



António Vicente <sup>1,2,3</sup>



Nuno Carolino <sup>2,3,4</sup>



Luís T. Gama <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém, Apartado 310, 2001-904 Santarém, Portugal;

<sup>2</sup> Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Biotecnologia e Recursos Genéticos, INIAV, IP 2005-048 Vale de Santarém, Portugal;

<sup>3</sup> CIISA - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, 1300-477 Lisboa, Portugal;

<sup>4</sup> Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197 Lordemão, 3020-210 Coimbra, Portugal

# AValiação GENÉTICA PARA A MORFOLOGIA NO CAVALO LUSITANO

NO SEGUIMENTO DO EXPOSTO NAS ÚLTIMAS EDIÇÕES DA REVISTA (N.º 114 A 116) VAMOS CONTINUAR A ABORDAR A TEMÁTICA DAS ESTRATÉGIAS DE CARACTERIZAÇÃO E SELECÇÃO NA RAÇA LUSITANA (VICENTE, 2015), COM A APRESENTAÇÃO DA AVALIAÇÃO GENÉTICA PARA A MORFOLOGIA, FERRAMENTA FUNDAMENTAL E EFICAZ DE SELECÇÃO DE ANIMAIS GENETICAMENTE SUPERIORES, COM BASE NO SEU VALOR GENÉTICO ESTIMADO PARA AQUELA CARACTERÍSTICA (GAMA ET AL., 2004).

**R**egra geral, sempre se considerou a conformação e morfologia como aspectos bastante importantes na criação cavalar, apresentando-se até com maior relevância, comparativamente com outras espécies de animais domésticos (Preisinger et al., 1991). Isto aplica-se particularmente nas raças seleccionadas por aspectos baseados em características morfológicas e de beleza como sempre foi o caso do cavalo Lusitano. De igual modo, a morfologia está intimamente ligada com a amplitude de movimentos e aptidão funcional, desempenho desportivo, saúde e longevidade (Preisinger et al., 1991; Barrey et al., 2002). A apreciação da morfologia em equinos é de tal forma importante que o primeiro estudo conhecido sobre esta temática, usando uma abordagem quantitativa sobre medições lineares da conformação do cavalo foi realizado no século XVIII por Bourgelat (1754) (Saastamoinen e Barrey, 2000), ao analisar equinos do tipo Barroco, i.e., cavalos Ibéricos (Figura 1).

Mais recentemente surgiram outras técnicas mais objectivas de avaliar a morfologia e con-

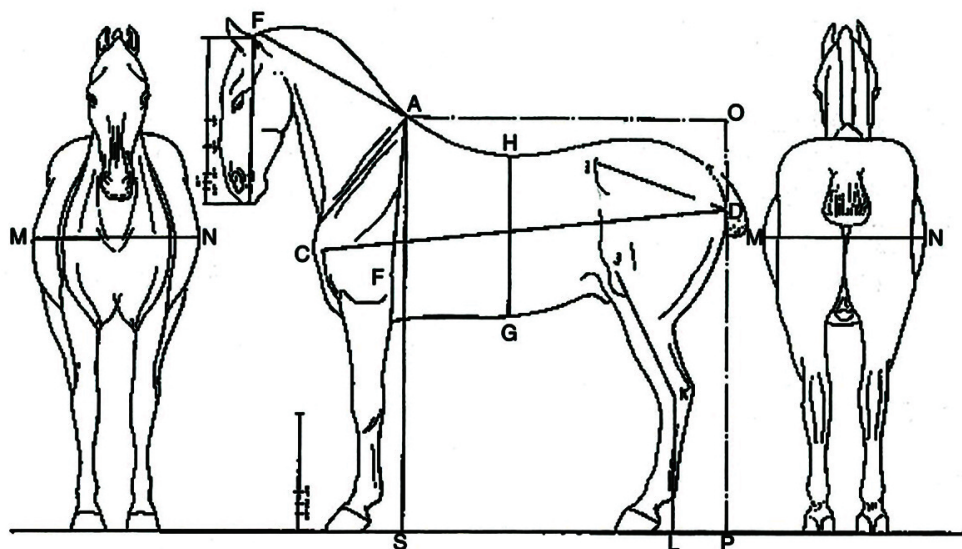


Figura 1 – Estudo da conformação do cavalo Barroco por Bourgelat em 1754 (Adaptado de: Saastamoinen e Barrey, 2000)

