

AVALIAÇÃO DE MEDIDAS MORFOESTRUTURAIS EM EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA UTILIZANDO ANÁLISES DE IMAGENS

[Evaluation morphostructural measures in horses of the Quarter horse Breed using image analysis]

Tobias Maia de Albuquerque Mariz^{1*}, Wenne Kelly dos Santos¹, Lúcio Flávio Macedo Mota², Ricardo Brainer Martins¹, Carolyn Batista Lima¹, Pierre Barnabé Escodro¹, Dorgival Moraes de Lima Júnior¹, Leandro Pereira Oliveira³, Mayra Ferreira Sousa¹, Julimar do Sacramento Ribeiro¹

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Campus Arapiraca. Arapiraca, Alagoas. Brasil.

² Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus Jaboticabal. Jaboticabal. São Paulo. Brasil.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Unidade Acadêmica de Garanhuns. Garanhuns, Pernambuco. Brasil

RESUMO – Objetivou-se avaliar técnicas de avaliação morfométrica por análise de imagem em equinos Quarto de Milha, a fim de estimar sua viabilidade na rotina da equinocultura brasileira. Foram avaliados 18 animais adultos de ambos os sexos da raça Quarto de Milha. Foram utilizadas três técnicas diferentes: avaliação morfométrica tradicional, avaliação morfométrica por análise de imagens através de software (ImageJ[®]) sem adesivos reflexivos e avaliação morfométrica por análise de imagens através de software (ImageJ[®]) com adesivos reflexivos. As medidas corporais foram obtidas foram altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG), comprimento corporal (CC), comprimento do pescoço até a cernelha (CPC), comprimento do pescoço até a escápula (CPE), comprimento dorso-lombar (CL), comprimento de garupa (CG), comprimento torácico (CT), comprimento de escápula (ESC), comprimento de úmero (UME), comprimento de rádio/ulna (R/U), comprimento de metacarpo (ME). Para comparação das metodologias foram utilizados o teste de Dunnett a 5% de probabilidade GLM, a correlação entre as metodologias foi avaliada pelo procedimento CORR (Statistical Analysis System, versão 9.3), bem como sua acurácia e precisão e análises por variáveis canônicas e de agrupamento pelos métodos de otimização de Tocher. Medidas morfométricas relacionadas com a altura do animal não diferiram ($P > 0,05$) entre as metodologias avaliadas. Os dados referentes à acurácia e precisão da avaliação morfométrica por imagens apresentaram um elevado grau de proximidade com o observado pela técnica tradicional. O software ImageJ[®] pode ser utilizado como técnica alternativa de avaliação morfométrica de equinos da raça Quarto-de-milha.

Palavras-Chave: análise de imagem; metodologia alternativa; morfometria; software ImageJ[®].

ABSTRACT – Objective was to evaluate morphometric evaluation techniques by image analysis in horses Quarter Horse breed in order to assess its feasibility in routine Brazilian Equine. We evaluating 18 adult animals of both sexes of bred Quarter Horse. Three different techniques were used: traditional morphometric analysis, morphometric evaluation by image analysis without reflexives adhesives (software ImageJ[®]) and morphometric evaluation by image analysis with reflexives adhesives (software ImageJ[®]). Evaluations of body measurements were the withers height (HW), rump height (RH), body length (BL), neck to the withers length (NWL), neck to scapula length (NSL), dorsolumbar length (DL), rump length (RL), thoracic length (TL), scapula length (SL), humerus length (HL), radio/ulna length (R/U) pastern length (PL). To compare the methodology we used the Dunnett test at 5% of probability using PROC GLM, the correlation between the methodologies was evaluated by the CORR procedure (Statistical Analysis System, version 9.3), as well as their accuracy and precision and analysis by canonical variables and cluster analysis by Torcher method. Morphometric measurements related with the height of the animal showed no statistical differences ($P > 0.05$) among the evaluation methodology. However the measures BL, NWL, NSL, SL, HL, R/U and PL presented statistical differences between the evaluation methodology. Data referring to accuracy and precision of morphometric evaluation by images presented a large degree of proximity to the observed by the traditional technique. The ImageJ[®] software can be used as alternative technique of morphometric evaluation of equine Quarter Horse breed.

Keywords: image analysis; alternative method; morphometry; ImageJ[®] software.

