODUÇÃO

Para a humanidade os equinos passaram a ter relevância a partir de sua domesticação, que segundo Hontang (1989), ocorreu há aproximadamente 5.500 anos, com isso diferentes povos tornaram-se exímios cavaleiros e estes animais passaram a auxiliar em batalhas, expedições e na agricultura. São considerados por muitos como um símbolo de força, beleza e resistência, desta forma os cavalos são coadjuvantes na trajetória do ser humano.

Diferentes civilizações desenvolveram admiração pelos equinos, à mitologia grega retrata esse fascínio simbolizado pelos centauros, criaturas que reuniam a sabedoria humana e a força dos cavalos aliada à bondade, a ponto de entrelaçar os dois seres em apenas uma criatura. E através de suas crenças os gregos, retrataram o quanto a estrutura corporal destes animais era essencial para exemplificar a capacidade física. Desta forma, as proporções corporais foram atributos considerados por diferentes povos durante a seleção de cavalos em suas manadas, onde a escolha dos animais para a reprodução era realizada através de simetria e silhuetas observadas na estrutura física dos equinos.

As características corporais são selecionadas na avaliação do exterior por serem relativamente fáceis de avaliar, quando há uma excelente acuidade visual e treinamento do avaliador ou criador. Mas a proporcionalidade corporal necessita de estimativas métricas, que não são características fáceis de aferir. Uma vez que as proporções corporais são baseadas no conjunto de diferentes regiões anatômicas e a relação que existe entre estas medidas (RIBEIRO, 1988).

Os equinos têm seu valor econômico baseado em funcionalidade motora, onde a dinâmica de movimentos corporais demonstra a versatilidade do animal em realizar determinadas tarefas ou finalidade esportiva. Desta forma o entendimento sobre a dimensão das regiões anatômicas dos cavalos, é imprescindível para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, uma vez que conformação corporal está associada ao aspecto funcional destes animais, bem como na seleção de equinos para manter o padrão morfológico de diferentes raças e suas especificidades.

3 CONFORMAÇÃO EQUINA

Os primeiros estudos documentados sobre parâmetros morfométricos foram realizados por Leonardo da Vinci no século XV e posteriormente pelo advogado francês Claude Bourgelat no século XVIII (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990). Bourgelat foi um dos precursores no estudo da anatomia equina, ao demonstrar para o rei Luís XV que a conformação e saúde influenciavam no desempenho dos cavalos, e que por sua vez eram necessários em um exército com uma cavalaria poderosa. A partir destes entusiastas a morfologia equina passou a ser compreendida pela ciência.

Os meios científicos melhoraram quanto às técnicas utilizadas em diferentes estudos, porém algumas áreas de investigação ainda encontram-se limitadas. O julgamento morfológico de um cavalo, geralmente é baseado em conhecimentos práticos e empíricos dos avaliadores e como este tipo de análise é subjetivo, há uma tendência na imprecisão do método (GODOI et al., 2015). Por ser uma técnica dependente do censo crítico humano, esta pode ser tendenciosa devido à predileção dos avaliadores por determinadas características morfológicas. Outro aspecto a ser considerado é a falta na unificação de critérios avaliados, uma vez que as características fenotípicas devem ser analisadas de forma correlacionada, o que acarreta em dificuldade em determinar quais os defeitos ou qualidades deve ser evidenciado ou penalizado no momento de analisar um cavalo. Fato que pode subestimar as características morfológicas de um indivíduo, onde determinadas regiões anatômicas são qualificadas de forma mais criteriosa por um avaliador, quando comparadas a outras características que são subjugadas.

Existe grande interesse na conformação, como indicador de desempenho e qualidade corporal em equinos, principalmente por serem características fáceis de avaliar. Doucet (2007), ressalta que a avaliação de conformação equina realizada através de julgamentos, é um método semi-quantitativo e de repetibilidade e reprodutibilidade baixa, tratando-se de um meio justo, porém pouco verdadeiro para análise morfológica.

A proporção corporal é determinada por diferentes partes do corpo e estas definem o equilíbrio e a simetria deste indivíduo e indicam suas características morfológicas (DONOFRE et al., 2014). Com base nestas evidências Schade et al. (2015) demonstraram que o padrão morfológico de um cavalo define a sua função, de acordo com sua conformação. Desta forma as proporções corporais são fundamentais na execução de movimentos, uma vez que um animal de boa conformação corporal tende a ter uma capacidade motora equilibrada,

sem sobrecarregar diferentes regiões anatômicas, devido à compensação de esforço, o que favorece a este equino suportar melhor os estresses físicos (SANTIAGO, 2013).

As relações entre conformação e medidas objetivas buscam um cavalo de simetria equilibrada, onde o arranjo anatômico dos músculos e ossos está relacionado às medidas anatômicas e proporções de regiões corporais, e estas dimensões físicas influenciam diretamente na dinâmica de movimentos realizados por um equino. Para entender a harmonia morfológica, Marcenac; Aublet; D'autheville (1990), citam a “*regra de Bougelat*” baseada em regiões do corpo equino através de proporções. Assim como o Sistema Eclético de Proporções de Lesbre do ano de 1930, metodologia que a partir do comprimento de cabeça determina relações de estrutura física para cavalos mediolineos de sela TORRES; JARDIM (1981). Isto demonstra a influência deste assunto em diferentes estudos sobre morfologia equina, sendo muito utilizada para distinguir cavalos de acordo com seus atributos corporais.

3.1 Mensuração

As técnicas de mensurações de regiões corporais dos animais são conhecidas como biometria, zoometria e morfometria. Desta forma, este é um dos métodos mais antigos na seleção de animais de interesse zootécnico devido a suas proporções corporais. Amplamente utilizados por associações de raças para definir um padrão racial em seus *studbooks*, bem como uma ferramenta para estudos morfológicos de determinadas populações ou linhagens.

Os métodos de mensurações biométricas apresentam resultados objetivos, desta forma é possível à formação de bancos de dados com índices corporais, além de estimar parâmetros genéticos, como a herdabilidade e correlações genéticas de características morfológicas, que são imprescindíveis para o melhoramento genético equino. A funcionalidade equina esta relacionada à sua morfologia corporal, desta forma as medidas anatômicas como comprimento corporal, altura de cernelha, medidas angulares e diferentes perímetros e larguras, são essenciais para compreender a dinâmica de locomoção de um cavalo (PINTO et al., 2005). A convenção de distâncias e ângulos em um sistema numérico diminui a imparcialidade de avaliações da constituição física dos equinos.

Para eliminar a subjetividade na análise física equina, Marcenac; Aublet; D'autheville (1990), apresentaram uma variedade de instrumentos manuais comumente utilizados na realização de medidas corporais de forma simples, tais como hipômetro, fita métrica, artrogoniômetro e balança. Estas ferramentas permitem a realização de medidas corporais relativamente confiáveis e próximas das dimensões reais (MAGNUSSON; THAFVELIN,

1990). No entanto, estes equipamentos necessitam ser utilizados de forma correta e estarem calibrados. O manuseio rápido de todos estes instrumentos para atender um cavalo em um tempo mínimo e com máxima confiança, não é fácil e já foi relatado há muito tempo (LANGLOIS et al., 1978). Assim, isto limita sua utilização por pessoas com um mínimo de conhecimento técnico e treinamento a respeito de zoometria equina.

Para que não existam variações de posição corporal, Pinto et al. (2005), detalhou que as mensurações devem ser realizadas com os equinos em estação forçada. Isto é, membros, anterior e posterior, na perpendicular sobre um piso plano, com o formato de um paralelogramo retangular, de modo que, vistos de perfil, seus membros, para cada bípede, se encobrem, e vistos de frente ou de trás, estão na vertical e igualmente apoiados sobre um piso nivelado.

Aspectos sobre o comportamento equino diante de pessoas também podem influenciar na avaliação. Curtis et al. (2010), ressaltam que os cavalos devem ser mensurados pelo lado esquerdo, por serem mais acostumados com a presença do observador neste sentido, evitando assim mudanças de postura ao serem abordados ou palpados. Este contato direto com o animal, é um dos maiores inconvenientes na realização de biometrias, desta forma tanto os avaliadores quanto os equinos estão sujeitos a riscos, devido ao processo de contenção e manipulação. A submissão do animal ao estresse acarreta em uma movimentação contínua o que tende a aumentar a margem de erros na tomada de medidas corporais (GAUDIOSO et al., 2014), além de aumentar o tempo na realização destes trabalhos junto aos animais.