QUADRO 1 – GRELHA DE CLASSIFICAÇÃO DE REPRODUTORES (APSL, 2010)

CARACTERES	Coef.
Cabeça e pescoço (CP)	1
Espádua e garrote (EG)	1
Peitoral e costado (PC)	1
Dorso e rim (DR)	1.5
Garupa (GA)	1
Membros (ME)	1.5
Conjunto de formas (CF)	1.5
Andamentos (AN)	1.5
<b>Pontuação Total (PT)</b>	<b>10</b>

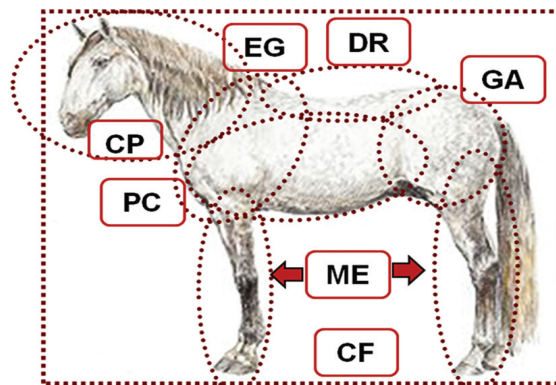


Figura 2 – Itens de apreciação da morfologia e andamentos num candidato a reprodutor Lusitano

formação de um equino, nomeadamente por biometria, fotometria, avaliação cinemática por gravação digital, etc., conforme apresentado de forma muito interessante em estudo aprofundado realizado por Santos (2008), sobre a análise de andamentos e da biomecânica de cavalos Lusitanos em diferentes disciplinas equestres

O cavalo Lusitano sempre foi empiricamente selecionado, desde o passado até ao presente, pelos seus atributos de morfologia, conformação e beleza, a par do seu desempenho funcional em actividades ligadas ao trabalho de campo, tauromaquia e arte equestre.

Desde 1967, com a implementação do Studbook da raça, todos os candidatos a reprodutores têm de ser submetidos a uma apreciação morfo-funcional, segundo uma grelha de classificação (**Quadro 1; Figura 2**), para que, após aprovação, os seus descendentes possam ser inscritos no Livro de Nascimento da raça. Adicionalmente, os candidatos a reprodutores são medidos para a altura ao garrote e os machos são ainda fotografados para uma base de dados da APSL.

Como se sabe, a cada carácter da grelha de classificação é atribuída uma nota entre 0 e 10 pontos, sendo posteriormente aplicado o respectivo coeficiente (1.0 ou 1.5), para que, após soma de todos os parâmetros avaliados, se obtenha a Pontuação Total (PT) do animal (de 0 a 100 pontos).

Deste modo existe na APSL um vasto conjunto de dados (mais de 18 mil) de avaliações morfológicas, que poderão ser devidamente analisados, de forma a se poder proceder a uma avaliação genética para a morfologia. De referir ainda que a grelha de classificação da raça se manteve inalterada desde o seu início, em 1967, permitindo-nos estudar de forma coerente a evolução da raça Lusitana ao longo de mais de 40

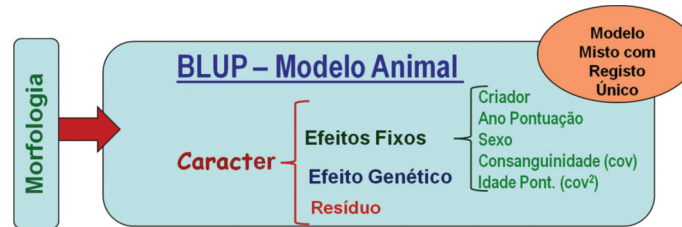


Figura 3 – Modelo de análise para a morfologia no cavalo Lusitano, considerando diferentes efeitos fixos

anos de criação, sempre segundo os mesmos parciais (de morfologia e andamentos) de avaliação.

Como já foi referido e explicado numa edição anterior da revista (Nº 107 sobre a **avaliação genética para a funcionalidade**) interessa ao criador conhecer o **valor genético** dos seus animais, ou seja, qual o valor de um animal num programa de selecção, i.e. o que esse animal poderá efectivamente transmitir à descendência, indicador do seu **mérito genético**. Desde modo, propusemos realizar uma avaliação genética para a morfologia, considerando todos os dados de pontuação de reprodutores quando inscritos no Livro de Adultos, disponíveis no Studbook da raça Lusitana, com a **predição de valores genéticos** para esta população, com base na metodologia BLUP – Modelo Animal (Gama et al., 2004;

Henderson, 1994). O modelo empregue para este estudo apresenta-se na **figura 3**.