* Autor para correspondência. E-mail: tobyasmariz@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O conceito de morfoestrutura normalmente é confundido com o de morfologia, mas apresenta diferença marcante. A morfologia estuda a forma de determinadas regiões do corpo do animal e é um estudo qualitativo, diferente da morfoestrutura que é uma avaliação quantitativa de características exteriores do indivíduo, postando-se como uma ciência métrica (Astiz, 2009).

A morfoestrutura tem grande importância em programas de melhoramento genético em equinos, não apenas por apresentar interesse econômico, mas também pela sua relação funcional com o desempenho dos animais em suas diferentes atividades, exigindo avaliações de medidas lineares e angulares que são indicativas da qualidade de movimentos e desempenho (McManus et al., 2005; Godoi et al., 2013).

Tradicionalmente, a avaliação morfométrica é praticada tomando-se medidas corporais por meio de instrumentos métricos para a obtenção de medidas. Pode ser realizada nas diversas espécies de interesse zootécnico, exigindo por parte do avaliador um conhecimento prévio de anatomia, em especial de osteologia e miologia, o que promove uma facilitação no processo de identificação de estruturas que servem como referência para obtenção das mais diversas medidas (Zamith, 1946; Miranda et al., 2006; Oliveira et al., 2014).

A utilização de medidas morfométricas ainda é pouco explorada em comparação com características relacionadas com a produtividade animal. Equinos com proporções corporais adequadas apresentarão melhor rendimento no desenvolvimento de atividade a que se destinam. Deve-se, portanto, visar equilibrar, compensar e harmonizar medidas corporais, a fim de se obter a qualidade funcional dos animais (Santiago et al., 2014).

A utilização de técnicas de avaliação morfométrica por análise de imagem pode ser desenvolvida com o intuito de diminuir o tempo de obtenção de medidas, risco de acidentes e aumentar os níveis de confiabilidade dos dados obtidos, destacando-se nesse aspecto a utilização e desenvolvimento de softwares específicos de avaliação de imagens de animais (López et al., 2000). Entretanto, o desenvolvimento desses softwares demanda tempo e muito trabalho, de forma que o uso de softwares livres de análises de imagens pode representar utilidade satisfatória, porém, ainda com poucas pesquisas relacionadas à comprovação de viabilidade.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o uso de técnicas alternativas de avaliação morfométrica em equinos da raça Quarto de Milha em relação à técnica tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em centros de treinamento e competição de vaquejada no município de Arapiraca-Alagoas, em que foram avaliadas medidas morfométricas lineares de 18 animais adultos de ambos os sexos da raça Quarto de Milha.

Foram obtidas 12 medidas morfométricas com auxílio do hipômetro conforme metodologia descrita por Astiz (2009). As medidas foram efetuadas por 09 avaliadores diferentes, sendo elas: Altura de cernelha (AC); Altura de garupa (AG); Comprimento corporal (CC); Comprimento do pescoço até a cernelha (CPC); Comprimento do pescoço até a escápula (CPE); Comprimento dorso-lombar (CL); Comprimento de garupa (CG); Comprimento torácico (CT); Comprimento de escápula (ESC); Comprimento de úmero (UME); Comprimento de rádio/ulna (R/U); Comprimento de metacarpo (ME).

Após as medidas com o hipômetro, os animais foram fotografados (Sony Siber Shot DSC W630 16.1 Megapixel[®]) em vista frontal, lateral e caudal. As fotografias foram obtidas a cerca de 3,0 metros do animal, facilitando o enquadramento de todo o animal na imagem. Foram obtidas fotografias com e sem adesivos reflexivos. Os adesivos reflexivos, quando presentes, foram postos na cernelha, pescoço, lombo e garupa do animal.

As avaliações por imagens fotográficas foram realizadas utilizando o software ImageJ[®] 1.46r (National Institute of Mental Health, USA). O ImageJ[®] 1.46r, versão 32-bits é um software desenvolvido em linguagem Java por Wayne Rasband no National Institute of Mental Health, USA, e que permite realizar várias tarefas para processamento e análise de imagens, dentre elas medição de distâncias e ângulos. O software tem princípio de funcionamento por meio de estimativa de pixels existentes na linha fictícia traçada sobre a imagem a ser analisada, tomando como referência algum objeto com medida conhecida e que serve como elemento de calibração. Nesse estudo, o objeto empregado para calibração do software foi um bastão medindo 96 cm de altura, feito com cano PVC e base de concreto, colocado a cinquenta centímetros dos animais antes da obtenção da imagem.