Por razões práticas, as medidas angulares são consideradas de difícil mensuração, devido à possibilidade de variação da posição do equino entre as mensurações. Uma vez que são realizadas em sequência, o que intenta a aumentar a margem de erro para estas medidas, devido ao ajuste angular do artrogoniômetro entre cada uma das mensurações. Godoi (2012) relata que entre as características mensuráveis em equinos, as medidas angulares são as que apresentam maiores dificuldades, devido à falta de instrumentos específicos para a realização de tal procedimento ou pela ausência de profissionais aptos para tal tarefa.

Para a execução de medidas lineares, o hipômetro e a fita métrica são instrumentos mais utilizados, porém Salazar-Vidal et al. (2012) ressaltam que estes equipamentos são de emprego demorado e pouco repetitivo. Estes mesmos autores, salientam que o hipômetro exige a necessidade de estar nivelado entre as mensurações, o que por sua vez pode aumentar a margem de erro ao utilizá-los. Apesar de a fita métrica ser um instrumento simples e barato para a realização de medidas lineares Torres; Jardim (1981) afirmaram que esta ferramenta não apresenta boa precisão, desta forma são necessárias técnicas que minimizem a imprecisão

humana na realização de medidas biométricas em equinos, com o objetivo de aumentar a acurácia destes métodos biométricos.

Diante destes fatos Doucet (2007), relata a necessidade de técnicas de mensuração corporal, que permitam tomar medidas com maior precisão e um menor tempo de avaliação, além de possibilitar o armazenamento dos dados para análises subsequentes. McIlwraith; Anderson; Sanschi (2003) propõem um método de avaliação a partir de imagens digitais ao utilizar o programa computacional NIH (desenvolvido pelo Instituto Nacional de Saúde do EUA) para a realização de análises lineares e angulares em cavalos de corrida. Esta metodologia permite o mínimo de contato com os animais, o que facilita pesquisas com animais indóceis ou que não passaram por processos de doma, outra vantagem apresentada por esta técnica é a facilidade de transporte de equipamentos no campo. Lage et al. (2009), mencionam que ainda são poucos os estudos sobre formas alternativas de avaliação morfométrica em equinos e demonstram que existe a demanda por estudos sobre novas tecnologias na realização de medidas corporais em animais.

3.2 Medidas biométricas utilizadas em equinos

Para não existir incoerência na avaliação de características métricas e angulares em equinos, Magnusson; Thafvelin (1990) detalharam a importância de ter pontos de referência ao analisar particularidades de conformação em equinos, bem como os critérios utilizados na escolha destes marcos de orientação. Principalmente por serem locais de fácil palpação e próximos de extremidades ósseas, o que permite determinar distâncias entre ossos e realizar medidas angulares de articulações. Diferentes parâmetros lineares e angulares comumente utilizados em avaliações morfométricas equinas (Figura 1) estão citados abaixo segundo as metodologias de Torres; Jardim (1981), Cabral et al. (2004), Pinto et al. (2008) e Godoi et al. (2015).

3.2.1 Medidas de altura

1. *Altura na cernelha* – medida realizada de forma vertical, a partir do ponto mais alto da seção interescapular, delimitada entre as extremidades livres do processo espinhoso da 5ª e 6ª vértebras torácicas, de forma que siga até o solo;

2. *Altura na garupa* – medida realizada de forma vertical, a partir do ponto mais alto da garupa, desde a tuberosidade sacral, de forma que siga até o solo;

3. *Altura do costado* – medida realizada de forma vertical, delimitada entre as extremidades livres do processo espinhoso da 5ª e 6ª vértebras torácicas, de forma que siga até o externo;

4. *Altura de codilho* – mensuração realizada de forma vertical, a partir do vértice do olécrano de maneira que siga até o solo.

3.2.2 Medidas de comprimento

1. *Comprimento de corpo* – medida de distância entre a face cranial do tubérculo maior do úmero direcionando-se até a tuberosidade isquiática da pelve;

2. *Comprimento de cabeça* – medida de distância entre a porção cranial da arcada incisiva inferior e a extremidade proximal do osso occipital;

3. *Comprimento de pescoço* – medida de distância entre a porção cranial face lateral da asa do atlas e a borda cranial da escápula;

4. *Comprimento dorso-lombo* – mensuração de distância realizada entre as extremidades dos processos espinhosos da vértebra torácica T8 e T9, e a porção da tuberosidade sacral;

5. *Comprimento de escápula* – medida de comprimento entre a borda da cartilagem da escápula e o ângulo distal da escápula ou centro da articulação escapulo-umeral;

6. *Comprimento lombo-cauda* – mensuração de distância realizada entre a tuberosidade sacral as extremidades dos processos espinhosos da vértebra coccígea T15;

3.2.3 Medidas de largura

1. *Largura de cabeça* – medida entre as extremidades supraorbital direita e esquerda;

2. *Largura de peito* – medida entre as extremidades laterais das articulações escapulo-umerais direitas e esquerdas;

3. *Largura de anca* – medida entre os segmentos laterais da tuberosidade ilíaca direita e esquerda;

3.2.4 Medidas de perímetro

1. *Perímetro torácico* – mensuração do perímetro entre os processos espinhosos T8 e T9, que segue entre a 8ª e 9ª costelas pelo espaço intercostal, até a articulação da última costela com processo xifóide;
2. *Perímetro do antebraço* – mensuração do perímetro medido na seção mediana do antebraço direito, composta pelos ossos rádio e ulna;
3. *Perímetro do joelho* – medida de perímetro aferido na seção mediana do joelho direito, composta pelos ossos carpianos;
4. *Perímetro da canela* – medida de perímetro realizado na seção mediana dos ossos metacárpicos II, III, IV, do membro anterior direito;
5. *Perímetro de boleteo* – medida de perímetro realizado na região mediana do boleteo, do membro anterior direito;

3.2.5 Medidas angulares

1. *Ângulo escapulo-solo* – constituído pela inclinação da escápula em relação ao nível horizontal;
2. *Ângulo escapulo-umeral* – estabelecido pela junção da escápula com o úmero;
3. *Ângulo úmero-radial* – constituído pela articulação do úmero com o rádio;
4. *Ângulo coxo-solo* – constituído pela inclinação do íleo em relação ao nível horizontal;
5. *Ângulo coxo-femural* – estabelecido entre a articulação do fêmur com o íleo;
6. *Ângulo fêmuro-tibial* – estabelecido entre a articulação do fêmur com a tíbia;
7. *Ângulo tibio-metatarsico* – constituído pela junção da tíbia com o metatarso;

4 FOTOGRAMETRIA

A técnica de fotogrametria define-se como o processo no qual se obtém informação dimensional e quantitativa de um objeto mediante o uso de fotografias (MCILWRAITH; ANDERSON; SANSCHI, 2003). Este método busca representar as particularidades de imagens de duas dimensões, suas características curvilíneas e estabelecer distâncias lineares e angulares através de uma escala métrica. Gaudioso et al. (2014) descreveram que este método não invasivo pode ser um recurso de simples aplicação em equinos, principalmente por sua facilidade de execução.

Os primeiros estudos sobre a avaliação corporal equina por meio de imagens foram realizados por Kronacher; Ogrizek (1932), que por meio de fotografias realizaram mensurações angulares em cavalos. Posteriormente a fotogrametria foi utilizada para estimar medidas morfológicas em equinos por Langlois et al. (1978), que a partir de lâminas fotográficas projetadas em uma tela, realizavam mensurações corporais sobre as projeções das imagens.

Atualmente a fotogrametria aplicada ao estudo morfométrico equino permite levar o animal a um plano virtual através de uma série de fotografias digitais, manipuladas por programas computacionais que possibilitam obter todos os dados de interesse de uma forma prática e eficaz (SALAZAR-VIDAL et al., 2012). A vantagem de utilizar esta técnica através da informática está na simplicidade do procedimento e economia, além de reduzir o estresse causado nos animais (NEGRETTI; BIANCONI, 2004). De acordo com Shrader; Ferreira; Aarde, (2006) a facilidade de capturar dados, e os rápidos processos de análise de dados a partir de programas computacionais, permitem a fotogrametria realizar medidas em um grande número de indivíduos, em um curto intervalo de tempo.