Foi utilizada a informação genealógica e morfológica do Studbook da raça, cedida pelo Registo Nacional de Equinos (RNE) e completada com informação da APSL, que incluía genealogias de 53417 indivíduos (nascidos entre 1824 e 2009) e classificações de 18076 candidatos a reprodutores Lusitanos (de 1967 a 2009). Através do **BLUP - Modelo Animal** utilizou-se um modelo misto que incluía os efeitos fixos do criador, ano de pontuação, sexo, idade e consanguinidade e como efeito aleatório o **valor genético** do animal. Com este modelo e esta metodologia BLUP - Modelo Animal, utilizado universalmente para várias espécies pecuárias, pretende-se estimar o Valor Genético de todos os indivíduos, independentemente, da sua origem (criador), do sexo, da idade

e do ano em que foram pontuados (júri). Isto é, pretende-se remover, tanto quando possível, a influência destes factores ambientais, que poderão ter influenciado a classificação obtida por cada animal, tanto nas notas parciais como na pontuação total.

Assim, foram estimados os valores genéticos e respectiva precisão para as 10 diferentes características estudadas: Altura ao Garrote (AG), pontuações parciais (Cabeça e Pescoço; Espádua e Garrote; Peitoral e Costado; Dorso e Rim; Garupa; Membros; Conjunto de Formas e Andamentos) e Pontuação Total.

Pretendeu-se obter estimativas de efeitos fixos (factores ambientais) e de parâmetros genéticos, com as correspondentes predições dos valores genéticos e respectivas tendências genéticas ao longo do tempo, indicadores mais objectivos e fundamentais para a selecção e melhoramento genético.

As estatísticas descritivas e os parâmetros genéticos (heritabilidade –  $h^2$ ) obtidos para a classificação morfológica a quando da apreciação dos candidatos a reprodutores Lusitanos para o Livro de Adultos (LA) apresentam-se no **Quadro 2**.

Podemos observar que existem animais pontuados ao LA com

Quadro 2 – Estatísticas descritivas e parâmetros genéticos ( $h^2$  – heritabilidade) para a pontuação de Lusitanos ao LA (DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação)

Característica	N	Média	DP	CV(%)	Min	Max	$h^2$
Altura ao Garrote (cm)	16955	157.80	4.05	2.56	140.0	178.0	0.61
Pontuação Total (pts) Coef.	18076	71.39	4.94	6.92	44.5	97	0.18
Cabeça e pescoço	1	17139	7.24	<b>0.81</b>	<b>11.12</b>	4	<b>0.18</b>
Espádua e garrote	1	17139	7.47	<u>0.62</u>	<u>8.28</u>	5	0.13
Peitoral e costado	1	17139	<b>7.48</b>	0.67	8.97	4	0.12
Dorso e rim	1.5	17139	6.93	0.73	10.46	4	0.15
Garupa	1	17139	7.29	0.71	9.70	4	0.14
Membros	1.5	17139	<u>6.68</u>	0.69	10.28	4	<u>0.07</u>
Conjunto de formas	1.5	17139	7.17	0.71	9.94	4	0.14
Andamentos	1.5	17139	7.27	0.78	10.72	4	0.16

altura ao garrote que varia entre 1.40m e 1.78m e pontuação total entre 44.5 pts e 97 pts. As notas atribuídas aos parciais de morfologia e andamentos variaram entre os 4 e 10 pontos, com valores médios por carácter entre 6.68 pts (membros) e 7.48 pts (peitoral e costado). De referir ainda que a Cabeça e Pescoço foi o parcial com maior variação (CV = 11.12%) seguida da nota para os andamentos.

A heritabilidade ( $h^2$ ), parâmetro genético fundamental que mede essencialmente a transmissibilidade à descendência de uma dada característica, foi elevada para a altura ao garrote (0.61) e média/baixa para os diferentes itens de classificação morfológica, variando entre 0.18 (Cabeça e Pescoço) e 0.07 (Membros).