As metodologias utilizadas em estudo foram comparadas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade (PROC GLM, Statistical Analysis

System, versão 9.3) comparando o método tradicional com os métodos de avaliação morfométricas por imagem (com e sem adesivos reflexivos). O modelo usado para análise de variância incluiu o efeito da metodologia utilizada além do efeito de avaliador como efeito aleatório no momento da análise:

Foi realizada a correlação de Pearson (PROC CORR, Statistical Analysis System, versão 9.3) entre a técnica de análise morfométricas padrão e análise por imagem para cada um dos 09 avaliadores, bem como sua precisão e acurácia utilizando a fórmula:

$$acc(\hat{m}, m) = \sqrt{1 - VEP/\sigma_m^2},$$

Em que \hat{m} – medida morfométrica avaliada pela metodologia de análise de imagens, m – medida morfométrica avaliada pela metodologia tradicional, VEP – variância do erro de predição, σ_m^2 – variância da medida morfométrica tradicional. Por fim, analisou-se a reprodutibilidade, ou seja, similaridade entre as mensurações feitas por diferentes avaliadores utilizando o PROC REG (Statistical Analysis System, versão 9.3).

As análises de agrupamento foram feitas utilizando-se o procedimento PROC CANDISC do programa

SAS (Statistical Analysis System 9.3). O agrupamento foi realizado utilizando-se o método de otimização de Tocher, usando a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão, citada por Rao (1952). A distância generalizada de Mahalanobis ao quadrado (D^2) entre as classes de estrutura corporal i e i' é determinada por $D_{ii} = (\bar{X}_i - \bar{X}_{i'})R^{-1}(\bar{X}_i - \bar{X}_{i'})$, em que R é a matriz de covariável residual; e $\bar{X}_i - \bar{X}_{i'}$ vetores p -dimensionais de médias das metodologias utilizadas i e i' , respectivamente (Mahalanobis, 1936; Cruz et al., 2004).

No método de Tocher, adota-se o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Rao, 1952). A decisão de incluir uma metodologia de avaliação morfológica em um grupo foi tomada após as comparações entre o acréscimo no valor médio da distância dentro da metodologia e o valor máximo (q) da distância encontrada no conjunto das menores distâncias envolvendo cada metodologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medidas morfométricas relacionadas com a altura do animal não diferiram ($P > 0,05$) entre os métodos de obtenção (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de Dunnett comparando diferentes metodologias de avaliação morfométricas em equinos da raça Quarto de milha para medidas de altura de cernelha (AC) e de garupa (AG).

Característica	Tipo de avaliação morfométrica			C.V. (%)	EPM	Min	Max
	Tradicional	Imagem sem adesivos	Imagem com adesivos				
AC (m)	1,49	1,48	1,48	1,05	0,004	1,46	1,52
AG (m)	1,53	1,54	1,54	1,39	0,004	1,49	1,56

* significativo a 5% pelo Teste de Dunnett. CV% - coeficiente de variação; EPM – erro padrão da média; Min – mínimo; Max – máximo.

Quanto ao coeficiente de variação (CV%) foi possível observar que nenhuma das medidas morfométricas relacionada ao tamanho corporal apresentou grande dispersão entre as metodologias avaliadas. A medida de AC e AG apresentaram maior homogeneidade entre as metodologias avaliadas, o que pode ser explicado pelo fato de que as variáveis de altura por apresentar facilidade em sua mensuração, uma vez que os pontos anatômicos de referência para estas estão sob menor efeito do volume de musculatura que recobre o ponto

esquelético de base. Avaliando cavalos atletas da raça Quarto de Milha, Donofre et al. (2014) encontraram medidas de 150,50 cm e CV de 3,06%, resultados bastante semelhantes aos encontrados no presente estudo.

As variáveis morfométricas comprimento corporal (CC), do pescoço até a cernelha (CPC), do pescoço até a escápula (CPE) apresentaram diferença estatística entre as metodologias avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de Dunnett comparando diferentes metodologias de avaliação morfométricas em equinos da raça Quarto de Milha para os parâmetros de comprimento de regiões corporais.

