

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO, UMIDADE E ALTURA ENTRE SUPERFÍCIES EQUESTRES

ÉVERTON AUGUSTO KOWALSKI¹; CAROLINA BICCA NOGUEZ MARTINS²
GINO LUIGI BONILLA LEMOS PIZZI³; KARINA HOLZ⁴; PRISCILA FONSECA
RIBEIRO⁵; CHARLES FERREIRA MARTINS⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – evertonequinocultura@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – carolinam962@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – gino_lemos@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – karinaholz06@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – priscilafri@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – martinscf68@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As superfícies equestres são investigadas frequentemente na última década, através do conhecimento de suas propriedades funcionais, como resistência ao cisalhamento, umidade e altura, pela necessidade de compreensão dos efeitos gerados sobre a dinâmica cavalo-casco-superfície de equinos atletas durante o movimento (HOBBS et al., 2014; NORTHROP et al., 2020).

Essas propriedades determinam o comportamento funcional das superfícies sob carga animal, influenciando performance, longevidade, índices de lesões musculoesqueléticas e bem-estar durante atividades atléticas (BODEN et al., 2007; SYMONS; GARCIA; STOVER, 2013). Nesse contexto, é verificado distinto comportamento entre superfícies, com potencial de modificar a biomecânica dos animais (SETTERBO et al., 2009).

A dinâmica funcional é decorrente da complexa interação entre as propriedades, onde alterações nos índices de umidade influenciam diretamente a resistência ao cisalhamento e força de reação do solo (HOLT et al., 2014; CHATEAU et al., 2009). Nesse cenário, localização geográfica, topografia, sistema construtivo, tráfego, manutenção e composição, também exercem efeito sobre a funcionalidade da superfície (HOBBS et al., 2014).

O controle das propriedades funcionais é efetuado regularmente para segurança de eventos organizados pela FEI (Federação Equestre Internacional), entretanto, no Brasil não ocorre controle do comportamento mecânico das superfícies. Conforme a presente demanda, esse estudo foi desenvolvido com objetivo de comparar a resistência ao cisalhamento, umidade e altura entre superfícies equestres.

2. METODOLOGIA

2.1 ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS SUPERFÍCIES

As propriedades funcionais foram analisadas em sete superfícies esportivas equestres na região sul do Rio Grande do Sul, nas cidades de Pelotas (T1, T2 e T3), Jaguarão (T4 e T5), Rio Grande (T6) e Bagé (T7). As mensurações ocorreram em sete dias consecutivos, com propósito de evitar efeitos sazonais climáticos. A temperatura média ambiental foi de $13,5 \pm 0,7$ °C, sem precipitação pluviométrica acumulada no período.

O local experimental (120m²) foi delimitado conforme percurso de tráfego utilizado em análises quantitativas dinâmicas de equinos atletas (figura 1), com

propósito de avaliar área de contato do casco com superfície (HOBBS e CLAYTON, 2013). Foram distribuídas seis pontos (A, B, C, D, E e F) para medição *in situ* (1m²), com análises realizadas em triplicatas em cada ponto com metodologia adaptada de NORTHROP et al. (2016).

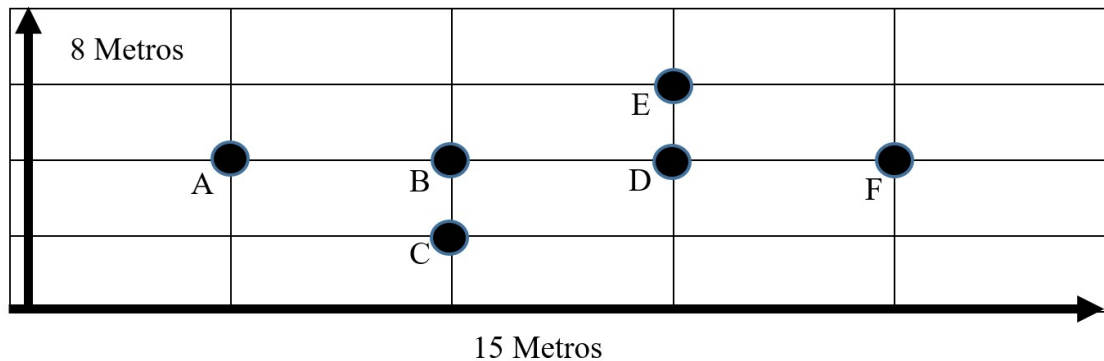


Figura 1 – Local experimental com distribuição dos pontos de análise *in situ* para obtenção de dados físicos de resistência ao cisalhamento, umidade e altura nas distintas superfícies equestres.

2.2 DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DAS SUPERFÍCIES

A resistência ao cisalhamento (RC) foi obtida através de um dispositivo de tração funcional (PEHAN; SCHRAMEL, 2017), mensurando o pico de torque (N/m) em rotação de 45° de um corpo de teste (800 N) sobre a superfície.

A umidade (UM) da superfície foi medida com auxílio de um sensor TDR (Field Scout – Modelo TDR-100; Spectrum Technologies), realizando medições na profundidade de 0 - 7,6 cm e os resultados expressos em porcentagem (TOPP; DAVIS; ANNAN, 1980).

A altura da superfície (AL) (cm) foi mensurada com auxílio de uma haste métrica de aço inoxidável (1 mm de diâmetro), com capacidade de romper a camada superficial que compõem a sua estrutura até limite de fundação (NORTHROP et al., 2016).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, seguido por análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey e correlação de Spearman ao nível de 5% de significância com software IBM SPSS Statistics 20.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para as propriedades funcionais (Tabela 1), mostraram diferenças ($P < 0,01$) entre superfícies. A maior resistência ao cisalhamento ocorreu em T1 (23,98 N/m), T2 (22,88 N/m) e T3 (22,43 N/m) e menores em T5 (12,52 N/m) e T7 (12,58 N/m). Os índices superiores de umidade foram verificados em T1 (31,08%) e T3 (31,19%) e inferiores em T5 (3,65%) e T7 (3,74%). A altura de superfície mínima ocorreu em T3 (1,82 cm) e máxima em T7 (8,11 cm).

Houve correlação ($P < 0,01$) positiva entre resistência ao cisalhamento e umidade ($\rho = 0,74$) e negativa entre resistência ao cisalhamento e altura ($\rho = -0,27$), bem como, umidade e altura ($\rho = -0,50$).

Tabela 1: Parâmetros de resistência ao cisalhamento (N/m), umidade (%) e altura (cm) entre superfícies equestres.

Superfícies experimentais	Variáveis analisadas		
	RC ¹ (N/m)	UM ² (%)	AL ³ (cm)
T1	23,98 ^c	31,08 ^d	6,20 ^c
T2	22,88 ^c	7,78 ^b	6,60 ^c
T3	22,43 ^c	31,19 ^d	1,82 ^a
T4	15,70 ^b	10,02 ^c	2,91 ^{ab}
T5	12,52 ^a	3,65 ^a	3,71 ^b
T6	15,70 ^b	9,22 ^c	3,58 ^b
T7	12,58 ^a	3,74 ^a	8,11 ^d
EP	0,75	1,72	0,34
P-valor	0,00	0,00	0,00
Correlação de Spearman			
RC ¹ (N/m)	1	0,74*	- 0,27*
UM ² (%)		1	- 0,50*
AL ³ (cm)			1

¹Resistência ao cisalhamento; ²Umidade (%); ³Altura superfície (cm).

Valores expressos em médias. EP: erro padrão. Letras diferentes nas mesmas colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

*Correlação significativa (P<0,01).

Provavelmente as diferenças observadas para resistência ao cisalhamento entre as superfícies equestres estão vinculadas aos índices elevados de umidade ($\rho = 0,74$), promovendo aumento da adesão entre partículas da camada superficial (HOLT et al., 2014), como verificado em T1 e T3. Porém, fatores associados aos constituintes da superfície (NORTHROP et al., 2016) podem ter influenciado o comportamento distinto em T2, onde não foi constatado alta umidade.