A precisão das fotografias analisadas depende da resolução da imagem, distância do equino em relação a câmera fotográfica, bem como sua orientação em relação ao equipamento (GAUDIOSO et al., 2014). Isso reduz a aplicabilidade de mensurações em muitas espécies de animais de difícil contenção (SHRADER; FERREIRA; AARDE, 2006). Os maiores entraves na utilização destas técnicas em equinos estão nas distorções causadas nas imagens fotográficas, devido às distâncias lineares e ângulos entre o corpo do animal e o equipamento fotográfico (MAGNUSSON; THAFVELIN, 1990). Entraves estes causados principalmente pelo estresse durante a contenção ou permanência dos equinos em estação forçada, o que resulta no movimento destes animais diante dos instrumentos fotográficos.

A fotogrametria digital analisa imagens compostas de pixels e estas unidades digitais podem ser contadas e usadas para deduzir tamanho de um objeto (SHRADER; FERREIRA; AARDE, 2006). Chapman et. al (2016), descreveram que os métodos fotogramétricos dependem de calibração, desta forma se faz necessária à utilização de uma escala com medida métrica conhecida. Esta escala precisa estar presente na fotografia, e devem ser realizadas duas mensurações, uma do objeto escalonado, e uma do indivíduo a ser avaliado (MEISE et al., 2014).

Diferentes cientistas trabalharam com fotogrametria em equinos Kronacher; Ogrizek (1932), Langlois et al. (1978), Dalin; Magnusson; Thafvelin, (1985), Magnusson; Thafvelin (1990), Holmström; Magnusson; Philipsson, (1990), Kubo et al. (1992), Thompson (1995),

Barrey et al. (2002), McIlwraith; Anderson; Sanschi, (2003), Anderson; Mcilwraith (2004), Anderson; Mcilwraith; Douay (2004), Cervantes et al. (2009), Godoi, (2012), Solé et al. (2013), Go et al. (2014), Mariz et al. (2015), Senna et al. (2015), Weisgerber et al. (2015), Parés-Casanova; Allés (2015). Isto demonstra que esta técnica pode ser empregada em diferentes estudos nesta espécie de interesse zootécnico, contudo precisa maiores estudos e seu uso validado para diferentes características e situações.

4.1 Pontos anatômicos de referência

A metodologia com uso de marcadores foi desenvolvida por Magnusson no ano de 1985, e relatada por Holmström; Magnusson; Philipsson, (1990). Esta técnica tornou-se uma das mais utilizadas nos estudos de biometria e biomecânica em cavalos, principalmente por permitir a digitalização das imagens coletadas, além de facilitar a análise de animais em movimento. Doucet (2007) relatou que as maiorias dos trabalhos de análises morfométricas através de métodos fotográficos, utilizaram em seus protocolos marcadores colocados sobre a pele em pontos anatômicos específicos.

Para que esta técnica seja aplicada de forma correta, Magnusson; Thafvelin (1990) recomendam o uso dos pontos de fáceis de palpação anatômica e localizados principalmente no esqueleto e quando possível ficar próximo de extremidades ósseas. Um dos fatores limitantes para esta metodologia é a dificuldade de reconhecer estes pontos em texturas muito homogêneas, peles escuras ou superfícies sem marcas ósseas (GAUDIOSO et al., 2014).

Regiões anatômicas com grande volume muscular e alto teor de gordura corporal também dificultam a colocação de pontos indicadores, resultado da imprecisão na localização de contornos ósseos, o que aumenta a variabilidade ao efetuar as medições (MARIZ et al., 2015). Outro aspecto que deve ser considerado é quanto à postura corporal do equino durante a colocação dos marcadores, que pode induzir equívocos na aplicação deste método (WELLER et al., 2006).

4.2 Software para análise de imagens

Com o desenvolvimento da informática e dos diferentes sistemas para captação de imagens fotográficas. Os trabalhos de fotogrametria avançaram consideravelmente, principalmente pelo desenvolvimento de programas computacionais que permitem a avaliação de imagens.

O *software* ImageJ® é um programa de domínio público, largamente utilizado, e foi desenvolvido pelo *National Institute of Health-USA*, para o processamento de imagens baseado em programação Java, que permite a análise de imagens com diferentes formatos (RASBAND, 2004). De acordo com Girish; Vijayalakshimim (2004) o *software* ImageJ® é um instrumento eficiente para a análise e processamento de imagens, sobretudo por ser um programa de domínio público.

A utilização do *software* ImageJ®, em estudos científicos com equinos, foi realizado pela primeira vez por Cervantes; Baumung; Molina (2009), em um trabalho sobre características morfofuncionais de cavalos árabes. Solé et al. (2014), trabalharam com o melhoramento da raça Menoarca e utilizaram 47 medidas biométricas e as mensurações angulares foram realizadas através do *software* ImageJ®. Go; Barton; Ohnesorge (2014) utilizaram o mesmo programa computacional, e através de fotografias observaram que a angulação de pescoço pode influenciar no diâmetro faríngeo dos equinos ao flexionar o pescoço. Mariz et al. (2015), utilizaram animais da raça Quarto de Milha e demonstraram que o *software* ImageJ® pode ser uma alternativa para a avaliação morfométrica equina através de imagens.

Estes trabalhos confirmaram a possibilidade da utilização deste *software* como ferramenta para realização de medidas biométricas em equinos. Entretanto, existe uma carência quanto a sua aplicabilidade para as diferentes regiões anatômicas comumente utilizadas na equinocultura.

4.3 Fotogrametria Digital

Com o advento da tecnologia, a fotogrametria digital é considerada uma alternativa para a avaliação quantitativa das assimetrias posturais na avaliação de estatura e pode ser utilizada para a realização de medidas lineares e angulares (SACCO et al., 2007). Estas inovações no processo de tomadas de imagens permitem a captura, visualização prévia, armazenamento e processamento de fotografias, o que facilita a sua utilização como instrumento de pesquisa em diferentes áreas de estudo.

Uso de *softwares* livres para análises de imagens apresenta-se como um método de utilidade razoável e com poucas pesquisas relacionadas à sua comprovação de viabilidade (MARIZ et al., 2015). A fotogrametria pode facilitar a quantificação das variáveis morfológicas relacionadas à postura equina, ao trazer dados mais confiáveis comparados a aqueles obtidos pela observação visual, além disso, esta técnica facilita o processo de

arquivamento, com a economia de espaço e também de tempo no acesso aos registros armazenados (SACCO et al., 2007).

O uso de câmera digital e programas computacionais para a análise de imagens mostraram-se eficientes no trabalho de Godoi (2012), em que poucos segundos com o animal em estação é suficiente para realizar as mensurações lineares com segurança, isto demonstra que as técnicas de fotogrametria podem ser amplamente empregadas em equinos.

Perante a necessidade da inovação das técnicas de morfometria Gaudioso et al. (2014) apresentaram uma perspectiva moderna na avaliação zoométrica, através do uso de métodos de mensurações tridimensionais (3D), na análise morfológica do animal, a qual permite uma avaliação muito detalhada da morfologia. Porém, esta técnica de mensuração em três dimensões apresenta como desvantagem a dificuldade operacional, econômica e tecnológica, o que dificulta a sua aplicabilidade a campo e em larga escala.

Diante destes fatos Miró et al. (2009), ressaltaram que o método de avaliação de imagens em duas dimensões (2D), envolve um número menor de equipamentos fotográficos e as calibrações necessárias são mais simples, o que torna esta técnica economicamente viável e possível de ser utilizada a campo. No mesmo contexto os autores relatam que a avaliação de imagens 2D, é passível e segura na análise angular equina, mesmo a técnica de mensuração em três dimensões (3D), ser considerada mais precisa.

Desta forma são desejáveis iniciativas que possibilitem avaliar as proporções corporais equinas de forma segura, e que propiciem identificar quais os animais apresentam as melhores relações métricas para modalidades equestres. Além disso, facilita os trabalhos de avaliação e seleção por atributos morfológicos em programas de melhoramento genético, e sobre tudo poder reduzir tempos e custos nos processos de avaliação.

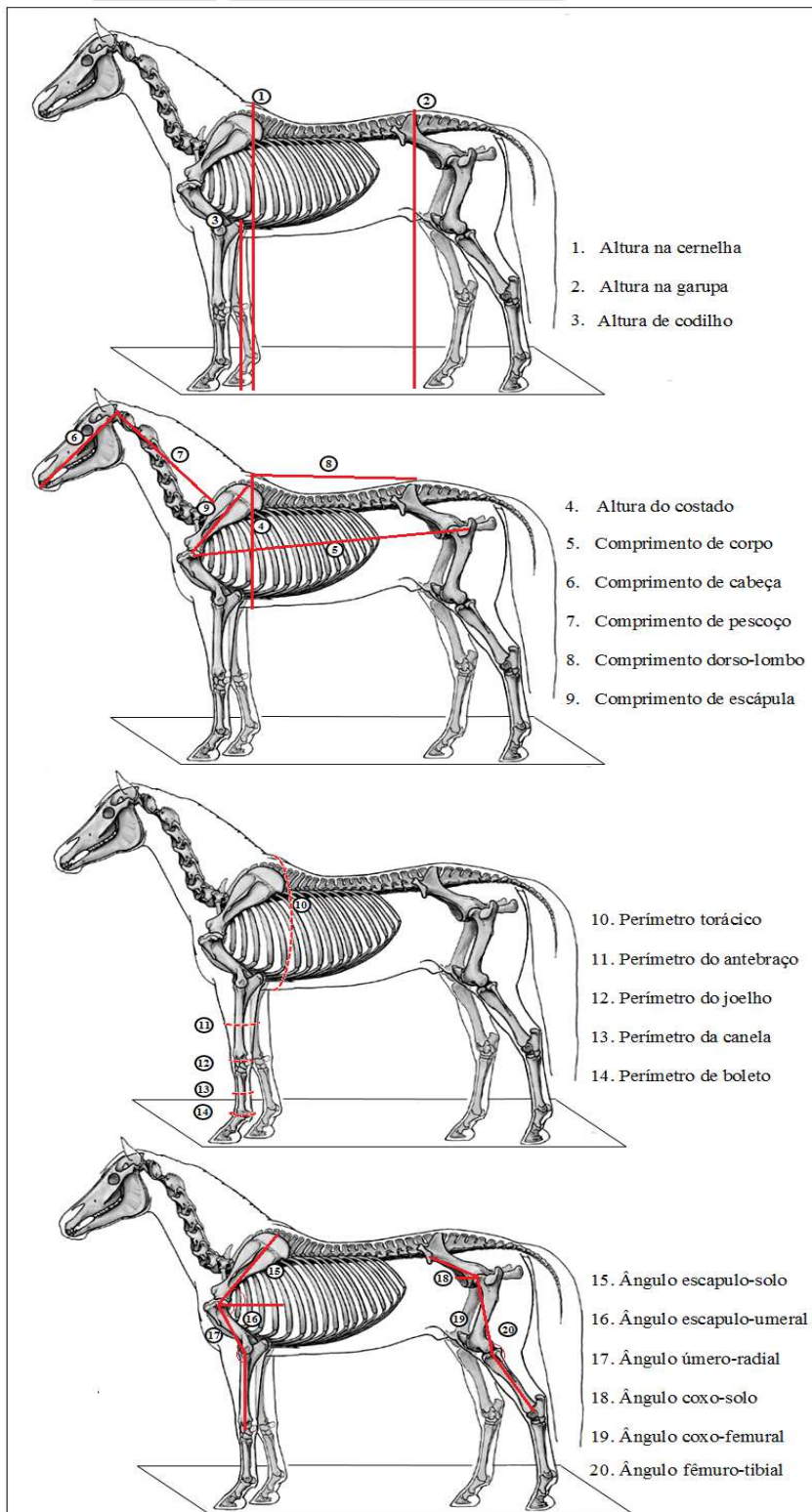


Figura 1. Medidas morfométricas avaliadas em equinos, adaptadas de Godoi (2015).

5 CAPÍTULO II

5.1 MANUSCRITO

Os resultados desta dissertação serão apresentados na forma de manuscrito, com sua formatação de acordo com as orientações da revista: **Livestock Science**.

ARTIGO I

Evaluation of methodologies for equine biometry

Autores: Moisés Rodrigues dos Santos, Guilherme Freiburger, Fernanda Bottin, Maisa Chiocca, Aline Zampar, Diego de Córdova Cucco

De acordo com normas para publicação em: Livestock Science

1 **Abstract**

2

3 Equines have some peculiarities of zootechnical interests that differ from other species,
4 mainly due to their motor capacity to perform work or sport functions. For that reason, body
5 dimensions and proportions are extremely important in horse selection and breeding, and
6 morphological characteristics such as length, height, width and angular measurements may
7 influence the quality of movement and physical structure of the animal. In this way, this work
8 aimed to evaluate the biometric data of equines, obtained by the traditional method of body
9 measurement and the photogrammetry technique using ImageJ® software. In addition, the
10 methods were correlated and evidenced the limitations and advantages of each one. The effect
11 of evaluators for both methods was verified to demonstrate the efficiency of the procedures.
12 Body measurements were performed by three trained evaluators, each performing four
13 replications per horse. A total of 10,944 biometric measurements were performed on twenty
14 four adult horses. The data were collected from 19 biometric measurements and captured
15 photographic images, with the purpose of performing measurements in these same anatomical
16 points, through the software. The results of this work demonstrated that correlations between
17 biometric measurements and photogrammetry showed high correlation for eight metric
18 measurements with values between 0.82 at 0.95 and four measures of moderate correlation
19 (0.58 at 0.74). Angular measurements showed the largest differences, where correlations
20 ranged from weak to strong (0.29 at 0.81). Alternative that can be used to obtain equine
21 morphological data. Due to the ease of execution of the data collection, as well as the gratuity of
22 the software. Thus, this strategy can be used mainly by breeders who seek to form a database
23 with zoomometric information essential for equine genetic improvement.

24

25 **Keywords:** Horse, morphology, photography

26 1. Introduction

27

28 The functionality of equines is substantiated on a set of movements that guarantee
29 these animals the versatility to perform with facility actions that involve strength and
30 mobility, essential features in equestrian activity. Equine biomechanics depends on animal's
31 anatomy and body proportions, so the understanding of these metric and angular dimensions
32 is necessary to determine the purpose of a horse.

33 The origin of horse morphometry was initiated in the fifteenth century by Leonardo da
34 Vinci studies and later by Claude Bourgelat in the eighteenth century (Marcenac et al., 1990).
35 From the work carried out by these the equinoculture began to establish scientific principles
36 on equine body measurements, which allowed the establishment of objective indexes based on
37 biometric assessments.

38 Different scientific studies use zoomometric methods to evaluate physical
39 characteristics in equines through classic tools (measuring stick, arthro-goniometer and
40 measuring tape). However for a long time it has been known that using these instruments
41 accurately and quickly is not an easy task (Langlois et al., 1978). (Salazar-Vidal et. al 2012),
42 mention that these equipments are few repetitives, highlight that the measuring stick requires
43 the calibration between measurements, which in turn may increase the margin of error when
44 using or it.

45 In this way exists at need for body measurement techniques, that allow taking
46 measurements with greater precision and shorter evaluation time, in addition to the possibility
47 of storing data for subsequent analysis (Doucet, 2007). There are few studies on alternative
48 methods for morphometric evaluation in horses. This demonstrates that exists the demand for
49 studies on new technologies in carrying out animal measurements on (Lage et al., 2009).

50 A possibility for at metric estimation in horses it is through the photogrammetry
51 technique, that obtains dimensional and quantitative information of an object through the use
52 of photographs (Mcilwraith et al., 2003). This method seeks to represent the particularities of
53 two-dimensional images, their curvilinear characteristics and establish linear and angular
54 measurements through a metric scale. Faced with these facts Miró et al. (2009), report that the
55 method of evaluating images in two dimensions involves a smaller number of photographic
56 equipment and the calibrations are simpler, what makes this technique economically feasible
57 and possible to be used in a field when compared to a three-dimensional analysis.

58 With the development of computer science and the different systems for capturing
59 photographic images, the photogrammetry works has advanced considerably, mainly due to

60 the development of computer programs that apply in the evaluation of images in several areas
61 of knowledge.

62 In this way, studies are needed to evaluate the practical methods for equine biometry
63 that can be widely used in the field as to their efficiency and applicability. This in order to
64 later applied in the formation of databases to allow better conduction of breeding programs of
65 this species.

66

67 **2. Methodology**

68

69 To evaluate the efficiency of the traditional biometry technique and to compare it to
70 the biometry performed by image analysis were measured 24 adult horses of different breeds,
71 sexes and ages, but with similar body scores in order to verify the viability of the techniques
72 in different situations. The horses were measured by three evaluators trained (A, B, C). Each
73 equine was submitted to 12 biometric and photographic sections, wherein each of the
74 evaluators performed four replications per animal. Thus, a total of 288 biometrics were
75 obtained in which 19 body measurements that totalized 456 parameters were analyzed per
76 animal, thus the analyzed database had 10.944 biometric data. In the period previous to the
77 experiment, several pilot projects were carried out, for leveling evaluators, checking
78 equipment and establishing the methodology to be used.