Característica	Tipo de avaliação morfométrica			C.V. (%)	EPM	Min	Max
	Tradicional	Imagem sem adesivos	Imagem com adesivos				
CC (m)	1,53	1,61*	1,58*	2,96	0,005	1,51	1,65
CPC (m)	0,84	0,85	0,80*	3,93	0,004	0,74	0,9
CPE (m)	0,61	0,62	0,63*	3,64	0,003	0,56	0,66
CL (m)	0,70	0,70	0,70	6,38	0,004	0,58	0,79
CG (m)	0,49	0,49	0,48	4,01	0,003	0,44	0,52
CT (m)	0,68	0,67	0,67	2,98	0,003	0,64	0,72

*significativo a 5% pelo Teste de Dunnett. CV% - coeficiente de variação; EPM – erro padrão da média; Min – mínimo; Max – máximo. CC – Comprimento corporal; CPC – Comprimento do pescoço até a cernelha; CPE – comprimento do pescoço até a escápula; CL – comprimento dorso-lombar; CG – comprimento da garupa e CT – comprimento torácico.

Segundo alguns autores (Santos, 1981; Nascimento, 1999; Donofre et al., 2014; Meneses et al., 2014), para um cavalo ser bem proporcionado, é necessário que o dorso-lombo seja relativamente curto, enquanto a espádua e a garupa sejam longas. O dorso curto é geralmente forte, mas em um cavalo de porte mais elevado, um dorso mais longo pode conferir maior comprimento dos músculos, resultando em passadas mais amplas durante o galope. Por esta razão, em algumas linhagens de Puro- Sangue Inglês (PSI), cujos andamentos são necessariamente alongados e muito velozes, o dorso

mais longo é favorável (Nascimento, 1999). Sendo assim, em animais Quarto de Milha o maior comprimento do dorso-lombo pode estar relacionado com a função como animal de esporte de velocidade.

Características como comprimento do pescoço e comprimento do pescoço até a escápula apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) apenas para a metodologia de análise de imagem com adesivos reflexivos (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Dunnett comparando diferentes metodologias de avaliação morfométricas em equinos da raça Quarto de Milha para os parâmetros de medidas ósseas regionais.

Característica	Tipo de avaliação morfométrica			C.V. (%)	EPM	Min	Max
	Tradicional	Imagem sem adesivos	Imagem com adesivos				
ESC (m)	0,62	0,61	0,60*	6,17	0,003	0,49	0,69
UME (m)	0,38	0,38	0,34*	8,44	0,002	0,29	0,42
R/U (m)	0,36	0,35	0,32*	7,79	0,002	0,28	0,37
ME (m)	0,14	0,13*	0,14	11,68	0,001	0,11	0,17

*significativo a 5% pelo Teste de Dunnett. CV% - coeficiente de variação; EPM – erro padrão da média; Min – mínimo; Max – máximo. ESC – comprimento da escápula; UME – comprimento do úmero; R/U – comprimento rádio/ulna; ME – comprimento do metacarpo (ME).

A fixação dos adesivos reflexivos pode ocasionar imprecisão em áreas cujo volume muscular seja muito elevado, o que dificulta a sua alocação diretamente no junto ao ponto ósseo de referência. O desenvolvimento muscular na porção anterior do corpo é característico da raça avaliada, estando associada ao controle da ação dos membros torácicos (Santiago et al., 2014). É possível que em raças de musculatura anterior menos desenvolvida, essa dificuldade encontrada não seja tão marcante. Em cruzamento e seleção genética, tais variáveis são importantes de serem observadas, orientando os cruzamentos (Costa et al., 2001; Lucena et al., 2015) e atendendo à funcionalidade de interesse (sela, esporte, tração).

As variáveis morfométricas referentes ao tamanho da ossatura em determinadas regiões dos membros de animais da raça Quarto de Milha apresentaram diferenças significativas (Tabela 3), mas com valores bastante próximos aos obtidos na metodologia padrão. O menor comprimento da escápula pode estar relacionado à menor deslocamento dos membros anteriores e menor profundidade torácica, promovendo menor flexão e amortecimento de impacto do membro com o solo (Lage et al., 2009).

É válido ressaltar que a leve oscilação de resultados é inerente a própria avaliação zoométrica padrão com uso de hipômetro, uma vez que está sujeita a

interferências como tipo de terreno, imobilidade do animal, paralelismo do bastão, além do efeito do avaliador em si (Pimentel et al., 2011). Assim, a variação obtida nas técnicas de avaliação por imagem propostas podem ser consideradas

aceitáveis. Este fato pode ser comprovado ao observar-se os resultados do teste de correlação entre a técnica padrão e as técnicas alternativas testadas, que foram altas e próximas de 1 (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação de Pearson dos avaliadores entre a técnica morfométrica padrão e as duas técnicas alternativas de avaliação por imagem utilizando ou não adesivos reflexivos, para medidas morfométricas.

