

## MODELO MATEMÁTICO PARA A ESTIMATIVA DA IDADE GESTACIONAL DE ÉGUAS CRIOULAS ATRAVÉS DA MENSURAÇÃO DA ÓRBITA OCULAR FETAL - DADOS PRELIMINARES

CLARISSA FERNANDES FONSECA<sup>1</sup>; LUIZA GHENO<sup>2</sup>; ISADORA PAZ OLIVEIRA DOS SANTOS<sup>3</sup>; REGIS SPEROTTO DE QUADROS<sup>4</sup>, ALINE DE SOUZA MUNIZ<sup>5</sup>, BRUNA DA ROSA CURCIO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – clarissaffonseca1@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – luizaghenho@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – isadorapazoliveirasantos@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – quadros99@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – alinesm48@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – curciobruna@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O manejo reprodutivo de animais da raça Crioula geralmente é realizado a campo, através da monta natural. Com isso, a estimativa da idade gestacional das éguas crioulas seria desconhecida (MILLER, 2017).

O exame ultrassonográfico em éguas prenhes, destinado à avaliação do perfil biofísico do feto equino, foi inicialmente desenvolvido por Reef et al. (1996). Foi possível identificar a frequência cardíaca fetal (FCF), o diâmetro aórtico, o nível de atividade fetal, a espessura útero-placentária, o contato útero-placentário e a profundidade máxima do fluído fetal como indicadores-chave para prever a saúde fetal. Posteriormente, Bucca et al. (2005) ampliaram esse perfil biofísico para avaliar o bem-estar fetal desde a metade da gestação até o término. Em 2014, Murase et al. forneceram dados sobre o crescimento fetal durante a gestação em éguas Puro-Sangue Inglês. Mais recentemente, Vincze et al. (2024) desenvolveram um protocolo rápido e clínico que utiliza os três indicadores mais precisos e práticos: FCF, diâmetro aórtico fetal e junção útero-placentária (JUP).

Em equinos, a ultrassonografia transretal é amplamente utilizada para confirmar a prenhez e detectar a perda embrionária precoce. No entanto, o monitoramento ultrassonográfico regular subsequente não é comum. A avaliação do desenvolvimento fetal em estágios avançados da gestação, por meio de ultrassonografia transabdominal com um transdutor de baixa frequência, pode ser uma ferramenta valiosa para identificar potros em risco de doença perinatal. Estudos anteriores forneceram dados sobre o crescimento fetal em várias raças, utilizando medições das órbitas oculares fetais, crânio, abdômen, largura torácica, espaços intercostais e aorta durante os meses (RENAUDIN et al., 1997).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo propor um novo modelo matemático, comparando um novo modelo não linear com um modelo linear previamente proposto para a estimativa da idade gestacional de éguas crioulas através da mensuração do diâmetro da órbita ocular fetal, por ser considerada uma medida relativamente rápida e de fácil execução.

### 2. METODOLOGIA

Durante as temporadas reprodutivas de 2020 a 2023, foram acompanhadas as gestações de 28 éguas híbridas da raça Crioula, do 5º ao 11º

mês de gestação, com data de cobertura e ovulação conhecidas, oriundas do plantel do Hospital de Clínicas Veterinária da Universidade Federal de Pelotas (HCV - UFPel), com idades entre 4 e 11 anos, totalizando 163 avaliações.

O exame obstétrico das éguas era realizado mensalmente, através da palpação transretal e avaliação com ultrassom portátil, equipado com um transdutor linear transretal, na frequência de 7,5 MHz. Tais procedimentos tinham como objetivo avaliar a média e o desvio padrão do diâmetro da órbita fetal, além de calcular a taxa de prenhez no primeiro e segundo ciclos, as perdas embrionárias, a média e desvio padrão da junção útero-placentária (JUP) e da aorta fetal. As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistix® 10.0 (Analytical Software, 2008). Os exames foram feitos pelos pós-graduandos que recebiam auxílio dos alunos de graduação envolvidos no projeto de ensino, pesquisa e extensão em Clínica Médica de Equinos (ClinEq).

Após a identificação da estrutura ocular do feto, era mensurado o diâmetro transversal da órbita, sendo utilizado como ponto de referência o cristalino e as margens internas do corpo vítreo e, em conjunto com o Departamento de Matemática e Estatística (DME) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), foi aprimorado um modelo matemático linear já existente (HARTWIG et al, 2013) para estimar a idade gestacional dessas éguas através de um novo ajuste cúbico, com a finalidade de haver uma maior precisão. Para isso, foi utilizado o desvio médio absoluto (DMA), o desvio padrão (DP) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), com os valores dados em centímetros (cm), com sua respectiva idade gestacional, expressos em média  $\pm$  DP, com o auxílio do Software Statistix 10.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo, em conjunto com pesquisas anteriores, indicam a necessidade de avaliar o desenvolvimento fetal considerando cada raça de cavalo. A curva de crescimento da órbita fetal, ajustada por regressão linear, já realizados em estudos anteriores desenvolvidos por Hartwig et al. (2013) já nos possibilita estimar a idade gestacional de éguas Crioulas com base no diâmetro da órbita ocular fetal. Contudo, em nossos estudos, na comparação das curvas de regressão, foi observado que o modelo cúbico demonstrou um ajuste mais próximo dos valores determinados para as órbitas em relação ao desenvolvimento fetal.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão do diâmetro da órbita do 5º ao 11º mês em cm;

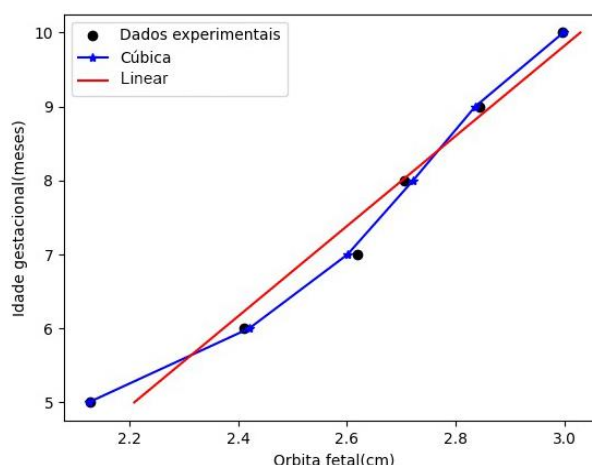
Diâmetro orbital média $\pm$ DP	
5º	1,61 $\pm$ 0,04
6º	2,04 $\pm$ 0,24
7º	2,36 $\pm$ 0,17
8º	2,60 $\pm$ 0,13
9º	2,75 $\pm$ 0,16
10º	2,88 $\pm$ 0,12
11º	3,07 $\pm$ 0,11

**Tabela 2.** Os valores de DMA, DP e  $R^2$  nos modelos cúbico e linear;

	DMA	DP	$R^2$
Modelo Cúbico	0,009	0,01	0,998
Modelo Linear	0,040	0,05	0,966

De acordo com MONTGOMERY et al (2012), os quais afirmam que o DMA, responsável por medir a magnitude dos erros, quanto menor o valor, é indicado um melhor ajuste; o DP, mede a dispersão das previsões em relação à média dos erros, então quanto menor, nesse caso, menor será a diferença dos dados, tornando mais fidedigno; enquanto o  $R^2$  mede a variabilidade dos dados, então, quanto mais próximo da unidade (1), mais confiável é.

Ao comparar as curvas de regressão, foi observado que o ajuste para o modelo cúbico demonstra ser mais próximo dos valores determinados para as órbitas em relação ao desenvolvimento fetal, levando em conta o DMA, DP e  $R^2$  como avaliadores da qualidade do modelo matemático.



**Figura 1.** Modelo cúbico da relação da idade gestacional e o diâmetro da órbita fetal.

No presente estudo, é possível observar que os resultados experimentais demonstram o aumento da órbita fetal de forma crescente, porém não linear com o avançar da gestação, identificando também que o modelo de regressão não linear com ajuste cúbico, obtido em conjunto com o DME, apresentou um valor de  $R^2$  mais próximo de 1 ao ser comparado com o modelo linear, logo, próximo a realidade, considerando a variação de desenvolvimento na comparação entre os indivíduos da população e, garantindo uma maior segurança em prever o tempo gestacional de éguas crioulas cobertas por monta natural, utilizando a experimentação das éguas do plantel do HCV.

#### 4. CONCLUSÕES

Desta forma, conclui-se que o modelo não linear é mais adequado para a estimativa do tempo gestacional em éguas Crioulas, oferecendo maior precisão na previsão do parto em relação ao desenvolvimento fetal.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUCCA, S., FOGARTY, U., COLLINS, A., SMALL, V. Assessment of fetoplacental well-being in the mare from mid-gestation to term: transrectal and transabdominal ultrasonographic features. **Theriogenology**. v. 64, p. 542-557, 2005.

HARTWIG, F. P.; ANTUNEZ, L.; SANTOS, S. R. D.; LISBOA, F. P.; PFEIFER, L. F. M.; NOGUEIRA, C. E. W.; CURCIO, B. D. R. Determining the Gestational Age of Crioulo Mares Based on a Fetal Ocular Measure. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 33, p. 557-560, 2013.

MILLER, R. B., JONES, E. R. Reproductive Management of Horses: Principles and Practices. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Philadelphia, v.33, n .1, p.1-12, 2017.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.; VINING, G.G. **Introduction to linear regression analysis**. Hoboken: Wiley, 2012.

MURASE, H., ENDO, Y., TSUCHIYA, T., KOTOYORI, Y., SHIKICHI, M., ITO, K., SATO, F., NAMBO, Y. Ultrasonographic evaluation of equine fetal growth throughout gestation in normal mares using a convex transducer. **The Journal of Veterinary Medical Science**. v. 76, p. 947-953, 2014.

REEF, V. B., VAALA, W. E., WORTH, L. T., SERTICH, P. L., SPENCER, P. A. Ultrasonographic assessment of fetal well-being during late gestation: development of an equine biophysical profile. **Equine Veterinary Journal**. v. 28, p. 200-208, 1996.

RENAUDIN, C. D., TROEDSSON, M. H. T., GILLIS, C. L., KING, V. L., BODENA, A. Ultrasonographic evaluation of the equine placenta by transrectal and transabdominal approach in the normal pregnant mare. **Theriogenology**. v. 47(2), p. 559–573, 1997.

VINCZE, B., BASKA, F., PAPP, M., SZENCI, O. Introduction of a new fetal examination protocol for on-field and clinical equine practice. **Theriogenology**. v. 125, p. 210–215, 2019.