

A CONVITE DA REVISTA EQUITAÇÃO, NA PESSOA DO SEU EDITOR, EDUARDO CARVALHO, RESOLVEMOS ACEITAR O DESAFIO DE, NOS PRÓXIMOS NÚMEROS DA REVISTA, DIVULGAR ALGUNS DOS RESULTADOS DE UM EXTENSO E APROFUNDADO ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO E SELECÇÃO DO CAVALO PURO-SANGUE LUSITANO, CONTIDOS NO NOSSO TRABALHO DE DOUTORAMENTO INTITULADO "CHARACTERIZATION AND SELECTION OF THE LUSITANO HORSE BREED". ESPERAMOS QUE GOSTEM!



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, Estrada da Covarrã, 3040-714 Coimbra, Portugal;

# CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA DO CAVALO LUSITANO (1ª PARTE)

**N**a primeira parte desta divulgação vamos centrar as nossas atenções na caracterização genética por análise demográfica do cavalo Lusitano.

Para a gestão da diversidade de uma raça, que inclui a sua preservação e utilização futura de um modo sustentável, a caracterização demográfica é um aspecto essencial ao delineamento de uma estratégia correcta de utilização, conservação ou de melhoramento com sucesso (FAO, 2007). Segundo Gama (2002), qualquer programa de melhoramento genético deve iniciar-se pela caracterização do sistema de produção, incluindo o conhecimento aprofundado da estrutura demográfica de uma raça ou grupo populacional.

A conservação ou utilização sustentável dos recursos genéticos pressupõe a manutenção de um número mínimo de animais, que garanta a sobrevivência de uma determinada raça e permita a sua reconstrução quando se julgue necessário. A par da manutenção de um número mínimo de ani-

mais numa população, revela-se também importante a manutenção da variabilidade genética dessa população, pelo que será fundamental ter em consideração outros critérios (tais como a consanguinidade, pelo estudo das genealogias, o intervalo de gerações, os ascendentes e fundadores, ...), para além da dimensão do efectivo reprodutor, que permitam

definir e tirar partido da estrutura populacional em causa.

A variabilidade genética de uma população pode ser estudada através da análise da informação genealógica, por intermédio da estimação de parâmetros genéticos de caracteres produtivos de interesse em produção animal ou através de diferentes tipos de marcadores genéticos.

A análise demográfica permite-nos descrever a estrutura e a dinâmica de uma população, considerando-a um grupo de indivíduos em permanente alteração e tendo em conta o seu pool genético. Assim, a análise das genealogias é uma metodologia importante de caracterização das populações, já que descreve a variabilidade genética e a sua evolução ao longo das gerações.

Para a caracterização demográfica de uma população equina, é necessário ter em conta determinados aspectos, tais como a consanguinidade da população em estudo e a forma como ela evolui, de modo a não comprometer a sua variabilidade genética futura. Entende-se por consanguinidade o acasalamento de indivíduos aparentados, isto é, indivíduos que têm entre si ascendentes comuns (Gama, 2002), sendo o coeficiente de consanguinidade de um indivíduo ( $F_i$ ) a probabilidade de dois alelos no mesmo locus serem iguais por descendência, ou seja, serem cópias de um gene do mesmo ascendente comum. O coefi-



Figura 1 – 1.º volume do "General Stud Book" do cavalo Puro-sangue Inglês publicado em 1791 pela editora inglesa Weatherbys. Adaptado de [www.bloodhorse.com](http://www.bloodhorse.com). Mais info: <https://www.weatherbys.co.uk/stud-book/history>



Figura 2 – Êguada Lusitana em pastagem

iente de consanguinidade pode também ser encarado como a proporção de loci de um indivíduo que, sendo heterozigóticos em indivíduos não consanguíneos, são homozigóticos num indivíduo consanguíneo (Gama, 2002).

Em populações fechadas, como é o caso da do cavalo Lusitano, organizada com um Studbook fechado desde 1989, a consanguinidade tende necessariamente a aumentar, dado que mais cedo ou mais tarde os reprodutores têm ascendentes comuns. A consanguinidade de uma população pode ser encarada como o coeficiente médio de consanguinidade dos indivíduos que a constituem.