Avaliador	Imagem sem adesivos	Imagem com adesivos
1	0,98	0,97
2	0,98	0,97
3	0,97	0,98
4	0,98	0,99
5	0,98	0,98
6	0,98	0,97
7	0,98	0,97
8	0,98	0,97
9	0,98	0,98
Média	0,98	0,97

Correlações de Pearson significativas ($p < 0,001$).

A adição dos adesivos reflexivos não proporcionou aumento significativo na correlação em comparação com a metodologia sem a fixação de adesivos, não resultando em um aumento significativo na acurácia da avaliação morfométrica por imagem por parte dos avaliadores.

Os dados referentes a acurácia e precisão das técnicas alternativas de avaliação morfométrica por análise de imagens em relação a padrão foram altas (Tabela 5).

Tabela 5. Acurácia e precisão (R^2) dos avaliadores entre avaliação morfométrica tradicional e técnicas alternativas de avaliação por imagem sem adesivos (A) e com adesivos (B)

Avaliador	Acurácia		Precisão	
	A	B	A	B
1	0,98	0,98	0,96	0,95
2	0,99	0,98	0,97	0,95
3	0,99	0,98	0,97	0,95
4	0,99	0,98	0,97	0,96
5	0,99	0,98	0,97	0,96
6	0,98	0,98	0,96	0,95
7	0,98	0,97	0,96	0,95
8	0,99	0,98	0,97	0,95
9	0,99	0,98	0,97	0,96
Média	0,99	0,98	0,97	0,95

Avaliando os valores obtidos para os parâmetros representativos de acurácia e precisão nas duas técnicas avaliadas, observou-se que ambas possuem

um potencial para serem desenvolvidas e utilizadas, por apresentarem alta relação com a técnica padrão (Figura 1).

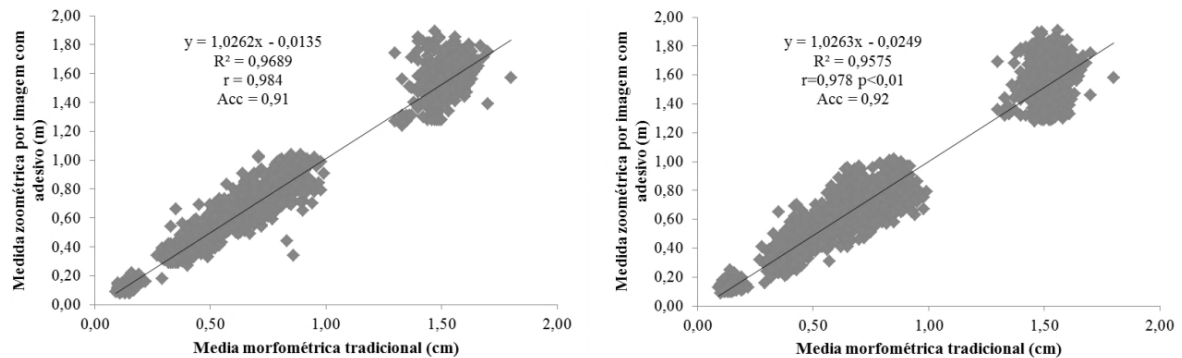


Figura 1. Regressão de medidas morfolométricas obtidas pela metodologia tradicional e por análise de imagem com e sem a utilização de adesivos reflexivos.

Ainda são escassos estudos que avaliam formas alternativas de avaliação morfolométrica, em especial com equinos (Lage et al., 2009). A utilização de software desenvolvido para o uso em análise de imagens de forma geral, sem levar em conta características da espécie e raça avaliadas apresentaram resultados que apontam para um uso potencial da linguagem computacional empregada para avaliar características morfolométricas. Um fator a ser considerado nesse aspecto diz respeito à forma de avaliação conjunta das medidas morfolométricas consideradas nesse estudo, uma vez que as diferenças de profundidade em algumas áreas da imagem em relação ao objeto de calibração posto

junto ao animal podem interferir nos resultados (Pinto et al., 2005).