79 For the accomplishment of the biometrics, the horses were individually driven to a
80 study area, as measurements were taken on a flat surface where the animal was kept in forced
81 station, according to the methodology of Pinto et al., (2008). Each evaluation was performed
82 in an average time of 18 minutes. Among the measures evaluated *in vivo* (supplementary
83 material), thirteen were metrics, performed out with the use of measuring stick and measuring
84 tape, six measures angular made with an arthro-goniometer. The linear and angular
85 parameters used in this study were performed according to the adapted methodologies of
86 Torres and Jardim (1981); Cabral et al., (2004); Pinto et al., (2008) and Godoi et al., (2015).
87 For the analysis of corporal measurements performed through photographic images was used
88 ImageJ[®] software, free computational program developed by (National Institute of Mental
89 Health, USA). With the objective to facilitate the visualization of the anatomical points
90 through the images and to carry out the precise measurements by software, in each of the
91 replicates each evaluator placed 13 adhesive markers on the left face of the animal, according
92 to a methodology adapted from Godoi (2015).

93 The photographic images were taken with the animal in station, positioned so that the
94 left side of your body stayed perpendicular to the digital camera (Sony Cyber Shot W830 20.1
95 MP[®]), the equipment was positioned on a tripod with distance of 3.5 m of the animal, and set
96 at a height of 1.20 m, previously defined. To perform the calibration of the image in the
97 software, a metric scale of 100 cm was placed next to the animal's body. The average time
98 taken to evaluate each of the photographs was seven minutes and the images photographed
99 had average dimensions of 3072 x 2048 pixels.

100 Statistical analysis to evaluate the efficiency of each method and the comparison
101 between them was performed through Pearson correlation, with the support of the program
102 SAS (*Statistical Analysis System, version 9.3*). The average of the four traditional biometric
103 replicates of each evaluator was used to correlate with the average of the four replicates
104 analyzed by software. Also were calculated the Coefficient of Variation (CV) obtained from
105 the repeated measurements of all the characteristics and also to evaluate the efficiency of the
106 evaluator (A, B, C) in each measure and in both methods.

107 This study was conducted according to the Ethics Committee in Animal
108 Experimentation of the Santa Catarina State University (CETEA), through protocol: 1.29.15.

109

110 **3. Results**

111

112 The correlations obtained (Table 1) for all the characteristics evaluated between the
113 methods were highly significant and positive ($p < 0.01$). All height measurements obtained the
114 highest coefficients of correlation between the methods, with results ranging from 0.86 to
115 0.95. Correlations of high magnitude (0.82) were observed for head, neck and withers-hip
116 lengths. Intermediate correlations (0.58 a 0.74) were found for elbow-stifle length, shoulder
117 length, body length and croup length. Only the measurement of the stifle-hock length
118 presented a value of low magnitude (0.45).

119 Greater variation in the magnitude of the correlation coefficient was observed for the
120 angular measurements. For the coxae–floor angle the result obtained was 0.81, moderate
121 correlation value was observed for the coxae–femur angle (0.51), and the other correlations
122 presented values between 0.29 and 0.43. Low coefficients of variation were observed for both
123 methods, being upper in the traditional method. Only one angular measurement (coxae–floor
124 angle) presented CV about three times higher than the other measurements. The coefficients
125 of variation observed for each evaluator in each method (Table 2) were low, again were

126 slightly higher in the traditional method. The coxae–floor angle was the only measure that
127 presented the highest CV compared to the others.

128

129 **4. Discussion**

130

131 Equine biometry is fundamental for an in-depth knowledge of the anatomy of the
132 specie linked to its economic function. However, hardly are found works that validate as
133 techniques usually used. Without the comprovation of efficient measurement methods many
134 times the biometric measures are restrict to few measures within each breed and do not allow
135 the formation of consistent databases for genetic improvement. The task of performing the
136 biometric analysis in equines requires trained professionals, adequate equipment and
137 sometimes can be hampered by the behavior of the animals to be measured. So, traditional
138 methods of measurement have already been questioned by some authors. Salazar-Vidal et al.
139 (2012) emphasized that the measuring stick it is time-consuming to use and little repetitive
140 and demonstrated that this equipment requires the need of calibration between measurements.
141 The variation of this tool was also evidenced in the work of Lamas et al. (2007), where three
142 individuals found significantly different values for the height of withers with a difference of \pm
143 1.89 cm between one evaluator and another, and concluded that a measuring stick is not an
144 extremely accurate tool. The tape measure, another widely used instrument, despite being
145 simple and cheap to carry out linear measurements, does not show good accuracy according
146 Torres and Jardim (1981). In this way it is necessary the study deepened in techniques that
147 minimize human errors and the inaccuracy of the equipment in accomplishment of biometric
148 measurements.

149 An alternative to perform this task is the use of digital photographic images. Digital
150 photogrammetry can be used as an alternative for realization linear and angular measurements
151 and may facilitate the quantification of morphological variables related to equine posture by
152 bringing more reliable data compared to those obtained by visual observation (Sacco et al.,
153 2007). The difficulties for take measures of the body can be minimized through the analysis
154 of images by computational programs, which has the advantage of evaluating the animal in a
155 static body position. The forced stance performed on the animal for to taking imaging can
156 allow the best positioning and the correct conformation of the limbs. In this case this
157 positioning takes less time for the taking of the photographs than to carry out all the
158 measurements by the traditional method. So, the animal often remains the time required for to
159 take the photo and can not maintain the same positioning for several minutes until all

160 measurements taken with a measuring stick, arthro-goniometer and tape are performed. Case
161 the animal does not present the correct positioning at the time of taking the image this can be
162 easily identified in the photograph and thus another image can be quickly collected.

163 Doucet (2007) cites that the great majority of the morphometrics analysis works
164 through photographic methods use in their protocols markers placed on the skin at specific
165 anatomical points, since these points function as references in the images to be evaluated.
166 From the location of these points by a trained professional, the biometrics by software
167 becomes much simpler and faster than taking measurements with measuring stick, arthro-
168 goniometer and tape measure. One of the limiting factors for this methodology is the
169 difficulty to identify these points in the body of the animals due to very homogeneous
170 textures, dark skin or surfaces without bone markers (Gaudioso et al., 2014). Another aspect
171 that should be considered is regarding the body posture of the horse during the placement of
172 the markers, which may induce misconceptions in the application of this method (Weller et
173 al., 2006).

174

175 ***4.1. Heights***

176

177 In this study height measurements were easily performed and showed a high
178 correlation between the methods (traditional and analyzed by software) with low coefficient
179 of variation between methods and between the measures of each evaluator. This can be
180 justified, seeing these vertical measures are carried out with the measuring stick resting on the
181 ground, which minimizes the error and guarantees greater accuracy in the use of this tool.
182 Only the chest height does not use the soil as a reference and so the correlation was lightly
183 lower, however, still of high magnitude.

184 For height analysis through images the procedure is the same, where the ground is
185 taken as one of the reference points in the verification of these dimensions, which facilitates
186 the use of the photogrammetry technique and guarantees the accuracy of this method. That
187 way no suffer the effect of a possible inclination in the measuring stick that reflects in a
188 different angle of 90° interfering in the exact value of the measurement, this may explain the
189 lower coefficient of variation observed for the technique realized by software. Therefore, in
190 the measurements of height we observed that both methodologies when performed by
191 properly trained technicians present high repetition and are feasible for data collection.

192

193 4.2. Lengths

194
195 The linear measurements were performed between two distinct reference points, in
196 this way the greatest obstacles in the taking of these measures are in the variation between
197 these two anatomical points. The correct location of these regions and the appropriate body
198 position of the animal directly influence the metric reading performed on the measurement
199 instrument. Lage et al. (2009) cite that body movement directly influences the measurement
200 of linear dimensions. As the metric verification process is cautious and prolonged, a static
201 posture of the animal during all this time is unlikely, a fact that can be optimized by the
202 technique of photogrammetry.

203 We observed intermediate correlation coefficients for length measurements. In this
204 work the body length measurements were performed with a measuring stick, that presents as
205 objection the handling of the equipment opposite equine body extension. Given that often the
206 length of the animal makes it hinders that the evaluator position and check correctly if the
207 ends of the equipment are in the position correct.