Após as estimativas dos vários parâmetros genéticos para a morfologia no cavalo Lusitano pudemos então realizar a desejada **avaliação genética** com o intuito de obter estimativas dos valores genéticos para os diferentes animais que compõem

*Quadro 3 - Ranking de mérito genético da morfologia de garanhões Lusitanos, para a Pontuação Total (em pontos), Altura ao Garrote (em cm) e Andamentos (em pontos), ordenados pelo Valor Genético (VG) da Pontuação Total e respectiva precisão da estimativa em % (Prec)*

NOME	ANONASC	Pont. Total		Altura Garrote		Andamentos	
		VG	Prec (%)	VG	Prec (%)	VG	Prec (%)
<b>XAQUIRO</b>	1980	<b>6.75</b>	<b>92</b>	2.48	<b>97</b>	<b>1.73</b>	<b>91</b>
<b>RIOPELE</b>	1998	6.70	75	3.94	89	1.38	73
<b>HOSTIL</b>	1989	6.34	82	3.11	93	1.22	80
<b>SARILHO</b>	1999	6.13	69	4.31	86	0.84	66
<b>ZICO</b>	1981	6.12	89	2.42	95	0.78	87
<b>TOLEIRAO</b>	2000	6.03	64	2.66	84	1.17	63
<b>SPARTACUS</b>	1999	5.98	73	2.83	88	1.42	71
<b>COXIXO</b>	2007	5.97	70	1.25	76	1.42	69
<b>ARAGAO</b>	2005	5.95	62	2.08	71	1.38	61
<b>CAMPARI II</b>	2007	5.85	63	1.78	71	1.14	62
<b>XIQUE</b>	2003	5.79	58	3.01	69	1.18	57
<b>MARIALVA</b>	1993	5.69	69	<b>-0.20</b>	84	1.02	68
<b>TIXAQUIR</b>	2000	5.68	73	2.59	86	1.35	71
<b>SOBERANO</b>	1999	5.60	69	<b>6.49</b>	87	1.09	66
<b>EQUADOR</b>	2009	5.58	58	1.97	68	1.06	57

esta população. Com isto podemos obter rankings de animais consoante o seu **valor genético estimado** para diferentes características estudadas (pontuação total, altura ao garrote, anda-

mentos, etc.).

De realçar que as estimativas dos valores genéticos são dinâmicas, querendo dizer que podem e devem ser atualizadas frequentemente (numa base semestral ou anual) e à medida que vamos dispondo de mais informação morfológica de pontuação de animais ao LA poder-se-ão alterar (só apresentamos aqui dados até 2009).

No **Quadro 3** apresenta-se o ranking do **mérito genético** estimado dos melhores 15 garanhões Lusitanos para a morfologia, ordenados a partir do mais alto valor genético (VG) para a Pontuação Total (PT expresso em pontos). Para além do valor genético para a PT, podemos ainda observar o valor genético estimado para a altura ao garrote (expresso em cm), evidenciando o potencial genético de um determinado reprodutor na dimensão/tamanho e que pode transmitir à descendência e ainda se apresenta o VG para os andamentos. Para estas três características, apresenta-se igualmente a precisão das estimativas do valor genético (Prec), que

traduz a maior ou menor quantidade de informação existente sobre o animal e seus familiares. Como curiosidade, indica-se ainda o ano de nascimento dos animais.

De uma forma análoga podemos construir rankings de mérito genético para qualquer uma das dez características estudadas na morfologia, por sexo, globais, etc, e apresenta-se no **Quadro 4** o ranking ordenado para os 15 melhores garanhões Lusitanos em relação ao VG da Altura ao Garrote (AG), apresentando-se como curiosidade a AG dos animais e o seu ano de nascimento.

Deste modo o criador de cavalos Lusitanos poderá ter à sua disposição um conjunto de informações e dados relevantes, que o auxiliem nas opções de selecção e emparelhamentos de reprodutores, no que diz respeito à apreciação morfológica. Esta informação está ao dispor dos associados da APSL, para os seus animais e para o ranking dos melhores na sua área reservada ([https:// genpro. ruralbit. com/](https://genpro.ruralbit.com/)).

A título de exemplo, e para que saibamos como interpretar e usar os resultados da avaliação genética para a morfologia, apresentamos os valores da avaliação genética para dois garanhões distintos, aqui identificados como Garanhão A (**Figura 4**) e Garanhão B (**Figura 5**) (adaptados de: <https://genpro.ruralbit.com/>).