Acredita-se que a variabilidade encontrada na umidade está associada a diferentes sistemas de drenagem ou ausência dos mesmos, topografia e composição, pois esses fatores determinam a retenção de água e consistência da superfície (HOBBS et al., 2014).

A variação na altura supostamente é resultado do sistema construtivo e manutenção corretiva, os quais estabelecem a profundidade ativa dessa camada (WHEELER, 2006). Em T3 foi verificada altura mínima com alta resistência ao cisalhamento e umidade, entretanto, sugere-se que o dispositivo de tração funcional pode ter rompido a estrutura da superfície devido à força aplicada, interagindo com a base estrutural aderente e compactada.

Os parâmetros verificados nesse estudo convergem com variações identificadas em pesquisas prévias (CHATEAU et al., 2009; SYMONS; GARCIA; STOVER, 2013; NORTHROP et al., 2016; CLAUßEN et al., 2019), porém, ainda é necessária determinação dos constituintes estruturais para elucidar o comportamento mecânico das superfícies.

4. CONCLUSÕES

A resistência ao cisalhamento, umidade e altura diferiu entre as superfícies equestres.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BODEN, L. A. et al. Risk factors for Thoroughbred racehorse fatality in flat starts in Victoria, Australia (1989-2004). **Equine Veterinary Journal**, v. 39(5), p. 430 – 437, 2007.
- CHATEAU, H. et al. Design and validation of a dynamometric horseshoe for the measurement of three-dimensional ground reaction force on a moving horse. **Journal of Biomechanics**, v. 42(3), p. 336 – 340, 2009.
- CHRISTIAN, P.; SCHRAMMEL, J. P. **Method and device for determining the coefficient of friction between the surface of a test object, in particular of a base and the surface of a test body**. EP 3 141 886 A1, Mar. 2017.
- CLAUSEN, G. et al. Evaluation of the Factors Influencing the Rotational Shear Resistance of Horse Riding Arena Surfaces (Technical and Field Investigations). **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 74, p. 95 – 102, 2019.
- HOBBS, S. J. et al. **Equine surfaces white paper equine surfaces white paper**. Federação Internacional Equestre (FEI), 2014.
- HOBBS, S. J.; CLAYTON, H. M. Sagittal plane ground reaction forces, centre of pressure and centre of mass in trotting horses. **The Veterinary Journal**, v. 198, p. e14 – e19, 2013.
- HOLT, D. et al. Use of Surface Testing Devices to Identify Potential Risk Factors for Synthetic Equestrian Surfaces. **Procedia Engineering**, v. 72, p. 949 – 954, 2014.
- NORTHROP, A. J. et al. Spatial Variation of the Physical and Biomechanical Properties Within an Equestrian Arena Surface. **Procedia Engineering**, v.147, p. 866 – 871, 2016.
- NORTHROP, A. J. et al. Operational temperatures of all-weather thoroughbred racetracks influence surface functional properties. **Biosystems Engineering**, v. 193, p. 37 – 45, 2020.
- SETTERBO, J. J. et al. Hoof accelerations and ground reaction forces of Thoroughbred racehorses measured on dirt, synthetic, and turf track surfaces. **American Journal of Veterinary Research**, v. 70(10), p. 1220 – 1229, 2009.
- SYMONS, J. E., GARCIA, T. C., & STOVER, S. M. Distal hindlimb kinematics of galloping Thoroughbred racehorses on dirt and synthetic racetrack surfaces. **Equine Veterinary Journal**, v. 46(2), p. 227 – 232, 2013.
- TOPP, G.C.; DAVIS, J.L.; ANNAN A.P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. **Water Resour. Res.** V. 16(3), p. 574 – 582, 1980.
- WHEELER, E. F. (Ed.). **Horse Stable and Riding Arena Design**. Blackwell Publishing, 2006.