208 Another impediment found was the measurement of the distance between the stifle-
209 hock length, same problem cited by Lage et al., (2009). These authors have reported that there
210 are difficult to take precise measures regarding the length of the tibia due to its anatomical
211 conformation, and that still requires a safe position for the evaluator in before of the animal. It
212 was also cited he objection of the animal to remain in a static position, due to the touch of the
213 measurement materials. These measures in fact expose the evaluator to possible injuries
214 according to the temperament of each animal. It to emphasize that the method of
215 photogrammetry can be performed with any animal that allows its handling by halter.
216 However, biometry with instruments is often only possible in tamed and adequate
217 temperament animals. It is worth mentioning that our work started with 25 animals, however,
218 one was removed from the assessments due to risks for the evaluators at the time of
219 measurement using the traditional method. Due to his adverse temperament it was not
220 possible to complete the 12 sections needed for evaluation.

221 4.3. Angles

222
223
224 Among the 19 morphometric measures evaluated *in vivo* in this study, the angular
225 measurements were the characteristics that presented the greatest difficulty for measurement,
226 when compared with measures of heights and lengths. Angular measurement is a complex

227 task, since these measures need to be performed between two half-lines with a common point
228 of origin. Therefore, at least three supports are required on the animal, since the evaluators
229 usually work alone and thus are restricted to support the arthrogoniometer only in two points
230 with the hands. This can cause in of angular evaluation imprecise, added at the difficulty in
231 keeping the evaluated animal in a static position between each of the measurements.

232 This fact was also evidenced by Lage et al. (2009), that reported problems to identify
233 anatomical points for the angular determination, due to muscle movement and skin elasticity
234 in the reference regions, another factor considered by these authors was the opposition of the
235 animal to the contact of the arthro-goniometer, by are not accustomed the execution of these
236 measures. In his study Godoi (2012), also reports that among the measurable characteristics in
237 horses, the angular measures are the ones that present the greatest difficulty due to the lack of
238 specific instruments for performing such a procedure or the absence of suitable professionals
239 for such task. Another factor that we think pertinent may be related to the familiarization of
240 the animals with the procedures. Since the measuring stick has more frequent use in the
241 equine farming for the taking of measures of height for example, the arthro-goniometer is not
242 part of this routine and still requires direct contact with the animal in several anatomical
243 points.

244 The evaluation by image minimizes the problems caused by the body movement,
245 besides being able to evidence the correct posture for the angular evaluation. Thus we judge
246 photogrammetry as the most appropriate method for angular measurement of horses.

247 All horses used in this study were submitted to twelve biometric sections, with an
248 average of 18 minutes each, period necessary to carry out the corporal measures, however this
249 time is relatively long to maintain a horse in a static position, which can compromise the
250 evaluation of body measurements through traditional methods. The ideal would be to keep the
251 animal static during the accomplishment of all the measurements, however the attitude of the
252 horses before the evaluators and instruments of measures, cause small body movements,
253 which can cause linear displacements in the markers, and by smaller that seems this
254 movement, the angular change between the markers may be relevant, to the point of causing
255 great variation in degrees in the angular measurements.

256 Only the coxae–floor angle measure showed a coefficient of variation higher in both
257 methods and among the evaluators. We verified that, for being the smaller joint angle
258 measured, any slight variation in measure proportionately, affects very the final angular value.

4.4. *Advantages and disadvantages of methods*

Biometrics performed by the traditional method is a widespread technique widely accepted by the scientific community and breeders of horses basically due to their simplicity. However, in the literature there is a gap regarding validation of the technique. This method presents as difficulty, the need technical knowledge to be performed, addition to specific instruments for the measurement. One of the major drawbacks of this technique, is in the body's movement of the animal, which influences directly in the verification of the measures performed. And hardly a large number of body measurements can be performed without the animal make some movement. The tools for the taking angle measurements, present a simple principle of operation, but its handling is laborious, which makes it difficult to use them. In addition to the technique, it requires time to be performed and in this way the contact with the animal tends to be larger, which increases the chances of accidents with animals of adverse temperament or not tamed. The costs relatives to the technique are related to the equipment used (measuring stick, arthro-goniometer and measuring tape).

Photogrammetry presents as an advantage the analysis of all measure with the animal in the same body position, provided that it is properly collected. Does not depend instruments on field for measurement, except a digital camera and tripod. The technique can be used on not tamed and unquiet animals, but that can be handled with a halter. This procedure drastically reduces the risk to the evaluators. The subsequent biometric evaluations in the computer do not suffer any environmental influence and the time to carry out the measurements is smaller. That way, allows the generation of databases on a larger scale. Among the disadvantages that the photogrammetry presents this is correct positioning of the animal for photo and the of body markers to facilitate the visualization of the anatomical regions to be measured. Photos must be taken according to a specific methodology. The costs related to this technique are linked to digital camera, tripod and computer. It is valid to affirm that both methods need trained evaluators for correct location of the anatomical points.

The two measurement techniques presented low values for the coefficient of variation between the methods and still for the three evaluators in each method, which demonstrates a very repetitive evaluation pattern and thus adequate to guarantee the reliability in the taking of corporal measurements. Thus it was possible to demonstrate the efficiency of the two methods, the traditional biometrics using the tools like measuring stick, arthro-goniometer and tape measure as well as the biometric evaluation with the aid of ImageJ[®] software. Both methods allow great repetition between measures provided they are performed by properly

293 trained evaluators and follow a rigorous data collection methodology. These results may serve
294 as a stimulus for breed associations for the collection of data in equines in the field conditions.
295 If the intention is the formation of large scale databases we recommend photogrammetry due
296 to the equivalence to the traditional method, but with less risk of accidents and greater agility
297 in the works.

298

299 **5. Conclusions**

300

301 Both methods evaluated in this study present a repetition pattern for body
302 measurements, this fact demonstrates that the results of metric and angular measurements for
303 equine body measurements are influenced by the applicability of the technique and not by the
304 evaluator's interference.

305 The biometric evaluation of horses through photographic images is an easy and fast
306 method of collecting morphological data. The methodology of this study is linked to the use
307 of ImageJ[®] software was feasible and its use is recommended for the formation of a database
308 in this specie.

309

310 **Conflict of Interest**

311 The authors declare that they have no conflict of interest for this manuscript.

312

313 **Acknowledgments**

314 This work was supported by the Santa Catarina State University of, Brazil and the Foundation
315 of Research Support and Innovation of Santa Catarina State (Fundação de Amparo à Pesquisa
316 e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC).

317 **References**

318

319 Cabral, G.C., Almeida, F.Q.D., Quirino, C.R., Azevedo et al., 2004. Avaliação
320 morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e
321 proporções corporais. Rev. Bras. Zootecn, 33, 1798-1805.

322

323 Doucet, M. 2007. Présentation et évaluation d'une méthode de mesure
324 morphométrique en 3 dimensions. 2007. (Doctoral Thesis). École Nationale Veterinaire
325 D'alfort Université, Paris. 113.

326

327 Gaudioso, V., Sanz-Ablanedo, E., Lomillos, J.M., et al., 2014. "Photozoometer": A
328 new photogrammetric system for obtaining morphometric measurements of elusive animals.
329 Livest. Sci, 165, 147-156.

330

331 Godoi, F.N., 2012. Avaliação cinemática de variáveis relacionadas ao resultado dos
332 saltos de potros (Doctoral Thesis). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
333 MG, Brazil, 149.

334 Godoi, F.N., Bergmann, J.A.G., Almeida, F.Q., et al., 2015. Características cinemáticas de
335 potros da raça Brasileiro de Hipismo nos sucessos e insucessos dos saltos em liberdade. Arch.
336 Zootec, 64, 229-236.

337

338 Lage, M.C.G., Bergmann, J.A., Procópio, A.M., et al., 2009. Associação entre
339 medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. Arq. Bras. Med. Vet.
340 Zootec, 61, 968-979.

341

342 Lamas, L. P., Giovagnoli, G., Heath, M. F., et al., 2007. Some factors affecting the
343 accuracy and variability of measurements of the height of ponies. Vet Rec, 160, 691-694.

344 Langlois, B., Froidevaux, Lamarche L., et al., 1978. Analyse des liaisons entre la morphologie
345 et l'aptitude au galop au trot et au saut d'obstacles chez le cheval. BioMed Central, 10, 443-
346 474.