Para além do conhecimento das genealogias e estudos da consanguinidade, é igualmente importante o estudo dos fundadores e ascendentes, nomeadamente analisando o grupo de animais ancestrais que mais contribuíram para a população actual.

Sendo o intervalo de gerações a idade média dos pais quando nascem os filhos que os vão substituir (Gama, 2002), interessa também conhecer este parâmetro para um estudo de demografia.

Pretende-se então, numa caracterização demográfica, de-

terminar alguns indicadores da variabilidade de grupos populacionais, estabelecidos com base na informação genealógica disponível e que possa ser compilada, bem como identificar a evolução dinâmica e activa da estrutura dos efectivos de determinada raça.

Alguns parâmetros demográficos relevantes para uma caracterização são: dimensão dos efectivos; intervalo de gerações; grau de preenchimento das genealogias; número de gerações conhecidas; consanguinidade individual; grau de parentesco; acréscimo da consanguinidade por ano ( $\Delta F/\text{ano}$ ) e por geração ( $\Delta F/\text{geração}$ ); tamanho efectivo da população; contribuições genéticas de fundadores e ascendentes; número efectivo de fundadores; número efectivo de ascendentes; etc.

Ainda que com uma escassa população global, existindo sensivelmente cerca de 5000 éguas reprodutoras registadas, o cavalo Lusitano é bastante conhecido e está bem representado em todo o mundo. Os maiores produtores são Portugal, Brasil, França, México e Espanha, se bem que existam vários criadores na Bélgica, Colômbia, Reino Unido, Alemanha, Holanda, Itália, Canadá e EUA, entre tantos outros. Em Portu-

gal, as éguas estão localizadas principalmente junto ao vale do rio Tejo - no Ribatejo e Alentejo, mas também mais ao norte do país e nos Açores.

A criação do cavalo Lusitano sempre foi caracterizada pela existência de algumas famílias muito influentes (Veiga, Andrade, Alter Real e Coudelaria Nacional), bem como a dominância de algumas linhas de animais que se tornariam muito populares e difundidos. Por isso, têm existido ao longo dos anos bottlenecks (afunilamentos) que podem ter influenciado a diversidade genética desta raça, que devem ser identificados para evitar que, no futuro, uma maior perda de variabilidade genética possa ocorrer.

No passado, vários problemas e constrangimentos ameaçaram a sobrevivência do cavalo Lusitano, em particular as guerras dos séculos XIX e XX, invasões estrangeiras, mecanização agrícola, revoluções políticas e cruzamentos não controlados com outras raças de cavalos, que podem ter levado a efeitos nefastos e que obviamente limitaram a base genética da população. Apesar da antiguidade da raça, o Studbook só foi instituído em 1967 com uma pequena base de animais. Por conseguinte, a população actualmente existente é derivada de um número muito pequeno de animais fundadores (Lopes et al., 2005).

De um modo geral, os Livros Genealógicos de Equinos (Studbooks) apresentam mais informações e conhecimento genealógico que os livros genealógicos de outras espécies de animais domésticos, dada a grande importância que, historicamente, todos os criadores de cavalos sempre depositaram nas genealogias de seus animais, como no caso do cavalo Puro-sangue Inglês que oficializou o primeiro registo genealógico a nível mundial, em 1791, com a criação do "General Stud Book" (Figura 1) (Cunningham



## CASCOS



## ARTICULAÇÕES



## MÚSCULOS



et al., 2001). Regra geral, os equinos apresentam um amplo e aprofundado conhecimento genealógico, que pode chegar a mais de 15 gerações conhecidas (Zechner et al., 2002).