Os métodos de agrupamento hierárquico, de otimização ou gráfico, permitem o estabelecimento de grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (Miserani et al., 2002). A utilização de agrupamento por variáveis canônicas para as diferentes metodologias pelo método de otimização de Tocher, resultou em três grupos distintos que apresentam similaridade dentro do grupo e divergência entre os grupos para características morfolométricas (Figura 2).

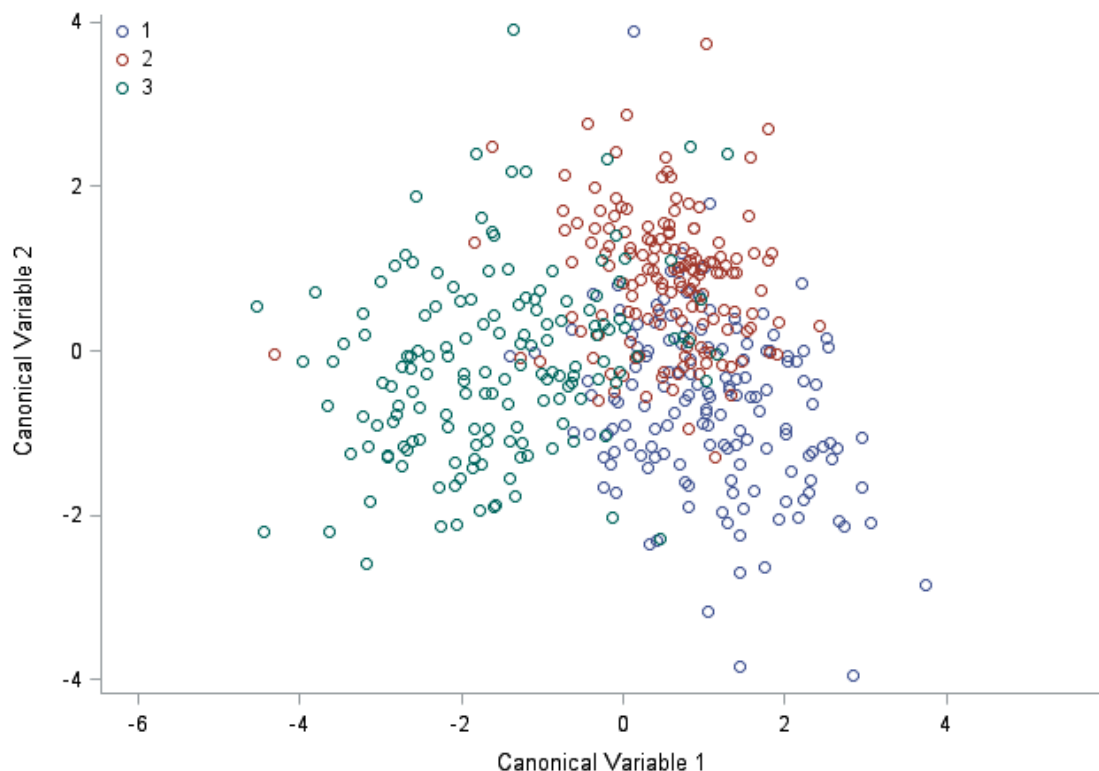


Figura 2. Agrupamento de medidas morfolométricas referente a metodologia de avaliação morfolométrica utilizada, 1 – tradicional; 2 – análise de imagem sem adesivo reflexivo e 3 – análise de imagem com adesivo reflexivo.

Os valores das medidas observados nos três grupos formados pelas diferentes metodologias utilizadas para avaliação morfométrica da raça Quarto de Milha são bastante próximos, resultados este que caracteriza um menor distanciamento das médias e conseqüentemente uma similaridade entre as técnicas empregadas. Pinto et al. (2005) também encontraram agrupamentos distintos para medidas morfométricas em potros Mangalarga Marchador.

CONCLUSÃO

A avaliação de fotografias pelo software ImageJ®, sem o uso de adesivos indicadores, é uma alternativa viável ao método tradicional de tomada de medidas morfométricas em equinos. Portanto, recomenda-se o software para obtenção de medidas em cavalos da raça Quarto de Milha.