347

348 Marcenac, L.N., Aublet, H., Autheville, P., 1990. Enciclopédia do cavalo. fourth ed.
349 Andrei. São Paulo.

- 350 McIlwraith, C.W., Anderson, T.M., Sanschi, E.M., 2003. Conformation and
351 musculoskeletal problems in the racehorse. *Clin. Tech. Equine. Pract*, 2, 339-347.
352
- 353 Miró, F., Santos, R., Garrido-Castro, J.L., et al., 2009. 2D versus 3D in the kinematic
354 analysis of the horse at the trot. *Vet. Res. Commun*, 33, 507-513.
355
- 356 Pinto, L.F.B., de Almeida, F.Q., Quirino, C. R., de Azevedo, et al., 2008. Evaluation
357 of the sexual dimorphism in Mangalarga Marchador horses using discriminant
358 analysis. *Livest. Sci*, 119, 161-166.
359
- 360 Sacco, I.C.N., Alibert, S., Queiroz, B.W.C., et al., 2007. Confiabilidade da
361 fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev.*
362 *Bras. Fisioter*, 11, 411-417.
363
- 364 Salazar-Vidal, D.F., Vélez-Ruiz, J.P., Zapata-Herrera, H.G., et al., 2012 Aplicación de
365 técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballos criollos colombianos. *Vet.*
366 *Zootec*, 6, 66-78.
367
- 368 Torres, A.P., Jardim, W.R., 1981. Criação do cavalo e de outros equinos. Three ed.
369 Nobel, São Paulo.
370
- 371 Weller, R., Pfau, T., Babbage, D., et al., 2006. Reliability of conformational
372 measurements in the horse using a three-dimensional motion analysis system. *Equine Vet. J.*
373 38, 610-615.

374 **Tables**

375

376 Table 1. Correlations for equine biometric measurements between the traditional method and
 377 via software and coefficient of variation of each method.

Traits	Traditional	Software	Correlation*
	CV (%)	CV (%)	
Withers height [cm]	4,55	3,73	0.95
Hip height [cm]	4,40	3,77	0.90
Chest height [cm]	4,46	3,20	0.86
Sternum height [cm]	5,84	5,55	0.93
Elbow height [cm]	5,20	4,84	0.93
Body length [cm]	3,23	3,20	0.65
Shoulder length [cm]	5,07	5,56	0.73
Stifle-hock length [cm]	5,40	5,54	0.45
Withers-hip length [cm]	5,06	4,36	0.82
Croup length [cm]	4,74	6,65	0.58
Elbow-stifle length [cm]	4,99	4,34	0.74
Head length [cm]	4,50	4,08	0.82
Neck length [cm]	5,37	5,96	0.82
Shoulder–floor angle [°]	4,62	2,94	0.29
Shoulder–humerus angle [°]	5,12	4,21	0.43
Humeros-radius angle [°]	4,29	3,35	0.38
Coxae–floor angle [°]	15,82	12,9	0.81
Coxae–femur angle [°]	6,59	4,98	0.51
Femor-tibia angle [°]	4,46	3,81	0.43

378

*Significant results = ($p < 0.01$), CV (%) – Coefficient of variation.

379 Table 2. Coefficient of variation between the replicates according to the evaluator and the
 380 method used for equine biometry.

Traits	Method						Mean
	CV - Traditional			CV - Software			
	A	B	C	A	B	C	
Withers height [cm]	4.7	4.6	4.6	3.9	3.8	3.6	4.2
Height at hip [cm]	4.6	4.4	4.5	3.9	3.8	3.7	4.2
Chest height [cm]	4.1	4.5	4.7	3.1	3.3	3.0	3.8
Sternum height [cm]	6.0	5.9	6.0	5.9	5.5	5.5	3.2
Elbow height [cm]	4.8	5.3	5.5	4.9	5.0	4.8	5.8
Body length [cm]	3.6	3.1	3.0	2.6	4.0	3.0	5.1
Shoulder length [cm]	5.9	4.7	4.7	6.0	5.5	5.3	5.4
Stifle-hock length [cm]	4.3	4.7	4.0	5.8	5.1	5.8	5.0
Withers-hip length [cm]	5.5	4.9	4.7	4.2	4.2	4.8	4.7
Croup length [cm]	4.2	4.6	7.7	6.9	6.8	5.1	5.9
Elbow-stifle length [cm]	5.6	4.8	4.5	4.1	4.5	4.5	4.7
Head length [cm]	4.8	4.2	4.2	4.1	4.0	4.3	4.3
Neck length [cm]	5.0	5.6	5.4	6.2	6.0	5.9	5.7
Shoulder–floor angle [°]	3.5	5.1	5.2	2.8	3.1	3.0	3.8
Shoulder–humerus angle [°]	3.2	5.4	4.0	4.2	4.2	4.3	4.2
Humeros-radius angle [°]	2.2	2.9	3.6	3.4	3.2	3.5	3.1
Coxae–floor angle [°]	18.1	15.5	14.1	12.9	13.4	13.1	14.5
Coxae–femur angle [°]	6.8	5.5	6.1	5.0	5.1	5.1	5.6
Femor-tibia angle [°]	3.2	3.1	4.4	3.9	4.0	3.7	3.7
Mean	5.3	5.2	5.3	4.9	5.0	4.8	5.1

381 CV - Coefficient of variation (%).

382

383 Appendix A. Supplementary material

384

385 The linear and angular parameters used in this study are quoted below and were performed
 386 according to the adapted methodologies of Torres and Jardim (1981), Cabral et al., (2004),
 387 Pinto et al., (2008) and Godoi et al., (2015).

388

- 389 1. *Withers height* – Vertical distance from the highest point of the interscapular section,
 390 delimited between the free ends of the thorny process of the 5th and 6th thoracic
 391 vertebrae, so that it follows to the ground;
- 392 2. *Hip height* – Vertical distance from the highest point of the croup, from the sacral
 393 tuberosity, so that it follows to the ground;
- 394 3. *Chest height* – Vertical distance delimited between the free ends of the thorny process
 395 of the 5th and 6th thoracic vertebrae, so that it follows to the sternum;

- 396 4. *Elbow height* – Vertical distance from the vertex of the olecranon in such a way that it
397 is directed to the ground;
- 398 5. *Sternum height* – Vertical distance from the outside, so that it follows to the ground;
- 399 6. *Body length* – Linear distance between between the border of the cranial face of the
400 major tubercle of the humerus leading up to the ischial tuberosity of the pelvis, so that the
401 length encompasses the cranial portion of the shoulder to the buttock.
- 402 7. *Head length* – Linear distance between a cranial portion of the lower incisor arch and a
403 cranial portion of the lateral face of the atlas's wing.
- 404 8. *Neck length* – Distance measure between the cranial portion lateral side of the wing of
405 the atlas and the cranial border of the scapula;
- 406 9. *Withers-hip length* – Distance measurement performed between the ends of the spinal
407 processes of the thoracic vertebra T8 and T9, and the portion of the sacral tuberosity;
- 408 10. *Shoulder length* – Measure of length between the border of the cartilage of the
409 scapula;
- 410 11. *Croup length* – Measurement of the distance between the sacral tuberosity and the
411 ends of the spinous processes of the coccygeal vertebra T15;
- 412 12. *Stifle-hock length* – Linear distance between the patella to the lateral third of the tarsal
413 joint;
- 414 13. *Elbow-stifle length* – Distance measured from the apex of the olecranon to the patella;
- 415 14. *Shoulder- floor angle* – Constituted by the inclination of the scapula in relation to the
416 horizontal level;
- 417 15. *Shoulder-humerus angle* – Established by the junction of the scapula with the
418 humerus;
- 419 16. *Humeros-radius angle* – Consisting of the articulation of the humerus with the radius;
- 420 17. *Coxae-floor angle* – Constituted by the inclination of the ileum to the horizontal level;
- 421 18. *Coxae-femur angle* – Determined between the joint of the femur and the ileum;
- 422 19. *Femor-tibia angle* – Established between the femoral joint and the tibia;

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu a análise da viabilidade do software ImageJ® para a realização de medidas métricas e angulares em equinos através da técnica de fotogrametria, como um meio auxiliar na formação de bancos de dados baseados em informações morfológicas para o melhoramento genético equino. A metodologia utilizada neste estudo apresentou como vantagem um custo considerado baixo, além de preconizar uma técnica de emprego fácil devido ao número reduzido de equipamentos utilizados a campo, o que permite seu emprego em diferentes situações.

Os métodos de mensuração tradicionais dependem de instrumentos de medida específicos, técnicos treinados e demandam tempo para a realização das medidas biométricas. Além de aumentar os riscos de acidentes aos quais os avaliadores e animais ficam expostos durante a tomada de medidas. Desta forma, são necessários estudos que proporcionem novas metodologias para análises corporais em equinos. A técnica de fotogrametria através do software ImageJ®, neste estudo apresentou resultados que indicam seu uso para as medidas métricas, e demonstram que existe a necessidade de novas tecnologias envolvendo a análise ângulo articular equina.

7 REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. M.; MCILWRAITH, C. W. Longitudinal development of equine conformation from weanling to age 3 years in the Thoroughbred. **Equine veterinary journal**, v. 36, n. 7, p. 563-570, nov. 2004.

ANDERSON, T. M. et al. The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing Thoroughbred. **Equine veterinary journal**, v. 36, n. 7, p. 571-575, nov. 2004.

BARREY, E. et al. Early evaluation of dressage ability in different breeds. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 34, p. 319-324, sept. 2002.

CABRAL, G.C. et al. Avaliação morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1798-1805, dez. 2004.

CERVANTES, I. et al. Size and shape analysis of morphofunctional traits in the Spanish Arab horse. **Livestock Science**, v. 125, n. 1, p. 43-49, oct. 2009.

CHAPMAN, S. N. et al. How big is it really? Assessing the efficacy of indirect estimates of body Size in asian elephants. **PloS one**, v. 11, n. 3, p. e0150533, may. 2016.

CURTIS, G. C. et al. Height measurement in horses and ponies: optimising standard protocols. **The Veterinary Record**, v. 167, n. 4, july. 2010.

DALIN, G. et al. Retrospective study of hindquarter asymmetry in Standardbred trotters and its correlation with performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 17, p 292-296. July, 1985.

DONOFRE, A. C. et al. Equilíbrio de cavalos da raça Quarto de Milha participantes da modalidade de três tambores por meio de proporções corporais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 327-332, fev. 2014.

DOUCET, M. Présentation et évaluation d'une méthode de mesure morphométrique en 3 dimensions. 2007. Tese de Doutorado. École Nationale Veterinaire D'alfort Université, Paris – Est Créteil Val de Marne (UPEC), Paris, 2007.

GAUDIOSO, V. et al. "Photozoometer": A new photogrammetric system for obtaining morphometric measurements of elusive animals. **Livestock Science**, v. 165, p. 147-156, july. 2014.

GIRISH, V. et al. Affordable image analysis using NIH Image/ImageJ. **Indian journal of cancer**, v. 41, n. 1, p. 47, feb. 2004.

GO, L. et al. Pharyngeal diameter in various head and neck positions during exercise in sport horses. **BMC veterinary research**, v. 10, n. 1, p. 1, may. 2014.

GODOI, F.N., Avaliação cinemática de variáveis relacionadas ao resultado dos saltos de potros. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GODOI, F. N. et al. Características cinemáticas de potros da raça Brasileiro de Hipismo nos sucessos e insucessos dos saltos em liberdade. **Archivos de zootecnia**, v. 64, p. 229-236, sept. 2015.

HOLMSTRÖM, M. et al. Variation in conformation of Swedish Warmblood horses and conformational characteristics of elite sport horses. *Equine Veterinary Journal*, v. 22, n. 3, p. 186-193, may. 1990.

HONTANG, M. A psicologia do Cavalo. 1. ed. São Paulo: GLOBO S.A, 1989.

KRONACHER, C.; OGRIZEK, A. Exterieur und Leistungsfähigkeit des Pferdes mit besonderer Berücksichtigung der Gliedmaßen-winkelung und Schrittlängenverhältnisse. **Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie einschließlich Tierernährung**, v. 23, n. 1-3, p. 183-228, jan. 1932.

KUBO, K. et al. Segmental body weight, volume and mass center in Thoroughbred horses. **Japanese Journal of Equine Science**, v. 3, p. 149-155, dec. 1992.

LAGE, M. C. G. et al. Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 968-979, ago. 2009.

LANGLOIS, B. et al. Analyse des liaisons entre la morphologie et l'aptitude au galop au trot et au saut d'obstacles chez le Cheval. **Annales de génétique et de sélection animale**. BioMed Central, v. 10, n. 3, p 443- 474, jul. 1978.

MARIZ, T. A. M. et al. Avaliação de medidas morfoestruturais em equinos da raça Quarto de Milha utilizando análises de imagens. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 4, p. 362-368, dez. 2015.

MAGNUSSON, L.-E.; THAFVELIN, B. Studies on the conformation and related traits of Standardbred trotters in Sweden. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 107, n. 1-6, p. 135-148, jan. 1990.

MARCENAC, L.N.; AUBLET, H.; AUTHEVILLE, P. Enciclopédia do cavalo. 2v. 4ªed. São Paulo: Org. Andrei, 1990.

MCILWRAITH, C. W. et al. Conformation and musculoskeletal problems in the racehorse. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 2, n. 4, p. 339-347, jan. 2003.

MEISE, K. et al. Applicability of single-camera photogrammetry to determine body dimensions of pinnipeds: Galapagos sea lions as an example. **PloS one**, v. 9, n. 7, p. e101197, july. 2014.

MIRÓ, F. et al. 2D versus 3D in the kinematic analysis of the horse at the trot. **Veterinary Research Communications**, v. 33, n. 6, p. 507-513, dec. 2009.

NEGRETTI, P., BIANCONI, G. Morphological survey through computerised image analysis. **In: Proceedings of the 7th World Conference on Brown Swiss Cattle Breeders**, p. 3-7, 2004.

PARÉS-CASANOVA, P. M; ALLÉS, C. Discrete sexual dimorphism in minorcan horse. **Journal of Veterinary Sciences**, v. 1, n.1, p. 19-22, july. 2015.

PINTO, L. F. B. et al. Análise multivariada das medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador: Análise Fatorial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 613-626, abr. 2005.

PINTO, L. F. B. et al. Evaluation of the sexual dimorphism in Mangalarga Marchador horses using discriminant analysis. **Livestock Science**, v. 119, n. 1, p. 161-166, dec, 2008.

RASBAND, W.S. ImageJ. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland USA. 2004.

RIBEIRO, D.B. **O cavalo**: raças, qualidades e defeitos. Rio de Janeiro: Editora Globo. 1988.

SCHADE, M. F. S. et al. Avaliação morfométrica de equinos do Esquadrão de Polícia Montada dos municípios de Lages, Joinville e Florianópolis-SC. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1335-1342, ago. 2015.

SACCO, I. C. N. et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 5, p. 411-417, set. 2007.

SALAZAR-VIDAL, D. F. et al. Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballos criollos colombianos. **Veterinaria y Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 66-78, feb. 2012.

SANTIAGO, J. M. Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SENNA, N. A. et al. Evaluation of limb conformation in jumping thoroughbred horses. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 5, p. 208-216, jul. 2015.

SHRADER, A. M. Digital photogrammetry and laser rangefinder techniques to measure African elephants. **South African Journal of Wildlife Research**, v. 36, n. 1, p. 1-7, apr. 2006.

SOLE, M. et al. Analyses of conformational performance differentiation among functional breeding goals in the Menorca horse breed. **Archiv fur Tierzucht** v.56, n. 37, p. 367-379, mar. 2013.

THOMPSON, K. N. Skeletal growth rates of weanling and yearling thoroughbred horses. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2513-2517, sept.1995.

TORRES, A.P., JARDIM, W.R., 1981. **Criação do cavalo e de outros equinos**. Nobel, São Paulo.

WELLER, R. et al. Reliability of conformational measurements in the horse using a three-dimensional motion analysis system. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 610-615, nov. 2006.

WEISGERBER, J. N. et al. Parallel-laser photogrammetry to estimate body size in free-ranging mammals. **Wildlife Society Bulletin**, v. 39, n. 2, p. 422-428, mar. 2015.

6 CARTA DE APROVAÇÃO DO CETEA



CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Experimentação Animal da UDESC analisou o(s) projeto(s):

Protocolo: 1.29.15

Título: Medidas biométricas e fisiológicas associadas ao desempenho em equinos.

Coordenador/Pesquisador: Diego de Córdova Cucco

Protocolo: 1.31.15

Título: Efeito dos métodos de castração sobre o desempenho, carcaça e carne de bovinos taurinos superprecoces.

Coordenador/Pesquisador: Diego de Córdova Cucco

O Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) APROVOU o(s) projeto(s) acima relacionado(s) em seus aspectos éticos e metodológicos, para utilização de animais em pesquisa, de acordo com as diretrizes e normas nacionais e internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008 que disciplina a criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa no Brasil.

Lages, 02 de outubro de 2015.


Prof. Ubirajara Maciel da Costa
Coordenador do CETEAUDESC