



U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

M.J. Fradinho, D. Assunção, A.L. Costa, C. Maerten, V. Gonçalves,
A. Teixeira, L. Fangueiro, M. Bliebernickt, A. Vicente



EmbriOvet
Produção de Serviços Veterinários, Lda.



Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Introdução

Potencial de crescimento



Património genético...

(fenótipo variado)



Fatores ambientais...

- Objetivos dos criadores
- Maneio geral (incluindo as práticas alimentares)



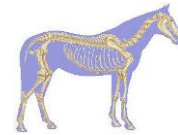
Grande influência nos padrões
de crescimento

Introdução



Crescimento e desenvolvimento pode durar 3 a 5 anos
➤ grande parte da vida produtiva do cavalo.

Utilização desportiva cada vez mais intensa e exigente



Começa em idades precoces, quando o desenvolvimento do esqueleto pode ainda não estar concluído

Taxas de crescimento associadas a um maior risco de problemas de desenvolvimento



O conhecimento do modelo de crescimento mais adequado para cada raça e tipo de utilização é fundamental para criadores e utilizadores.

Introdução

Modelos de crescimento (Puro-Sangue Inglês)



(Hintz *et al.*, 1979;
Thompson, 1995;
Staniar *et al.*, 2004;
Brown-Douglas *et al.*, 2005;
Onoda *et al.*, 2011;
Kocher & Staniar, 2013; ...)

Other breeds...

(Bigot *et al.*, 1988;
Saastamoinen, 1990;
Trillaud-Geyl *et al.*, 2004;
Valette *et al.*, 2008;
Heugebaert *et al.*, 2010,
Fradinho *et al.*, 2016; 2020)

SF, AA, FT,
Finnhorse,
Lusitano,...

Crescimento e desenvolvimento em poldros warmblood tem sido estudado

(até ao desmame)
(Vervuert *et al.*, 2005)



Informação é limitada no que se refere aos padrões de crescimento até à idade adulta, em condições de campo.



Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Objectivo



Caracterizar os padrões de crescimento no cavalo de desporto (Hanoveriano e Oldenburgo) através da aplicação de funções não lineares.

VII Jornadas do GTIE, 2023

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Materiais & Métodos

- 72 poldros (raças Hanoveriana e Oldenburgo) (39 machos e 33 fêmeas);
- Nascidos entre 2015 e 2023 – coudelaria de referência na região sudoeste de França (Haute-Garonne);
- Periodicamente pesados e medidos (altura ao garrote).



Balança eletrónica digital
(precisão 0.5 kg)



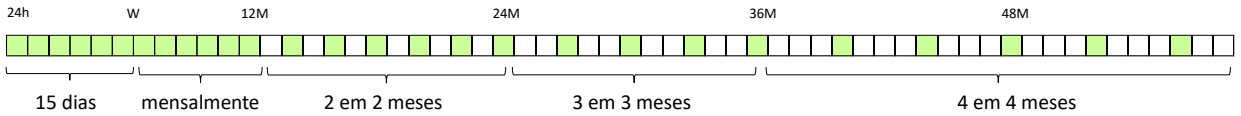
Hipómetro de alumínio
(precisão 0.5 cm)

VII Jornadas do GTIE, 2023

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Materiais & Métodos

- Medidas foram realizadas pelo mesmo operador, tendo-se obtido um total of 1.382 registos



- Seguidos entre o nascimento e os 58 meses (alguns poldros nascidos in 2015) (quando já estavam em trabalho regular)

VII Jornadas do GTIE, 2023

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Materiais & Métodos



- Condições de manejo idênticas para todos os animais;
- Poldros permaneceram na pastagem com as mães até ao desmame (6 meses de idade);
- A partir do desmame os poldros foram conduzidos em grupo (por idades semelhantes) e separados por sexo;
- As dietas de cada grupo foram ajustadas em função de cada fase de crescimento, de acordo com as recomendações do INRA (INRA, 2012).