REFERÊNCIAS

- Astiz, C.S. 2009. *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino-España, p. 864.
- Costa, M.D., Bergmann, J.A.G., Pereira, C.S., Pereira, J.C.C. & Rezende, A.S.C. 2001. Tendência genética de medidas lineares de pôneis da raça Brasileira. *R. Bras. Zootec.*, 53(2):498-503.
- Donofre, A. C.; Puoli Filho, J. M. P., Ferreira, I. E. P., Mota, M. D. S., Chiquitelle Neto, M. 2014. Equilíbrio de cavalos da raça Quarto de Milha participantes da modalidade de três tambores por meio de proporções corporais. *Cienc. Rural*. 44(2):327-332.
- Godoi, F.N., Bergmann, J. A. G., Almeida, F. Q., Santos, D. C. C., Miranda, A. L. S., Vasconcelos, F. O., Oliveira, J. G. E., Kaipper, R. R. & Andrade, A. M. 2013. Morfologia de potros da raça Brasileiro de Hipismo. *Cienc. Rural*, 43(4):736-742.
- Lage, M.C.G.R., Bergmann, J.A.G., Procópio, A.M., Pereira, J.C.C. & Biondini, J. 2009. Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 61(4):968-979.
- López S.; Goyache F.; Quevedo J.R.; Jaime, A.; Ranilla, J.; Luaces, O.; Bahamonde, A.; Del Coz, J.J. 2000. Un Sistema Inteligente para Calificar Morfológicamente a Bovinos de la Raza Austuriana de los Valles. *Rev. Iberoameric. Intel. Artific.*, 4(10):5-17.
- Lucena, J. E. C.; Vianna, S. A. B., Berbari Neto, F., Sales Filho, R. L. M. ; Diniz, W. J. S. 2015. Estudo comparativo das proporções morfométricas entre garanhões e castrados da raça Campolina. *Semina. Ciên. Agra.*, 36(1):353.
- McManus, C., Flacão, R.A., Spritze, A., Costa, D., Louvandini, H., Dias, L.T., Teixeira, R.A., Rezende, J.M. & Garcia, J.A.S. Caracterização Morfológica de Equinos da Raça Campeiro. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.5, p.1553-1562, 2005.
- Meneses, A.C.A., Costa, M.D., Maruch, S., Moreira, P.R. & Martins Neto, T. 2014. Medidas lineares e angulares de animais da raça Quarto de Milha utilizados em uma prova de vaquejada. *R. Bras. Ciênc. Vet.*, 21(4):256-261.
- Miranda, M.T.M., Urbano, S.A., Barros, F.F.P.C., Moura, C.E.B. & Oliveira, M.F. 2006. Nomenclatura anatômica veterinária do sertanejo potiguar. *Arq. Mudi*. 10(2):41-6.
- Miserani, M. G., McManus, C., Santos, S.A., Silva, J.A., Mariante, A.S. & Abreu, U.G.P. 2002. Avaliação dos fatores que influem nas medidas lineares do cavalo Pantaneiro. *R. Bras. Zootec.*, 31(1):335-341.
- Oliveira, K., Soutello, R. V. C., Fonseca, R., Lopes, A. M., Santos, P. C. S., Santos, J. M. F., Massarelli, A. C., Rodrigues, J. S., Vera, J. H. S. 2014. Biometry by ultrasonography of the epaxial and pelvic musculature in equines trained with Pessoa's rein. *Cienc. Rural*. 44(11):2045-2051.
- Pimentel, M.M.L., Camara, F.V., Dantas, R.A., Freitas, Y.B., Dias, R.V. & Souza, M.V. 2011. Biometria de Equinos de Vaquejada no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Vet. Bras.*, 5(4):376-379.
- Pinto, L. F. B., Almeida, F. Q., Azevedo, P. C. N., Quirino, C. R., Cabral, G. C., Santos, E. M. Análise Multivariada das Medidas Morfométricas de Potros da Raça Mangalarga Marchador: Análise Fatorial. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.2, p.613-626, 2005.
- Rao, C.R. 1952. *Advanced statistical methods in biometric research*. 1 ed. New York: John Wiley & Sons. 390p.
- Santiago, J. M., Rezende, A.S.C., Lana, A.M.Q., Fonseca, M.G., Abrantes, R.G.P., Lage, J., Andrade, J.M. & Resende, T.M. 2014. Comparação entre as medidas morfométricas de equinos Mangalarga Marchador de marcha batida e marcha picada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 66(2):635-639.
- Santos, R.F. 1981. *O cavalo de sela brasileiro e outros equídeos*. 1ª ed. Botucatu: Editora Varela, 288p.
- Zamith, A. P. L. 1946. Lições de osteologia dos animais domésticos. *An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz*. 3:173-270.