Podemos igualmente analisar as diferentes tendências e efeitos fixos obtidos com este estudo e observar a evolução da altura ao garrote na raça e da pontuação total (PT) atribuída aos candidatos a reprodutores ao longo do tempo, i.e. as diferentes tendências fenotípicas (**Figura 6**).

Existiu, ao longo do tempo, um ligeiro aumento fenotípico da altura média ao garrote do cavalo Lusitano, fruto essencialmente de melhores condições ambientais na criação e não tanto um aumento genético para a altura ao garrote. No en-

*Quadro 4 - Ranking de mérito genético da morfologia de garanhões Lusitanos, ordenados pelo Valor Genético (VG em cm) da Altura ao Garrote (AG em cm) e respectiva precisão da estimativa (Prec)*

CAVALO	ANONASC	AG	VG	Prec.
<b>MALIBU ESTREL (BRA)</b>	1988	175	<b>9.63</b>	0.79
<b>SEDAL</b>	1999	<b>178</b>	9.23	0.80
<b>HORIZONTE PIT (BRA)</b>	1986	169	9.08	0.85
<b>TALENTO WR (BRA)</b>	1999	169	9.00	0.81
<b>QUEBOM HM (BRA)</b>	1996	176	8.94	0.83
<b>KUBLAYKHAN TOP (BRA)</b>	1985	165	8.91	0.86
<b>PASTOR</b>	1996	174	8.70	0.81
<b>QUIRON</b>	1997	173	8.36	0.85
<b>CAMACHO HOR (BRA)</b>	1989	171	8.34	0.81
<b>P-IPSOS BUSSY (FR)</b>	1996	177	7.86	0.77
<b>SOLAR PINHAIS (BRA)</b>	1998	171	7.84	0.83
<b>XANGÔ DO ARETE (BRA)</b>	2002	170	7.81	0.81
<b>VIDAGO</b>	1972	168	7.80	<b>0.96</b>
<b>PERALTA PINHA (BRA)</b>	1996	172	7.72	0.82
<b>BAFEJADO</b>	1983	173	7.51	0.82

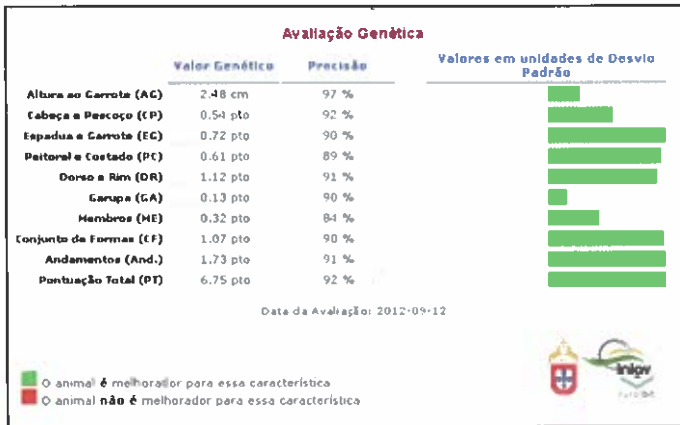


Figura 4 – Garanhão A, animal melhorador para todas as características morfológicas estudadas (adaptado de: <https://genpro.ruralbit.com/>)

tanto com um valor elevado de  $h^2$  de 0.61 para a altura ao garrote será mais eficaz a selecção para esta característica e, fruto da informação disponível, os criadores poderão mais objectivamente seleccionar os seus animais.

A pontuação total evoluiu

em sentido contrário, observando-se que a média da PT atribuída ao longo dos anos tem vindo a diminuir. Este facto é facilmente explicado pelas alterações nas condições de aprovação/reprovação dos animais e comprova-se pela análise da figura 7, onde se apresenta