VII Jornadas do GTIE, 2023

- Ajustadas diversas funções de crescimento sigmoide (proc NLIN, SAS) (Brody, Logística, Gompertz, von Bertalanffy e Richards);

Brody

$$Y = A (1 - be^{-kt})$$

Logística

$$Y = A (1 + be^{-kt})^{-1}$$

Gompertz

$$Y = A e^{-be^{-kt}}$$

von Bertalanffy

$$Y = A (1 - be^{-kt})^3$$

Richards

$$Y = A (1 - be^{-kt})^M$$

Variáveis (Y) são descritas em função da idade (t)

A – limite assintótico, à medida que o t se aproxima do infinito (peso ou tamanho médio maduro);

b – constante de integração que ajusta a função quando t=0;

k – índice de maturidade (parâmetro da curva que estabelece a velocidade à qual essa variável se aproxima da maturidade A);

M – ponto de inflexão da curva sigmoide (0<M<1, ponto de inflexão indefinido, algures antes do nascimento).

- Nos modelos não lineares o coeficiente de determinação (R^2) não está definido de forma directa.
- R^2 corresponde a um pseudo R^2 , calculado como: $1 - (SS(\text{Residual}) / SS(\text{Total}_{\text{corrigido}}))$.
- Para o ajuste dos modelos de regressão não-lineares, utilizou-se o método iterativo de Marquardt.

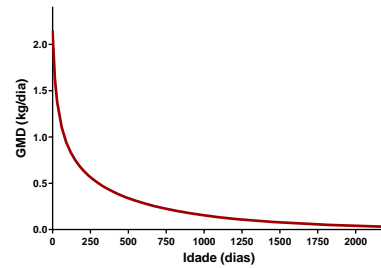
Medida	Modelo	Parâmetros				R^2
		A (\pm SE)	b (\pm SE)	k (\pm SE)	M (\pm SE)	
PV (kg)	Brody	565.6 \pm 5.7	0.874 \pm 0.004	0.002 \pm 0.00006	-	0.953
	Logística	512.4 \pm 4.2	3.69 \pm 0.10	0.006 \pm 0.0001	-	0.927
	Gompertz	529.1 \pm 4.6	-1.71 \pm 0.02	0.004 \pm 0.00001	-	0.941
	von Bertalanffy	537.8 \pm 4.7	0.452 \pm 0.005	0.0033 \pm 0.00008	-	0.945
	Richards	623.2 \pm 14.1	0.981 \pm 0.005	0.0013 \pm 0.00012	0.626 \pm 0.027	0.957
AG (cm)	Brody	164.1 \pm 0.2	0.35 \pm 0.003	0.004 \pm 0.00001	-	0.947
	Logística	162.9 \pm 0.4	0.51 \pm 0.006	0.005 \pm 0.00012	-	0.940
	Gompertz	163.4 \pm 0.4	-0.42 \pm 0.004	0.005 \pm 0.00011	-	0.943
	von Bertalanffy	163.7 \pm 0.4	0.13 \pm 0.001	0.005 \pm 0.00011	-	0.945
	Richards	172.9 \pm 1.3	0.96 \pm 0.007	0.0013 \pm 0.00015	0.155 \pm 0.007	0.960

Modelo que melhor se ajustou para as duas variáveis

Materiais & Métodos

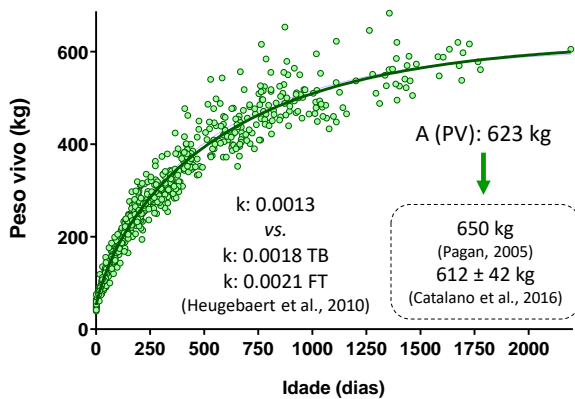
- O efeito do sexo foi também estudado;
- Taxas de crescimento (GMD, g/d ou cm/d) ➔ primeira derivada das equações:

