



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE  
EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA  
UTILIZADOS EM VAQUEJADA**

**ANIELLE CRISTINA ALVES MENESES**

**2015**

**ANIELLE CRISTINA ALVES MENESES**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE  
EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA  
UTILIZADOS EM VAQUEJADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientadora**  
**Profa. Dra. Maria Dulcinéia da Costa**

**UNIMONTES-MG**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

**2015**

Meneses, Anielle Cristina Alves

M543c      Caracterização morfométrica de equinos da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada [manuscrito] / Anielle Cristina Alves Meneses. – 2015.  
99 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2015.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Maria Dulcinéia da Costa.

1. Equino. 2. Quarto de milha (Cavalo). I. Costa, Maria Dulcinéia da. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.133

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

ANIELLE CRISTINA ALVES MENESES

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE EQUINOS DA RAÇA  
QUARTO DE MILHA EM VAQUEJADA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 25 de JUNHO de 2015.



Prof. D.Sc. Maria Dulcinéia da Costa  
UNIMONTES  
(Orientadora)



Prof. D.Sc. Daniel Ananias de Assis  
Pires  
UNIMONTES



Prof. D.Sc. Mary Ana Petersen  
Rodriguez  
UNIMONTES



D.Sc. Diogo Gonzaga Jayme  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS

JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

Dedico,

A Deus, pelo dom da vida e por concretizar este trabalho;

A minha mãe e meu pai, todas as minhas conquistas, pois fizeram de suas vidas uma grande luta para me proporcionar educação;

Aos meus avós Geraldo Ismar e Júlia Alves *In memoriam* que em vida torceram pela minha vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me dado esta oportunidade na vida, pela sabedoria, e fé e por nunca ter me deixado fraquejar mesmo nos momentos de maior angústia, e enfim, agora, concretizá-la.

Aos meus pais (Geraldo e Denise) e familiares, base de tudo, que me deram caráter, amor, lutaram para me educar da melhor forma possível, me apoiaram incondicionalmente na minha escolha profissional e sempre me deram todo o preparo e incentivo para trilhar meu caminho.

À Professora Dra. Maria Dulcinéia da Costa, pelos ensinamentos, orientação e apoio, minha sincera gratidão.

Aos colegas Suzana, Teotônio, Paula, Wemersom, Mônica, Renata, pelo apoio e ajuda na execução do experimento.

A fazenda Grotão da Saudade, vaqueiros e proprietários dos cavalos Quarto de Milha, pela oportunidade de execução desta pesquisa.

Em especial, às irmãs que eu pude escolher nessa vida e que me acompanham e torcem por mim: Vanessa Santos e Raquel Melo: obrigada!!!

À Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>I</b>
<b>GENERAL ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
2.1 Quarto de Milha.....	2
2.2 Vaquejada.....	4
2.3 Conformação versus função.....	6
2.4 Componentes principais.....	9
2.5 Análise Fatorial.....	12
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO I – CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA UTILIZADOS EM UMA PROVA DE VAQUEJADA.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>22</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>23</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>CAPITULO II - MEDIDAS LINEARES E ANGULARES EM ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA DE VAQUEJADA: ANÁLISE MULTIVARIADA.....</b>	<b>45</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>46</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>47</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
<b>3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
3.1 Componente principal.....	55
3.2 Análise Fatorial.....	77
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>

<b>CAPITULO III PROPORÇÃO MORFOMÉTRICAS DE ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA EM VAQUEJADAS.....</b>	<b>88</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>89</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>90</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>92</b>
<b>3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>94</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>98</b>



## RESUMO GERAL

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Caracterização morfométrica de equinos da raça Quarto de Milha de Vaquejada**. 2015. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>1</sup>.

Os equinos possuem várias finalidades, sendo que, para cada uma delas, são necessários animais de tipos variados, ou seja, com diferentes e específicas características relacionadas à conformação, à aptidão, ao temperamento, ao treinamento e ao desempenho. A avaliação morfométrica é muito utilizada na escolha de equinos, especialmente para atividades esportivas, visto que a forma do corpo define os limites e a capacidade dos animais em realizarem movimentos. Objetivou-se com este trabalho caracterizar os animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejadas quanto as suas medidas morfométricas lineares e angulares, avaliar as análises multivariada e proporções. Foram mensuradas 98 animais, sendo 69 machos e 29 fêmeas. As informações coletadas foram 27 medidas lineares e 9 angulares. Os resultados obtidos foram comparados pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Verificou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os sexos apenas para as medidas lineares e angulares do comprimento do dorso-lombo, perímetro da canela posterior e para ângulo escápulo-umeral. As fêmeas apresentaram maior comprimento dorso-lombo (50,64 e 47,31cm) e maior ângulo escápulo-umeral (91,31 e 87,99 graus) enquanto os machos tiveram maior perímetro da canela (20,26 e 19,64 cm). Na avaliação de medidas lineares e angulares de machos e fêmeas foram necessários oito e quatro e seis e três componentes principais, respectivamente, para explicar um percentual mínimo de 66,94% e 64,71% e 67,56% e 60,14% da variação total existente. Verificou-se nos animais Quarto de Milha as proporções para as variáveis de altura na cernelha maior que as definidas por Lesbre (1920) enquanto para a altura na garupa mostrou-se com proporções superiores (2,71). Os animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejadas possuem medidas lineares e angulares similares entre os sexos, exceto para o comprimento do dorso-lombo, perímetro da canela posterior e para ângulo escápulo-umeral. A análise de componentes principais foi eficiente para reduzir o número de medidas lineares e angulares para avaliação morfométricas de fêmeas e machos da raça Quarto de Milha para vaquejada. A análise fatorial também foi eficiente para agrupar as medidas lineares e angulares facilitando a melhor visualização dos fatores que sobressaiu sobre os demais. Os animais da raça Quarto de Milha possuem biótipo geneticamente diferente em suas medidas lineares e suas proporções aos valores sugerido por Lesbre (1920).

**Palavras-chave:** angulação, dorso-lombo, desempenho

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Profa. Dra. Maria Dulcinéia da Costa - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora); Profa. Dra. Mary Ana Petersen Rodriguez - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora).

## GENERAL ABSTRACT

MENESES, Anielle Cristina Alves. Morphometric characterization of Quarter Horse of Vaquejada. 2015, 99 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>2</sup>.

The horses serve various purposes, and, for each one, are needed animals of various kinds, ie, with different and specific characteristics related to conformation, fitness, temperament, training and performance. The morphometric analysis is widely used in the choice of horses, especially for sports activities, as the body shape defines the limits and the animals' ability to perform movements. This work aimed to characterize the Quarter horse used in 'vaquejada' as for their linear and angular morphometric measurements, evaluate the multivariate analysis and proportions. We measured 98 animals, 69 males and 29 females. The information collected was 27 linear and 9 angular measurements. The results were compared by SNK test at 5% probability. Significant difference was found ( $P < 0.05$ ) between the sexes only for linear and angular measurements of the back-loin length, the perimeter of the posterior shin and scapular-humeral angle. Females had a higher back-loin length (50,64 and 47,31cm) and larger scapular-humeral angle (91.31 and 87.99 degrees) while males had bigger perimeter of shin (20.26 and 19.64 cm ). In the evaluation of linear and angular measurements of males and females were took eight and four, and six and three principal components, respectively, to account for a minimum percentage of 66.94% and 64.71% and 67.56% and 60.14% existing total variation. It was found in Quarter Horse the proportions for the variables of height at withers was higher than that one laid down by Lesbre (1920) while for hip height showed up with higher proportions (2.71). The Quarter Horse used in 'vaquejadas' have linear and angular measurements similar between the sexes, except for the length of the back-loin, the perimeter of shin and scapular-humeral angle. The principal components analysis was efficient to reduce the number of linear and angular measurements for morphometric evaluation of females and males Quarter Horses 'vaquejada'. Factor analysis was also efficient to group the linear and angular measures improving view of the factors that stood out over the others. The Quarter Horse has genetically different biotype in their linear measures and their proportions to the values suggested by Lesbre (1920).

Key words: angulation, back-loin, performance

---

<sup>2</sup> **Guidance committee:** Prof. DSc. Maria Dulcineia da Costa– Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc Mary Ana Petersen Rodriguez. – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser)

## 1 - INTRODUÇÃO GERAL

O equino foi um dos primeiros animais a ser domesticado pelo homem, e se constituiu numa alavanca-mestre para o desenvolvimento do mundo nos primórdios da humanidade. Durante a evolução da espécie, os membros sofreram adaptação especial para locomoção em altas velocidades, incluindo a simplificação da região distal a um simples dígito, redução dos componentes musculares e o desenvolvimento de estruturas tendíneas fortes, além de vários ligamentos para assegurar o comportamento autônomo e passivo dos membros (DENOIX, 1994).

Os equinos possuem várias finalidades, sendo que, para cada uma delas, são necessários animais de tipos variados, ou seja, com diferentes e específicas características relacionadas à conformação, à aptidão, ao temperamento, ao treinamento e ao desempenho (LEACH, 1983).

A avaliação morfométrica é muito utilizada na escolha de equinos, especialmente para atividades esportivas, visto que a forma do corpo define os limites e a capacidade dos animais ao realizarem movimentos (MAWDSLEY *et al.*, 1996; GODOI *et al.*, 2013).

Proporções, na avaliação morfológica dos animais, são as relações entre as diversas regiões do corpo e o conjunto formado por elas (RIBEIRO, 1988). O equino é considerado bem proporcionado se as partes do corpo, observadas em conjunto, são adaptadas à função a que ele se destina, como sela, esporte ou tração (COSTA *et al.*, 1997).

O uso da análise de componentes principais é uma das técnicas estatísticas de análise multivariada que possibilita eliminar informações redundantes existentes em decorrência da correlação entre variáveis, e descartar as de pouca contribuição para a variação total, além de examinar as correlações entre as variáveis estudadas, avaliar a importância individual promovendo a eliminação daquelas que contribuem pouco. Sabe-se que dentro de um conjunto de variáveis algumas fornecem informações redundantes em razão das correlações entre si e podem de ser de difícil

mensuração, onerar o processo ou, ainda, dificultar as análises (BARBOSA *et al.*, 2005).

Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, que são independentes entre si e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação dos dados iniciais, em termos de variação total (REGAZZI, 2002). As novas variáveis que se posicionam próximas umas das outras têm características similares e são positivamente correlacionadas, enquanto que as que se posicionam em lados opostos tendem a apresentar correlações negativas entre si. Ainda, quanto mais distante a nova variável estiver da origem do eixo, maior será sua importância no plano considerado (DESTEFANIS *et al.*, 2000).

A análise de componentes principais tem sido utilizada na avaliação da morfometria animal com diferentes objetivos, na avaliação de grupos ou raças, na discriminação entre grupos. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho caracterizar os animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejadas quanto as suas medidas morfométricas lineares e angulares, e avaliar as análises multivariadas.

## **2 - REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 - Quarto de Milha**

A raça Quarto de Milha teve sua formação na América do norte a partir do século XVII com a introdução de raças árabes e turcas trazidas por colonizadores europeus. Devido principalmente a sua robustez e versatilidade, essa raça foi importante na ocupação do oeste Norte-Americano, momento em que ocorreu a sua expansão (ABQM, 2012).

Na década de 1940 foi criada a American Quarter Horse Association (AQHA), que tem hoje cinco milhões de equinos registrados em todo o mundo. Os animais Quarto de Milha chegaram ao Brasil em 1955, quando a Swift-King Ranch (SKR) importou seis animais dos Estados Unidos vindos

de sua matriz norte-americana, a famosa King Ranch, no Texas, a maior fazenda dos EUA. Em 15 de agosto de 1969, foi fundada a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Quarto de Milha (ABQM), no Parque da Água Branca, em São Paulo, onde se encontra atualmente. Com rebanho avaliado em US\$ 827,3 milhões, o Brasil conta com 395.698 mil animais registrados junto à associação brasileira de criadores de Quarto de Milha (ABQM, 2012). Dentro da raça Quarto de Milha, há subdivisão em diferentes segmentos de aptidão, provenientes de distintos objetivos de seleção, considerados linhagens, entre as quais: a de trabalho, a de conformação e a de corrida. A linhagem de trabalho destina-se às provas de caráter funcional, explorando habilidades como agilidade e obediência, características consideradas de grande importância no manejo do gado a campo. Dentro desta linhagem sempre houve grande interesse na produção de cavalos com *cow sense* superior (ELLERSIECK *et al.*, 1985). *Cow sense*, ou habilidade de trabalhar com o gado bovino, pode ser medida pela capacidade do cavalo em cercar o gado e apartar do rebanho um animal escolhido (HINTZ, 1980), com pouca assistência do cavaleiro (ELLERSIECK *et al.*, 1985). A linhagem de corrida explora a aptidão dos animais quanto à velocidade em pistas retas e de curta distância. Destacadamente equinos desta raça têm melhor desempenho em corridas de curtas distâncias do que qualquer outra raça (ABQM, 2013), sendo os mais velozes cavalos do mundo e um dos mais velozes dentre todos os animais, podendo alcançar velocidades de até 88 km/h e percorrer, a partir de uma posição estática, ¼ de milha (402 metros, aproximadamente) em menos de 21 segundos (AMERICA'S HORSE DAILY, 2008).

A raça se caracteriza por extrema docilidade, partida rápida, parada brusca, grande capacidade em alternar a direção e enorme habilidade de girar sobre si mesmo. Caracterizada por sua versatilidade, a raça equina Quarto de Milha possui habilidade para várias modalidades esportivas como rédeas, apartação, conformação, corrida, etc. Apesar dessa grande variedade de

atividades, a seleção de características relacionadas à robustez e à rapidez dos animais predominou (ABQM, 2002).

No nordeste do Brasil, o Quarto de Milha tornou-se o melhor em vaquejada, enquanto no sul do Brasil, nos trabalhos de campo, encontra-se em concorrência com o cavalo crioulo.

## **2.2 –Vaquejada**

A vaquejada, festa que teve origem no sertão nordestino com a labuta na criação de gado, a partir da festa da apartação, expressa uma representação cultural arraigada do sertanejo constituindo em uma prática lúdica rural; é um esporte genuinamente brasileiro, com tradição de mais de 100 anos; nos últimos dez anos vem se modernizando e profissionalizando (SOUSA, 2011).

Na época dos coronéis, quando não havia cercas no sertão nordestino, os animais eram marcados e soltos na mata. Depois de alguns meses, os coronéis reuniam os peões (vaqueiros) para juntar o gado marcado. Eram as pegadas de gado, que originalmente aconteciam no Rio Grande do Norte. Montados em seus cavalos, vestidos com gibões de couro, estes bravos vaqueiros se embrenhavam na mata cerrada em busca dos bois, fazendo malabarismos para escaparem dos arranhões de espinhos e pontas de galhos secos. Alguns animais se reproduziam no mato. Os filhotes eram selvagens por nunca terem mantido contato com seres humanos, e eram esses animais os mais difíceis de serem capturados. Mesmo assim, os vaqueiros perseguiram, laçavam e traziam os bois aos pés do coronel. Nessa luta, alguns desses homens se destacavam por sua valentia e habilidade, e foi daí que surgiu a idéia da realização de disputas (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DA BAHIA, 2012).

A primeira vaquejada ocorrida no mundo foi na cidade de Morada Nova no Ceará. O Rio Grande do Norte é apontado como o estado que deu o primeiro passo para a prática da vaquejada. A cidade de Currais Novos é o

berço das vaquejadas, onde a tradição é mantida até os dias atuais. O historiador Câmara Cascudo dizia que por volta de 1810 ainda não existia a vaquejada, mas já se tinha conhecimento de uma atividade parecida. Era a derrubada de vara de ferrão, praticada em Portugal e na Espanha, onde o peão utilizava uma vara para pegar o boi. A derrubada do boi pelo rabo, conhecida como a vaquejada tradicional, é puramente nordestina. Na região Seridó do Rio Grande do Norte, era impossível o uso da vara, pois o campo era muito acidentado e muito fechado, e por essa razão tudo indica que foi o vaqueiro seridoense o primeiro a derrubar o boi pela cauda. Somente em 1874 apareceu o primeiro registro de informação sobre vaquejada (VAQUEJADA PB, 2015).

Após alguns anos, pequenos fazendeiros de várias partes do nordeste começaram a promover um novo tipo de vaquejada, onde os vaqueiros tinham que pagar uma quantia em dinheiro para ter direito a participar da disputa. O dinheiro era usado para a organização do evento e para premiar os vencedores.

As montarias, que eram formadas basicamente por cavalos nativos daquela região, foram sendo substituídas por animais de melhor linhagem. O chão de terra batida e cascalho, o qual os peões estavam acostumados a enfrentar, deu lugar a uma superfície de areia, com limites definidos e regulamento. Cada dupla tinha direito a correr três bois. O primeiro boi valia 8 (oito) pontos, o segundo valia 9 (nove) e o terceiro boi correspondia a 10 (dez) pontos. Esses pontos eram somados e no final da vaquejada era feita a contagem de pontos, a dupla que somasse mais pontos era campeã, e recebia um valor em dinheiro. Esse tipo de vaquejada foi e ainda é chamada de bolão.

Nas provas de vaquejada, os cavalos são extremamente exigidos. Eles realizam um esforço físico de alta intensidade, mas de curta duração, que se reflete em rápida largada, mudanças de direção e paradas bruscas, além de exigir elevada força física durante a derrubada do boi. Alguns

cavalos chegam a disputar várias provas em uma mesma competição, todos os fins de semana (XAVIER, 2002).

Com o tempo, a vaquejada se popularizou de tal forma que existem clubes e associações de vaqueiros em todos os Estados do Nordeste, calendários de eventos e patrocinadores, envolvendo um espírito de competição que agrada a muitos.

Apesar de se concentrar nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, são realizadas mais de 1.000 vaquejadas por ano em todo Brasil (MARIA, 2009). Os participantes concorrem até três vezes por semana e deslocam vários quilômetros para participação em eventos.

### **2.3 - Conformação *versus* função**

Os termos conformação e equilíbrio são utilizados rotineiramente na prática equina e referem-se, pelo menos em parte, à forma e ao tamanho das extremidades dos membros, que, por sua vez, são dependentes da forma e do tamanho dos elementos individuais que compõem a região distal do membro e da relação espacial entre eles. O termo conformação pode ser utilizado para descrever o membro inteiro ou, mais precisamente, o animal como um todo, considerando a relação espacial entre todas as partes do corpo. Já o termo equilíbrio é restrito ao casco, constituindo-se num subgrupo da conformação e não está relacionado apenas à aparência deste, porém, também, ao modo como ele interage com a superfície (PARKS, 2003; MELO *et al.*, 2006).

Barbosa (1993) relatou que, para Leonardo da Vinci, o cavalo de formas ideais poderia ser descrito a partir das relações existentes entre as diversas regiões do corpo do animal, tomando-se como base o comprimento da cabeça. Utilizando a mesma medida como referência, Borgelat propôs o primeiro sistema de proporções conhecido que, não se prendendo à forma ideal, criava um esquema de mensuração comum a todos os cavalos. Este sistema de proporções apresentou-se como uma solução prática para o



problema do tamanho e da forma, até que as ferramentas matemáticas estivessem disponíveis para estudos quantitativos. Gradativamente foram criados modelos para o estudo da forma, levando-se em consideração não apenas o tamanho relativo de diferentes partes do corpo, mas sua variação de acordo, por exemplo, com a idade (ZEGER & HARLOW, 1987).

O estudo do exterior do animal avalia o mesmo, partindo de conhecimentos fundamentais de anatomia, fisiologia, mecânica e patologia, tendo em vista sua aplicação funcional e, conseqüentemente, sua importância econômica (CAMARGO e CHIEFFI, 1971). Estudos sobre “forma prediz função” têm mostrado convincentemente que a maioria das características físicas, desde a posição do olho até a forma do dorso, é instrumento importante na determinação de como um cavalo se move e atua. Portanto, a morfologia do corpo é fundamental na execução e qualidade dos movimentos, inter-relacionando-se com a aptidão do animal (JONES, 1987).

A avaliação morfológica de animais é baseada em relações entre as diversas regiões do corpo e o conjunto formado por elas, sendo considerado bem proporcionado se as partes do corpo, observadas em conjunto, forem adaptadas à função a que ele se destina. Sendo assim, o estudo biométrico é importante para que se possam conhecer algumas características de equinos de vaquejada.

Berbari Neto (2005) afirmou que o estudo da morfologia de algumas espécies tem sido menor do que aqueles sobre a produtividade. No caso dos equinos, a perfeição das características morfológicas está intrinsecamente relacionada à sua funcionalidade. Dessa maneira, a existência de associações entre as formas e funções dos equinos implica a necessidade de se realizarem avaliações morfométricas adequadas. Para fins de expedição de registro genealógico, os animais são avaliados, porém os registros zootécnicos resultantes, baseados em dados biométricos, não têm sido utilizados pela comunidade científica com a devida importância que merecem para a caracterização e avaliação das raças equinas. Portanto, a função para a qual o equino se destina requer uma conformação apropriada que, por sua vez,

definirá em grande parte seu padrão morfológico (RIBEIRO, 1989; INGLÊS *et al.*, 2004).

Avaliando-se a conformação de animais adultos da raça Mangalarga Marchador, através de medidas de altura, largura, perímetro e comprimento, Barbosa (1993) observou que as medidas de menor variação foram a largura da cabeça e o perímetro da canela, e as de maior variabilidade foram o comprimento do dorso-lombo e o perímetro torácico.

Lage *et al.* (2009), avaliando a associação entre medidas de comprimento, altura, perímetro e ângulos de 169 equinos Mangalarga Marchador, verificaram que as correlações entre as características indicaram que a escolha de animais com braço de maior comprimento está associada a membros torácicos e pélvicos mais longos, e que a escolha de animais a partir do tamanho dos membros acarretará concomitante incremento na altura da cernelha e na garupa e do perímetro da canela e torácico.

O efeito do sexo é importante praticamente em todas as características morfológicas dos animais domésticos e reflete principalmente diferenças de manejo e sexuais secundárias (COSTA, 1997).

Segundo Oom e Ferreira (1987), os cavalos bem proporcionados devem ser tão altos quanto compridos, ou seja, a razão da altura na cernelha com o comprimento do corpo deve ser igual a 1. Em um estudo biométrico do cavalo Alter, esses autores observaram que, nos machos, essa proporção da altura na cernelha com o comprimento do corpo é mais fiel, enquanto as fêmeas são ligeiramente mais compridas que altas.

Zamborlini *et al.* (1996), comparando machos e fêmeas Mangalarga Marchador, constataram diferença entre os dois sexos para os escores das medidas corporais como altura na cernelha e na garupa, comprimento da cabeça, pescoço, corpo e garupa e largura da cabeça e da garupa.

A avaliação das medidas angulares é importante para melhor compreensão dos deslocamentos dos animais e para padronização de um biótipo ideal.