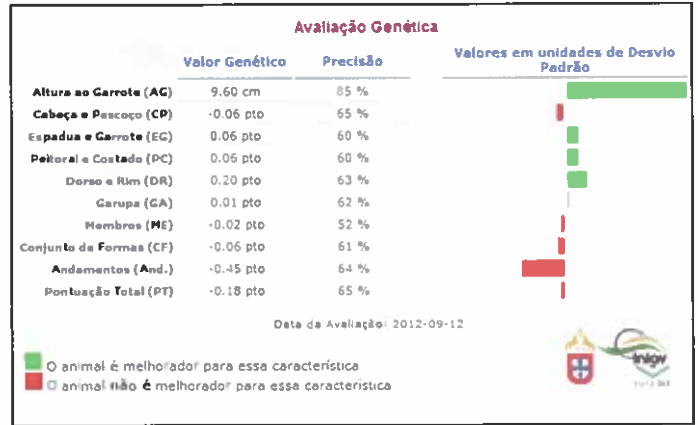


Figura 5 – Garanhão B, animal que não sendo melhorador para os andamentos, é melhorador para a Altura ao Garrote (adaptado de: <https://genpro.ruralbit.com/>)

o efeito ambiental do ano de pontuação para a PT, com redução das pontuações atribuídas, essencialmente a partir do ano 2000.

Se acompanharmos de perto a evolução do cavalo Lusitano facilmente constatamos que esta raça está bastante mais

homogénea e melhor em termos de tipo e morfologia que há umas décadas atrás. Então como se pode entender que os animais recebem cada vez menos pontos na classificação ao LA (Figura 6)?

Como exposto na figura 7, com a alteração dos critérios

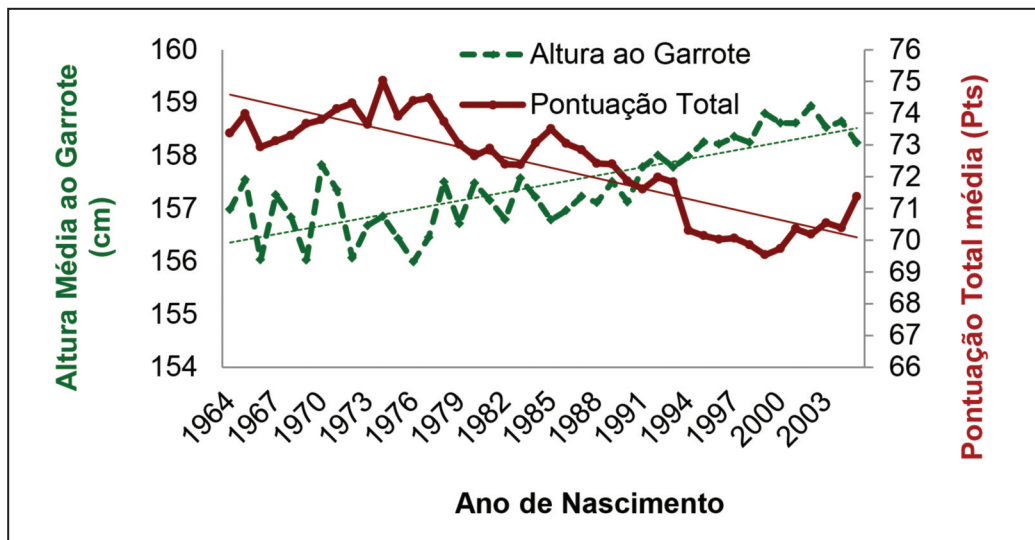


Figura 6 – Tendências fenotípicas da Altura ao Garrote e da Pontuação Total dos candidatos a reprodutores Lusitanos

de aprovação dos animais nos últimos anos, e fruto de uma aplicação cada vez mais exigente da grelha de classificação as notas atribuídas aos candidatos a reprodutores são presentemente mais baixas que no passado. No entanto, isto não quer dizer que os animais sejam geneticamente

inferiores, antes pelo contrário! Este facto comprova-se pela evolução positiva da tendência genética da Pontuação Total (Figura 8) e demonstra toda a força, precisão e interesse da utilização da metodologia BLUP – modelo animal como ferramenta de auxílio no melhora-

mento genético da raça e nas tomadas de decisão dos criadores.

Ainda que inicialmente pudéssemos pensar na incoerência que seria a atribuição de cada vez menos pontos à morfologia quando os animais estão cada vez melhores, o modelo de aná-

lise é capaz de considerar os vários efeitos ambientais em causa e separá-los da componente genética, comprovando-se assim a melhoria genética do cavalo Lusitano em termos de apreciação morfológica.