$$Y' = MAkbe^{-kt} (1 - be^{-kt})^M / (1 - be^{-kt})$$



Resultados & Discussão

Peso vivo



Peso nasc.: 54 kg
7 mo: 261 kg

Peso nasc.: 57 kg
7 mo: 263 kg
(Vervuert et al., 2005)

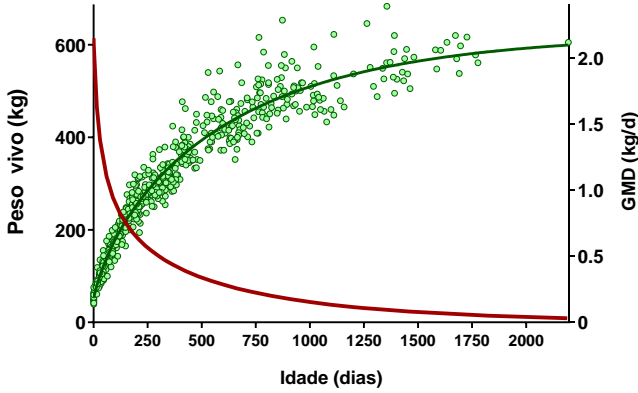
Proporções do PV adulto (%)

Idade	(presente estudo)	Lusitano (Fradinho et al., 2016)	PSI (Kocher & Staniar, 2013)	Cavalos desporto (Heugebaert et al., 2010)
6 M	39 (243 kg)	42	45	44
12 M	55 (342 kg)	58	67	60
24 M	74 (458 kg)	77	88	88
36 M	84 (523 kg)	89	96	97
42 M	90 (545 kg)	93	97	100

500 kg (PSL Studbook) 550 kg 590 kg
 PV adulto

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Resultados & Discussão



GMD (g/dia)

Idade	(presente estudo)	Lusitano (Fradinho et al., 2016)	PSI (Kocher & Staniar, 2013)	Cavalos desporto (INRA, 2012)
3-6 M	820	669	939	800-900
6-12 M	547	443	681	500-550
18-24 M	277	233	247	350-400
30-36 M	158	141	91	50-100
36-42 M	120	111	51	50-100

Compatível com crescimento moderado (↓ risco problemas osteoarticulares)

600 kg
 ↑
 PV adulto
Crescimento moderado

VII Jornadas do GTIE, 2023

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

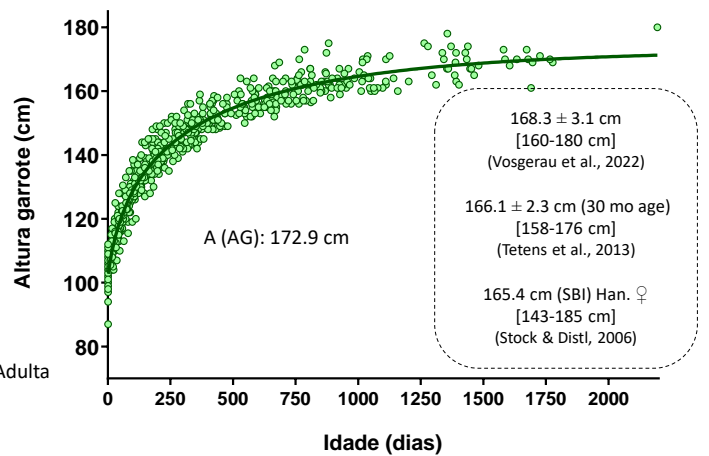
Resultados & Discussão

Altura garrote

Proporções da AG adulta (%)

Idade	(presente estudo)	Lusitano (Fradinho et al., 2016)	PSI (Kocher & Staniar, 2013)
6 M	80 (138 cm)	82	80
12 M	87	89	87
24 M	93	94	94
36 M	96	97	97
42 M	98 (167 cm)	97	98

160 cm (PSL Studbook) 169 cm ← AG Adulta



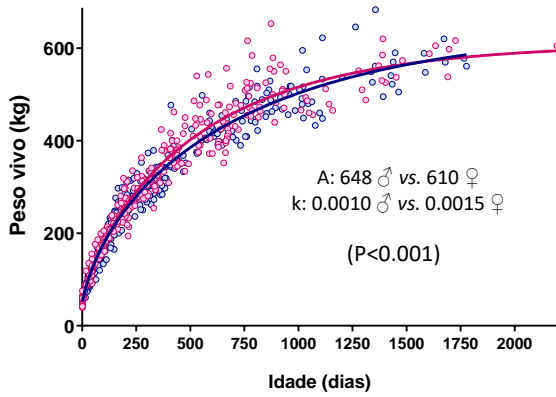
- Padrão similar entre raças
- Precocidade de desenvolvimento do tecido ósseo

VII Jornadas do GTIE, 2023

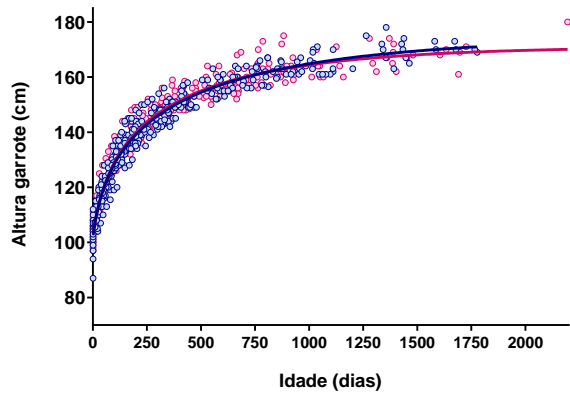
Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Resultados & Discussão

Efeito do sexo



Observadas diferenças entre os modelos para os poldros e poldras no que se refere ao PV



Não foi observado dimorfismo sexual na altura ao garrote

VII Jornadas do GTIE, 2023

Padrões de crescimento no cavalo de desporto: aplicação de funções não-lineares

Conclusões

- A função de Richards mostrou ser a equação mais adequada para descrever o crescimento e desenvolvimento desta população de cavalos;
- Os ganhos médios diários observados para o peso vivo, nas mesmas idades, foram comparáveis aos níveis de crescimento moderado propostos para outras raças de desporto;
- As taxas de crescimento observadas para a altura ao garrote foram similares às observadas noutras raças (confirmando a precocidade do desenvolvimento do tecido ósseo);
- O dimorfismo sexual foi evidente para o peso vivo, mas não para a altura ao garrote;
- O presente estudo mostra que as funções não lineares podem ser aplicadas para descrever com precisão o crescimento e o desenvolvimento de cavalos de desporto de tipo warmblood (Hanoveriano e Oldenburgo).