Conforme Ribeiro (1988), nem todos os ângulos têm a mesma ação e efeito. Os de abertura anterior possuem forte ação nos movimentos do animal e, por isso, são chamados de impulsores, enquanto os de abertura posterior são denominados complementares ou de ligação. Dessa forma, para haver harmonia e equilíbrio nos andamentos, é necessário que estes ângulos, dos membros anteriores e posteriores, mantenham perfeita concordância nas respectivas aberturas e direções.

## **2.4 - Componentes principais**

A análise multivariada refere-se a todos os métodos estatísticos que simultaneamente analisam múltiplas medidas (variáveis) sobre cada indivíduo ou objeto sob investigação (VICINI, 2005).

Uma das finalidades da estatística multivariada é simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno que está sendo estudado através da construção de índices ou variáveis alternativas que sintetizem a informação original dos dados, sendo a análise de componentes principais uma técnica útil para tal finalidade (MINGOTI, 2005).

A análise de componentes principais (ACP) é uma das técnicas multivariadas mais utilizadas de análise exploratória de dados, sendo também um dos mais antigos métodos multivariados, tendo sido introduzido por Pearson (1901) e, posteriormente, desenvolvido por Hotelling (1933), Rao (1964), e outros (citados por KHATTREE e NAIK, 2000).

Os componentes principais são ortogonais, de tal forma que as informações representadas por eles não são correlacionadas. As novas variáveis que se posicionam próximas umas das outras têm características similares e são positivamente correlacionadas, enquanto que as que se posicionam em lados opostos tendem a apresentar correlações negativas entre elas. Ainda, quanto mais distante a nova variável estiver da origem do eixo, maior será sua importância no plano considerado (DESTEFANIS *et al.*, 2000). A análise de componentes principais tem sido utilizada na avaliação

da morfometria animal com diferentes objetivos, na avaliação de grupos ou raças, na discriminação entre grupos ou raças e nos estudos de morfogênese e de crescimento (FUENTES GARCIA *et al.*, 1987; BARBOSA, 1993).

A ACP é um dos mais simples métodos da estatística multivariada. Seu objetivo é tomar  $p$ -variáveis aleatórias  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_p\}$  e encontrar uma combinação linear delas para produzir novas variáveis  $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_p\}$ , que são não correlacionadas. As variáveis  $Z_i$   $i=1, 2, \dots, p$  são chamadas de componentes principais. Se as novas variáveis forem ordenadas de acordo à magnitude de sua variância (autovalor ou valor latente) pode-se dizer que o primeiro componente principal ou  $Z_1$  tem a maior variância possível de qualquer combinação linear; o segundo componente principal ( $Z_2$ ) tem maior variância, com a restrição de ser não correlacionada com  $Z_1$  e assim, sucessivamente. Ou seja,  $\text{var}(Z_1) \geq \text{var}(Z_2) \geq \dots \geq \text{var}(Z_p)$ , onde  $\text{var}(Z_i)$  indica a variância da variável  $Z_i$  (KENDALL, 1980).

Para o cálculo dos componentes principais, utilizam-se as matrizes de covariância ou de correlação e é a partir dos autovalores e autovetores dessas matrizes que se calcula a variância dos componentes principais. Existem  $p$  autovalores e alguns podem ser próximos ou iguais a zero. Assim, assumindo-se que os autovalores são ordenados, isto é,  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ , onde  $\lambda_i$  está associado ao  $i$ -ésimo componente principal,  $z$ . Mais ainda, as constantes  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}$ , são elementos do correspondente autovetor. Uma propriedade importante desses autovalores é que a soma deles é igual ao traço  $C$ , isto é, a soma dos elementos da diagonal principal da matriz:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = C_{11} + C_{22} + \dots + C_{pp}$$

Como  $C_{ii}$  é a variância de  $x_i$  e  $\lambda_i$  é a variância de  $z_i$ , a expressão indica que a soma das variâncias dos componentes principais é igual à soma das variâncias das variáveis originais (MANLY, 1986; KHATTREE e NAIK, 2000), ou seja, a variância total da amostra é igual à soma dos autovalores da matriz de variância-covariância. Se a maior parte da variância total da amostra para muitas variáveis independentes pode ser atribuída aos

primeiros dois ou três componentes, significa que esses podem substituir as  $p$  variáveis sem muita perda de informação (JOHSON e WICHERN, 1988).

O descarte de variáveis pode ser feito por meio de componentes principais, que têm como principal função resumir a informação contida no complexo de variáveis originais, possibilitando eliminar as informações redundantes, em decorrência da correlação com outras variáveis presentes na análise (KHATTREE & NAIK, 2000).

Tendo estes componentes apresentado autovalores menores que 0,7, rejeitam-se aquelas variáveis de maiores coeficientes de ponderação naquele componente. Este é o critério de Jolliffe (1973), que também considera que o número de variáveis descartadas é igual ao número de autovalores, associados aos componentes, que são menores que 0,7.

Barbosa (1993), avaliando animais adultos da raça Mangalarga Marchador, constatou que, em um grupo de machos campeões, o primeiro componente principal (CP1) explicou 36,2% da variação total, ao passo que, em um grupo de machos não campeões, o CP1 explicou 33,1% da variação total. Considerando um grupo de fêmeas campeãs, o CP1 explicou 39,8%, enquanto, em um grupo de fêmeas não campeãs, o CP1 explicou 34,5%, da variação total. Miserani *et al.* (2002), analisando equinos da raça Pantaneiro, explicaram 46% da variação total das 15 medidas lineares com os dois primeiros componentes principais.

Pinto *et al.* (2005) avaliaram medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais. Foram efetuadas 25 mensurações lineares e 11 mensurações angulares em potros e potras recém-nascidos, aos 6 e aos 12 meses de idade. Os autores concluíram que a análise de componentes principais foi eficiente em reduzir o número de medidas morfométricas nas diferentes idades estudadas, pois não apresentaram variação importante para a discriminação dos animais, ou estavam fortemente correlacionadas com alguma das outras variáveis, o que as tornavam redundantes.

Costa *et al.* (2005) analisaram a endogamia em animais da raça Mangalarga Marchador por meio de análises de componentes principais com o intuito de agrupar animais geneticamente semelhantes, e o de avaliar a subdivisão da raça em famílias ou grupos genéticos distintos. Os autores encontraram cinco componentes principais respondendo por aproximadamente 88% da variação genética da raça e concluíram que a atual população da raça Mangalarga Marchador é constituída, em ordem de importância, por cinco grupos genéticos.

Meira *et al.* (2013), avaliando animais da raça Mangalarga Marchador conseguiram explicar 78,57% da variação das 12 medidas lineares com os seis primeiros componentes principais.

## **2.5 Análises Fatoriais**

Análise fatorial é um nome genérico, aplicado a um grupo de métodos de estatística multivariada apropriados para pesquisas em que o objetivo é de reduzir e sumarizar dados (HAIR Jr. *et al.*, 1990). O propósito essencial da análise é de descrever, se possível, a relação entre as variáveis observadas em função de variáveis aleatórias latentes, mas não observáveis denominadas fatores.

A Análise Fatorial, em certas situações, permite explicar o comportamento de um número relativamente grande de variáveis observadas, em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes ou fatores. Os fatores podem ser não correlacionados (fatores ortogonais) ou correlacionados (fatores oblíquos). As variáveis são agrupadas por meio de suas correlações, ou seja, aquelas pertencentes a um mesmo grupo serão fortemente correlacionadas entre si, mas pouco correlacionadas com as variáveis de outro grupo. Cada grupo de variáveis representará um fator (JOHNSON e WICHERN, 1988).

O ponto de partida do método é uma matriz de correlação, que é transformada para se obter a matriz de fatores. A nova matriz, reduzida a

uma série menor de relações, é um arranjo mais condensado, que representa uma ordem latente, existente nos dados iniciais. Neste caso, presume-se que a perda de informação é minimizada (HAIR Jr. *et al.*, 1990).

O modelo para análises fatorial com  $m$  ( $<p$ ) fatores é:

$$\begin{aligned} X_1 &= b_{11} F_1 + b_{12} F_2 + \dots + b_{1m} F_m + e_1 \\ X_2 &= b_{21} F_1 + b_{22} F_2 + \dots + b_{2m} F_m + e_2 \\ &\dots \qquad \qquad \qquad \dots \\ X_p &= b_{p1} F_1 + b_{p2} F_2 + \dots + b_{pm} F_m + e_p \end{aligned}$$

Onde,

$X_i$  =  $i$ -ésimo variável aleatória observada

$F_j$  =  $j$ -ésimo fator comum

$e_i$  =  $i$ -ésimo fator específico ou erro

$b_{ij}$  = pesos da  $i$ -ésima variável do  $j$ -ésimo fator

A  $i$ -ésima comunalidade é a soma do quadrado dos pesos da  $i$ -ésima variável do fator Johnson e Wichern (1988), ou seja, comunalidade é a fração da variância que uma variável original divide com todas as outras variáveis incluídas na análise (HAIR Jr. *et al.*, 1990).

Uma vez que os pesos fatoriais originais podem apresentar dificuldade para a interpretação dos resultados, é comum a prática de rotação. Dessa forma, os fatores provisórios são transformados com o objetivo de se encontrar novos fatores mais fáceis de serem interpretados. A rotação dos fatores pode ser ortogonal ou oblíqua. Com a rotação ortogonal, os novos fatores serão não correlacionados, enquanto que com a rotação oblíqua os novos fatores serão correlacionados. Para qualquer tipo de rotação usada, é desejável que as cargas para os novos fatores sejam ou próximas de zero ou muito diferentes de zero. Um método de rotação dos fatores ortogonal, que é frequentemente usado, é chamado Rotação Varimax (KARSON, 1982).

Após a rotação, a nova solução terá a forma:

$$\begin{aligned}x_1 &= g_{11}F_1^* + g_{12}F_2^* + \dots + g_{1m}F_m^* + e_1 \\x_2 &= g_{21}F_1^* + g_{22}F_2^* + \dots + g_{2m}F_m^* + e_2 \\&\dots \\x_p &= g_{p1}F_1^* + g_{p2}F_2^* + \dots + g_{pm}F_m^* + e_p\end{aligned}$$

onde  $F_i^*$  representa o novo  $i$ -ésimo fator. Estes novos fatores, bem como os fatores iniciais, são variáveis aleatórias não observáveis, que podem ser expressos como uma combinação linear das  $p$  variáveis  $X_i$ ,  $i= 1, 2, \dots, p$  (MANLY, 1986).

O número de fatores a serem extraídos é uma das questões que se apresentam quando se realiza uma análise fatorial. Esta resposta é encontrada, geralmente, após uma série de análises e testes. Com base nas informações contidas nestes testes é que se procura encontrar a melhor representação para os dados iniciais.

Se uma solução fatorial satisfatória foi encontrada, o próximo passo é encontrar um significado para os resultados. Isso implica certo grau de conhecimento (MANLY, 1986), uma vez que as complexas inter-relações existentes em uma matriz de fatores não são facilmente interpretáveis. Alguns pontos básicos, entretanto, podem ser considerados essenciais:

- identificar o maior peso para cada variável entre os diversos fatores.
- nomear ou identificar os fatores de acordo com os pesos encontrados em cada um em particular.

Estudos morfológicos em equinos empregando-se a análise fatorial e envolvendo medidas lineares e angulares são escassos na literatura. Barbosa (1993) utilizou esta metodologia para avaliar as medidas lineares de animais adultos da raça Mangalarga Marchador e observou a formação de sete fatores, que receberam nomes apropriados em função do grau de associação



com as variáveis em estudo. Nos machos não campeões, os fatores foram denominados: F1 - fator paralelogramo está associado à altura na cernelha, à altura na garupa e ao comprimento do corpo; F2 - fator dinâmica está associado ao comprimento da cabeça, ao comprimento da garupa e ao comprimento da espádua; F3 - fator robustez está associado à largura da garupa e ao perímetro tórax; F4 - fator carga está associado à largura da anca e comprimento do dorso; F5 - fator balanço está associado ao comprimento do pescoço e ao comprimento da cabeça; F6 - fator sustentação está associado ao perímetro da canela e ao comprimento da canela e F7 - fator cranial está associado à largura da cabeça. Nos machos campeões, F1 não foi identificado por estar associado a várias medidas corporais; F2 – fator paralelogramo; F3 - fator equilíbrio está associado ao perímetro da canela, ao comprimento da canela e ao comprimento do corpo; F4 – fator carga; F5 - fator robustez; F6 - fator cranial e F7 - fator cefálico está associado ao comprimento da cabeça. Nas fêmeas não campeãs, os fatores foram os mesmos para os machos não campeões, embora não na mesma ordem, enquanto nas fêmeas campeãs, foi identificado um novo fator denominado feminilidade, por estar associado aos valores de largura da anca, comprimento da garupa e comprimento do corpo.

Pinto *et al.* (2005) avaliaram medidas lineares e angulares de potros e potras recém-nascidos, aos seis meses e aos dozes meses de idade da raça Mangalarga Marchador. Nos potros e potras recém-nascidos foram identificados oito e seis fatores, respectivamente; nos potros e potras, aos seis meses constataram-se oito e sete fatores, respectivamente e nos potros e potras aos doze meses verificaram-se cinco fatores para ambos os sexos. Todavia, para as medidas angulares, encontraram-se oito e sete fatores para potros e potras recém-nascidos; para potros e potras de seis meses, observaram-se seis fatores para ambos os sexos e nos potros e potras de doze meses, seis e cinco fatores, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABQM. **Associação brasileira dos criadores de cavalos Quarto de Milha** [2012]. Disponível em< <http://www.abqm.com.br/a-raca/origem-qm>> acesso em: 22/05/2013.

ABQM. **Anuário Quarto de Milha**. São Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Quarto de Milha, 2002. 25p.

AMERICA'S HORSE DAILY. **All About the Racing American Quarter Horse**. 26 de fevereiro de 2008. Disponível em: <[http://americashorsedaily.com/all-about-theracing-american-quarter-horse/#.Urx8N\\_RDvik](http://americashorsedaily.com/all-about-theracing-american-quarter-horse/#.Urx8N_RDvik)> acesso em: 14 set. 2013.

ANDERSON, T.W. **An introduction to multivariate statistical analysis**. New York: John Wiley, 2003.

AQHA. **American Quarter Horse Association**. Breed History. Disponível em: <<http://www.aqha.com/About/Content-Pages/The-American-Quarter-Horse/Breed-History.aspx>> Acesso em: 23 mai. 2013.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DA BAHIA. **Projeto De Lei N° 19.982/2012**. Disponível em: <[www.al.ba.gov.br/docs/Proposicoes2012/PL\\_\\_19\\_982\\_2012\\_1.rtf](http://www.al.ba.gov.br/docs/Proposicoes2012/PL__19_982_2012_1.rtf)> Acesso em: 14 set. 2013.

BARBOSA, C. G. **Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador - Uma abordagem multivariada**. 1993. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.

BARBOSA, L. *et al.* Avaliação de características de carcaças de suínos utilizando-se a análises dos componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p. 2209-2217, 2005.

BAKER, J. F. *et al.* Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 9, p. 2147-2158, 1988.

BERBARI NETO, F. **Evolução de medidas lineares e avaliação de índices morfométricos em garanhões da raça Campolina**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2005. CÂMARA CASCUDO, L. **Dicionário do folclore brasileiro**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1993. p. 783-785.

CAMARGO, M. X.; CHIEFFI, A. **Ezoognózia**. São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1971. 320 p.

CAVALOS E HIPISMO. **A história da vaquejada**. Disponível em: <<https://cavalodehipica.wordpress.com/2009/05/13/historia-da-vaquejada/>> Acesso em: 15 mar.2015.

COSTA, M. D. **Estudo genético quantitativo das medidas lineares do pônei da raça Brasileira**. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

COSTA, M. D. *et al.* Estudo da subdivisão genética da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 272-280, 2005.

DENOIX, J. M. Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (manus and pes). **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Maryland Heights, v. 10, p. 273-322, 1994.

DESTEFANIS, G. *et al.* The use of principal component analysis (PCA) o characterize beef. **Meat Science**, [s.l.], v. 56, p. 255-259, 2000.

ELLERSIECK, M. R.; LOCK, W. E.; VOGT, D.W.; Aipperspach, R. Genetic evaluation of cutting scores in horses. **Equine Veterinary Science**, v. 5, p. 287-289, 1985.

FUENTES GARCIA, F.; GARCIA, M. H.; MACARRO, A. *et al.* Morfoestructura del caballo Árabe en España. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 36, p. 269-282, 1987.

HAIR Jr.; ANDERSON, R. F.; TATHAM, R. L. **Multivariate data analysis with readings**. New York: Macmillan Publishing Company, 1990. 449 p.

HINTZ, R. L. Genetics performance in the horse. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, p.582-594, 1980.

INGLÊS, F. P. L. D.; VIANNA, S. A. B.; PROCÓPIO A. M. **Padrão Racial Comentado do Cavalo Campolina**. Belo Horizonte: Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina, 2004.

JOHNSON, R. N., WICHERN, D. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 600 p.

JONES, W.E. **Genética e Criação de Cavalos**. São Paulo: Roca, 1987. 666p.

KARSON, M. J. **Multivariate statistical methods**. Ames, Iowa, The Iowa State: University Press, 1982. 307 p.

KATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS® Software**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000. 558 p.

KENDALL, M. **Multivariate analysis**. London: Charles Griffin & Company Ltda, 1980. 210 p.

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

LEACH, D. H. A review of research on equine locomotion and biomechanics. **Equine Veterinary Journal**, Malden, v. 15, p. 93-102, 1983.

MARIA, J. Vaquejada em Petrolina: um sucesso absoluto. **Revista Conexão Vaquejada**, [s.l.], v. 33, p. 28-29, 2009.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods**. A primer. Led. London: Chapman and Hall, 1986. 159 p.

MELO, U. P. *et al.* Equilíbrio do casco equino. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, p. 389-398, 2006.

MEYER, K. To have your steak and eat it: genetic principal component analysis for beef cattle data. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8th, 2006, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte. Brazil: SBMA, 2006. p. 13-18. (CD-ROM).

MEIRA, C. T. *et al.* Seleção de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Janaúba, v. 65, n. 6, p. 1843-1848, 2013.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297 p.

MISERANI, M. G. *et al.* Avaliação de fatores que influem nas medidas lineares do cavalo Pantaneiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 335-341, 2002.

MOTA, M. D. S. **Conformação e desempenho de equinos**. 1999.

OOM, M. M.; FERREIRA, J. C. Estudo biométrico do cavalo Alter. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 83, n. 482, p.101-148, 1987.

PARKS, A. Form and function of the equine digit. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Maryland Heights, v.19, p. 285-307, 2003.

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

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**: notas de aula. Viçosa: UFV, 2002.

RIBEIRO, D. B. **O Cavalo**: Raças, qualidade e defeitos. 2ª ed. São Paulo: Editora Globo, 1989. 318 p.

SOUSA, G. G. Q.; BROLLO, C. H. J.; ABREU, K. F. Prevalência de lesões ortopédicas em atletas de vaquejada. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, Porto alegre, v. 33, n. 1, p.207-2017, 2011.

TECNOLOGIA E TREINAMENTO. **Como fazer a seleção do cavalo para provas de velocidade**. Disponível em:  
<<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/cavalos/como-fazer-a-selecao-do-cavalo-para-provas-de-velocidade/>> Acesso em: 09 jun. 2015.

TIMM, N. H. **Applied multivariate analysis**. New York: Springer-Verlag, 2002.

VAQUEJADA PB. **História da Vaquejada**. Disponível em:  
<https://sites.google.com/site/vaquejadaspb/historia-da-vaquejada>> acesso em: 15 mar. 2015.

VICINI, L. **Análise multivariada de teoria à prática**. 2005. 215 f.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

XAVIER, I. L. G. de S. **Detecção de enfermidades do aparelho locomotor através do exame físico em equinos de vaquejada**. 2002. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

ZAMBORLINI, L. C. *et al.* Estudo genético-quantitativo de medidas lineares de equinos da raça mangalarga marchador - I. Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Niterói, v. 3, n. 2, p. 33-37, 1996.

ZEGER, S. L.; HARLOW, S. D. Mathematical models from laws of growth to tools for biologic analysis: Fifty years of growth. **Growth**, [s.l.], v. 51, p. 1-21, 1987.

## **CAPITULO I**

### **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA UTILIZADOS EM UMA PROVA DE VAQUEJADA**

## RESUMO

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Caracterização morfométrica de animais da raça Quarto de Milha utilizados em uma prova de vaquejada**. 2015. Capítulo I. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>3</sup>.

Caracterizada por sua versatilidade, a raça equina Quarto de Milha possui habilidade para várias modalidades esportivas. Apesar desta grande variedade de atividades, a seleção de características relacionadas à robustez e à velocidade dos animais predominou. Objetivou-se com este trabalho avaliar as medidas lineares e angulares e o dimorfismo sexual em animais da raça Quarto de Milha participantes de vaquejada.. Foram mensurados 98 animais sendo 69 machos e 29 fêmeas da raça Quarto de Milha. Foram coletadas as informações de 25 medidas lineares e 9 medidas angulares. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SISVAR, sendo os dados submetidos ao teste de SNK a 5% de probabilidade. Verificou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os sexos apenas para as medidas lineares e angulares do comprimento do dorso-lombo, perímetro da canela posterior e para ângulo escápulo-umeral. As fêmeas apresentaram maior dorso-lombo (50,64 e 47,31cm) e maior ângulo escápulo-umeral (91,31 e 87,99 graus), enquanto os machos tiveram maior perímetro da canela (20,26 e 19,64cm). Animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejadas possuem medidas lineares e angulares semelhantes entre os sexos, exceto para o comprimento do dorso-lombo que foi superior nas fêmeas favorecendo a reprodução, o perímetro da canela anterior superior nos machos por serem mais utilizados em provas de esporte e para o ângulo escápulo-umeral superior nas fêmeas por ter maior inserção muscular e flexibilidade nos movimentos.

Palavras-chave: cavalos de esporte, equinos, mensurações morfométricas

---

<sup>3</sup> **Comitê de Orientação:** Profa. Dra. Maria Dulcinéia da Costa - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora); Profa. Dra. Mary Ana Petersen Rodriguez -Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora).



## ABSTRACT

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Morphometric characterization of Quarter Horse used in a 'vaquejada' test.** 2015. 99 p. Chapter I, Dissertation (Master's degree in Animal Science) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>4</sup>.

Characterized by its versatility, the Quarter Horse has the ability for various sports. Despite this wide range of activities, the selection of characteristics related to robustness and speed of the animals predominated. The of work aims to evaluate the linear and angular measurements of Quarter Horse in 'vaquejada' test. We measured 98 animals, being 69 males and 29 females Quarter Horse. We collected the information of 25 linear and 9 angular measures. The statistical analyses were conducted using the statistical software SISVAR, being the data submitted to SNK test at 5% of probability. There was significant difference ( $P < 0.05$ ) between the sexes only for linear and angular measurements of length the back-loin, perimeter of posterior shin and scapular-humeral angle. Females showed greater back-loin (50.64 and 47,31cm) and larger scapular-humeral angle (91.31 and 87.99 degrees) while males had higher perimeter of shin (20.26 and 19.64cm). The Quarter Horse in 'vaquejada' have linear and angular measurements similar between the sexes, except for the length of the back-loin that was higher in females favoring reproduction, the perimeter of the superior anterior shin in males because they are used in sport tests and the scapular-humeral angle greater than in females because they having greater muscle insertion and flexibility in movement.

Key words: sport horses. equine, morphometric measurements

---

<sup>4</sup> **Guidance committee:** Prof. DSc. Maria Dulcineia da Costa – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc Mary Ana Petersen Rodriguez. – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser)

## 1- INTRODUÇÃO

Caracterizada por sua versatilidade, a raça equina Quarto de Milha possui habilidade para várias modalidades esportivas (vinte e duas, segundo a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Quarto de Milha – (ABQM) como rédeas, apartação, conformação, corrida, vaquejada, etc). Apesar dessa grande variedade de atividades, a seleção de características relacionadas a robustez e velocidade dos animais predominou.

Nas provas de vaquejada, os cavalos são extremamente exigidos, realizam esforço físico de alta intensidade, mas de curta duração, o que reflete em rápida largada, mudanças de direção e paradas abruptas, além de exigir elevada força física durante a derrubada do boi sendo que alguns cavalos chegam a disputar várias provas em uma mesma competição, todos os fins de semana (XAVIER, 2002).

A qualidade do movimento, atividade desenvolvida e caracterização racial são fatores relacionados à conformação dos equinos, que pode ser mensurada por meio de medidas lineares e angulares (SANTIAGO *et al.*, 2012). De acordo com Nascimento (1999), o padrão racial busca qualidades morfozootécnicas que visam equilibrar, compensar e harmonizar as partes, bem como atingir, dentro da prática zootécnica de seleção, a qualidade funcional. Da mesma forma, a proporção e as relações entre segmentos corporais são tão importantes quanto os valores de mensurações isolados, pois refletem diretamente na direção, amplitude, força e estabilidade dos movimentos executados (SANTIAGO *et al.*, 2012). Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar as medidas lineares e angulares e o dimorfismo sexual em animais da raça Quarto de Milha participantes de vaquejada.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 26 medidas lineares e 9 medidas angulares de 98 animais, sendo 69 machos e 29 fêmeas da raça Quarto de Milha puros e mestiços com idade variando de 2,5 a 12 anos participantes da Vaquejada do

Grotão da Saudade no município de Verdelândia, Norte de Minas Gerais, no período de 21 a 25 de maio de 2013. As medidas foram obtidas utilizando-se um hipômetro, duas fitas métricas e um artrogoniômetro. As mensurações foram realizadas com os animais em estação forçada seguindo a metodologia utilizada por Santiago (2013).

1. Altura na cernelha- foi tomada colocando-se as extremidades do bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica, horizontalmente sobre a cernelha, no ponto mais alto desta, compreendido entre a borda superior das duas espáduas;
2. Altura na garupa- foi obtida colocando-se o bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica sobre a parte central e mais alta da região sacra, compreendida entre os ângulos internos dos ossos ilíacos;
3. Altura no dorso - distância vertical entre o final da cernelha (processo espinhoso T8) e o solo;
4. Altura do costado - distância vertical entre o final da cernelha (processo espinhoso T8) e o esterno (cilhadouro);
5. Altura do perímetro pélvico (bainha) – distância vertical entre o lombo (6<sup>o</sup> vértebra lombar) e a soldra;
6. Comprimento da cabeça - distância entre a extremidade proximal da cabeça, crista nugal, e a parte medial ou central da arcada incisiva superior (ponta do focinho);
7. Comprimento do pescoço - distância entre a extremidade cranial do arco dorsal do atlas e o terço médio da borda cranial da escápula;
8. Comprimento do dorso-lombo - distância entre o final da cernelha, processo espinhoso da 8<sup>a</sup> vértebra torácica, e a tuberosidade ilíaca;
9. Comprimento da garupa – distância que vai do ângulo externo do íleo ou ponta da anca ao ângulo posterior ou externo do ísquio (ponta da nádega);
10. Comprimento da espádua - distância entre a borda dorsal da cartilagem escapular e o centro da articulação escápulo-umeral (ponta da espádua);

11. Comprimento do corpo- distância que vai da ponta da espádua à ponta do ísquio, tomada fixando-se o braço da haste metálica na articulação escápulo-umeral e fazendo-se correr a da outra extremidade do bastão até tocar a ponta da nádega (ângulo posterior ou externo do íleo).
12. Comprimento do antebraço- distância entre as articulações umerorradial e rádio-carpo-metacarpiana;
13. Comprimento da quartela anterior – distância entre a articulação metacarpo-falangeana e a coroa do casco;
14. Comprimento da quartela posterior - distância entre a articulação metatarso-falangeana e a coroa do casco;
15. Comprimento da coxa - distância entre a articulação coxo-femoral e a soldra (patela);
16. Comprimento da perna - distância entre a soldra e a articulação tíbio-tarso-metatarsiana;
17. Comprimento da canela anterior - distância entre as articulações rádio-carpo-metacarpiana e metacarpo-falangeana;
18. Comprimento da canela posterior - distância entre as articulações tíbio-tarso-metatarsiana e metatarso-falangeana;
19. Comprimento do braço - distância entre as articulações escápulo-umeral e umerorradial;
20. Largura da cabeça- distância entre as articulações temporomandibular direita e esquerda (região da fonte direita e esquerda);
21. Largura da garupa - distância entre as extremidades laterais das tuberosidades ilíacas direita e esquerda (região das ancas direita e esquerda);
22. Largura do peito - distância entre as bordas laterais das articulações escápulo-umeral direita e esquerda.
23. Perímetro torácico - circunferência tomada no final da cernelha até a passagem da cilha ou parte côncava do esterno;
24. Perímetro da canela anterior - circunferência tomada no terço médio do osso metacarpo esquerdo;

25. Perímetro da canela posterior - circunferência tomada no terço médio do osso metatarso esquerdo;
26. Perímetro pélvico – circunferência tomada no ponto do lombo e até passagem pela soldra;
27. Ângulo escápulo-solo - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação escápulo-umeral, a haste contendo o transferidor foi colocada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel foi posicionada na direção do meio da cernelha;
28. Ângulo escápulo-umeral - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação escápulo-umeral e a haste contendo o transferidor foi colocado na direção do raio ósseo do úmero-, enquanto a haste móvel foi posicionada na direção do meio da cernelha;
29. Ângulo umerorradial- O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação umerorradial, a haste móvel foi posicionada paralela à face lateral do antebraço de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste com transferidor foi posicionada paralelamente ao braço em direção à articulação escápulo-umeral;
30. Ângulo metacarpo-falangeano – O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação metacarpo-falangeana, a haste como transferidor foi posicionada paralela à face lateral da canela anterior de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste móvel pequena foi posicionada paralela à face lateral da quartela também seguindo seu raio ósseo;
31. Ângulo pelve-solo – O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação coxofemoral, a haste contendo o transferidor foi posicionada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel foi posicionada em direção ao centro da tuberosidade ilíaca;
32. Ângulo pelve-femoral – O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação coxofemoral, a haste com o transferidor foi colocada na direção do centro da tuberosidade ilíaca, enquanto a haste móvel foi colocada na direção da patela, acompanhando o eixo ósseo do fêmur;

33. Ângulo fêmur-tíbio-patelar - Para mensuração desse ângulo, o artrogoniômetro foi utilizado do lado inverso com a marcação dos ângulos voltada para o cavalo. O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação fêmur-tíbio-patelar, a haste contendo o transferidor foi colocada na direção da articulação coxo femoral, enquanto a haste móvel foi colocada na direção do centro da articulação tíbio-tarso-metatarsiana;

34. Ângulo tíbio-tarso-metatarsiano - O centro do artrogoniômetro foi posicionado no centro da articulação tíbio-tarso-metatarsiana, a haste contendo o transferidor foi colocada paralela à face lateral da perna acompanhando seu eixo ósseo, enquanto a haste móvel foi posicionada na face lateral da canela posterior, acompanhando seu raio ósseo.

35. Ângulo metatarso-falangeano - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação metatarso-falangeana, a haste como transferidor foi posicionada paralela à face lateral da canela posterior de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste móvel pequena foi posicionada paralela à face lateral da quartela também seguindo seu raio ósseo;

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2000), sendo a avaliação do dimorfismo sexual submetida ao teste SNK a 5% de probabilidade.

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os animais Quarto de Milha neste trabalho apresentaram-se brevilineos, ou seja, animais curtos. Verificou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os sexos apenas para as medidas lineares comprimento do dorso-lombo e o perímetro da canela anterior. As fêmeas apresentaram comprimento do dorso-lombo (6,58%) superior aos machos (Tabela 1).

Os valores encontrados, de 47,31 e 50,54 cm, em machos e fêmeas foram superiores ao observado por Cabral *et al.* (2004) em machos (44,2 cm) e fêmeas (47,0 cm) em animais Mangalarga Marchador; e Miserani *et al.* (2002) em animais Pantaneiro (44,47 cm), e foram inferiores aos

encontrados por Berbari Neto (2005), de 61,9 cm, em garanhões da raça Campolina. Santos (1981) afirmou que, 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 essa 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 à função como animal de esporte de velocidade, e nas fêmeas a superioridade se deve à maior musculatura e ao arqueamento das costelas favorecendo a função reprodutiva.

**TABELA 1.** Médias e coeficiente de variação (CV) das medidas lineares de animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada de acordo com o sexo.

Medida Linear(cm)	Sexo		Média Geral(cm)	CV(%)
	Fêmea	Macho		
antbC	38,03 <sup>a</sup>	38,51 <sup>a</sup>	38,37±0,02	4,98
caantC	18,93 <sup>a</sup>	19,20 <sup>a</sup>	19,12±0,01	5,62
quaantC	10,96 <sup>a</sup>	12,34 <sup>a</sup>	11,66±0,11	9,77
caposC	24,04 <sup>a</sup>	23,93 <sup>a</sup>	23,96±0,02	6,31
quaposC	10,25 <sup>a</sup>	10,40 <sup>a</sup>	21,46±1,10	6,08
cabC	55,25 <sup>a</sup>	55,24 <sup>a</sup>	55,24±0,03	5,59
pescC	60,25 <sup>a</sup>	61,26 <sup>a</sup>	60,96±0,04	7,32
dorC	50,64 <sup>a</sup>	47,31 <sup>b</sup>		7,29
garC	49,54 <sup>a</sup>	50,64 <sup>a</sup>	50,33±0,03	6,45
espC	54,29 <sup>a</sup>	54,88 <sup>a</sup>	54,51±0,03	4,89
brçC	32,64 <sup>a</sup>	33,76 <sup>a</sup>	33,39±0,03	10,41
cxC	42,75 <sup>a</sup>	41,50 <sup>a</sup>	42,94±0,10	7,84
cpC	149,60 <sup>a</sup>	149,34 <sup>a</sup>	149,52±0,04	2,70
pnC	49,50 <sup>a</sup>	48,63 <sup>a</sup>	48,82±0,02	5,01
perpvP	176,71 <sup>a</sup>	177,49 <sup>a</sup>	176,24±0,12	3,73
txP	183,50 <sup>a</sup>	182,10 <sup>a</sup>	182,50±0,11	6,02
caantP	19,64 <sup>b</sup>	20,26 <sup>a</sup>		3,73
caposP	22,25 <sup>a</sup>	22,61 <sup>a</sup>	22,51±0,01	4,35
cerAL	147,89 <sup>a</sup>	147,72 <sup>a</sup>	147,80±0,04	2,51
dorAL	141,57 <sup>a</sup>	141,53 <sup>a</sup>	141,58±0,04	2,67
cosAL	60,48 <sup>a</sup>	59,81 <sup>a</sup>	59,98±0,03	4,69
pelAL	49,25 <sup>a</sup>	49,53 <sup>a</sup>	49,91±0,04	12,66
garAL	150,00 <sup>a</sup>	149,94 <sup>a</sup>	149,16±0,09	2,13
cabL	21,75 <sup>a</sup>	22,17 <sup>a</sup>	22,00±0,01	5,54
peiL	44,39 <sup>a</sup>	44,42 <sup>a</sup>	44,41±0,02	5,46
garL	52,32 <sup>a</sup>	51,47 <sup>a</sup>	51,77±0,02	4,43

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).

antbC -comprimento antebraço, caantC- comprimento canela anterior, quaantC- comprimento quartela anterior, caposC- comprimento canela posterior, quaposC- comprimento quartela posterior, cabC- comprimento cabeça, pescC- comprimento pescoço, dorC- comprimento dorso, garC- comprimento garupa, espC- comprimento espádua, brçC- comprimento braço, cxC- comprimento coxa, cpC- comprimento corpo, pnC- comprimento perna, perpvP- perímetro pélvico, txP- perímetro tórax, caantP- perímetro canela anterior, caposP- perímetro canela posterior, cerAL- altura cernelha, dorAL- altura dorso, cosAL- altura costado, pelAL- altura pélvica(bainha), garAL- altura garupa, cabL- largura cabeça, peiL- largura peito, garL- largura garupa

O perímetro da canela está relacionado com a qualidade óssea do esqueleto e com a funcionalidade da região anatômica, determinando, juntamente com o perímetro torácico, a capacidade de carga do animal (BERBARI NETO, 2005). O perímetro da canela anterior do macho foi



3,2% superior ao da fêmea. Essa diferença pode ser explicada pelo dimorfismo sexual. Além disso, os machos são mais utilizados nas atividades esportivas e há necessidade de melhor estrutura óssea por ocasião do apoio dos bípedes anteriores do animal no solo quando cerca de 60 a 65% do peso do cavalo é suportado pelos membros anteriores (JONES, 1987).

Os valores neste trabalho, em machos (20,26 cm) e fêmeas (19,64 cm), foram superiores aos observados por Miserani *et al.* (2002), de 17,59 cm, em animais Pantaneiro; e Berbari Neto (2005) de 19,4 cm em garanhões da raça Campolina.

O comprimento do antebraço (38,51 e 38,03 cm) em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao constatado por Santiago (2013) em machos (41,40 cm) e fêmeas (41,11 cm) em animais Mangalarga Marchador. Direção vertical do antebraço proporciona bons aprumos, com boa base de sustentação. Conseqüentemente requer maior número de movimentos no mesmo intervalo de tempo e o cavalo trabalha mais, movendo mais rapidamente os membros anteriores para manter a velocidade, apesar de atingir a fadiga mais rapidamente (CAMARGO e CHIEFFI, 1971).

Comprimento do braço (33,76 e 32,64 cm) em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior ao relatado por Santiago (2013), de 29,89 e 29,04 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador. Um braço longo é importante tanto nos cavalos de corrida, como nos de sela e tração. Nos dois primeiros, para permitir movimentos amplos, e no terceiro para oferecer maior base de inserção aos músculos (FONTES, 1954 e NASCIMENTO, 1999).

Dentre as regiões constituintes do corpo do cavalo, as espáduas talvez sejam as mais críticas, devido à influência positiva ou negativa que exercem sobre as diversas fases da locomoção, estando intimamente relacionadas com a cernelha, o pescoço, o tórax e o dorso (JONES, 1987). Os animais Quarto de Milha avaliados tiveram comprimento da espádua (54,88 e 54,29 cm) em machos e fêmeas, respectivamente, sendo superiores aos valores reportados por Miserani *et al.* (2002), de 46,3 cm, em animais

Pantaneiro; e Santiago (2013), de 50,8 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador, respectivamente. No entanto, esses valores foram inferiores nos animais Campolina (59,2 cm) observados por Berbari Neto (2005). De acordo com Inglês *et al.* (2004), as espáduas devem ser longas, oblíquas, bem definidas, musculosas e de amplos movimentos. Essa morfologia favorece a amplitude das passadas dos membros anteriores. Espáduas curtas restringem a amplitude da passada. Um bom comprimento das espáduas está associado também a uma boa altura de costados e projeção de cernelha (VALE, 1984). A espádua oblíqua absorve melhor o impacto gerado pelo contato do casco com o solo, resultando em maior amortecimento e suavidade durante a locomoção (JONES, 1987).

O comprimento da canela anterior e posterior em machos, de 19,20 e 23,93 cm, e fêmeas, de 18,93 e 24,04 cm, respectivamente, foi inferior ao constatado por Santiago (2013) em machos (27,40 e 33,93 cm) e fêmeas (26,96 e 33,88 cm) em animais Mangalarga Marchador; e Godoi (2013), de 30,0 e 37,0 cm, em potros de 36 a 39 meses da raça Brasileiro de Hipismo, respectivamente. Segundo Jones (1987), a canela tem menos necessidade de ser mais comprida que o antebraço quando se busca velocidade. Como no joelho, a área da canela deve ter pouca deposição de tecido adiposo e conectivo, pois ambos, quando em excesso, tendem a interferir negativamente no movimento.

O comprimento da quartela anterior e posterior em machos (10,96 e 10,25 cm) e fêmeas (12,34 e 10,40 cm) foi inferior aos valores encontrados por Lage (2009), de 11,60 cm; por Santiago (2013), de 11,24 e 10,68 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador; e por Godoi (2013), de 12,0 cm, em potros de 36 a 39 meses da raça Brasileiro de Hipismo, respectivamente. Quartelas relativamente longas e oblíquas dispersam mais facilmente as forças da locomoção. Porém, quando excessivamente alongadas, necessitam de maior força para sua sustentação, sobrecarregando ligamentos e os sesamoides. Por outro lado, quartelas muito curtas e verticais

têm menor habilidade para absorver os impactos, resultando em andamentos ásperos (JONES, 1987).

O comprimento da cabeça (55,24 e 55,25 cm) em machos e fêmeas foi inferior ao relatado por Berbari Neto (2005), de 62,4 cm, em animais Campolina; e por Santiago (2013), de 57,4 e 57,6 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador, respectivamente. Todavia, foi superior ao dos animais Pantaneiro (53,7 cm) verificado por Miserani *et al.* (2002). E por outro lado, a largura de cabeça foi superior ao observado por Berbari Neto (2005), de 21,0 cm, em animais Campolina; por Santiago (2013), de 20,2 e 19,18 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador; e por Miserani *et al.* (2002), de 20,43 cm, em animais Pantaneiro. O comprimento, a largura e a forma da cabeça são itens importantes por conferirem expressão racial aos animais, além de demonstrar feminilidade na fêmea (GONÇALVES *et al.*, 2012). Em relação ao comprimento, cabeça mais comprida pesa à mão do equitador, desloca o centro de gravidade para frente e sobrecarrega os membros torácicos, tornando o animal sujeito a tropeçar com mais facilidade. A cabeça curta e proporcional constitui qualidade e beleza estética, principalmente quando ligada a um pescoço longo, uma vez que é fácil de ser conduzida e alivia os membros torácicos (FONTES, 1954; NASCIMENTO, 1999 e CID, 1999). Segundo Vale (1984), a cabeça deve ser de comprimento mediano. Se excessivamente curta, torna-se móvel e facilita o movimento dos anteriores, porém ao deslocar o centro de gravidade para trás predisporá a movimentos improgressivos. No Quarto de Milha se apresentando com cabeça menor, o animal tem melhor equilíbrio, facilitando os movimento de rotação.

O comprimento do pescoço (61,26 e 60,25 cm) foi inferior ao reportado por Berbari Neto (2005), de 67,2 cm, em animais da raça Campolina; Santiago (2013), de 67,0 e 65,9 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador; e Godoi (2013), de 64,0 cm, para animais da raça e Brasileiro Hipismo; e superior ao descrito por Miserani (2002), de 57,3 cm, em animais Pantaneiro.

Um cavalo de pescoço mais curto, geralmente, também apresenta espáduas curtas, terá um deslocamento curto dos membros anteriores, sendo menos apto para utilizar o membro anterior com versatilidade. Nos animais de pescoço excessivamente longo, os músculos tendem ao subdesenvolvimento, estando, desta forma, mais propensos à fadiga (ANDRADE, 2002).

Comprimento do corpo, de 149,34 e 149,60 cm, de machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao encontrado por Berbari Neto (2005), de 161,6 cm, em animais Campolina; por Godoi (2013), de 162,0 cm, em animais Brasileiro de Hipismo de 36 a 39 meses; Santiago (2013), de 154,0 e 155,0 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador; e Donofre (2014), de 154,50 cm, em animais Quarto de Milha de prova de três tambores. No entanto, foi superior ao relatado por Miserani *et al.* (2002), de 141,89 cm, em animais Pantaneiro. Os animais Quarto de Milha neste trabalho se apresentaram brevilineos comparados com os animais de outras raças e da mesma na literatura, mas com bastante musculatura de acordo com o padrão da raça.

Comprimento de perna, de 48,63 e 49,50 cm, de machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao verificado por Santiago (2013), de 57,70 e 56,23 cm, em animais Mangalarga Marchador; e Godoi (2013), de 54,0 cm, em animais Brasileiro Hipismo aos 36 a 39 meses. Pernas curtas resultam em limitação da velocidade, exigindo esforço em dobro e reduzindo o tempo de fadiga (NASCIMENTO, 1999).

A inclinação da perna está diretamente relacionada com a inclinação da garupa e inversamente proporcional à abertura do ângulo do jarrete. Como regra geral, perna mais vertical é favorável à velocidade, e mais oblíqua à força (NASCIMENTO, 1999). Nos animais Quarto de Milha, o comprimento de perna é longo, explicando, assim, um animal de velocidade.

Comprimento de coxa (41,50 e 42,75 cm) em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior ao observado por Santiago (2013), de 33,18 e 33,39 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador; mas inferior

ao constatado por Donofre (2014), de 48,72 cm, em animais Quarto de Milha de prova de três tambores. O comprimento e a inclinação da coxa são importantes para o comprimento da passada. Conforme Nascimento (1999), o ideal é que a coxa e a perna apresentem comprimento semelhante, resultando em um jarrete relativamente baixo. Para Nascimento (1999), se a coxa for muito curta, o jarrete será alto e os músculos da coxa curtos, inviabilizando uma passada ampla. A coxa é mais verticalizada no PSI e mais oblíqua no cavalo de tração. Aliás, aquela direção é favorável à velocidade e esta à força (NASCIMENTO, 1999).

O comprimento da garupa, de 50,64 e 49,54 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao descrito por Berbari Neto (2005), de 54,10 cm, em animais Campolina; e por Santiago (2013), de 55,5 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, da raça Mangalarga Marchador; entretanto, superior ao reportado por Miserani *et al.* (2002), de 44,92 cm, em animais Pantaneiro. De outro modo, na largura (51,47 e 52,32 cm) é inferior ao encontrado por Berbari Neto (2005), de 53,0 cm; e Santiago (2013), de 52,9 cm, em fêmea da raça Mangalarga Marchador. Todavia, esse valor foi superior ao observado por Santiago (2013), de 50,6 cm, em machos da raça Mangalarga Marchador; e Miserani *et al.* (2002), de 43,52 cm, em animais Pantaneiro. A altura da garupa (149,94 e 150,00 cm) foi inferior ao valor verificado por Berbari Neto (2005), de 158,7 cm, em animais Campolina; e superior ao encontrado por Santiago (2013), de 149,0 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, em animais Mangalarga Marchador; e por Miserani *et al.* (2002), de 138,51 cm, em animais Pantaneiro. Garupas compridas estão associadas a músculos longos, capazes de amplas contrações, facilitando a propulsão. Esta característica é especialmente desejável nos cavalos de corrida, salto e também nos marchadores nacionais. Uma garupa curta é tolerada somente nos cavalos de tração, porém nestes a falta de comprimento deve ser compensada por maior desenvolvimento muscular (FONTES, 1954 E NASCIMENTO, 1999).

Perímetro pélvico e altura pélvica nos animais Quarto de Milha são medidas importantes, visto que é uma região de grande musculatura obtendo maior força para impulsão na arrancada do animal.

Perímetro do tórax, de 182,10 e 183,50 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior ao encontrado por Miserani *et al.* (2002), de 160,61 cm, em animais Pantaneiro; e por Santiago (2013), de 173,0 e 178,0 cm, em machos e fêmea da raça Mangalarga Marchador. Contudo, esses valores foram semelhantes aos reportados por Berbari Neto (2005), de 183,0 cm, em animais Campolina. A capacidade torácica é medida pela profundidade, e, quanto maior for a amplitude do tórax e o arqueamento das costelas, maior será a área disponível para abrigar todo o sistema cardiorrespiratório do cavalo, favorecendo seu melhor funcionamento. A capacidade torácica é medida pela profundidade, e não pela largura do tórax. As costelas, sendo longas e bem arqueadas, indicam um perímetro torácico desejável (INGLÊS *et al.*, 2004). No Quarto de Milha, esse perímetro é explicado devido ao maior arqueamento das costelas, e na vaquejada o animal gasta muita energia em pouco tempo aumentando suas funções respiratórias.

O perímetro da canela posterior, de 22,61 a 22,65 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior ao descrito por Kurtz Filho *et al.* (2007), de 20,0 e 19,0 cm, em machos e fêmeas da raça Crioulos; e por Santiago (2013), de 33,93 e 33,88 cm, em Mangalarga Marchador. No entanto, esses valores foram inferiores aos encontrados por Cabral *et al.* (2004), de 19,7 e 19,0 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador aos 12 meses. O perímetro de canela deve ser largo para que haja boa implantação dos tendões, garantindo bom desenvolvimento muscular do aparato locomotor (VALE, 1984 e BARBOSA, 1993).

A altura da cernelha, de 147,72 e 147,89 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior à verificada por Berbari Neto (2005), de 159,4 cm, em animais Campolina; e por Santiago (2013), de 151,0 e 150,0 cm, para macho e fêmea da raça Mangalarga Marchador. Entretanto, esses

valores foram superiores aos constatados por Miserani *et al.* (2002) de (137,65 cm) em animais Pantaneiro; e por Kurtz Filho *et al.* (2007), de 143,0 e 142,0 cm, em machos e fêmeas da raça Crioulo. Em animais Quarto de Milha neste estudo, a altura da cernelha apresentou 0,67% menor que o sugerido pelo padrão da raça.

A altura do dorso, de 141,53 e 141,57 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior à encontrada por Miserani (2002), de 135,19 cm, em animais Pantaneiro; e por Santiago (2013), de 141,14 e 140,89 cm, em macho e fêmea da raça Mangalarga Marchador; mas foi inferior à observada por Berbari Neto (2005), de 151,4 cm, em animais Campolina.

A altura do costado, de 59,81 e 60,48 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior à constatada por Cabral (2004), de 67,0 e 67,0 cm; e por Santiago (2013), de 60,57 e 61,89 cm, em machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador respectivamente; e por Berbari Neto (2005), de 64,9 cm, em animais e Campolina. Todavia, foi superior ao observado por Miserani *et al.* (2002), de 58,42 cm, em animais Pantaneiro.

As proporções do peito, tanto na profundidade quanto na largura, são extremamente importantes, conferindo resistência ao equino (JONES, 1987). Região peitoral moderadamente larga e bem musculada indica pulmões, tórax e músculos bem desenvolvidos (NASCIMENTO, 1999). Nos animais Quarto de milha, a largura de peito, de 44,42 e 44,39 cm, em machos e fêmeas, respectivamente, foi superior aos valores encontrados na literatura para outras raças (MISERANI, 2002; CABRAL *et al.*, 2004; BERBARI NETO, 2005; SANTIAGO, 2013), os quais variaram de 32,01 a 41,9 cm em animais Pantaneiros, Mangalarga Marchador e Campolina. Isso se justifica pela maior necessidade de oxigenação em razão do maior esforço praticado nas várias provas esportivas desempenhadas pela raça.

Escápulas com maior inclinação apresentam maior área para inserção muscular e possibilitam maior flexibilidade e amplitude dos movimentos dos membros torácicos, além de incrementar os deslocamentos em altura desses. A verticalização da escápula associada a maior ângulo

escápulo-umeral dará menor avanço e conseqüentemente menor comprimento da passada, aliado a menor flexibilidade articular e concomitante redução do amortecimento dos atritos verticais (SIERRA *et al.*, 1998).

Verificou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os sexos apenas para a medida angular escápulo-umeral (TABELA 2). O ângulo escápulo-umeral nos machos pode estar associado com maior capacidade de impulsão. Os valores observados neste estudo foram inferiores aos encontrados por Santiago (2013), de 94,43 e 95,82 graus, em machos e fêmeas campeões da raça Mangalarga Marchador, mas superior aos de Ramires (2013) em fêmeas (80,21 graus) e machos (80,83 grau) da raça Quarto de Milha em prova de laço.

**TABELA 2.** Médias e Coeficiente de variação (CV) das angulações de animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada de acordo com o sexo.

Ângulos(grau)	Sexo		Média Geral	CV(%)
	Fêmea	Macho		
esA	62,86 <sup>a</sup>	61,70 <sup>a</sup>	62,04±5,03	8,11
euA	91,31 <sup>a</sup>	87,99 <sup>b</sup>		6,22
urA	112,83 <sup>a</sup>	111,84 <sup>a</sup>	112,48±7,32	5,23
mfA	139,28 <sup>a</sup>	140,64 <sup>a</sup>	139,91±8,13	5,14
psA	29,14 <sup>a</sup>	29,29 <sup>a</sup>	28,79±5,02	23,48
pfA	70,59 <sup>a</sup>	74,96 <sup>a</sup>	73,17±11,02	21,52
ftpA	59,14 <sup>a</sup>	61,87 <sup>a</sup>	84,50±9,58	22,32
ttmA	145,52 <sup>a</sup>	145,88 <sup>a</sup>	145,90±6,60	4,93
mfpA	146,79 <sup>a</sup>	148,59 <sup>a</sup>	148,01±6,82	4,11

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).  
 esA-ângulo escápulo-solo; euA-ângulo escápulo-umeral; urA-umerorrádial; mfA-ângulo metacarpo-falangeano; psA-ângulo pelve-solo; pfA-pelve-femur; ftpa-fêmur-tíbio-patelar; ttmA-tíbio-tarso-metartasiano; mfpA-metatarso-falangeano-posterior

O ângulo escápulo-solo nos machos (61,70 graus) e fêmeas (62,86 graus) foi superior ao constatado por Ramires *et al.* (2013) e Santiago (2013) em machos (54,66 e 58,94 graus) e fêmeas (56,76 e 60,80 graus) em animais Quarto de Milha em prova de laço e Mangalarga Marchador, respectivamente. De acordo com Camargo e Chieffi (1971), a variação do



ângulo escápulo-solo pode ser de 45 a 70 graus, sendo de 45 a 55 graus para animais de tração e sela, e acima de 55 graus nos equinos de corrida, em que uma boa angulação influencia no equilíbrio do animal, visto que quanto menor a angulação, menor a passada. Isso sugere que os animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada podem ser classificados como animais de corrida.

O ângulo umerorradial (112,83 e 111,84 graus) e ângulo metacarpo-falangeano (140,64 e 139,28 graus) em machos e fêmeas, respectivamente, foram inferiores aos ângulos observados por Lage *et al.* (2009), de 130,95, para o ângulo umerorradial; e por Santiago (2013), de machos (132,49 e 150,45 graus) e fêmeas (133,70 e 149,39 graus) em animais da raça Mangalarga Marchador. Por sua vez, Ramires *et al.* (2013) relatou valores superiores para o ângulo umerorradial (134,50 e 133,33 graus) e inferiores para o ângulo metacarpo-falangeano (137,50 e 138,14 graus) para machos e fêmeas em animais Quarto de Milha de laço. De acordo com Harris (1993), a inclinação da espádua determina a amplitude do movimento e o comprimento da passada. Uma espádua inclinada permite um movimento avante e para cima, característica importante, principalmente, nos cavalos de salto. Já uma espádua pouca inclinada restringe a amplitude do movimento e o comprimento da passada.

O ângulo pelve-solo (29,29 e 29,14 graus) em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao observado por Lage *et al.* (2009), de 53,3 graus, em animais Mangalarga Marchador; e por Ramires (2013), de 33,50 e 33,95 graus, para machos e fêmeas em Quarto de Milha de laço; porém, superior ao verificado por Santiago (2013), 28,48 e 28,40 graus, em machos e fêmeas campeões da raça Mangalarga Marchador. Segundo Camargo e Chieffi (1971), garupa inclinada, quando a orientação apresentar ângulos de 25 a 30 graus, acarreta inserção menos favorável dos músculos glúteos e ísquio-tibiais, prejudicando a extensão. Entretanto, há potencialização do impulso, quando o menor comprimento daqueles músculos é compensado

por seu maior volume. Essa pode ser a explicação para a maior propulsão no Quarto de Milha com maior desenvolvimento dos glúteos.

O ângulo pelve-fêmur (74,96 e 70,59 graus) em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior ao observado por Nascimento (1999) de (105,0 graus); Lage *et al.* (2009), de 138,7 graus; e Santiago (2013), de 94,84 e 97,17 graus, em machos e fêmeas campeões da raça Mangalarga Marchador respectivamente. Contudo, foi superior ao verificado por Ramires *et al.* (2013), de 45,66 e 48,76 graus, em machos e fêmeas da raça Quarto de Milha de laço. No Quarto de Milha, a coxa é mais inclinada, o que provoca maior propulsão nos membros posteriores e conseqüentemente maior explosão para arrancada na corrida.

O ângulo fêmur-tíbio-patelar (61,87 e 59,14 graus) em machos e fêmeas, respectivamente, foi inferior aos valores observados por Nascimento (1999), ABCCMM (2005), Lage *et al.* (2009) que variaram de 120,6 a 153,6 graus em animais Mangalarga Marchador; e por Ramires *et al.* (2013), de 141,16 e 143,95 graus, em machos e fêmeas da raça Quarto de Milha de laço. Isso ocorre porque quanto menor o ângulo fêmur-tíbio-patelar, melhor flexão dos jarretes, o que facilita a maior propulsão dos membros pélvicos e melhor flexibilidade para as paradas brusca dos animais Quarto de milha.

O ângulo tíbio-tarso-metartasiano foi inferior ao dos animais Mangalarga Marchador e Quarto de Milha de laço constatado por Nascimento (1999), ABCCMM (2005), Lage *et al.* (2009) e Ramires *et al.* (2013). De acordo com Nascimento (1999), o ângulo do jarrete oscila entre 140 e 160 graus, sendo maior nos cavalos de corrida, marchadores e Quarto de Milha, e menor no tipo tração. Quando fechado, ou seja, inferior a 140 graus, o ângulo tíbio-tarso-metatarsiano é impróprio tanto para cavalo de corrida como para os marchadores, e tolerável nos tipos tração leve e pesada.

O ângulo metatarso-falangeano foi superior ao metacarpo-falangeano. Isso possivelmente ocorre para favorecer a propulsão pelos membros posteriores quando da partida, e nos membros anteriores, suportar o maior peso do animal Quarto de Milha.

#### **4 - CONCLUSÕES**

Animais da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejadas possuem medidas lineares e angulares semelhantes entre os sexos, exceto para o comprimento do dorso-lombo que foi superior nas fêmeas, favorecendo a reprodução; o perímetro da canela anterior superior nos machos por serem mais utilizados em provas de esporte; e para o ângulo escápulo-umeral superior nas fêmeas, por terem maior inserção muscular e flexibilidade nos movimentos.

Apesar das pequenas diferenças das variáveis entre os sexos, os animais devem ser selecionados conforme a sua finalidade tanto para o esporte ou para reprodução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABQM. **Associação brasileira dos criadores de cavalos Quarto de Milha** [2013]. Disponível em:  
<[http://portalabqm.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234%3Aaqualidade-da-raca&catid=28%3Aa-raca&Itemid=3](http://portalabqm.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=234%3Aaqualidade-da-raca&catid=28%3Aa-raca&Itemid=3)> Acesso em:  
22 nov. 2014.

ABQM. **Anuário Quarto de Milha**. São Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Quarto de Milha, 2002. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DO CAVALO MANGALARGA MARCHADOR – ABCCMM. **Primeiro relatório do projeto de avaliação morfométrica em cavalos da raça Mangalarga Marchador (“TrueType”) da ABCCMM**. Belo Horizonte, 2005.

ANDRADE, L. S. **Manual do julgamento de equinos**. Conformação versus Função. 1ª ed. Belo Horizonte: Equicenter Publicações, 2002. 114 p.

BARBOSA, C. G. **Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador – Uma abordagem multivariada**. 1993. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.

BERBARI NETO, F. **Evolução de medidas lineares e avaliação de índices morfométricos em garanhões da raça Campolina**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2005.

CABRAL, G. C.; ALMEIDA, F. Q.; QUIRINO, C. R. Avaliação morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p.1798-1805, 2004.

CAMARGO, M. X.; CHIEFFI, A. **Ezoognózia**. São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1971. 320 p.

CID, P. S. Hipologia. **O Exterior do Cavallo**. Lisboa: MG editores, 1999. 116 p.

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**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 327-332, 2014.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.

FONTES, L. R. **Exterior, raças e julgamento dos animais domésticos**. Belo Horizonte: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1954. 126 p.

GODOI, F. N. *et al.* Morfologia de potros da raça Brasileiro de Hipismo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 736-742, 2013.

GONÇALVES, R.W. *et al.* Efeito da endogamia sobre características morfométricas em cavalos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 419-426, 2012.

HARRIS, S. E. **Horsegaits, balance and movement**. New York: Howell Book House, 1993. 178 p.

INGLÊS, F. P. L. D.; VIANNA, S. A. B.; PROCÓPIO A. M. **Padrão Racial Comentado do Cavalo Campolina**. Belo Horizonte: Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina, 2004.

JONES, W. E. **Genética e Criação de Cavalos**. São Paulo: Roca, 1987. 666 p.

KURTZ FILHO, M.; LÖF, H. K. Biometria de equinos da raça Crioula no Brasil. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 12, n.1, p. 47- 51, 2007.

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

MISERANI, M. G. *et al.* Avaliação dos Fatores que Influem nas Medidas Lineares do Cavallo Pantaneiro. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, p. 335-341, 2002.

NASCIMENTO, J. F. **Mangalarga marchador**: tratado morfofuncional. Belo Horizonte: ABCCMM, 1999. 577 p.

RAMIRES, G. G. *et al.* **Medidas angulares de equinos da raça quarto de milha utilizados em provas de laço comprido**. In: SIMPÓSIO RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICO DO PANTANAL, 6., 2013, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013.

SANTIAGO, J. M. *et al.* Correlações fenotípicas entre medidas morfométricas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012.

SANTIAGO, J. M. **Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador**. 2013. 110 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SANTOS, R. F. **O cavalo de sela brasileiro e outros equídeos**. Botucatu: Editora Varela, 1981. 288 p.

SIERRA, G. F.; VALERA, M.; ALCALÁ, A. M. La valoración morfológica lineal em El caballo de Pura RazaEspañola. **Avances Em Alimentacion y Mejora animal**, Madri, v. 38, p.7-10, 1998.

VALE R. C. **O Exterior do Cavallo**. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole, 1984. 96 p.

XAVIER, I. L. G. de S. **Detecção de enfermidades do aparelho locomotor através do exame físico em equinos de vaquejada**. 2002. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

## **CAPITULO II**

### **ANÁLISE MULTIVARIADA DAS MEDIDAS LINEARES E ANGULARES EM ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA DE VAQUEJADA**

## RESUMO

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Análise multivariada de Medidas lineares e angulares em animais da raça Quarto de Milha de vaquejada.** 2015. Capítulo II. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>5</sup>.

A estatística multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais as várias variáveis são medidas, simultaneamente, em cada elemento amostral. Objetivou-se com este trabalho avaliar as medidas morfométricas de animais da raça Quarto de Milha utilizando análises multivariadas visando à identificação das medidas lineares e angulares que mais contribuem para a variação fenotípica da raça. Foram mensurados 98 animais, sendo 69 machos e 29 fêmeas. As informações coletadas foram 27 medidas lineares e 9 angulares. Para obtenção dos componentes principais e da análise fatorial, utilizaram-se o procedimento PRINCOMP e PROC FATOR do pacote estatístico SAS (2002), para as medidas lineares e angulares. Na avaliação de medidas lineares e angulares de machos e fêmeas, foram necessários oito e quatro e seis e três componentes principais respectivamente para explicar um percentual mínimo de 66,94% e 64,71% e 67,56% e 60,14% da variação total existentes. Na análise fatorial das medidas lineares, os fatores nos machos foram denominados de estrutura, proporção, fragilidade óssea e rendimento e as fêmeas foram estrutura, fraqueza, impulso e equilíbrio. Nas medidas angulares, os fatores nos machos foram rendimento e impulso, nas fêmeas foram semelhantes, o que diferenciou foi o fator denominado agilidade. A análise de componentes principais foi eficiente para determinar a importância relativa das variáveis estudadas, e a partir dessa informação poderá direcionar a seleção do animal para obter no esporte o melhor desempenho na pista. A análise de componentes principais foi eficiente para reduzir o número de medidas lineares e angulares para avaliação morfométricas de fêmeas e machos da raça Quarto de Milha para vaquejada. A análise fatorial também foi eficiente para agrupar as medidas lineares e angulares, facilitando a melhor visualização dos fatores que sobressaíram sobre os demais.

**Palavras-chave:** fêmea, combinação linear, vaquejada

---

<sup>5</sup> **Comitê de Orientação:** Profa. Dra. Maria Dulcineia da Costa - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dra. Mary Ana Petersen Rodriguez - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora).



## ABSTRACT

MENESES, Anielle Cristina Alves. Multivariate analysis of linear and angular measurements in Quarter Horse of 'vaquejada'. 2015. Chapter II. 99 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>6</sup>.

Multivariate statistic consists of a set of statistical methods used in situations in which several variables are measured simultaneously, in each sample element. The objective of this study was to evaluate the morphometric measurements of Quarter Horse using multivariate analysis in order to identify the linear and angular measures that more contribute to the phenotypic variation of the breed. We measured 98 animals, being 69 males and 29 females. The collected information were 27 linear and 9 angle measurements. To obtain the principal components and factor analysis, the PRINCOMP procedure and PROC FACTOR from statistical package SAS (2002) were used, for linear and angular measurements. In the evaluation of linear and angular measurements of males and females it took eight and four, six and three principal components respectively for explaining a minimum percentage of 66.94% and 64.71% and 67.56% and 60.14% of the existing variation total. In factorial analysis of linear measures, the factors in males were called structure, proportion, bone fragility and yield and in females were structure, weakness, impulsion and balance. In the angular measurements factors in males were named yield and impulsion, in females were similar, except for the factor called agility. The principal components analysis was efficient to determine the relative importance of the variables studied, and from that information can direct the animal selection for the best performance on track sport. The principal components analysis was efficient to reduce the number of linear and angular measurements for morphometric evaluation of females and males of the Quarter Horse for 'vaquejada'. Factor analysis was also efficient to group the linear and angular measures improving view of the factors that stood out over the others.

**Key words:** female, linear combination, vaquejada

---

<sup>6</sup> **Guidance committee:** Prof. DSc. Maria Dulcineia da Costa – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc Mary Ana Petersen Rodriguez – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser)

## 1 - INTRODUÇÃO

Avaliação da morfologia vai além do exterior do animal, e desempenha papel fundamental na produção do cavalo. Embora pesquisas morfométricas em algumas espécies tenham cedido espaço a estudos de produtividade, nos equinos, a perfeição das características morfológicas está intrinsecamente relacionada à sua função (BARBOSA, 1993).

A avaliação morfométrica é muito utilizada na escolha de equinos, especialmente para realizarem movimentos (MAWDSLEY *et al.*, 1996; GODOI *et al.*, 2013). Todavia, apesar da relevância do assunto, estudos sobre a conformação corporal e o equilíbrio de equinos competidores de modalidades esportivas são raramente encontrados na literatura.

Considerado o cavalo mais versátil do mundo, o Quarto de Milha tornou-se nos últimos anos uma das principais raças dentro do mercado brasileiro de equinos. Esses animais são adaptáveis às mais diversas modalidades esportivas, com merecido destaque às provas de velocidade, como as de vaquejadas (DONOFRE, 2014).

A estatística multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais as várias variáveis são medidas, simultaneamente, em cada elemento amostral. Em geral, as variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis, mais complexa torna-se a análise por métodos comuns de estatística univariada. As análises de Componentes Principais e Fatorial são métodos de estatística multivariada que consistem em técnicas exploratórias de sintetização (ou simplificação) da estrutura de variabilidade dos dados.

A análise de componentes principais (ACP) tem sido útil na elucidação das relações estruturais entre as medidas corporais dos animais e no descarte de variáveis, possibilitando eliminar informações redundantes, em decorrência da correlação com outras variáveis presentes na análise. Outra característica da técnica é que pode ser utilizada nas situações em que

não há repetição de dados, isto é, pode ser aplicada mesmo quando os dados não são provenientes de delineamentos experimentais (REGAZZI, 2002).

A ACP consiste em transformar um conjunto original de variáveis (por exemplo: altura, largura, produção, etc.) em outro conjunto de dimensão equivalente, mas com propriedades importantes e de grande interesse em certos estudos de melhoramento genético. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, mas, diferentemente destas, os componentes são independentes entre si, ou seja, não correlacionados e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos de variação total da amostra. Essa técnica tem a vantagem de possibilitar a avaliação da importância de cada caráter estudado sobre a variação total disponível entre os indivíduos avaliados. O interesse nesta avaliação reside na possibilidade de se descartarem caracteres que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado, reduzindo, dessa forma, mão de obra, tempo e custos (CRUZ *et al.*, 2004).

A análise fatorial tem como principal propósito avaliar as relações entre as variáveis observadas em função dos fatores, os quais são variáveis aleatórias latentes não observáveis. As variáveis são agrupadas de forma que dentro de cada fator apresentem alta correlação com algumas medidas, mas relativamente menores correlações com variáveis agrupadas em outros fatores. Os fatores possuem coeficientes que os associam às diferentes variáveis originais, os pesos fatoriais, medindo, dessa forma, a correlação da variável original com o fator considerado (RIBEIRO Jr., 2001).

A diferença entre a ACP e Análise Fatorial reside no fato de que a ACP é uma técnica geral para redução da dimensionalidade por meio de eliminação de componentes cuja variância é negligenciável enquanto o aspecto mais importante na análise fatorial é estimar os pesos fatoriais e a variância específica e agrupá-los de acordo com a correlação entre eles (KHATTREE e NAIK, 2000).

Em pesquisas com equinos, a utilização da análise de componentes principais foi observada em estudos morfométricos, como o de García *et al.*

(1987) em equinos da raça Árabe; Barbosa (1993), em equinos da raça Mangalarga Marchador; Miserani *et al.* (2002), em equinos da raça Pantaneira; Pinto *et al.* (2005) e Costa *et al.* (2005), em equinos da raça Mangalarga Marchador; e Berbari Neto (2009), em animais da raça Campolina. Nesses estudos, os autores verificaram redução do número de variáveis após o uso da análise de componentes principais. Portanto, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar as medidas morfométricas de animais da raça Quarto de Milha utilizando as análises multivariadas de Componentes Principais e Análises Fatoriais visando à identificação e o agrupamento das medidas lineares e angulares que mais contribuem para a variação fenotípica da raça.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

Foram coletadas 27 medidas lineares e 9 medidas angulares de 98 animais, sendo 69 machos e 29 fêmeas da raça Quarto de Milha, puros e mestiços com idade variando de 2,5 a 12 anos, participantes da Vaquejada do Grotão da Saudade no município de Verdelândia, Norte de Minas Gerais, no período de 21 a 25 de maio de 2013. As medidas foram obtidas utilizando-se um hipômetro, duas fitas métricas e um artrogoniômetro. As mensurações foram realizadas com os animais em estação forçada seguindo a metodologia utilizada por Santiago (2013).

1. Altura na cernelha - foi tomada colocando-se as extremidades do bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica, horizontalmente sobre a cernelha, no ponto mais alto desta, compreendido entre a borda superior das duas espáduas;
2. Altura na garupa - foi obtida colocando-se o bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica sobre a parte central e mais alta da região sacra, compreendida entre os ângulos internos dos ossos ilíacos;

3. Altura no dorso - distância vertical entre o final da cernelha (processo espinhoso T8) e o solo;
4. Altura do costado - distância vertical entre o final da cernelha (processo espinhoso T8) e o esterno (cilhadouro);
5. Altura do perímetro pélvico (bainha) – distância vertical entre o lombo (6<sup>a</sup> vértebra lombar) e a soldra
6. Comprimento da cabeça - distância entre a extremidade proximal da cabeça, crista nugal, e a parte medial ou central da arcada incisiva superior (ponta do focinho);
7. Comprimento do pescoço - distância entre a extremidade cranial do arco dorsal do atlas e o terço médio da borda cranial da escápula;
8. Comprimento do dorso-lombo - distância entre o final da cernelha, processo espinhoso da 8<sup>a</sup> vértebra torácica, e a tuberosidade ilíaca;
9. Comprimento da garupa - distância que vai do ângulo externo do íleo ou ponta da anca ao ângulo posterior ou externo do ísquio (ponta da nádega);
10. Comprimento da espádua - distância entre a borda dorsal da cartilagem escapular e o centro da articulação escápulo-umeral (ponta da espádua);
11. Comprimento do corpo - distância que vai da ponta da espádua à ponta do ísquio, tomada fixando-se o braço da haste metálica na articulação escápulo-umeral e fazendo-se correr da outra extremidade do bastão até tocar a ponta da nádega (ângulo posterior ou externo do íleo);
12. Comprimento do antebraço - distância entre as articulações umerorradial e rádio-carpo-metacarpiana;
13. Comprimento da quartela anterior - distância entre a articulação metacarpo-falangeana e a coroa do casco;
14. Comprimento da quartela posterior - distância entre a articulação metatarso-falangeana e a coroa do casco;
15. Comprimento da coxa - distância entre a articulação coxo-femoral e a soldra (patela);
16. Comprimento da perna - distância entre a soldra e a articulação tíbio-tarso-metatarsiana;

17. Comprimento da canela anterior - distância entre as articulações rádio-carpo-metacarpiana e metacarpo-falangeana;
18. Comprimento da canela posterior - distância entre as articulações tíbio-tarso-metatarsiana e metatarso-falangeana;
19. Comprimento do braço - distância entre as articulações escápulo-umeral e umerorradial;
20. Largura da cabeça - distância entre as articulações temporomandibular direita e esquerda (região da fonte direita e esquerda);
21. Largura da garupa - distância entre as extremidades laterais das tuberosidades ilíacas direita e esquerda (região das ancas direita e esquerda);
22. Largura do peito - distância entre as bordas laterais das articulações escápulo-umeral direita e esquerda;
23. Perímetro torácico - circunferência tomada no final da cernelha até a passagem da cilha ou parte côncava do esterno
24. Perímetro da canela anterior - circunferência tomada no terço médio do osso metacarpo esquerdo;
25. Perímetro da canela posterior - circunferência tomada no terço médio do osso metatarso esquerdo;
26. Perímetro pélvico – circunferência tomada no ponto do lombo até passagem pela soldra;
27. Peso - Com fita de circunferência utilizada para medir perímetro tórax;
28. Ângulo escápulo-solo - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação escápulo-umeral, a haste contendo o transferidor foi colocada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel foi posicionada na direção do meio da cernelha;
29. Ângulo escápulo-umeral - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação escápulo-umeral e a haste contendo o transferidor foi colocada na direção do raio ósseo do úmero-, enquanto a haste móvel foi posicionada na direção do meio da cernelha;
30. Ângulo umerorradial - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação umerorradial, a haste móvel foi posicionada paralela à face

lateral do antebraço de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste com transferidor foi posicionada paralelamente ao braço em direção à articulação escápulo-umeral;

31. Ângulo metacarpo-falangeano - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação metacarpo-falangeana, a haste com o transferidor foi posicionada paralela à face lateral da canela anterior de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste móvel pequena foi posicionada paralela à face lateral da quartela também seguindo seu raio ósseo;

32. Ângulo pelve-solo - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação coxofemoral, a haste contendo o transferidor foi posicionada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel foi posicionada em direção ao centro da tuberosidade ilíaca;

33. Ângulo pelve-femoral - O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação coxofemoral, a haste com o transferidor foi colocada na direção do centro da tuberosidade ilíaca, enquanto a haste móvel foi colocada na direção da patela, acompanhando o eixo ósseo do fêmur;

34. Ângulo fêmur-tíbio-patelar - Para mensuração desse ângulo, o artrogoniômetro foi utilizado do lado inverso com a marcação dos ângulos voltada para o cavalo. O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação fêmur-tíbio-patelar, a haste contendo o transferidor foi colocada na direção da articulação coxofemoral, enquanto a haste móvel foi colocada na direção do centro da articulação tíbio-tarso-metatarsiana;

35. Ângulo tíbio-tarso-metatarsiano - O centro do artrogoniômetro foi posicionado no centro da articulação tíbio-tarso-metatarsiana, a haste contendo o transferidor foi colocada paralela à face lateral da perna acompanhando seu eixo ósseo, enquanto a haste móvel foi posicionada na face lateral da canela posterior, acompanhando seu raio ósseo.

36. Ângulo metatarso-falangeano posterior – O centro do artrogoniômetro foi posicionado na articulação metatarso-falangeana, a haste como transferidor foi posicionada paralela à face lateral da canela posterior de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste móvel pequena foi

posicionada paralela à face lateral da quartela também seguindo seu raio ósseo;

Para obtenção dos componentes principais e da análise fatorial, utilizaram-se os procedimentos PRINCOMP e PROC FATOR do pacote estatístico SAS (2000), para as medidas lineares e angulares em conjunto, sendo as variáveis separadas por sexo cujo ponto de partida da correlação principal foi a matriz de correlação, sendo as variáveis padronizadas com média zero e variância igual a um. Optou-se pela utilização de uma matriz de correlação em vez de uma matriz de covariância para amenizar possíveis discrepâncias acentuadas entre as variâncias e permitir as comparações entre os autovetores em um componente. A solução, utilizando-se a matriz de correlação, é recomendada quando as variáveis são medidas em escalas muito diferentes entre si, pois essa matriz é equivalente à matriz das variáveis padronizadas (JOHNSON e WICHERN, 1992), visto que as características lineares e angulares analisadas constam de avaliações métricas e angulares.

Regazzi (2002) considera que a variável que apresentar o maior coeficiente em valor absoluto no componente principal de menor autovalor (menor variância) deverá ser menos importante para explicar a variância total e, portanto, passível de descarte. Assim, o processo de descarte consistiu em considerar o componente correspondente a menor variância e rejeitar a variável associada ao maior coeficiente de ponderação (em valor absoluto). Então, o próximo menor componente foi avaliado. Esse processo continuou até que o componente associado ao autovalor inferior a 0,7 fosse considerado. A razão para isso é que variáveis altamente correlacionadas aos componentes principais de menor variância representam variação praticamente insignificante.

Para análise fatorial, o ponto de partida foi a matriz de correlação em que procedimento de rotação varimax foi o modelo adotado para a rotação dos fatores, que é recomendado sempre que existe dificuldade em interpretar os fatores. A rotação consiste em transformar os fatores iniciais de forma que



fiquem oblíquos ou ortogonais, simplificando a estrutura dos fatores. Conforme Khattree e Naik (2000), esse modelo apresenta a vantagem de tornar os fatores independentes. O número de fatores extraídos foi estabelecido em função do critério da variância. Estabeleceu-se um percentual mínimo de 70% da variância total a ser explicada como determinante do número de fatores a ser considerado. O significado dos fatores foi estabelecido de acordo com os pesos fatoriais das variáveis em cada fator. Foram considerados como significativos intermediários os pesos fatoriais maiores que  $\pm 0,30$  e, como muito significativos, os pesos maiores que  $\pm 0,50$ .

### **3 - RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.1 - Análise de Componente Principal**

Na avaliação das medidas lineares de machos, foram necessários oito componentes principais para explicar um percentual mínimo de 66,94% da variação total existente, reduzindo o número de variáveis de vinte e sete para oito de acordo com a (Tabela 1).

**TABELA 1** - Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométricas lineares de machos.

<b>Componentes principais</b>	<b><math>\lambda_i</math></b>	<b>%VCP</b>	<b>%VCP (acumulada)</b>
<b>CP1</b>	5,72312774	21,20	21,20
<b>CP2</b>	2,63562607	9,76	30,96
<b>CP3</b>	2,15150981	7,97	38,93
<b>CP4</b>	1,76179059	6,53	45,45
<b>CP5</b>	1,70523162	6,32	51,77
<b>CP6</b>	1,45684853	5,40	57,16
<b>CP7</b>	1,42144740	5,26	62,43
<b>CP8</b>	1,21718219	4,51	66,94
<b>CP9</b>	1,09788826	4,07	71,00
<b>CP10</b>	0,95676677	3,54	74,55
<b>CP11</b>	0,82425022	3,05	77,60
<b>CP12</b>	0,78005365	2,89	80,49
<b>CP13</b>	0,72205555	2,67	83,16
<b>CP14</b>	0,61900407	2,29	85,45
<b>CP15</b>	0,56915672	2,11	87,56
<b>CP16</b>	0,56299269	2,09	89,65
<b>CP17</b>	0,46166389	1,71	91,36
<b>CP18</b>	0,44017208	1,63	92,99
<b>CP19</b>	0,40035492	1,48	94,47
<b>CP20</b>	0,28831393	1,07	95,54
<b>CP21</b>	0,26580342	0,98	96,52
<b>CP22</b>	0,24780460	0,92	97,44
<b>CP23</b>	0,20319912	0,75	98,19
<b>CP24</b>	0,16848561	0,62	98,82
<b>CP25</b>	0,13926015	0,52	99,33
<b>CP26</b>	0,11190433	0,41	99,75
<b>CP27</b>	0,06810608	0,25	100

Observa-se que os dois componentes principais, que são os mais importantes, responderam por aproximadamente 30,96% da variância total. Observa-se que a partir do nono componente principal (CP9) esta contribuição dos componentes principais para a variância total diminui de forma gradativa atingindo valores ínfimos. A literatura recomenda a utilização dos componentes principais que somados alcancem em torno de 70,0% da variância total (JOLLIFFE, 1972). Portanto, pode-se rejeitar

aqueles componentes principais com menor percentual de variância, isto é, a partir do CP9.

Quando se analisou as variáveis de maior importância dentro dos oitos componentes principais (Tabela 2), verificou-se que no componente principal um (CP1) as variáveis que mais contribuíram foram altura na cernelha, altura no dorso, e altura na garupa apresentando maiores coeficientes. As demais variáveis podem ser descartadas, pois apresentaram contribuições menores. O autovetor do primeiro componente principal de machos apresentou coeficiente de ponderação negativo para duas variáveis, comprimento da quartela anterior e largura da cabeça, indicando associação negativa com as outras variáveis e, de acordo com Barbosa (1993), pode ser considerado como variação da forma. Para o componente principal dois (CP2), as variáveis que mais contribuíram foram comprimento da cabeça, largura de peito e largura de garupa apresentando maiores valores de contribuição. As demais variáveis podem ser descartadas, uma vez que apresentaram contribuições menores. O autovetor do segundo componente principal de machos apresentou coeficiente de ponderação negativo para nove variáveis como comprimento do antebraço, comprimento da canela anterior, comprimento da canela posterior, comprimento do pescoço, comprimento da espádua, comprimento da perna, altura na cernelha, altura no dorso e altura na garupa, componentes que também são variação de forma.

**TABELA 2** – Coeficientes de características morfométricas lineares de machos da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem maior importância.

Variáveis	Coeficientes							
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
AntbC	0,18648	-0,20566	0,1219	0,215087	0,31727	0,092025	-0,14331	-0,111246
caantC	0,16763	-0,13565	0,3155	0,063668	-0,14718	0,131117	-0,29976	-0,011102
quaantC	-0,1319	0,21301	0,0885	0,122334	0,18634	0,131117	-0,01683	-0,161251
caposC	0,24217	-0,19748	-0,0124	-0,071156	-0,00654	-0,464051	-0,01814	-0,084206
quapostC	0,12935	0,11500	0,3706	-0,240709	-0,16065	0,275686	0,02947	0,284462
cabC	0,04118	<b>0,29668</b>	-0,1414	0,169436	0,22266	-0,020460	0,32958	0,271980
pescC	0,13567	-0,11869	0,0067	0,241005	0,37650	0,065686	0,12821	-0,055254
dorC	0,01987	0,36772	-0,0886	0,171621	-0,31794	-0,221947	-0,00874	0,249276
garC	0,14643	0,14889	0,2206	-0,187978	-0,16155	0,049450	-0,01826	0,176847
espC	0,24917	-0,00170	0,1355	-0,048455	-0,12968	-0,150931	0,37518	0,197445
brçC	0,03776	0,20976	0,2237	-0,011708	0,35431	-0,230184	-0,37061	0,277608
cxC	0,14228	0,24388	0,2282	0,122494	-0,14835	0,096523	-0,12099	-0,228027
CpC	0,18524	0,08486	-0,1532	0,376324	-0,06563	0,167329	-0,24769	0,128615
pnC	0,13976	-0,20585	0,0921	0,388017	-0,01819	0,098697	0,27521	0,169905
perpvP	0,26360	0,11325	-0,1284	-0,158891	0,08608	0,009289	0,13043	-0,316989
txP	0,14840	0,17146	-0,0495	-0,364473	0,26499	-0,114480	0,06636	-0,079118
caantP	0,22602	0,02870	0,0567	-0,296225	0,20127	-0,146010	0,15829	0,145542
caposP	0,23158	0,00230	-0,1494	-0,155027	0,12107	0,295735	0,09104	-0,102349
psP	0,25350	0,14025	0,1879	-0,122708	-0,10584	0,424215	-0,08164	-0,302971
cerAL	<b>0,34288</b>	-0,16825	-0,0320	-0,026203	-0,10643	-0,133763	-0,02691	0,120712
dorAL	<b>0,31244</b>	-0,14498	-0,0583	0,077785	0,03491	-0,208810	-0,04789	0,103493
cosAL	0,19677	0,21298	-0,2475	0,117233	-0,05030	-0,035441	-0,18090	-0,200953
baiAL	0,10972	0,14819	-0,4817	-0,026145	-0,28920	-0,039191	-0,04275	-0,062546
garAL	<b>0,32472</b>	-0,15589	-0,0414	0,142884	-0,14884	-0,061851	0,04653	-0,027120
cabL	-0,0713	0,11445	0,1985	0,178039	-0,09169	0,272351	0,44908	-0,167301
peiL	0,06618	<b>0,29871</b>	0,2906	0,200785	0,01468	0,058909	0,13877	-0,346623
garL	0,15308	<b>0,35080</b>	-0,0884	0,109301	0,23669	0,044886	-0,10330	0,202371

antbC = comprimento antebraço; caantC = comprimento da canela anterior; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC = comprimento da cabeça; pescC = comprimento do pescoço; dorC = comprimento do dorso; garC = comprimento do garupa; espC = comprimento da espádua; brçC = comprimento do braço; cxC = comprimento da coxa; cpC = comprimento do corpo; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; txP = perímetro do tórax; caantP = perímetro canela anterior; caposP = perímetro da canela posterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; dorAL = altura do dorso; cosAL = altura do costado; perpv( bai)AL = altura da bainha(pélvica); garAL = altura da garupa; cabL = largura da cabeça; : peiL largura do peito; garL = largura da garupa;

Em uma segunda análise, foram eliminadas do arquivo aquelas variáveis com contribuição abaixo de 0,20 com o objetivo de melhorar a visualização das inter-relações das variáveis analisadas. Observou-se que, nos machos, os oito componentes principais da primeira análise foram reduzidos para seis com 66,13% da variação total e os dois componentes principais foram responsáveis por 37,71% da variação total (Tabela 3), havendo redução de vinte e sete medidas lineares para dezoito medidas.

**TABELA 3** - Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométricas lineares de machos reduzidos.

<b>Componentes principais</b>	<b><math>\lambda_i</math></b>	<b>%VCP</b>	<b>%VCP (acumulada)</b>
CP1	4,40828657	24.49	24.49
CP2	2,37867451	13.21	37.71
CP3	1,50688600	8.37	46.08
CP4	1,30401488	7.24	53.32
CP5	1,23484323	6.86	60.18
CP6	1,07008212	5.94	66.13
CP7	0,96933762	5.39	71.51
CP8	0,94308556	5.24	76.75
CP9	0,82994331	4.61	81.36
CP10	0,62791299	3.49	84.85
CP11	0,52764938	2.93	87.78
CP12	0,45248363	2.51	90.30
CP13	0,39666979	2.20	92.50
CP14	0,37787809	2.10	94.60
CP15	0,29693826	1.65	96.25
CP16	0,28703926	1.59	97.84
CP17	0,21774702	1.21	99.05
CP18	0,17052780	0.95	100

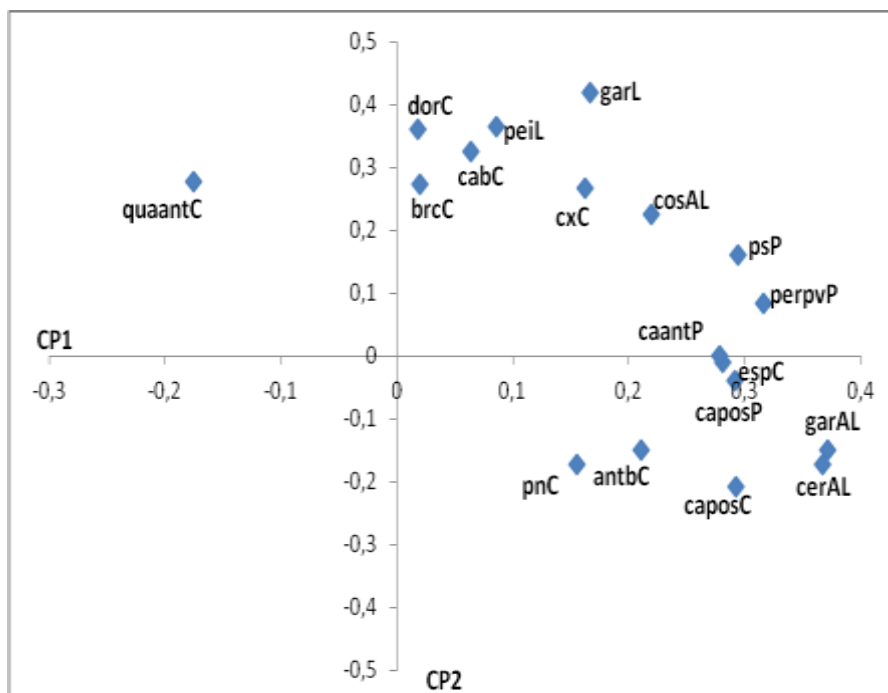
Das variáveis dos componentes principais de segunda análise (Tabela 4), constata-se que nos dois primeiros componentes as variáveis de maior contribuição foram comprimento da cabeça, comprimento do dorso, perímetro pélvico, altura na cernelha, altura na garupa, largura do peito e largura da garupa.

**TABELA 4** – Coeficientes características morfométricas lineares de machos da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem de maior importância de segunda análise.

Variável	Coeficientes						
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
AntbC	0,211058	-0,149550	-0,068321	-0,086720	0,579912	0,207403	-0,004783
quaantC	-0,175014	0,277153	0,217805	-0,112149	0,146004	0,467154	-0,058989
caposC	0,292578	-0,208172	-0,114934	-0,117275	0,003890	-0,202205	0,282674
cabC	0,064147	<b>0,325976</b>	-0,113536	0,576319	0,087384	0,010555	-0,201632
dorC	0,017648	<b>0,361742</b>	0,126499	0,235492	-0,345297	-0,157984	0,236155
espC	0,280765	-0,009385	0,126499	0,169135	-0,172028	0,083436	0,364067
brcC	0,019960	0,272594	-0,350556	-0,224160	0,331961	0,12368	0,388308
cxC	0,162211	0,267272	0,180842	-0,234975	0,178964	-0,562689	-0,180184
pnC	0,155049	-0,172392	0,280926	0,465368	0,432423	-0,072393	-0,092713
perpvP	<b>0,315737</b>	0,084107	-0,037115	-0,131843	-0,143152	0,391768	-0,227395
caantP	0,278220	0,001475	-0,439641	0,099960	-0,086305	-0,061471	0,008524
caposP	0,291879	-0,039903	-0,398315	0,017681	-0,014712	-0,209958	-0,231055
psP	0,294445	0,160020	0,235765	-0,387719	-0,108145	-0,035775	0,018411
cerAL	<b>0,367046</b>	-0,172260	0,187625	0,028665	-0,108985	0,176587	0,170949
cosAL	0,219735	0,225155	-0,033461	-0,084857	-0,156425	0,164366	-0,519725
garAL	<b>0,371716</b>	-0,148919	0,208527	0,070806	-0,011014	0,088299	-0,047583
peiL	0,085657	<b>0,363953</b>	0,266408	-0,096137	0,279413	-0,197200	0,017307
garL	0,166471	<b>0,418972</b>	-0,193210	0,166202	0,047979	0,145494	0,297272

antbC = comprimento antebraço; caantC = comprimento da canela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC = comprimento da cabeça; dorC = comprimento do dorso; espC = comprimento da espádua; pnC = comprimento da perna; caantP = perímetro canela anterior; caposP = perímetro da canela posterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; dorAL garAL = altura da garupa; garL = largura da garupa; esA = ângulo escápulo-solo; euA = escápulo-umeral; ftpA = ângulo fêmur-tíbio-patelar; mfpA = ângulo metatarso-falangeo posterior

Na Figura 1 encontram-se as relações entre as variáveis que compõem os dois primeiros componentes principais em machos. Observa-se que as variáveis que tiveram maior contribuição foram comprimento do antebraço, comprimento da quartela anterior, comprimento da canela posterior, comprimento da cabeça, comprimento do dorso, comprimento da espádua, comprimento de perna, perímetro da canela anterior, perímetro da canela posterior, peso, perímetro pélvico, altura na cernelha, altura do costado, altura na garupa, largura de peito e largura de garupa, visto que, quanto mais distante a variável estiver do eixo zero, maior a sua importância.



**FIGURA 1** - Representação esquemática do primeiro (CP1) e o segundo (CP2) componentes principais da análise de medidas lineares e angulares de machos da raça Quarto de Milha.

De acordo com a literatura, as correlações consideradas moderadas estão entre valores de 0,30 a 0,70. Na Tabela 5, notam-se as correlações moderadas que variaram de 0,30 a 0,69. Observamos correlações para comprimento do antebraço com comprimento da canela posterior (0,36), comprimento da canela posterior com comprimento da quartela anterior (0,41), comprimento da perna com comprimento do antebraço (0,31), perímetro da canela anterior com comprimento da canela posterior (0,31), perímetro da canela posterior com comprimento da canela posterior (0,42), perímetro da canela posterior com perímetro da canela anterior, perímetro da canela anterior com perímetro pélvico (0,39) e perímetro da canela posterior com perímetro pélvico (0,36). Essas são medidas dos membros anteriores e posteriores, sendo importantes para suportar o peso do animal, para as

passadas, parada brusca, velocidade e rotação dos movimentos. Ressalta-se que perímetro da canela está relacionado com a qualidade óssea do esqueleto e com a funcionalidade da região anatômica, determinando, juntamente com o perímetro torácico, a capacidade de carga do animal (BERBARI NETO, 2005).

As medidas de correlações para altura da garupa com altura da cernelha (0,70), altura da garupa com altura do costado (0,33), altura da cernelha com perímetro pélvico (0,42) e altura do costado com perímetro pélvico (0,42) e altura da garupa com perímetro pélvico (0,44) são medidas importantes para o equilíbrio e o tamanho do animal, que também são áreas que possuem grande musculatura, havendo maior força para impulsão na arrancada do animal.



**TABELA 5-** Coeficiente de correlação de Pearson das medidas lineares de machos Quarto de Milha.

	antbC	quaantC	caposC	cabC	dorC	espC	brcC	cxC	pnC	perpvP	caantP	caposP	psP	cerAL	cosAL	garAL	peiL	garL	
antbC	1,000																		
quaantC	-0,152	1,000																	
caposC	<b>0,360</b>	<b>-0,410</b>	1,000																
cabC	-0,046	0,077	-0,135	1,000															
dorC	-0,222	0,030	-0,021	0,266	1,000														
espC	0,056	-0,144	0,223	0,071	0,074	1,000													
brcC	0,143	0,099	-0,014	0,092	0,027	-0,062	1,000												
cxC	0,030	-0,049	0,063	0,111	0,120	0,110	0,156	1,000											
pnC	<b>0,307</b>	-0,142	0,152	0,189	-0,106	0,237	-0,161	0,087	1,000										
perpvP	0,270	-0,097	0,236	0,082	0,022	<b>0,321</b>	0,006	0,037	0,031	1,000									
caantP	0,135	<b>-0,303</b>	<b>0,311</b>	0,170	-0,055	0,286	0,167	0,079	0,075	<b>0,394</b>	1,000								
caposP	0,240	<b>-0,310</b>	<b>0,423</b>	0,125	-0,126	0,193	-0,010	0,202	0,068	<b>0,364</b>	<b>0,595</b>	1,000							
psP	0,115	0,001	<b>0,334</b>	-0,012	0,095	<b>0,345</b>	0,077	<b>0,453</b>	-0,003	<b>0,485</b>	0,210	0,205	1,000						
cerAL	<b>0,328</b>	-0,270	<b>0,469</b>	-0,065	-0,050	<b>0,600</b>	-0,103	0,132	<b>0,312</b>	<b>0,416</b>	<b>0,301</b>	0,290	<b>0,442</b>	1,000					
cosAL	0,110	-0,042	0,083	0,196	0,192	0,085	0,104	0,272	-0,023	<b>0,421</b>	0,177	0,243	0,295	0,268	1,000				
garAL	<b>0,351</b>	-0,275	<b>0,475</b>	0,007	-0,020	<b>0,464</b>	-0,134	0,175	<b>0,405</b>	<b>0,440</b>	0,291	<b>0,328</b>	<b>0,420</b>	<b>0,699</b>	<b>0,330</b>	1,000			
peiL	0,098	0,184	-0,034	0,143	0,224	0,184	0,082	<b>0,381</b>	0,064	0,187	-0,010	0,018	0,269	-0,111	0,100	0,013	1,000		
garL	0,069	0,115	0,086	<b>0,400</b>	<b>0,356</b>	0,169	<b>0,360</b>	0,177	-0,057	0,250	0,241	0,228	0,186	0,157	0,245	0,098	0,288	1,000	

antbC = comprimento antebraço; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; cabC = comprimento da cabeça; dorC = comprimento do dorso; espC = comprimento da espádua; brcC = comprimento do braço; cxC = comprimento da coxa; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; caantP = perímetro canela anterior; caposP = perímetro da canela posterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; cosAL = altura do costado; garAL = altura da garupa; peiL largura do peito; garL = largura da garupa

Para as fêmeas, foram necessários cinco componentes principais para explicar um percentual mínimo de 67,56% da variação total existentes, reduzindo o número de variáveis de vinte e sete para cinco, sendo três a menos que nos machos (Tabela 6) o que sugere maior variação nos machos que nas fêmeas. Observa-se que, a partir do CP6 as contribuições dos CP na variação foram desprezíveis.

**TABELA 6-** Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométricas lineares de fêmeas.

Componentes principais	$\lambda_i$	%VCP	%VCP (acumulada)
CP1	7,33978283	27,18	27,18
CP2	3,28884978	12,18	39,37
CP3	3,08781669	11,44	50,80
CP4	2,52356393	9,35	60,15
CP5	2,00167427	7,41	67,56
CP6	1,78714972	6,62	74,18
CP7	1,23320650	4,57	78,75
CP8	0,99921801	3,70	82,45
CP9	0,94100505	3,49	85,93
CP10	0,80612420	2,99	88,92
CP11	0,65742716	2,43	91,35
CP12	0,49562871	1,84	93,19
CP13	0,43947548	1,63	94,82
CP14	0,34214266	1,27	96,09
CP15	0,30492607	1,13	97,21
CP16	0,23465653	0,87	98,08
CP17	0,16039971	0,59	98,68
CP18	0,15255156	0,57	99,24
CP19	0,09121533	0,34	99,58
CP20	0,05113281	0,19	99,77
CP21	0,03651985	0,14	99,91
CP22	0,01696362	0,6	99,97
CP23	0,00856952	0,3	100
CP24	0,00000000	0,0	100
CP25	0,00000000	0,0	100
CP26	0,00000000	0,0	100
CP27	0,00000000	0,0	100

Quando se analisaram as variáveis de maior importância dentro dos cinco componentes principais (Tabela 7), constatou-se que no componente principal um (CP1) as variáveis que mais contribuíram foram altura na cernelha, altura no dorso, e altura na garupa, apresentando maiores valores. As demais variáveis podem ser descartadas, pois apresentaram contribuições menores. O autovetor do primeiro componente principal de fêmeas apresentou coeficiente de ponderação negativo para uma variável, a largura de peito, o componente indicando associação negativa com as outras variáveis e considerado como variação da forma por apresentar valores positivos e negativos. Para o componente principal dois (CP2), as variáveis que mais contribuíram foram comprimento do antebraço, comprimento da cabeça, comprimento do braço e largura da garupa, apresentando maiores valores. As demais variáveis podem ser descartadas, uma vez que apresentaram contribuições menores. O autovetor do segundo componente principal de fêmeas apresentou coeficiente de ponderação negativo quatorze variáveis, comprimento antebraço, comprimento da canela anterior, comprimento da canela posterior, comprimento pescoço, comprimento da coxa, comprimento do corpo, comprimento de perna, perímetro do tórax, perímetro da canela posterior, peso, altura de cernelha, altura do dorso, altura perímetro pélvico (bainha), altura da garupa e esses componentes também são conhecidos como variação de forma.

**TABELA 7** – Coeficientes de características morfométricas lineares de fêmeas da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem de maior importância.

Variáveis	Coeficientes				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
antbC	0,177511	<b>-0,345363</b>	0,114644	0,060042	-0,073895
caantC	0,202970	-0,103064	0,349531	0,105350	0,002506
quaantC	0,187749	0,237784	0,139079	-0,000933	-0,207846
caposC	0,256353	-0,028958	-0,192765	-0,209155	-0,081053
quapostC	0,205351	0,206403	0,106724	0,122024	-0,179158
cabC	0,050250	<b>0,423350</b>	0,082807	0,064798	-0,137805
pescC	0,098029	-0,032361	0,270248	0,183873	0,278866
dorC	0,029793	0,111780	0,279869	0,115109	-0,311182
garC	0,125011	0,281782	0,058328	0,190039	0,299594
espC	0,177353	0,203632	-0,032330	-0,158205	0,189047
brcC	0,124374	<b>0,319095</b>	0,275849	0,167357	0,078662
cxC	0,001471	-0,074783	0,261478	-0,105929	0,474054
cpC	0,258995	-0,199625	-0,009244	-0,046369	-0,149775
pnC	0,243552	-0,117787	0,262849	0,174522	0,153487
perpvP	0,196675	0,225055	-0,211741	-0,067146	-0,031249
txP	0,241120	-0,060308	-0,275028	0,034296	0,293534
caantP	0,214464	0,049538	0,136340	-0,394489	-0,141475
caposP	0,104665	-0,012331	0,098309	-0,542151	-0,023129
psP	0,240980	-0,062793	-0,274014	0,019985	0,280518
cerAL	<b>0,310021</b>	-0,159992	-0,030095	-0,015604	0,061764
dorAL	<b>0,297007</b>	-0,152112	0,041596	0,029659	-0,012093
cosAL	0,214932	0,037134	-0,230866	0,274549	-0,093556
baiAL	0,079577	-0,105673	-0,255916	0,409740	-0,184945
garAL	<b>0,295648</b>	-0,150684	0,031352	-0,029602	-0,272150
cabL	0,184573	0,193943	-0,118043	0,006679	0,054616
peiL	-0,030943	0,099123	-0,174119	0,108841	0,005180
garL	0,105160	<b>0,321069</b>	-0,173250	-0,172140	0,079376

antbC = comprimento antebraço; caantC = comprimento da canela anterior; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC = comprimento da cabeça; pescC = comprimento do pescoço; dorC = comprimento do dorso; garC = comprimento do garupa; espC = comprimento da espadua; brcC = comprimento do braço; cxC = comprimento da coxa; cpC = comprimento do corpo; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; txP = perímetro do torax; caantP = perímetro canela anterior; caposP = perímetro da canela posterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; dorAL = altura do dorso; cosAL = altura do costado; perpv( bai)AL = altura da bainha(pélvica); garAL = altura da garupa; cabL = largura da cabeça; peiL largura do peito; garL = largura da garupa

Em uma segunda análise, foram eliminadas do arquivo aquelas variáveis com menores contribuições com o objetivo de melhorar a visualização das inter-relações das variáveis analisadas. Diferentemente dos machos, observou-se que nas fêmeas os cinco componentes principais da primeira análise foram reduzidos para apenas quatro, respondendo por 67,88% da variação total (Tabela 8).

**TABELA 8** - Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométrica lineares de fêmeas reduzidos.

<b>Componentes principais</b>	<b><math>\lambda_i</math></b>	<b>%VCP</b>	<b>%VCP (acumulada)</b>
CP1	6,10219791	32,12	32,12
CP2	3,01211204	15,85	47,97
CP3	2,26035641	11,90	59,87
CP4	1,52268624	8,01	67,88
CP5	1,28618368	6,77	74,65
CP6	0,94405024	4,97	79,62
CP7	0,87371990	4,60	84,22
CP8	0,76046750	4,00	88,22
CP9	0,50048757	2,63	90,85
CP10	0,39297800	2,07	92,92
CP11	0,34908990	1,84	94,76
CP12	0,29359014	1,55	96,30
CP13	0,26341173	1,39	97,69
CP14	0,14332058	0,75	98,45
CP15	0,11977618	0,63	99,08
CP16	0,08463596	0,45	99,52
CP17	0,04848263	0,26	99,78
CP18	0,03543038	0,19	99,96
CP19	0,00702301	0,04	100

Das variáveis dos componentes principais de segunda análise nas fêmeas (Tabela 9), pode-se observar nos dois primeiros componentes mais importantes as medidas que mais contribuíram foi comprimento do antebraço, comprimento da cabeça, comprimento da garupa, comprimento do braço, altura da cernelha, altura da garupa e largura da garupa. As medidas lineares do comprimento do antebraço, comprimento do dorso,

perímetro pélvico, e a largura do peito foram diferentes das medidas dos machos.

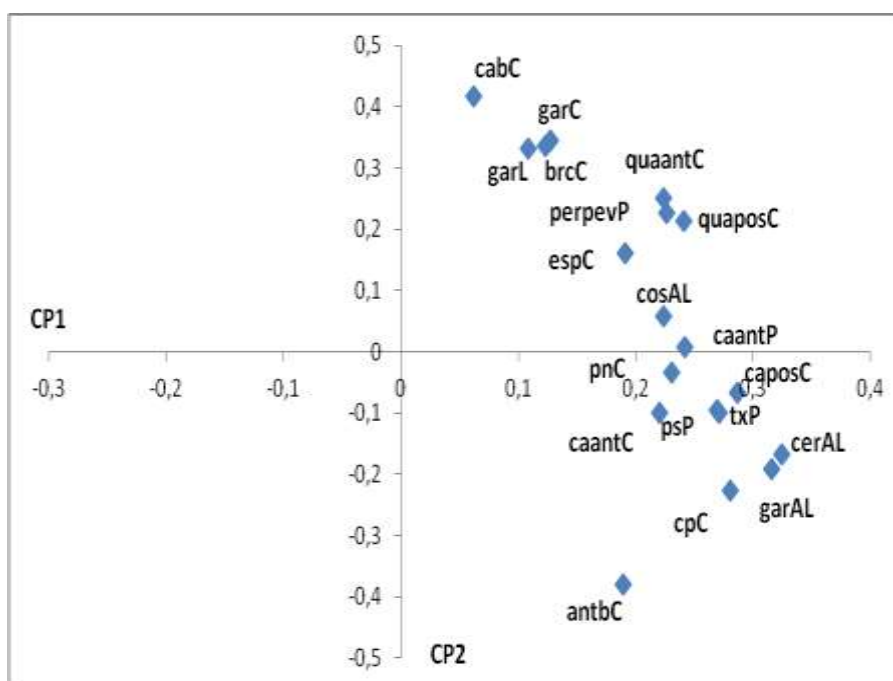
**TABELA 9** – Coeficientes de características morfométricas lineares fêmeas da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem de maior importância segundo análises.

Variável	Coeficientes			
	CP1	CP2	CP3	CP4
antbC	0,188950	<b>-0,379172</b>	0,220205	0,055346
caantC	0,220366	-0,099819	0,401192	0,095205
quaantC	0,224073	0,250092	0,281200	-0,289049
caposC	0,286305	-0,065981	-0,217075	-0,326965
quapostC	0,241242	0,213139	0,259106	-0,178882
cabC	0,062194	<b>0,416928</b>	0,081003	-0,028023
garC	0,127475	<b>0,345796</b>	0,014937	0,406258
espC	0,190591	0,160921	-0,196307	0,101841
brcC	0,122799	<b>0,337109</b>	0,255899	0,278349
CpC	0,280041	-0,226162	0,041003	-0,060398
pnC	0,230872	-0,034812	0,261778	0,368105
perpvP	0,225818	0,226870	-0,219455	-0,240307
txP	0,269137	-0,094668	-0,335162	0,193997
caantP	0,241966	0,006946	0,112419	-0,389646
psP	0,271349	-0,098934	-0,334588	0,116411
cerAL	<b>0,324152</b>	-0,167340	-0,086812	0,219612
cosAL	0,223268	0,057093	-0,199632	0,193572
garAL	<b>0,316103</b>	-0,191697	0,120850	-0,128846
garL	0,107989	<b>0,332199</b>	-0,262934	-0,097620

antbC = comprimento do antebraço; caantC = comprimento da canela  
quaantC = comprimento da quartela anterior caposC = comprimento da  
canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC =  
comprimento da cabeça; garC = comprimento da garupa; espC = compri-  
mento da espádua; brcC = comprimento do braço; cpC = comprimento  
do corpo; pnC = comprimento da perna; txP = perímetro do tórax; caantP=  
perímetro canela anterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; cosAL =  
altura do costado; garAl = altura da garupa; garL = largura da garupa

A Figura 2 mostra essas relações entre as variáveis que compõem os dois primeiros componentes principais em fêmeas. Nota-se que as variáveis

que tiveram maior contribuição foram o comprimento do antebraço, comprimento canela anterior, comprimento da quartela anterior, comprimento da canela posterior, comprimento da cabeça, comprimento da garupa, comprimento da espádua, comprimento do braço, comprimento do corpo, comprimento de perna, perímetro pélvico, perímetro do tórax, perímetro da canela anterior, peso, altura de cernelha, altura do costado, altura da garupa e largura da garupa.



**FIGURA 2** - Representação esquemática do primeiro (CP1) e do segundo (CP2) componentes principais da análise de medidas lineares e angulares de fêmeas da raça Quarto de Milha.

De acordo com a literatura, as correlações consideradas moderadas estão entre valores de 0,30 a 0,70, e correlações consideradas altas, isto é, de 0,70 a 0,99. Na Tabela 8, verificam-se as correlações moderadas e altas que variaram de 0,31 a 0,97.

Observam-se correlações para comprimento da canela anterior com antebraço (0,49), comprimento da quartela anterior com comprimento da canela anterior (0,42), comprimento quartela posterior com comprimento da quartela anterior (0,80), comprimento da quartela posterior com comprimento da canela posterior (0,32), comprimento do braço com a espádua (0,33), comprimento da perna com comprimento do braço (0,33), comprimento do braço com comprimento da quartela posterior (0,35), perímetro pélvico com comprimento da quartela posterior (0,34), perímetro pélvico com comprimento da canela posterior (0,61), perímetro pélvico com comprimento da quartela anterior (0,53), perímetro da canela anterior com comprimento da canela anterior (0,48), perímetro da canela anterior com comprimento quartela anterior (0,46), e perímetro da canela anterior com comprimento da canela posterior (0,54).

As correlações relacionadas aos membros dos animais podem estar associadas com melhor desempenho das passadas. O direcionamento vertical do antebraço proporciona bons aprumos, com boa base de sustentação. Consequentemente requer maior número de movimentos no mesmo intervalo de tempo e o cavalo trabalha mais, movendo mais rapidamente os membros anteriores para manter a velocidade, apesar de atingir fadiga mais rapidamente (CAMARGO E CHIEFFI, 1971).

As correlações perímetro do tórax com comprimento do corpo (0,41), altura da cernelha com comprimento do corpo (0,61), altura da garupa com comprimento do corpo (0,74), altura da cernelha com altura da garupa (0,71), peso com perímetro do tórax (0,97) e altura cernelha com altura do costado (0,56) estão relacionadas com o tamanho do animal e sua capacidade cardiorrespiratória, favorecendo a execução dos exercícios físicos, pois um animal com maior amplitude do tórax e do arqueamento das costelas terá maior área disponível para abrigar todo seu sistema cardiorrespiratório, favorecendo seu melhor funcionamento (INGLÊS *et al.*, 2004).



**TABELA 10** - Coeficiente de correlação de Pearson das medidas lineares de fêmeas Quarto de Milha.

	antbC	caantC	quaantC	caposC	quaposC	cabC	garC	espC	brcC	cpC	pnC	perpvP	txP	caantP	psP	cerAL	cosAL	garAL	garL	
antbC	1,000																			
caantC	<b>0,485</b>	1,000																		
quaantC	0,098	<b>0,418</b>	1,000																	
caposC	0,239	0,153	<b>0,311</b>	1,000																
quaposC	0,184	<b>0,407</b>	<b>0,799</b>	<b>0,324</b>	1,000															
cabC	-0,252	-0,026	<b>0,368</b>	-0,047	<b>0,410</b>	1,000														
garC	-0,293	0,215	0,242	0,000	0,298	0,245	1,000													
espC	-0,293	0,021	0,045	<b>0,334</b>	0,126	<b>0,483</b>	0,252	1,000												
brcC	-0,089	0,295	<b>0,436</b>	-0,074	<b>0,353</b>	<b>0,497</b>	<b>0,523</b>	<b>0,328</b>	1,000											
cpC	<b>0,540</b>	<b>0,314</b>	0,239	<b>0,456</b>	<b>0,311</b>	-0,203	-0,078	<b>0,316</b>	0,015	1,000										
pnC	<b>0,450</b>	<b>0,524</b>	<b>0,340</b>	0,137	<b>0,374</b>	-0,036	<b>0,388</b>	0,091	<b>0,327</b>	<b>0,473</b>	1,000									
perpvP	-0,100	0,084	<b>0,529</b>	<b>0,610</b>	<b>0,336</b>	0,160	<b>0,319</b>	0,228	0,186	0,171	0,089	1,000								
txP	0,236	0,215	0,110	<b>0,471</b>	0,171	-0,101	0,200	<b>0,400</b>	-0,020	<b>0,411</b>	0,245	<b>0,376</b>	1,000							
caantP	0,173	<b>0,484</b>	<b>0,456</b>	<b>0,536</b>	<b>0,332</b>	0,111	0,053	<b>0,305</b>	0,108	<b>0,414</b>	0,181	<b>0,323</b>	0,187	1,000						
psP	0,255	0,206	0,139	<b>0,541</b>	0,216	-0,119	0,123	<b>0,342</b>	-0,018	<b>0,397</b>	0,222	<b>0,426</b>	<b>0,972</b>	0,211	1,000					
cerAL	<b>0,552</b>	0,395	0,058	<b>0,567</b>	0,176	-0,005	0,192	<b>0,433</b>	0,128	<b>0,610</b>	<b>0,531</b>	0,236	<b>0,588</b>	<b>0,422</b>	<b>0,559</b>	1,000				
cosAL	0,147	0,065	0,208	<b>0,419</b>	0,238	0,169	0,293	0,161	0,137	0,228	0,254	<b>0,452</b>	<b>0,435</b>	0,006	<b>0,416</b>	<b>0,559</b>	1,000			
garAL	<b>0,651</b>	<b>0,506</b>	<b>0,327</b>	<b>0,577</b>	<b>0,411</b>	0,020	-0,016	0,273	0,101	<b>0,742</b>	<b>0,337</b>	0,213	<b>0,361</b>	<b>0,550</b>	0,362	<b>0,714</b>	<b>0,374</b>	1,000		
garL	-0,317	-0,295	0,205	0,189	0,254	<b>0,345</b>	<b>0,386</b>	<b>0,324</b>	0,133	0,075	0,069	<b>0,476</b>	0,171	0,208	0,188	0,109	0,191	-0,015	1,000	

antbC = comprimento antebraço; caantC = comprimento da canela anterior; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC = comprimento da cabeça; garC = comprimento do garupa; espC = comprimento da espadua; brcC = comprimento do braço; cpC = comprimento do corpo; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; txP = perímetro do tórax; caantP = perímetro canela anterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; cosAL = altura do costado; garAL = altura da garupa; garL = largura da garupa

Na avaliação das medidas angulares de macho foram necessários quatro componentes principais para explicar um percentual mínimo de 64,71% da variação total existentes, reduzindo o número de variáveis de nove para quatro de acordo com a (Tabela 11).

**TABELA 11** - Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométricas angulares de machos.

Componentes principais	$\lambda_i$	%VCP	%VCP (acumulada)
CP1	1,84577511	20,51	20,51
CP2	1,63634571	18,18	38,69
CP3	1,30480792	14,50	53,19
CP4	1,03664385	11,52	64,71
CP5	0,94751016	10,53	75,23
CP6	0,76304717	8,48	83,71
CP7	0,61607403	6,85	90,56
CP8	0,47872665	5,32	95,88
CP9	0,37106939	4,12	100

Concluiu-se que no componente principal um (CP1) as variáveis que mais contribuíram foram ângulo escápulo-solo, ângulo escápulo-umeral, apresentando maiores valores de contribuição (Tabela 12). As demais variáveis podem ser descartadas, visto que apresentaram contribuições menores. O autovetor do primeiro componente principal de fêmeas apresentou coeficiente de ponderação negativo para cinco variáveis, ângulo umerorradial, ângulo metacarpo-falangeano, ângulo pelve-femural, ângulo tíbio-tarso-metatarsiano e metatarso falangeano posterior, o componente indicando associação negativa com as outras variáveis e considerado como variação da forma por apresentarem valores positivos e negativos. Para o componente principal dois (CP2), as variáveis que mais contribuíram foram ângulo umerorradial, ângulo pelve-solo, ângulo metatarso falangeano posterior, apresentando maiores valores de contribuição. As demais variáveis podem ser descartadas, pois apresentaram contribuições menores. O

autovetor do segundo componente principal de fêmeas apresentou três coeficientes de ponderação negativos para ângulo umerorracial, ângulo pelve-solo, ângulo pelve-femural e esses componentes também são conhecidos como variação de forma.

**TABELA 12** - Coeficientes de características morfométricas angulares de machos da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem de maior importância.

Variáveis	Coeficientes			
	CP1	CP2	CP3	CP4
esA	<b>0,506775</b>	0,376563	0,261843	-0,010545
euA	<b>0,512036</b>	0,193675	0,306553	-0,050912
urA	-0,070361	<b>-0,440005</b>	<b>0,472476</b>	0,188356
mfA	-0,313561	0,128953	-0,220920	<b>0,463233</b>
psA	0,148747	<b>-0,568882</b>	0,255994	0,100905
pfA	-0,295951	-0,144742	0,357684	-0,159716
ftpA	0,228499	0,001148	-0,004014	<b>0,832135</b>
ttmA	-0,296225	0,301636	<b>0,550497</b>	0,061534
mfpA	-0,357846	<b>0,418204</b>	0,262469	0,123726

(esA) = escápulo-solo, (euA) = escápulo-umeral, (urA) = umerorracial, (mfA) = metacarpo-falangeano, (psA) = pelve-solo, (pfA) = pelve-femural, (ftpA) = femur-tíbio-patelar, (ttmA) = tíbio-tarso-metatarsiano, (mfpA) = metatarso-falangeo posterior

De acordo com a literatura, as correlações consideradas moderadas estão entre valores de 0,30 a 0,70. Na Tabela 13, verificam-se que as correlações moderadas variaram de 0,36 a 0,56 ângulo pelve-solo com ângulo umerorracial (0,36), ângulo metatarso falangeano posterior com ângulo tíbio-tarso-metatarsiano (0,40) e ângulo umerorracial com ângulo escápulo-solo (0,56). Os ângulos estão correlacionados com os membros anterior, posterior e a garupa, apresentando equilíbrio e qualidade das passadas do animal. Segundo Sierra *et al.* (1998), a escápula com maior inclinação apresenta maior área para inserção muscular e possibilita maior flexibilidade e amplitudes dos movimentos dos membros torácicos, além de incrementar os deslocamentos em altura desses.

**TABELA 13** - Coeficientes de correlação de Pearson entre as características morfométricas angulares de machos da raça Quarto de Milha.

	esA	euA	urA	mfA	psA	pfA	ftpA	ttmA	mfpA
esA	1000								
euA	<b>0,5653</b>	1000							
urA	-0,1674	-0,0127	1000						
mfA	-0,1968	-0,1279	-0,0925	1000					
psA	-0,0791	0,0365	<b>0,3620</b>	-0,1333	1000				
pfA	-0,1803	-0,0703	0,1269	0,0912	0,0633	1000			
ftpA	0,1547	0,0837	0,0315	0,0389	0,0612	-0,1184	1000		
ttmA	0,0578	-0,0496	0,0548	0,0554	-0,1074	0,2149	-0,0479	1000	
mfpA	-0,0164	-0,1273	0,0123	0,1456	-0,2901	0,0115	-0,0785	<b>0,3988</b>	1000

(esA) = escápulo-solo, (euA) = escápulo-umeral, (urA) = umerorradial, (mfA) = metacarpo-falangeano, (psA) = pelve-solo, (pfA) = pelve-femoral, (ftpA) = femur-tibio-patelar, (ttmA) = tibio-tarso-metatarsiano, (mfpA) = metacarpo-falangeo posterior

Na avaliação das medidas angulares de fêmeas, foram necessários três componentes principais para explicar um percentual mínimo de 60,14% da variação total existente, reduzindo o número de variáveis de nove para quatro de acordo com a Tabela 14.

**TABELA 14** - Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP) e porcentagem acumulada das características morfométricas angulares de fêmeas.

Componentes principais	$\lambda_i$	% VCP	% VCP (acumulada)
CP1	2,66607586	29,62	29,62
CP2	1,39538639	15,50	45,13
CP3	1,35143310	15,02	60,14
CP4	1,07958358	12,00	72,14
CP5	0,81214822	9,02	81,16
CP6	0,72298109	8,03	89,20
CP7	0,40536095	4,50	93,70
CP8	0,39311138	4,37	98,07
CP9	0,17391943	1,93	100

Quando se analisaram as variáveis de maior importância dentro dos três componentes principais (Tabela 15), verificou-se que no componente principal um (CP1) as variáveis que mais contribuíram foram ângulo

escápulo-umeral e ângulo metatarso falangeano posterior, apresentando maiores valores de contribuição. As demais variáveis podem ser descartadas, uma vez que apresentaram contribuições menores. O autovetor do primeiro componente principal de fêmeas apresentou coeficiente de ponderação negativo para quatro variáveis, ângulo escápulo-solo, ângulo escápulo-umeral, ângulo umerorrádial e ângulo metacarpo falangeano, o componente indicando associação negativa com as outras variáveis e considerado como variação da forma por apresentar valores positivos e negativos. No componente principal dois (CP2), as variáveis que mais contribuíram foram ângulo metacarpo falangeano e ângulo pelve-femural, apresentando maiores valores de contribuição. As demais variáveis podem ser descartadas, visto que apresentaram contribuições menores. O autovetor do segundo componente principal de fêmeas apresentou coeficiente de ponderação negativo para cinco ângulos, ângulo escápulo-solo, ângulo metacarpo falangeano, ângulo fibio-tíbio-patelar, ângulo tíbio-tarso-metatarsiano e ângulo metatarso falangeano posterior, e esses componentes também são conhecidos como variação de forma.

**TABELA 15** - Coeficientes de características morfométricas angulares de fêmeas da raça Quarto de Milha com os componentes principais em ordem de maior importância.

Variáveis	Coeficientes		
	CP1	CP2	CP3
esA	-0,371625	-0,011899	<b>0,418623</b>
euA	<b>-0,504067</b>	0,089643	0,046623
urA	-0,395601	0,225180	0,129100
mfA	-0,109069	<b>-0,491740</b>	-0,301563
psA	0,282508	0,379789	-0,297212
pfA	0,248786	<b>0,593405</b>	0,150746
ftpA	0,182957	-0,304236	-0,282333
ttmA	0,215030	-0,309395	<b>0,640466</b>
mfpA	<b>0,466904</b>	-0,121055	0,337648

esA = escápulo-solo, euA = escápulo-umeral, urA = umerorrádial, mfA = metacarpo-falangeano, psA = pelve-solo, pfA = pelve-femoral, ftpA = fêmur-tíbio-patelar, ttm = tíbio-tarso-metatarsiano, mfpA = metacarpo-falangeano posterior

Conforme a literatura as correlações consideradas moderadas estão entre valores de 0,30 a 0,70. Na Tabela 16 verifica-se as correlações moderadas variaram de 0,32 a 0,49 (ângulo metatarso falangeano posterior com ângulo pelve-femural (0,33), ângulo tíbio-tarso-metatarsiano com ângulo escápulo-umeral (-0,34), ângulo umerorradial com ângulo escapulo-solo (0,35), ângulo escápulo-umeral com ângulo escápulo-solo (0,43), ângulo escápulo-umeral com ângulo umerorradial (0,47), ângulo metatarso falangeano posterior com ângulo escápulo-umeral (-0,45), ângulo metatarso falangeano posterior com ângulo umerorradial (-0,45) e ângulo metatarso falangeano posterior com ângulo tíbio-tarso-metatarsiano (0,49). Nas fêmeas, as correlações são semelhantes aos machos e estão relacionando os membros anteriores e posteriores e a garupa. Sendo que nas fêmeas a correlações apresentam mais no que nos machos.

**TABELA 16.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as características morfométricas angulares de fêmeas da raça Quarto de Milha.

	esA	euA	urA	mfA	psA	pfA	ftpA	ttmA	mfpA
esA	1,000								
euA	<b>0,4291</b>	1,000							
urA	<b>0,3523</b>	<b>0,4673</b>	1,000						
mfA	-0,1617	-0,0058	0,0861	1,000					
psA	-0,2503	-0,3979	-0,1263	-0,2188	1,000				
pfA	-0,2647	-0,2390	0,0265	-0,2905	0,2130	1,000			
ftpA	-0,1403	-0,2177	-0,1755	-0,0266	0,1300	-0,1827	1,000		
ttmA	0,0923	<b>-0,3368</b>	-0,0587	-0,0536	-0,0935	-0,0232	-0,0142	1,000	
mfpA	-0,2972	<b>-0,4541</b>	<b>-0,4485</b>	-0,1289	0,0998	<b>0,3271</b>	0,1764	<b>0,4894</b>	1,000

esA = escápulo-solo, euA = escápulo-umeral, urA = umerorradial, mfA = metacarpo-falangeano, psA = pelve-solo, pfA = pelve-femoral, ftpA = fêmur-tíbio-patelar, ttmA = tíbio-tarso-metatarsiano, mfpA = metacarpo-falangeo posterior

Os resultados do presente trabalho são similares aos observados por Garcia *et al.* (1987), que, avaliando 24 medidas lineares em equinos da raça Árabe, utilizaram cinco componentes principais para explicar apenas 53% da variação total. Ahunu e Canaco (1999), por sua vez, explicaram com três

componentes principais 83% da variação total, em jumentos com menos de 12 meses de idade.

Barbosa (1993), avaliando animais adultos da raça Mangalarga Marchador observou que foram necessários sete componentes principais para explicar 80% da variação total, o que está bem próximo dos resultados deste trabalho, ao passo que Van Bergen e Van Arendonk (1993), avaliando animais da raça Shetland Pôneis, obtiveram quatro componentes principais para explicar 75% da variação total. Miserani *et al.* (2002), durante a avaliação de equinos adultos da raça Pantaneiro, conseguiram explicar 46% da variação total de 15 medidas lineares, com os dois primeiros componentes principais.

### **3.2- Análises Fatoriais**

Na (Tabela 17), podem ser observados os pesos fatoriais e as communalidades de cada variável em relação aos respectivos fatores em medidas lineares reduzidos de machos Quarto de Milha. Segundo Morrison (1976), as communalidades representam o quanto da variação da característica é explicado pelo número de fatores que está sendo considerado. Para identificação de cada fator, foram considerados os pesos fatoriais individuais que estes apresentam e selecionados como significativos os pesos com valores a partir de  $|\pm 0,50|$ .

**TABELA 17** - Pesos fatoriais e communalidades (C) das medidas lineares reduzida de machos Quarto de Milha.

Variáveis	Fatores						
	Estrutura	Proporção	Fragilidade óssea	?	Rendimento	?	C*
antbC	0,44315	-0,23063	-0,08388	-0,09876	<b>0,64449</b>	0,21453	0,7277570
quaantC	-0,36745	0,42748	0,26741	-0,12797	0,16227	0,48321	0,6654673
caposC	<b>0,61428</b>	-0,32106	-0,14118	-0,13386	0,00439	0,01082	0,5620005
cabC	0,13470	<b>0,50276</b>	-0,13926	<b>0,65809</b>	0,09686	0,01082	0,7328924
dorC	0,03706	<b>0,55788</b>	0,15526	0,26874	-0,38381	-0,16339	0,5829428
espC	<b>0,58952</b>	-0,01449	0,33454	0,19318	-0,19130	0,08617	0,5409924
brçC	0,04192	0,42045	-0,43032	-0,25569	0,36896	0,12803	0,5816086
cxC	0,34057	0,41217	0,22200	-0,26843	0,19893	<b>-0,58207</b>	0,7855845
pnC	0,32554	-0,26590	0,34496	<b>0,53154</b>	0,48028	-0,07490	0,8144864
perpvP	<b>0,66294</b>	0,12967	-0,04557	-0,15061	-0,15898	0,40528	0,6705942
caantP	0,58415	0,00235	<b>-0,53971</b>	0,11416	-0,09591	-0,06365	0,6588084
caposP	<b>0,61283</b>	-0,06153	-0,48895	0,02018	-0,01640	-0,21723	0,6662815
psP	<b>0,61820</b>	0,24681	0,28935	-0,44284	-0,12005	-0,03698	0,7386954
cerAL	<b>0,77064</b>	-0,26567	0,23032	0,03271	-0,12110	0,18262	0,7666066
cosAL	0,46136	0,34720	-0,04099	-0,09712	-0,17379	0,17021	0,4036926
garAL	<b>0,78045</b>	-0,22970	0,25602	0,08079	-0,01225	0,09135	0,7424280
peiL	0,17986	<b>0,56134</b>	0,32696	-0,10967	0,31056	-0,20409	0,6044789
garL	0,34953	<b>0,64619</b>	-0,23711	0,18999	0,05325	0,15048	0,6575320

antbC = comprimento antebraço; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; cabC = comprimento da cabeça; dorC = comprimento do dorso; espC = comprimento da espádua; brçC = comprimento do braço; cxC = comprimento da coxa; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; caantP = perímetro canela anterior; caposP = perímetro da canela posterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; cosAL = altura do costado; garAL = altura da garupa; cabL = largura da cabeça; peiL = largura do peito; garL = largura da garupa;

Nos machos, o primeiro fator apresentou caposC, espC, perpvP, caposP, psP, cerAL, garAL com maiores valores no componente. As variáveis apresentaram valores superiores às demais e tiveram sinal positivo, logo estão diretamente correlacionadas. Sendo assim, o fator foi denominado de estrutura, pois relacionou o comprimento, perímetro e altura, onde está relacionado com o desenvolvimento do animal e seu padrão de acordo com a raça para sua função na pista.

O segundo fator foi denominado de proporção onde estão agrupadas as variáveis cabC, dorC, peiL e garL. Essas variáveis estão relacionadas ao equilíbrio e à capacidade respiratória. O equilíbrio para manter o centro da gravidade para melhor movimento do animal e capacidade respiratória



tendo o animal maior resistência nas provas, sendo seus órgãos e musculatura mais desenvolvidos.

O terceiro componente foi denominado de fragilidade óssea e a variável relacionada é caantP com maior valor negativo. Isso para animais de esporte é ruim devido os membros serem importantes para sustentar o peso do animal e a qualidade da passada .

O quarto e sexto fator não foram identificados, sendo cabC, pnC e cxC, respectivamente, com pouca correlação com as demais medidas.

O quinto fator foi denominado de rendimento. As variáveis com maiores valores foram antbC e pnC. Estas variáveis estão relacionadas diretamente à amplitude do andamento dos membros anteriores, pois são medidas importantes para o deslocamento.

Na Tabela 18, podem ser observados os pesos fatoriais e as communalidades de cada variável em relação aos respectivos fatores em medidas lineares de fêmeas Quarto de Milha.

O primeiro fator denominado de estrutura foi semelhante aos machos.

O segundo fator não foi identificado por apresentar elevado número de pesos fatoriais altamente significativos, sem sentido lógico.

O terceiro fator foi denominado fraqueza e as variáveis relacionadas são caantC,,txP e psP. As correlações entre essas variáveis foram negativas e positivas. De acordo com Andrade (1986), deve existir equilíbrio entre tórax e membros anteriores, e quanto maior a amplitude do tórax, maior a possibilidade de desenvolvimento do sistema respiratório e, conseqüentemente, maior a capacidade para o trabalho e a atividade física, desde que acompanhada de um bom desenvolvimento dos membros anteriores.

**TABELA 18-** Pesos fatoriais e comunalidades (C) das medidas lineares reduzidas de fêmeas Quarto de Milha.

Variáveis	Fatores					
	Estrutura	?	Fraqueza	Impulsão	Equilíbrio	C*
antbC	0,46676	<b>-0,65808</b>	0,33107	0,06832	0,04107	0,7668888
caantC	<b>0,54434</b>	-0,17324	<b>0,60319</b>	0,11749	-0,10543	0,7150748
quaantC	<b>0,55352</b>	0,43406	0,42275	-0,35671	-0,30588	0,8943179
caposC	<b>0,70724</b>	-0,11450	-0,32634	-0,40350	-0,04150	0,7843339
quapostC	<b>0,59592</b>	0,36992	0,38955	-0,22078	-0,20109	0,732896
cabC	0,15362	<b>0,72358</b>	0,12181	-0,03456	0,41823	0,7381195
garC	0,31489	<b>0,60017</b>	0,02244	<b>0,50126</b>	-0,17702	0,7424571
espC	0,47080	0,27928	-0,29511	0,12585	<b>0,67958</b>	0,8644083
brcC	0,30336	<b>0,58507</b>	0,38475	0,34351	0,15704	0,7250162
CpC	<b>0,69178</b>	-0,39253	0,06163	-0,07451	0,17732	0,6734336
pnC	<b>0,57029</b>	-0,06041	0,39354	0,45421	-0,15509	0,7141187
perpvP	<b>0,55784</b>	0,39372	-0,32994	-0,29661	-0,35055	0,7859265
txP	<b>0,66485</b>	-0,16429	<b>-0,50391</b>	0,23932	-0,14188	0,8003444
caantP	<b>0,59770</b>	0,01203	0,16908	-0,48072	0,24392	0,6765771
psP	<b>0,67032</b>	-0,17168	<b>-0,50304</b>	0,14366	-0,19187	0,7892977
cerAL	<b>0,80075</b>	-0,29041	-0,13051	0,27101	0,21427	0,8619244
cosAL	<b>0,55155</b>	0,09909	-0,30012	0,23880	-0,23814	0,5178347
garAL	<b>0,78084</b>	-0,33273	0,18170	-0,15897	0,21213	0,8237032
garL	0,26678	<b>0,57653</b>	-0,39531	-0,12046	0,04960	0,5768064

antbC = comprimento antebraço; caantC = comprimento da canela anterior; quaantC = comprimento da quartela anterior; caposC = comprimento da canela posterior; quaposC = comprimento da quartela posterior; cabC = comprimento da cabeça; garC = comprimento do garupa; espC = comprimento da espádua; brçC = comprimento do braço; cpC = comprimento do corpo; pnC = comprimento da perna; perpvP = perímetro pélvico; txP = perímetro do torax; caantP = perímetro canela anterior; psP = peso; cerAL = altura da cernelha; cosAL = altura do costado; garAL = altura da garupa; garL = largura da garupa;

O quarto fator é denominado impulsão e está relacionado à variável garC. Garupas mais musculosas estão favoráveis a maior impulsão e propulsão no momento da arrancada nas provas.

O quinto fator foi denominado de equilíbrio e está associado à variável espC por apresentar como única variável altamente significativa o comprimento da espádua, estrutura utilizada pelo animal durante o andamento para deslocar horizontalmente o centro de gravidade.

Na Tabela 19, podem ser demonstrados os pesos fatoriais e as comunalidades de cada variável em relação aos respectivos fatores em

medidas angulares de machos Quarto de Milha. Foram necessários quatro fatores para explicar um percentual mínimo de 70% da variação do total.

O primeiro fator foi denominado rendimento, por apresentar os ângulos escápulo-solo e ângulo escápulo-umeral com os maiores pesos fatoriais. A escápula está envolvida na flexão do braço e antebraço que atua no amortecimento do impacto do peso do animal durante o andamento e está relacionada à amplitude da passada dos membros anteriores.