O programa de seleção da raça Lusitana tem, até ao presente, assentado essencialmente na escolha de animais com base na informação fenotípica (morfologia e andamentos) e pedigrees (genealogias), mas seria importante a inclusão de outros objetivos de melhoramento que traduzam a funcionalidade do animal. Como tal no próximo número da revista iremos abordar a temática da avaliação genética para a funcionalidade no Lusitano, com especial ênfase para a disciplina de Equitação de Trabalho. Esperamos que seja útil!■

**Agradecimentos:** Ao RNE /AR e APSL pela cedência dos dados para este estudo e por todo o apoio na sua elaboração.

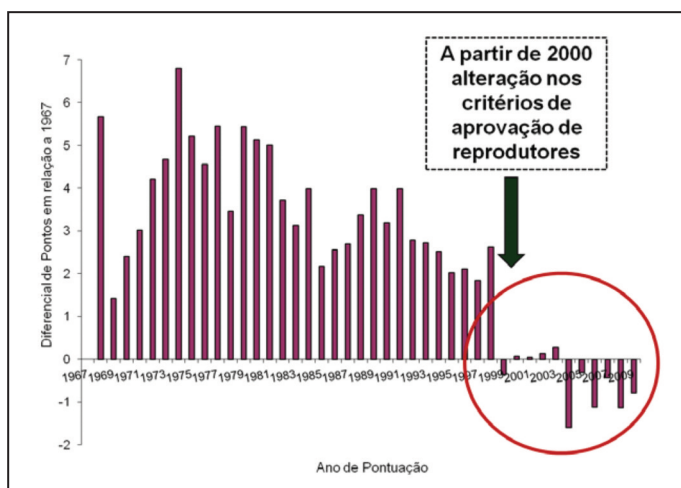


Figura 7 – Efeito ambiental do ano de pontuação ao Livro de Adultos para a Pontuação Total no cavalo Lusitano

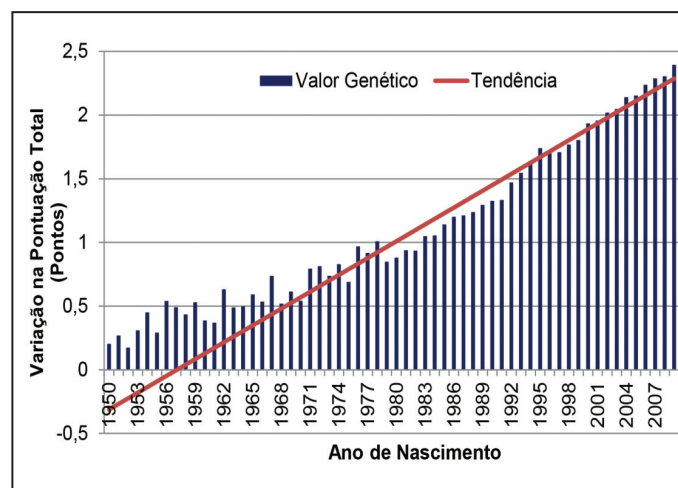


Figura 8 – Tendência genética para a Pontuação Total no cavalo Lusitano

### Bibliografia Consultada

APSL. 2010. Regulamento do livro genealógico do cavalo Lusitano. Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro-sangue Lusitano - APSL. Cascais, Portugal.

Barrey E., Desliens F., Poirel D., Biau S., Lemaire S., Rivero J.L.L. and Langlois B. 2002. Early evaluation of dressage ability in different breeds. *Equine Vet. J. Suppl.* 34: 319-324.

Gama, L.T, Matos, C.P e Carolino, N. 2004. Modelos Mistos em Melhoramento Animal. *Arquivos Veterinários*, Nº7, Direcção Geral de Veterinária - Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e Pescas, Portugal.

Henderson, C. R., 1994. *Applications of Linear Models in Animal Breeding*. Third printing. University of Guelph, Canada.

Preisinger R., Wilkens J. and Kalm E. 1991. Estimation of genetic parameters and breeding values for conformation traits for foals and mares in the Trakehner population and their practical implications. *Livest. Prod. Sci.* 29: 77-86.

Saastamoinen M.T. and Barrey E. 2000. Genetics of conformation, locomotion and physiological traits. In: A.T. Bowling and A. Ruvinsky (eds.). *The Genetics of the Horse*. p 439-472. CABI Publishing, Oxon, UK.

Santos R.I.D.G. 2008. Caracterización genética de la aptitud deportiva del caballo puro sangre Lusitano a partir de variables biocinemáticas al trote. PhD Tesis. Universidad de Córdoba, Spain.

Vicente, A. 2015. Characterization and selection of the Lusitano horse breed. Doctoral Thesis in Veterinary Science. Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa.