

## INFLUÊNCIA DA MORFOMETRIA SOBRE VARIÁVEIS CINEMÁTICAS DA ESBARRADA EM CAVALOS CRIOLOS

ANA SARAIVA GIORGIS<sup>1</sup>; KARINA HOLZ<sup>2</sup>; GUILHERME MARKUS<sup>3</sup>; CHARLES FERREIRA MARTINS<sup>4</sup>; MARIANA SCHWANKE HIRDES<sup>5</sup>; GINO LUIGI BONILLA LEMOS PIZZI<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [anasaraivagiorgis2002@hotmail.com](mailto:anasaraivagiorgis2002@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [karinaholz06@gmail.com](mailto:karinaholz06@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [guilhermemarkus2014@gmail.com](mailto:guilhermemarkus2014@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [martinscf68@yahoo.com.br](mailto:martinscf68@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marihirdes@gmail.com](mailto:marihirdes@gmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gino\\_lemos@hotmail.com](mailto:gino_lemos@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Há aproximadamente cinco décadas, o cavalo Crioulo tem sido submetido à avaliação morfológica e funcional por meio da prova do Freio de Ouro, a qual integra movimentos que demandam elevado nível de habilidade e docilidade dos animais (ABCCC, 2025). Assim, dentro desse percurso existem manobras específicas, que avaliam a agilidade, destreza e coordenação do animal, dentre elas a Esbarrada, caracterizada pela realização de um galope em alta velocidade e em sequência exigido uma parada abrupta, fazendo com que o animal deslize mantendo seu equilíbrio e estabilidade (SOUZA, 2023). Alguns estudos relatam a interferência direta da morfologia sobre a execução dessa manobra (PIMENTEL, 2016). Um animal equilibrado deve apresentar uma correlação entre suas medidas lineares e angulares atreladas a sua função, por exemplo a razão entre o comprimento corporal e a altura da cernelha devem demonstrar uma proporcionalidade de 1:1, que exibe uma maior facilidade de movimentação e equilíbrio (LUCENA, 2015; SANTIAGO, 2016).

Contudo, observa-se durante os julgamentos morfológicos, a seleção de animais que apresentam um perfil de retangularidade, distanciando-se da harmonia exigida em cavalos de sela e do padrão da raça do cavalo Crioulo. Estudos comprovam essa correlação, onde a biometria explicou que animais com o perfil longilíneo, possuem maiores dificuldades na execução da Esbarrada, porém esses resultados foram baseados em mensurações lineares e angulares estáticas comparadas a nota funcional atribuída pelos jurados (PIMENTEL, 2018). Assim, outro método de avaliação vem preenchendo uma lacuna importante na análise funcional do cavalo Crioulo: a avaliação cinemática (PIZZI, 2024).

A cinemática é o estudo quantitativo por meio de variáveis lineares e angulares que descreve a velocidade e o ângulo de movimentação que o animal alcança, com fundamentos em gravações videográficas combinada a análises de programas computacionais (COLLA, 2014; PIZZI, 2024). Com isso, a técnica permite correlacionar medidas morfológicas ao desempenho dinâmico, identificando biometrias associadas a melhores resultados (PIZZI, 2024).

Diante do exposto, o presente estudo busca realizar análise sobre a relação entre as variáveis cinemáticas e a morfometria do cavalo Crioulo durante o movimento da esbarrada, oferecendo resultados inéditos que correlacionam a morfologia e a função do animal a partir de grandezas vetoriais.

## 2. METODOLOGIA

Foram analisados 35 equinos da raça crioula, sendo 23 machos e 12 fêmeas, com a média do peso sendo  $428,81 \pm 24,09\text{kg}$  e a altura de  $1,42 \pm 0,02\text{m}$ , no extremo sul do Rio Grande do Sul. Todos esses animais possuíam uma rotina de exercícios anaeróbicos e aeróbicos por no mínimo 5 vezes durante a semana durante 2 anos, além de terem passado ao menos por uma credenciadora e classificatória para a prova do Freio de Ouro, após a realização de um exame clínico geral que considerou-os hígidos e livres de claudicação pela escala da *American Association of Equine Practitioners* (AAEP).

A avaliação dos parâmetros lineares foi realizada de forma estática, utilizando hipômetro para altura na cernelha e hipômetro digital para o comprimento corporal, medido entre o tubérculo maior do úmero e a tuberosidade isquiática. Com base na razão dessas medidas, os cavalos foram classificados em dois grupos: grupo 1, com razão  $\leq 1,05$  (perfil mediolinear), e grupo 2, com razão  $> 1,05$  (perfil longilíneo).

A cinemática foi então realizada utilizando a técnica de videografia 2D de acordo com Torres-Pérez et al. (2017), onde foram fixados por uma fita dupla face vinte e quatro marcadores refletivos (30mm de diâmetro) posicionados em ambos os lados do animal, pelo mesmo operador, em regiões anatômicas referentes às protuberâncias ósseas em pontos pré-estabelecidos.

O campo experimental foi delimitado com dimensões de 10 m de comprimento por 3 m de largura. A captura das imagens foi realizada com câmera de alta velocidade (240 fps; resolução  $1.280 \times 550$ ), posicionada a 7 m do ponto central e a 1 m de altura em relação ao solo. Para otimizar a captação dos marcadores retro-reflexivos fixados sobre o animal, foi utilizada luz LED (72 W) como iluminação artificial, instalada acima do equipamento de filmagem. Antes da execução da manobra, os cavalos realizaram um aquecimento de 10 minutos. A esbarrada foi executada no centro do campo experimental pelos próprios ginete, sendo registrada em câmera lenta. Para cada animal, foram captados três vídeos de cada lado. Esses foram processados e analisados pelo sistema 2D Quintic Biomechanics® v33.

As mensurações das medidas angulares ( $^{\circ}$ ), da articulação atlanto-occipital, escapulourminal, umerorradiounar, carpais, metacarpofalangeana, lombosacra, coxofemural, tarsais e da protração dos membros pélvicos e torácicos foram efetuadas quando o animal iniciou o movimento no vídeo, e os indicadores temporais, comprimento (m), duração(s) e velocidade(m/s) levaram em consideração o início e o final da manobra.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido pela aplicação do teste Two-Sample T Test para as variáveis com distribuição normal e do teste Wilcoxon Rank-Sum para aquelas que não apresentaram normalidade, visando à comparação entre os dois grupos de equinos (Grupo 1 e Grupo 2). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Statistix® versão 10, considerando-se um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para nenhuma das variáveis analisadas ( $p > 0,05$ ). No presente estudo, foram analisadas variáveis específicas com o objetivo de investigar possíveis correlações com a execução da esbarrada. Embora a razão entre comprimento e altura não

tenha apresentado diferenças significativas entre os grupos, a literatura indica que outras proporções e medidas lineares e angulares podem ser avaliadas para identificar características morfológicas associadas a um desempenho superior na manobra.

A ausência de diferenças entre os grupos morfometricamente distintos em relação às variáveis cinemáticas da esbarrada indica que a conformação estática isolada, incluindo medidas como a razão comprimento-altura, possui poder preditivo limitado para explicar o comportamento dinâmico durante a execução da manobra. Esse resultado é consistente com Pizzi et al. (2024), que também reportaram ausência de correlação entre goniometria estática e protração máxima durante a esbarrada em equinos Crioulos, reforçando a ideia de que a cinemática da manobra depende de múltiplos fatores além da morfometria. Embora a literatura aponte que certas proporções corporais, como o comprimento do metatarso e ângulos tarsais, possam estar associadas a um melhor desempenho funcional em avaliações estáticas (SANTOS, 2011; PIMENTEL, 2018), tais correlações não se confirmaram dinamicamente por meio da análise cinemática 2D no presente estudo. Isso sugere que avaliações estáticas e subjetivas, como as notas de juízes, podem não capturar adequadamente a complexidade biomecânica da manobra em movimento.

Além disso, outros fatores contextuais e ambientais emergem como variáveis críticas. A influência da superfície de apoio e das forças de cisalhamento casco-piso, por exemplo, é amplamente reconhecida na literatura. Estudos demonstram que propriedades do piso, como conteúdo de fibras, profundidade do acolchoamento e umidade, alteram significativamente a aderência e o escorregamento do casco, podendo modificar o tempo e a distância de deslize durante a esbarrada, além de redirecionar cargas articulares (ROHLF et al, 2022). Em disciplinas similares, como o reining, a capacidade de deslize da superfície pode inclusive mascarar diferenças sutis entre conformações corporais.

A interação cavalo-cavaleiro é outra variável determinante na execução de manobras, sendo a postura, equilíbrio e simetria do cavaleiro fatores que influenciam a biomecânica do binômio e o desempenho funcional (CLAYTON et al., 2023). Assim, mesmo animais com conformação menos ideal podem alcançar bons resultados mediante ajustes técnicos e compensações motoras. Dessa forma, o desempenho na esbarrada pode estar mais relacionado à velocidade de aproximação, técnica de entrada, comprimento de garupa, condições do piso e qualidade da interação com o cavaleiro do que apenas à morfometria estática (SANTIAGO, 2016; SIQUEIRA, 2024).

#### 4. CONCLUSÕES

As dimensões morfométricas não influenciam nas variáveis cinemáticas bidimensionais da execução da manobra de esbarrada de cavalos Crioulos competidores do Freio de Ouro.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAVALOS CRIOLLOS – ABCCC.** História do Cavalo Crioulo. *Stud Book: O Cavalo – História*. Disponível em: <https://www.cavalocrioulo.org.br/studbook/historia>. Acesso em: 6 ago. 2025.

**CLAYTON, H. M.; MACKECHNIE-GUIRE, R.; HOBBS, S. J.** Riders' effects on horses—biomechanical principles with examples from the literature. *Animals*, v. 13, n. 24, p. 3854, 2023.

**COLLA, S.** Comparação entre os tempos de apoio e suspensão dos membros anteriores de equinos por meio da acelerometria. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

**LUCENA, J. E. C.; VIANNA, S. A. B.; BERBARI, F.; SALE, R. L. M.; DINIZ, W. J. S.** Estudo comparativo de proporções morfométricas entre garanhões Campolina e castrados. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 353–366, 2015.

**PIMENTEL, A.; SOUZA, J.; BOLIGON, A.; MOREIRA, H.; PIMENTEL, C.; MARTINS, C.** Biometric evaluation of Criollo horses participating in the Freio de Ouro competition, Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, 2018.

**PIZZI, G. L. B. L.; HOLZ, K.; KOWALSKI, É. A.; RIBEIRO, P. F.; BLAKE, R.; MARTINS, C. F.** 2D kinematic analysis of the Esbarrada and Volta Sobre Patas manoeuvres of Criollo breed horses competing in Freio de Ouro. *Animals*, Basel, v. 14, n. 16, p. 2410, 2024.

**ROHLF, C. M.; GARCIA, T. C.; FYHRIE, D. P.; LE JEUNE, S. S.; PETERSON, M. L.; STOVER, S. M.** Shear ground reaction force variation among equine arena surfaces. *The Veterinary Journal*, v. 291, p. 105930, 2023.

**SANTOS, C. A.; PAZ, C. F. R.; PAGANELA, J. C.; RIPOLL, P. K.; NOGUEIRA, C. E. W.** Influência da biomecânica angular das articulações escápulo-umeral, coxo-femural e tíbio-metatarsiana na prova de andamento dos cavalos da Raça Crioula. *Archives of Veterinary Science*, v. 16, n. 1, p. 37–43, 2011.

**SANTIAGO, J. M. et al.** Evolution of morphometric measures in the Mangalarga Marchador breed. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 191–199, jan./mar. 2016.

**SIQUEIRA, R. F.; CORDEIRO, N. M. S.** Linear measurements, body proportions, and biomechanical insights: morphological analysis of Arabian horses in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 61, e223460, 2024.

**TORRES-PÉREZ, Y.; GÓMEZ-PACHÓN, E. Y.; MIRÓ-RODRÍGUEZ, F.** Two-dimensional kinematics of horses at trot through videiomatry and mathematical modeling. *Revista Facultad de Ingeniería*, v. 26, p. 83–96, 2017.