**TABELA 19** - Pesos fatoriais e comunalidades (C) das medidas angulares de machos Quarto de Milha.

Variáveis	Fatores				
	Rendimento	Impulsão	?	?	C*
esA	<b>0,50700</b>	0,37666	0,26193	-0,01058	0,4676382
euA	<b>0,51227</b>	0,19375	0,30655	-0,05095	0,3965306
urA	-0,07036	-0,44021	0,47248	0,18839	0,4574659
mfA	-0,31365	0,12905	-0,22100	0,46318	0,3784030
psA	0,14881	<b>-0,56908</b>	0,25601	0,10085	0,4217059
pfA	-0,29607	-0,14479	0,35769	-0,15987	0,2621270
ftpA	0,22861	0,00105	-0,00396	<b>0,83213</b>	0,7447251
ttmA	-0,29636	0,30166	<b>0,55063</b>	0,06153	0,4858024
mfpA	-0,35798	0,41830	0,26260	0,12388	0,3874252

esA = escápulo-solo, euA = escápulo-umeral, urA = umerorrádial, mfA = matacarpo-falangeano, psA = pelve-solo, pfA = pelve-femoral, ftpA = femur-tíbio-patelar, ttm = tíbio-tarso-metatarsiano, mfpA = metacarpo-falangeo posterior

O segundo fator foi denominado impulsão, por apresentar o ângulo pelve-femural com o maior peso fatorial. À medida que reduz a inclinação da garupa, reduz também o ângulo pelve-femural, que é um dos principais ângulos de abertura anterior associado à musculatura da garupa, que reduz força necessária ao deslocamento corporal (PINTO *et al.*, 2005).

O terceiro e o quarto fatores não foram identificados, sendo caracterizados pelos ângulo tíbio-tarso-metatarsiano e ângulo fêmur-tíbio-patelar, respectivamente, com pouca correlação com as demais medidas.

Na Tabela 20, podem ser contatados os pesos fatoriais e as comunalidades de cada variável em relação aos respectivos fatores em medidas angulares de fêmeas Quarto de Milha.

O primeiro e o segundo fatores foram denominados rendimento e impulsão, respectivamente, e tiveram características semelhantes às de machos.

O terceiro fator não foi identificado, sendo caracterizado pela medida do ângulo túbio-tarso-metatarsiano, com pouca correlação com as demais medidas.

**TABELA 20** - Pesos fatoriais e comunalidades (C) das medidas angulares de fêmeas Quarto de Milha.

Variáveis	Fatores				
	Rendimento	Impulsão	?	Agilidade	C*
esA	-0,37194	-0,01221	0,41870	0,39056	0,4663392
euA	<b>-0,50449</b>	0,08965	0,04669	0,04541	0,2667917
urA	-0,39592	0,22506	0,12929	-0,08488	0,2313235
mfA	-0,10915	-0,49162	-0,30198	<b>-0,55853</b>	0,6567460
psA	0,28274	0,38006	-0,29695	0,26837	0,3845873
pfA	0,24901	<b>0,59340</b>	0,15121	-0,31699	0,5374735
ftpA	0,18308	-0,30412	-0,28266	<b>0,59144</b>	0,5557115
ttmA	0,21521	-0,30998	<b>0,64034</b>	-0,01174	0,5525687
mfpA	0,46729	-0,12134	0,33762	-0,06226	0,3509507

esA = escápulo-solo, euA = escápulo-umeral, urA = umerorrádial, mfA = metacarpo-falangeano, psA = pelve-solo, pfA = pelve-femoral, ftpA = fêmur-túbio-patelar, ttm = túbio-tarso-metatarsiano, mfpA = metacarpo-falangeo posterior

O quarto fator foi denominado agilidade, por apresentar o ângulo metacarpo-falangeano e ângulo fêmur-túbio-patelar com os maiores pesos fatoriais. Segundo Andrade (1984), a região do boleto é responsável pela elasticidade dos movimentos.

Estudos morfológicos em equinos empregando-se a análise fatorial e envolvendo medidas lineares e angulares são escassos na literatura. Barbosa (1993) utilizou esta metodologia para avaliar as medidas lineares de animais adultos da raça Mangalarga Marchador e observou a formação de sete fatores, que receberam nomes apropriados em função do grau de associação

com as variáveis em estudo. Nos machos não campeões, os fatores foram denominados F1 - fator paralelogramo por estar associado a altura da cernelha, altura da garupa e comprimento do corpo, F2 - fator dinâmica está associado a comprimento da cabeça, comprimento da garupa e comprimento da espádua, F3 - fator robustez está associado a largura da garupa, e perímetro tórax, F4 - fator carga está associado a largura da anca e comprimento do dorso, F5 - fator balanço está associado a comprimento do pescoço e comprimento da cabeça, F6 - fator sustentação está associado a perímetro da canela e comprimento da canela e F7 - fator cranial está associado à largura da cabeça. Nos machos campeões, F1 não foi identificado por estar relacionado a várias medidas corporais, F2 – fator paralelogramo, F3 - fator equilíbrio está associado a perímetro da canela, comprimento da canela e comprimento do corpo, F4 – fator carga, F5 - fator robustez, F6 - fator cranial e F7 - fator cefálico está associado a comprimento da cabeça. Nas fêmeas não campeãs, os fatores foram os mesmos para os machos não campeões, embora não na mesma ordem. Por outro lado, nas fêmeas campeãs, foi identificado um novo fator denominado feminilidade, por estar associado aos valores de largura da anca, comprimento da garupa e comprimento do corpo.

## CONCLUSÕES

A análise de componentes principais é eficiente para reduzir o número de medidas lineares e angulares para avaliação morfométrica de fêmeas e machos da raça Quarto de Milha para vaquejada.

É eficiente para determinar a importância relativa das variáveis estudadas e a partir das redução dos componentes, pode-se observar as variáveis que sobressaíram das demais como altura na cernelha, altura na garupa e largura da garupa, e com essas informações poder direcionar a seleção do animal para obter no esporte o melhor desempenho na pista.

A análise fatorial também é eficiente para agrupar as medidas lineares e angulares, facilitando a melhor visualização dos fatores que sobressaem sobre os demais.

A partir dos fatores identificados, é possível associar os melhores atributos a serem avaliados na escolha de uma animal de impulsão, propulsão e resistência para uma prova de vaquejada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUNU, B. K.; CANACOO, E. A. Changes in size shape of ghani and on keys. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.69, n.8, p.609-613, 1999.

ANDRADE, L. S. **Efeito da conformação sobre o tipo e eficiência da marcha**. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DO CAVALO MANGALARGA MARCHADOR – ANDAMENTO 1., 1986, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 1986. p. 31-34.

BARBOSA, C. G. **Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador. Uma abordagem multivariada**. 1993. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1993.

BARBOSA, L. *et al.* Avaliação de características de carcaça de suínos utilizando-se a análise dos componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p. 2209-2217, 2005.

BERBARI NETO, F. **Morfometria de campeões e não campeões na raça Campolina**. 2009. 105f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2009.

COSTA, M. D. *et al.* Estudo da subdivisão genética da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 272-280, 2005b.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

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**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 327-332, 2014.

GARCÍA, F. *Fet al. et al.* Morfo estrutura del caballo Árabe em España. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 36, n.136, p. 269-277, 1987.

GODOI, F. N. *et al.* Morfologia de potros da raça Brasileiro de Hipismo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.4, p.736-742, 2013.

JOHONSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data. **Appl. Stat.**, v.21, p.160-173, 1972. Disponível em: <file:///C:/Users/Micro/Downloads/Jolliffe72%20(1).pdf> Acesso em: 15 set. 2013.

MAWDSLEY, E. P. A. *et al.* Linear assessment of the Thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, n.6, p.461-467, 1996. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01618.x/pdf>> Acesso em: 15 set. 2013.

MISERANI, M. *Get al. et al.* Avaliação dos fatores que influem nas medidas lineares do cavalo pantaneiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 335-341, 2002.

MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. 2.ed. New York: McGraw-Hill Company, 1976. 415 p.

PINTO, L. F. *et al. et al.* Análise multivariada das medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador: análise de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 589-599, 2005.

PINTO, L. F. B. *et al.* Análise Multivariada das Medidas Morfométricas de Potros da Raça Mangalarga Marchador: Análise Fatorial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 613-626, 2005.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**: notas de aula. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. (INF-766) RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.



SANTIAGO, J. M. **Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador**. 2013. 110 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**. Version 8. Cary, NC, 2000.

SIERRA, G. F.; VALERA, M.; ALCALÁ, A. M. La valoración morfológica lineal em El caballo de Pura Raza Española. **Avances Em Alimentacion y Mejora animal**, Madri, v. 38, p.7-10, 1998.

VAN BERGEN, H. M. J. M.; VAN ARENDONK, J. A. M. Genetic parameters for linear type traits in Shetlandponies. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 36, p. 273-284, 1993.

## **CAPITULO III**

### **PROPORÇÕES MORFOMÉTRICAS DE ANIMAIS DA RAÇA QUARTO DE MILHA EM VAQUEJADAS**

## RESUMO

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Proporções morfométricas de animais da raça Quarto de Milha em vaquejadas**. 2015. Capítulo III. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>7</sup>.

O cavalo quarto de milha é utilizado hoje como animal de esporte em competições de diversas modalidades equestres, atraindo centenas de cavaleiros em provas organizadas em inúmeras cidades do Brasil, contando com diversas modalidades como três e cinco tambores, conformação, corrida, laço em suas diversas modalidades, maneabilidades e velocidade, rédeas, seis balizas, team peanning, vaquejada dentre outras. Objetivou-se com este trabalho avaliar as medidas lineares e suas proporções em equinos das raças Quarto de Milha participantes de vaquejada. Foram mensurados 98 animais sendo 69 machos e 29 fêmeas da raça Quarto de Milha. Foram coletadas as informações de 12 medidas lineares e suas proporções. As análises estatística foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (2000), sendo os dados submetidos teste de SNK a 5% de probabilidade. Verificaram-se nos animais Quarto de Milha as proporções para as variáveis de altura na cernelha maior que as definidas por Lesbre (1920) enquanto para a altura na garupa mostrou-se com proporções superiores (2,71). Os animais da raça Quarto de Milha possui biótipo geneticamente diferentes em suas medidas lineares e suas proporções aos valores sugeridos por Lesbre (1920).

Palavras-chave: medidas lineares, mensurações, sistema eclético, proporções

---

<sup>7</sup> **Comitê de Orientação:** Profa. Dra. Maria Dulcineia da Costa - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora); Profa. Dra. Mary Ana Petersen Rodriguez -Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora).

## ABSTRACT

MENESES, Anielle Cristina Alves. **Morphometric proportion of Quarter Horse in 'vaquejada'**. 2015. Chapter III 99 p. , Dissertation (Master's degree in Animal Science) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG<sup>8</sup>.

The Quarter Horse is used today as a sport animal in competitions of various equestrians, attracting hundreds of riders at events organized in many cities in Brazil, with various modes as three and five barrels, conformation, racing, lace in its various modalities, maneuverability and speed, reins, six goals, team peanning, 'vaquejada' amongst others. The objective of this study was to evaluate the linear measurements and their proportions in the s Quarter Horse participants of 'vaquejada'. We measured 98 animals, being 69 males and 29 females of Quarter Horse. The information from 12 linear measurements and their proportions were collected. The statistical analyzes were performed using the SAS statistical software (2000), and the data submitted to SNK test at 5% probability. It was found in Quarter Horse proportions for the variables of height at withers was higher than the one defined by Lesbre (1920) while for hip height showed up with superior proportions (2.71). The Quarter Horse has genetically different biotype in their linear measures and their proportions to the values suggested by Lesbre (1920).

Key words: linear measures, measurements, system eclectic, proportions

---

<sup>8</sup> **Guidance committee:** Profa. Dr. Maria Dulcineia da Costa – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Profa. Dr. Mary Ana Petersen Rodriguez – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser)

## 1- INTRODUÇÃO

O cavalo quarto de milha é utilizado hoje como animal de esporte em competições de diversas modalidades equestres, atraindo centenas de cavaleiros em provas organizadas em inúmeras cidades do Brasil, contando com diversas modalidades como três e cinco tambores, conformação, corrida, laço em suas diversas modalidades, maneabilidades e velocidade, rédeas, seis balizas, team peanning, vaquejada dentre outras (CINTRA, 2010).

O Sistema Eclético de Proporções Lineares, proposto por Lesbre (1920) e citado por Torres e Jardim (1992) tem sido utilizado há várias décadas no estudo das proporções de cavalos de sela. Baseia-se no comprimento da cabeça e apresenta as seguintes relações, dentre outras: a altura na cernelha e na garupa e o comprimento do corpo equivalem a duas vezes e meia ao comprimento da cabeça, assim como o comprimento do pescoço e das espáduas apresentam o mesmo valor do comprimento da cabeça.

Segundo Ribeiro (1989), em ezoognósia, as proporções estão relacionadas às diferentes regiões do corpo do animal entre si e do conjunto formado por elas. Assim, a partir dos dados gerados pela mensuração das diferentes partes do animal, vários autores buscaram estabelecer índices que fossem capazes de caracterizar e correlacionar, fenotipicamente o animal, com sua função econômica. Posteriormente, com os animais classificados em tipos morfológicos distintos, percebeu-se que além das proporções, as angulações e compensações na busca pelo equilíbrio também poderiam interferir na movimentação e conseqüentemente no desempenho atlético do animal (LUCENA, 2014). Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar as medidas lineares e suas proporções em equinos das raças Quarto de Milha participantes de vaquejada.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 12 medidas lineares de 98 animais, sendo 69 machos e 29 fêmeas da raça Quarto de Milha puros e mestiços com idade variando de 2,5 a 12 anos, participantes da Vaquejada do Grotão da Saudade no município de Verdelândia, Norte de Minas Gerais, no período de 21 a 25 de maio de 2013. As medidas foram obtidas utilizando-se um hipômetro, duas fitas métricas e um artrogoniômetro. As mensurações foram realizadas com os animais em estação forçada seguindo a metodologia utilizada por Santiago (2013).

1. Altura na cernelha - foi tomada colocando-se as extremidades do bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica, horizontalmente sobre a cernelha, no ponto mais alto desta, compreendido entre a borda superior das duas espáduas;
2. Altura na garupa - foi obtida colocando-se o bastão no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica sobre a parte central e mais alta da região sacra, compreendida entre os ângulos internos dos ossos ilíacos;
3. Altura do costado - distância vertical entre o final da cernelha (processo espinhoso T8) e o esterno (cilhadouro);
4. Altura do perímetro pélvico (bainha) – distância vertical entre o lombo (6<sup>a</sup> vértebra lombar) e a soldra
5. Comprimento da cabeça - distância entre a extremidade proximal da cabeça, crista nugal, e a parte medial ou central da arcada incisiva superior (ponta do focinho);
6. Comprimento do pescoço - distância entre a extremidade cranial do arco dorsal do atlas e o terço médio da borda cranial da escápula;
7. Comprimento do dorso-lombo - distância entre o final da cernelha, processo espinhoso da 8<sup>a</sup> vértebra torácica, e a tuberosidade ilíaca;
8. Comprimento da garupa - distância que vai do ângulo externo do íleo ou ponta da anca ao ângulo posterior ou externo do ísquio (ponta da nádega);

9. Comprimento da espádua - distância entre a borda dorsal da cartilagem escapular e o centro da articulação escápulo-umeral (ponta da espádua);
10. Comprimento do corpo - distância que vai da ponta da espádua à ponta do ísquio, tomada fixando-se o braço da haste metálica na articulação escápulo-umeral e fazendo-se correr da outra extremidade do bastão até tocar a ponta da nádega (ângulo posterior ou externo do íleo);
11. Largura da cabeça - distância entre as articulações temporomandibular direita e esquerda (região da fonte direita e esquerda);
12. Largura da garupa - distância entre as extremidades laterais das tuberosidades ilíacas direita e esquerda (região das ancas direita e esquerda);

Adotando-se a metodologia de Lesbre (1920), foram calculadas para cada medida as proporções entre o comprimento da cabeça e as medidas lineares descritas anteriormente.

As proporções foram calculadas dividindo-se as medidas lineares pelo comprimento da cabeça de acordo com o proposto por Lesbre (1920) para cavalos de sela.

Para tal, foram utilizados os procedimentos incluídos no software SAS (2000). O modelo estatístico utilizado na avaliação das medidas lineares, angulares e proporções foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{raça}_i + \text{sexo}_j + \text{erro}_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = variável dependente, uma das medidas morfométricas ou angulações (uma das medidas lineares, angulares ou proporções)

$\mu$  = Média geral, associada à variável dependente  
 $R(i)$  = Efeitos fixos de raça;

$S(j)$  = Efeito fixo do sexo;

$e(ijk)$  = Resíduo aleatório associado a cada observação.

As médias foram comparadas pelos testes de SNK a 5 % de significância. Foram consideradas no modelo apenas as interações que se demonstraram significativas.

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se nos animais Quarto de Milha a proporção para a variável de altura na cernelha maior que as definidas por Lesbre (1920) enquanto para a altura na garupa mostrou-se com proporções superiores (2,71) (Tabela 1). Faina e Duarte (2011) citado por Alves *et al.* (2014) relataram ser característico animais menos na raça Quarto de Milha, pois segundo os mesmos, é admissível altura na garupa superior à altura na cernelha. Entretanto, definir exatamente qual seria essa superioridade aceitável ainda é uma tarefa a ser desenvolvida com outras pesquisas, uma vez que, na raça Quarto de Milha não são realizadas mensurações morfométricas no processo de registro dos indivíduos junto à associação (PEREIRA *et al.*; 2014). Para as medidas de altura no costado a raça em estudo demonstrou proporção inferior do sistema eclético de proporções (LESBRE, 1920).



**TABELA 1** - Médias de medidas lineares de altura, comprimento, largura e proporções (P) de animais das raças Quarto de Milha (QM).

Medidas (cm)	Raça		
	QM	P	Lesbre
Altura na cernelha	147,78	2,68	2,50
Altura da garupa	149,96	2,71	2,50
Altura do costado	60,00	1,09	1,17
Altura da bainha (pélvica)	49,96	0,91	0,83
Largura da cabeça	22,05	0,40	0,33
Largura da garupa	51,71	0,94	0,83
Comprimento do corpo	149,42	2,71	2,50
Comprimento de cabeça	55,24	1,00	1,00
Comprimento de pescoço	60,97	1,11	1,00
Comprimento de dorso	45,27	0,88	0,83
Comprimento de garupa	50,32	0,91	0,83
Comprimento de espádua	54,71	0,99	1,00
Comprimento de braço	33,44	0,61	0,67

Verificou-se que, proporcionalmente, os animais da raça Quarto de a Milha apresentaram maiores medidas de larguras de cabeça, de garupa sistema eclético de proporções (LESBRE, 1920).

Os valores obtidos na presente pesquisa para proporcionalidade de comprimento da garupa foram superiores ao sistema eclético de proporções.

Para o comprimento de corpo, os cavalos Quarto de Milha revelaram valores superiores proporcionalmente como proposto pelo sistema eclético de Lesbre (1920). Pimentel (2011) relatou comprimento corporal em animais de vaquejada com média de 1,50 m, Rezende (2013) encontrou valores médios equivalentes a 1,51 m em animais dessa mesma raça utilizados em provas de laço comprido. Possivelmente essa diferença está associada à necessidade funcional e a características genéticas, e devido aos distintos critérios de seleção desses animais.

Na avaliação do comprimento de cabeça, o valor foi semelhante ao sugerido no sistema eclético; já no comprimento do pescoço, observou-

se a proporção 10% superior a raça estudada, aos valores propostos por Lesbre (1920). Em uma concepção moderna de julgamento, relacionando forma e função, o pescoço é uma das regiões mais importantes do equino. Se o pescoço apresenta limitação de comprimento, o alcance dos membros anteriores será restringido, afetando negativamente a amplitude das passadas. Um cavalo de pescoço curto, que geralmente também apresenta espáduas curtas, terá um deslocamento curto dos membros anteriores, sendo menos apto para utilizar o anterior com versatilidade. Já nos animais de pescoço excessivamente longo, os músculos tendem ao subdesenvolvimento, estando, desta forma, mais propensos à fadiga (ANDRADE, 2002).

Para a medida de comprimento dorso-lombar foi superior a comparação das proporções. Rezende (2013) verificou valores médios de comprimento do dorso em animais da raça Quarto de Milha iguais a 51,68 cm estando esses valores acima dos encontrados na presente pesquisa. Conforme Pereira *et al.* (2014), em estudo sobre estimativas de parâmetros genéticos para características morfométricas, em cavalos Quarto de Milha de corrida, verificaram-se coeficientes de herdabilidade altos para comprimento do corpo (0,74) e comprimento do dorso (0,61). Dessa forma, a seleção de animais mais compridos reflete em animais com garupas maiores, além de proporcionar aumento do comprimento dorso-lombar, o que pode influenciar positivamente no desempenho do mesmo.

Para medida de comprimento de espádua e braço, foram observados valores inferiores àqueles propostos por Lesbre (1920).

## **CONCLUSÃO**

Os animais da raça Quarto de Milha possuem biótipos geneticamente diferentes em suas medidas lineares e suas proporções aos valores sugeridos por Lesbre (1920).

Os animais da raça Quarto de Milha enquadram-se melhor em modalidades esportivas que requerem habilidade em velocidade e impulsão.

## REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. F. *et al.* Medidas lineares de equinos Quarto de Milha competidores de vaquejada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014. **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. p.1-8

ANDRADE, L. S. **Manual do julgamento de equinos:** conformação versus função. Belo Horizonte: Equicenter Publicações, 2002. 114 p.

CINTRA, A. G. C. **O cavalo, Características, Manejo e Alimentação.** São Paulo: Roca, 2010. 358 p.

LESBRE, F. X. **Précis d'exterieur du cheval et des principaux domestiques.** Paris: Vigot Frères Éditeurs, 1920. 500 p.

LUCENA, J. E. C. Influência do biótipo equino na movimentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014. **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. p.1-8.

PEREIRA, L. G. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para características morfométricas em cavalos Quarto de Milha de Corrida. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 6, 2014. Número especial.

PIMENTEL, M. M. L. *et al.* Biometria de equinos de vaquejada no Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 376-379, 2011.

REZENDE, M. P. G.; ABREU, U. G. P.; RAMIRES, G. G. Caracterização morfológica de exemplares de equinos da raça quarto de milha utilizadas no laço comprido. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 6., 2013, Corumbá. **Anais...** Corumbá-MS: Embrapa Pantanal, 2013. p. 1-5.

RIBEIRO, D. B. **O Cavalo: raças, qualidade e defeitos.** 2 ed. São Paulo: Globo, 1989. p.318.

SANTIAGO, J. M. **Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador**. 2013. 125 p. Tese ( Doutorado em Zootecnia ) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

TORRES, A. D. P.; JARDIM, W. R. **Criação do cavalo e de outros equinos**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 654 p.