VII Jornadas do GTIE, 2023

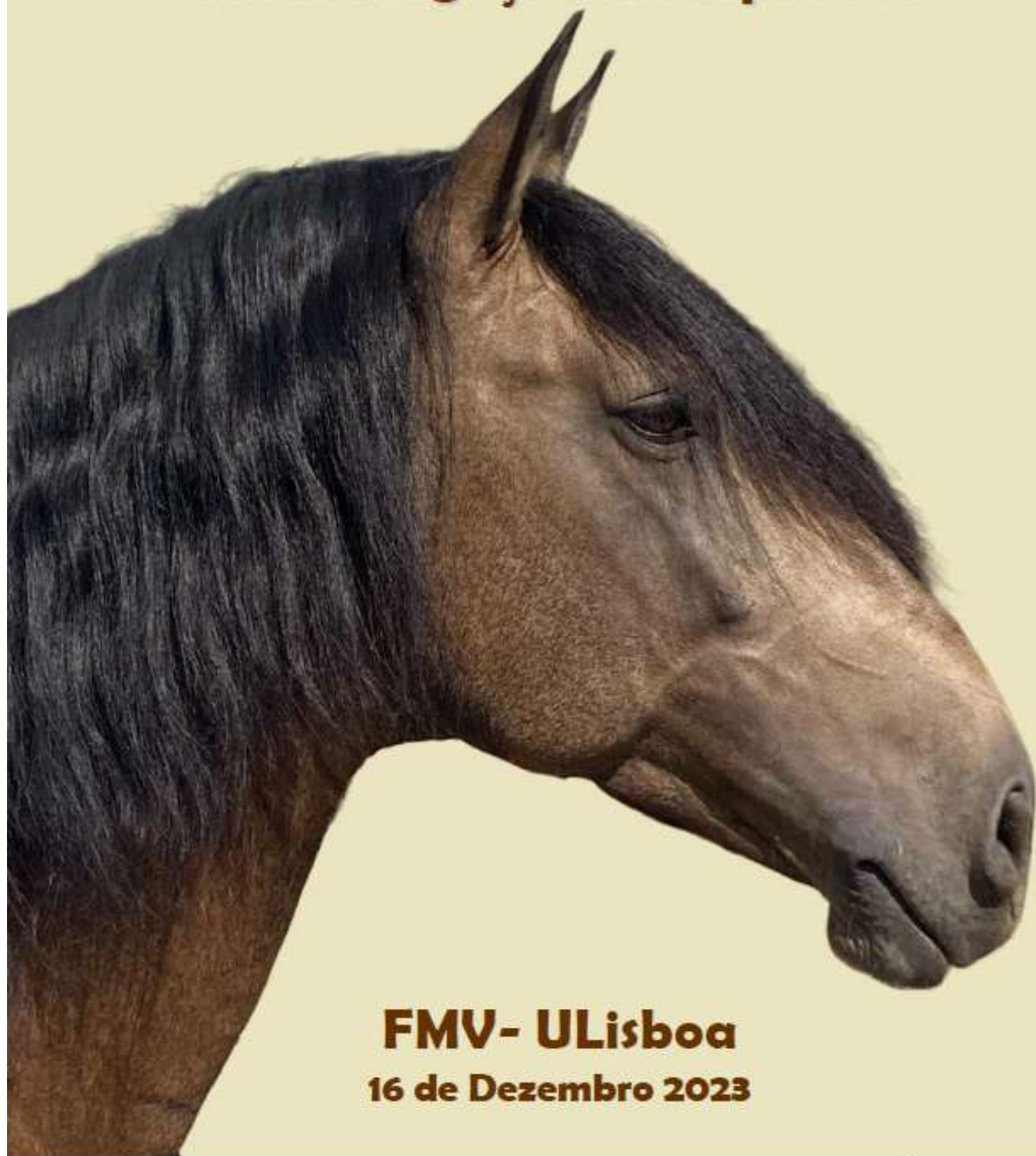
Obrigada!



Agradecimentos:

- Mme. Helen Burgess e toda a equipa do Haras de la Gesse!
- Projectos: CIISA UIDB/00276/2020 e LA/P/0059/2020 - AL4Animals.

VII^{as} Jornadas do Grupo de Trabalho de Investigação em Equídeos



FMV- ULisboa
16 de Dezembro 2023

Organização:

Apoio:



INTACOL
EQUINE NUTRITION



PREMIX Especialidades Agrícolas e Parasitárias, Lda

Comissão Organizadora:

Ana Sofia Santos (*FeedInov*)

Graça Ferreira Dias (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Maria do Mar Oom (*ULisboa, FC, cE3c*)

Maria João Fradinho (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Mário Cotovio (*CECAV-UTAD*)

Rui Caldeira (*ULisboa, FMV, CIISA*)

Comissão Científica:

Ana Sofia Santos (*FeedInov*)

Graça Ferreira Dias (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Maria do Mar Oom (*ULisboa, FC, cE3c*)

Maria João Fradinho (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Mário Cotovio (*CECAV-UTAD*)

Rui Caldeira (*ULisboa, FMV, CIISA*)

António Vicente (*ESAS, CERNAS*)

Elisa Bettencourt (*UÉvora*)

Maria Rosa Rebordão (*ESAC, CIISA, AL4Animals*)

Luís Atayde (*UPorto, ICBAS*)

Paula Tilley (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Luís Lamas (*ULisboa, FMV, CIISA, AL4Animals*)

Título: Livro de Resumos das VII Jornadas do GTIE

Editor: UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Autor: Grupo de Trabalho de Investigação em Equídeos

ISBN: 978-989-97385-7-7

PADRÕES DE CRESCIMENTO NO CAVALO DE DESPORTO: APLICAÇÃO DE FUNÇÕES NÃO-LINEARES

M.J. Fradinho^{1,2}, D. Assunção³, A.L. Costa^{3,4}, C. Maerten³, V. Gonçalves³, A. Teixeira³,
L. Fanguero³, M. Bliebernicht^{3,4}, A. Vicente^{5,6}

¹CIISA, Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa. ²AL4Animals, Laboratório Associado para a Ciência Animal e Veterinária.

³Pôle Reproduction–Haras de la Gesse, Boulogne-sur-Gesse, France. ⁴Embriovet, Lda., Muge, Portugal.

⁵Escola Superior Agrária de Santarém. ⁶CERNAS – Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Coimbra, Portugal.

O conhecimento das taxas de crescimento mais adequadas a cada raça e tipo de utilização é fundamental para criadores e utilizadores. O presente estudo teve como objetivo caracterizar os padrões de crescimento de cavalos de desporto, nascidos e criados numa coudelaria de referência, em França, utilizando funções não lineares. Para o efeito, 72 poldros (39 machos e 33 fêmeas) das raças Hanoveriana e Oldenburgo foram periodicamente pesados e medidos, tendo sido obtidos 1.382 registos para o peso vivo (PV) e altura ao garrote (AG). Os dados foram recolhidos entre o nascimento e os 5 anos de idade, quando os cavalos já estavam em trabalho regular. Inicialmente, foram ajustadas várias funções não-lineares (Brody, Logistic, Gompertz, von Bertalanffy e Richards) utilizando o procedimento NLIN do SAS. Contudo, a equação de Richards $y = A(1 - b.exp(-kt))^M$ foi escolhida para a análise posterior por se tratar do modelo que melhor se ajustou às duas variáveis. As taxas de crescimento (GMD, kg/d ou cm/d) foram obtidas a partir da primeira derivada das equações e o efeito do sexo foi também avaliado. O PV médio à idade adulta foi de 623,2±14,1 kg e a altura ao garrote 172,9±1,3 cm. Segundo os modelos obtidos, as proporções (%) do PV adulto aos 6, 12, 24, 36 e 48 meses de idade foram, respetivamente, 39, 55, 74, 84 e 90%. As proporções da AG para as mesmas idades foram 80, 87, 93, 96 e 98%. Não foi observado dimorfismo sexual para a AG. No entanto, os modelos relativos ao PV são diferentes entre poldros e poldras (P<0,0001). As taxas de crescimento obtidas são semelhantes às descritas noutras raças de desporto para um crescimento moderado. O estudo apresentado demonstra que a equação de Richards pode ser utilizada para descrever com precisão o crescimento e o desenvolvimento de cavalos de desporto.

Agradecimentos: Projeto CIISA UIDB/00276/2020; LA/P/0059/2020 - AL4Animals.