Nos últimos anos tem havido grande ênfase no estudo da dinâmica de populações de animais domésticos, sua diversidade genética e evolução ao longo do tempo, através da caracterização demográfica de diferentes espécies pecuárias. Os equídeos não foram exceção e existem várias e extensas referências bibliográficas que caracterizam a demografia de diferentes raças de cavalos, como são o PRE (Valera et al., 2005), o Lipizzano (Zechner et al., 2002), o Puro-sangue Inglês (Cunningham et al., 2001), o Mangalarga Marchador (Costa et al., 2005), o Noriker na Áustria (Druml et al., 2009), o cavalo do Sorraia (Pinheiro et al., 2013), o Hanoveriano (Hamann e Distl, 2008), o cavalo Pinto na Alemanha (Siderits et al., 2013), o Puro-sangue Húngaro (Bokor et al., 2013), o cavalo holandês de atrelagem (Schurink et al., 2012); e os asininos, como o burro de Miranda (Quaresma et al., 2014) e o burro Catalão (Gutierrez et al., 2005).

O objetivo deste estudo foi analisar a estrutura genética do cavalo Lusitano, baseada em genealogias, e as respectivas tendências do passado e presente na raça, com a identificação de factores que possam ter afectado a diversidade genética, fornecendo uma base para a sua utilização e melhoramento sustentável no futuro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O cavalo Lusitano tem uma longa e rica história, com informações genealógicas muito completas, disponíveis a partir do início do século XIX, o que nos fornece um enorme manancial de dados com interesse para o estudo e caracterização desta população. O sistema de produção desta raça é baseado, na sua generalidade, em éguas das explo-

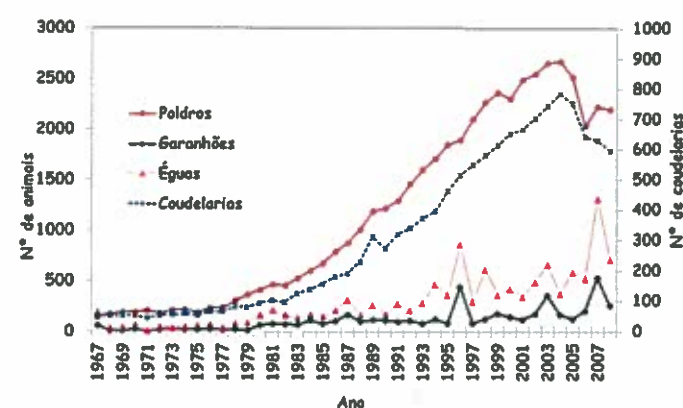


Figura 3 - Número de poldros, éguas e garanhões inscritos no livro genealógico da raça Lusitana por ano e respectivo número de coudelarias produtoras

radas em condições de pastoreio semi-extensivo (Figura 2). O acasalamento ocorre principalmente por monta natural, onde os garanhões são colocados em liberdade com as éguas ou realizando reprodução controlada, à mão. Até 1997, a inseminação artificial não era permitida segundo as normas do Studbook, mas desde essa altura, com a sua autorização, tem sido cada vez mais utilizada. Oficialmente, o studbook do cavalo Lusitano foi criado em 1967, no entanto os registos genealógicos têm sido mantidos desde meados do século XIX por criadores privados e pelos Serviços Coudélicos (Alter Real e Coudelaria Nacional). Até 1989, o studbook permaneceu aberto ao registo, a título inicial, de novos animais, mas desde então foi "fechado", permitindo apenas a entrada de animais descendentes de cavalos

previamente inscritos.

Até 1992, os registos genealógicos dos animais a inscrever baseavam-se nas declarações de cobrição e nascimento fornecidas pelos criadores, mas desde então foi estabelecido o controlo oficial de filiação/paternidades, inicialmente com recurso ao hemótipo (grupos sanguíneos) e, desde 1998, por determinação do genótipo, com o uso de marcadores moleculares (microsatélites) pelo Laboratório de Genética Molecular de Alter do Chão.

Para este estudo, foi utilizada a base de dados do Registo Nacional de Equinos (RNE), (fonte fundamental para este trabalho instituída pelo, infelizmente extinto, Serviço Nacional Coudélico) fornecidos pela, também extinta, Fundação Alter Real (FAR) (actualmente tutelado pela Direcção Geral de Alimentação e Veterinária - DGAV) e

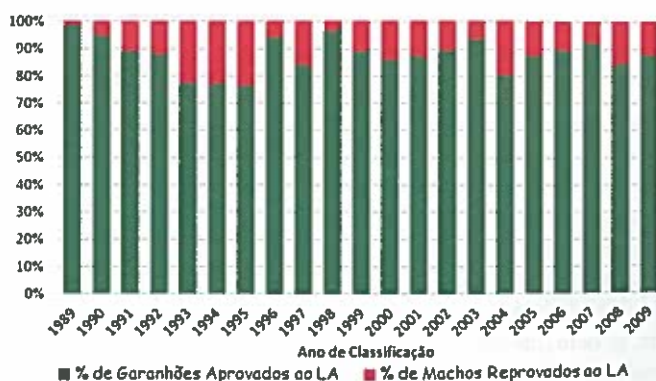


Figura 4 - Percentagem de machos aprovados e reprovados ao Livro de Adultos

complementados com informações fornecidas pela Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro-sangue Lusitano (APSL). Depois de filtrados e validados os dados, compilou-se um ficheiro com 53411 genealogias de animais nascidos entre 1824 e 2009. As análises demográficas foram realizadas utilizando um software desenvolvido especificamente para o efeito (Carolino e Gama, 2008) ou com recurso ao software Endog v4.8 (Gutierrez e Goyache, 2005) ou SAS (SAS Institute, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde a institucionalização do livro genealógico da raça em 1967, houve um aumento significativo no número de poldros inscritos até 2004 (Figura 3), em especial, a partir de 1989, quando o studbook foi fechado à entrada de animais a título inicial. Durante este período, o número de criadores que produzem cavalos Lusitanos tem aumentado significativamente (até cerca de 700, com um máximo de 784, em 2004), graças a um interesse crescente nesta raça, dados os seus atributos de temperamento, beleza e funcionalidade. No entanto, e embora tenha havido um enorme aumento no número de coudelarias, nos últimos anos muitas delas têm apenas um animal inscrito ou mesmo nenhum (especialmente após 2004). Entre 2005 e 2008, considerando as coudelarias com 1 ou mais produtos inscritos a média é de  $2.18 \pm 3.00$  poldros registados por coudelaria, ou  $4.20 \pm 3.81$  animais, para os produtores que registam 2 ou mais produtos. A média global anual de poldros inscritos variou, neste período, entre 0 a 32 produtos (Coudelaria de Alter Real) e somente 303 coudelarias tinham mais de dois poldros registados.

Também se pode constatar, a partir do gráfico da Figura 3, que existe uma queda significativa na criação e registo de Lusitanos a partir de 2004. Esta redução pode ser, em parte, explicada

pela enorme crise económica e financeira que tem afectado os principais países produtores mas também devido a atrasos na inscrição dos animais no RNE, especialmente para animais nascidos no estrangeiro.

No que diz respeito à admissão de animais ao livro de adultos (LA) da raça, o número médio anual de éguas reprodutoras inscritas foi de  $283.4 \pm 265.0$ , com um máximo de 1310 éguas, inscritas em 2007. Para os machos candidatos a reprodutores a média anual foi de  $108.6 \pm 110.1$  animais classificados. Os valores máximos, por ano, de candidatos a ganhões classificados ao LA foi de 523, 435 e 353 animais, respectivamente, em 2007, 1996 e 2003. De 1967 a 2009, 18305 animais foram avaliados para admissão a LA, sendo 5328 machos e 12977 fêmeas. A taxa global de aprovação de ganhões (Figura 4) foi de 89,0%, com um mínimo de 77,3% (1995) e um máximo de 99,1% (1989). Do total de éguas candidatas, 98,7% das fêmeas foram aprovadas como reprodutoras. O número total de machos e fêmeas aprovados foi de, respectivamente, 4562 ganhões e 11902 fêmeas, perfazendo um total de 16464 indivíduos.

A raça Lusitana tem evoluído e aumentado significativamente nos últimos anos (desde 1989), como observado anteriormente. Analisámos igualmente a sua distribuição em Portugal e no mundo. Na Figura 5 apresenta-se a distribuição cumulativa de nascimentos de poldros Lusitanos, por região, em Portugal, até 2009.

Para melhor se compreender a distribuição de cavalos lusitanos nascidos em Portugal, apresenta-se, na Figura 6, um gráfico de barras que mostra a percentagem de nascimentos nas principais regiões (distritos) de Portugal, onde se constata a grande influência do distrito de Santarém na criação do cavalo Lusitano. Isto deve-se principalmente aos concelhos de Benavente, Santarém, Golegã, Coruche, Salva-

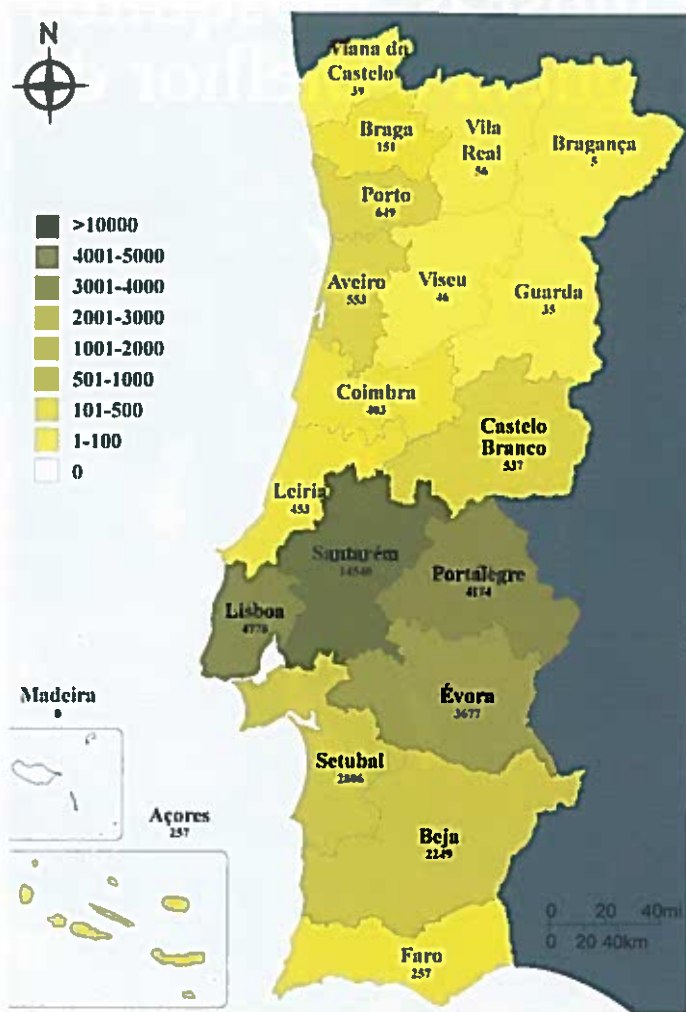


Figura 5 – Distribuição total da inscrição de poldros Lusitanos em Portugal, por distrito de nascimento (n=35206 animais, até 2009)

terra de Magos, Samora Correia, Almeirim, Cartaxo, Chamusca, Alpiarça e Abrantes. Em segundo lugar, em ordem de importância, apresenta-se o distrito de Lisboa, com as regiões circundantes à capital produtoras de animais,

mas também porque muitos criadores fornecem o endereço do seu escritório ou empresa como o lugar de nascimento dos poldros e não o local onde efectivamente estão as éguas em actividade reprodutiva. Como tal, e ainda

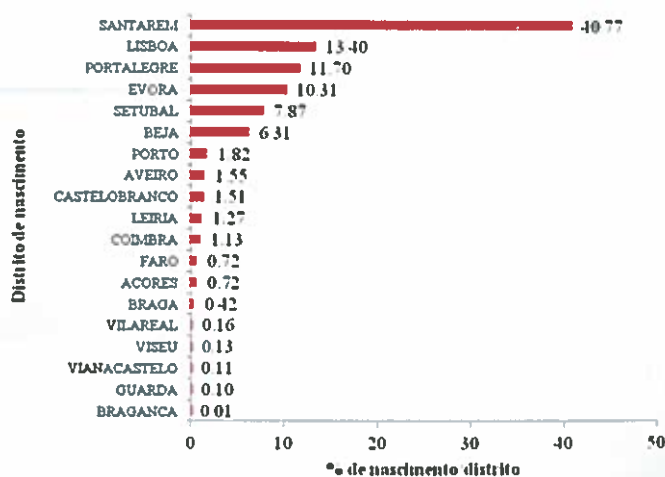


Figura 6 – Distribuição, em percentagem, do nascimento de cavalos Lusitanos por distrito, em Portugal (n=35206 produtos até 2009)

que com muito cuidado na validação dos dados existentes, o distrito de Lisboa poderá estar algo sobrevalorizado. Seria bom que de futuro houvesse mais rigor na compilação de todos estes parâmetros, fundamentais para análises deste tipo. Portalegre apresenta-se como o terceiro distrito com maior número de nascimentos, essencialmente devido à coudelaria de Alter Real, que produziu centenas de animais desde a fundação da raça. Histórica e tradicionalmente sempre se considerou o Alentejo e Ribatejo, perto das margens do rio Tejo, como o berço da raça, algo que é confirmado com estes dados, com uma produção muito concentrada no centro/sul do país. No entanto não podemos deixar de referir a importância crescente da criação do cavalo Lusitano mais a norte de Portugal, bem como no arquipélago dos Açores.

Para além do estudo da dispersão da população Lusitana em Portugal é igualmente importante observarmos o que se passa a nível mundial. Com a informação de que dispomos (dados até 2009) constata-se que a criação de Lusitanos abrange 32 países, estando presente nos cinco continentes, com uma distribuição observável na Figura 7. Existem éguas lusitanas em produção da Austrália ao Canadá. Se considerarmos que existem somente cerca de 5.000 éguas reprodutoras, podemos dizer que a expansão desta raça se revelou espectacular, sendo um dos principais produtos de exportação do mundo rural português. Mas queremos sempre mais! Na figura 7 referimo-nos somente a nascimentos de produtos que foram inscritos como Lusitanos pois se consideramos a presença do cavalo Lusitano além-fronteiras a sua expansão apresenta-se muito mais abrangente.

Se consideramos os maiores países estrangeiros criadores da raça (excluindo Portugal, o berço desta população) há claramente quatro países que se destacam,

omeadamente (por ordem de importância): Brasil, França, Espanha e México (~ 91% dos nascimentos no estrangeiro) (Figura 8). Há também outros importantes países produtores como a Bélgica, Alemanha, Reino Unido, Itália e Holanda.

Obviamente, e como sabemos, podem existir atrasos no registo dos animais no Studbook em Portugal (dados até 2009), mas, com os indicadores de que dispomos, o Brasil já criou mais de 4000 mil animais (~43% do total) e, em França, a criação desta raça começou em 1972 e em 1976 já eram registados mais de 10 produtos por ano. O cavalo lusitano apresenta-se como a principal raça estrangeira em França, com mais de 4500 cavalos lusitanos criados, a seguir às raças autóctones francesas.

Em relação à distribuição por idade dos pais ao nascimento dos seus primeiros descendentes podemos observar que as éguas roduzem o seu primeiro poldro com uma idade média de  $4.44 \pm 2.04$  anos e os garanhões com  $7.30 \pm 3.62$  anos (Figura 9). Esta grande diferença de idades ao nascimento do 1º filho entre machos e fêmeas é devida, principalmente, à necessidade de submetter os animais a uma aproximação morfo-funcional para o uso de adultos, onde o macho deve ser obrigatoriamente apresentado montado, nos 3 andamentos, logo a partir dos 4-5 anos de idade, enquanto que as éguas são apresentadas à mão



Figura 7 - Dispersão mundial de criadores do cavalo Lusitano por 32 países diferentes

ou em liberdade (a partir de 3 anos) para começar a sua atividade reprodutiva. Outro aspecto interessante refere-se à grande variabilidade temporal da utili-

maioria das éguas começa a sua atividade reprodutiva entre os 4 e 8 anos de idade (principalmente aos 5 anos), enquanto os garanhões começam a deixar des-

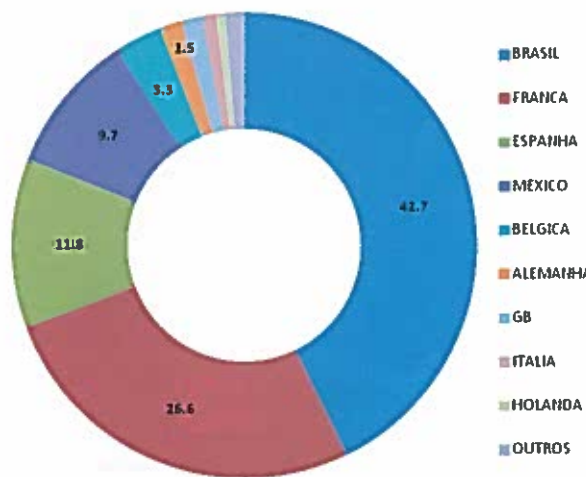


Figura 8 - % de nascimentos de cavalos Lusitanos pelos principais países estrangeiros produtores

zação pela primeira vez em produção dos animais, estendendo-se desde uma idade de 3 anos até mais de 20 anos! A

descendentes dos 4 aos 13 anos de idade ou mais.

Globalmente, a média de idade dos garanhões ao nascimento

dos seus descendentes é de  $11.33 \pm 5.23$  anos (Figura 10), mas também há um número significativo de machos com idade reprodutiva para além de 20 anos até à idade máxima de 34 anos! Para éguas, em geral, a idade média ao nascimento dos descendentes é de  $7.30 \pm 3.62$  anos, com uma idade máxima de 29 anos! Estes valores indicam uma prolongada utilização temporal em reprodução, comparativamente com outras espécies pecuárias, o que poderá atrasar o progresso genético, mas que no entanto é prática comum em equinos.

Ao analisarmos a Figura 10, observamos que éguas têm a maioria dos seus descendentes entre os 6 e 10 anos de idade, em contraste com os machos cuja actividade reprodutiva é mais longa, muitas vezes para além dos 15 anos de idade. Devido ao longo período de utilização, o total de descendentes obtidos de reprodutores com mais de 10 anos de idade é de 51% para os garanhões e de 40% para as éguas e ainda cerca de 10% dos nascimentos totais são fruto de garanhões com mais de 19 anos de idade.

O uso prolongado dos reprodutores nas coudelarias pode atrasar os benefícios dos programas de melhoramento genético e ao mesmo tempo originar o acasalamento entre animais aparentados (por exemplo, pai-filha, mãe-filho, meios-irmãos, etc.). Mas, no caso do Lusitano, o aca-

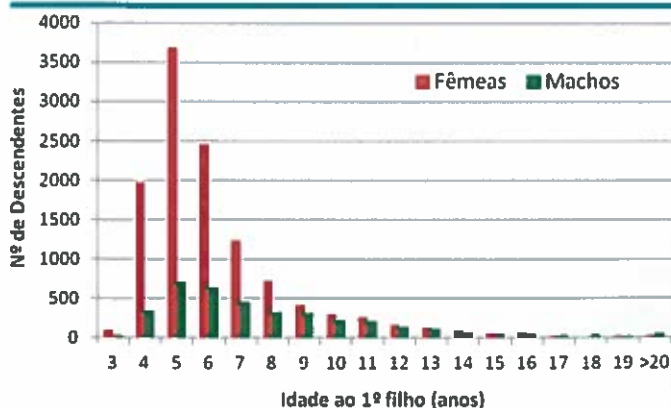


Figura 9 - Distribuição da idade ao 1º filho (anos) de garanhões e éguas Lusitanos

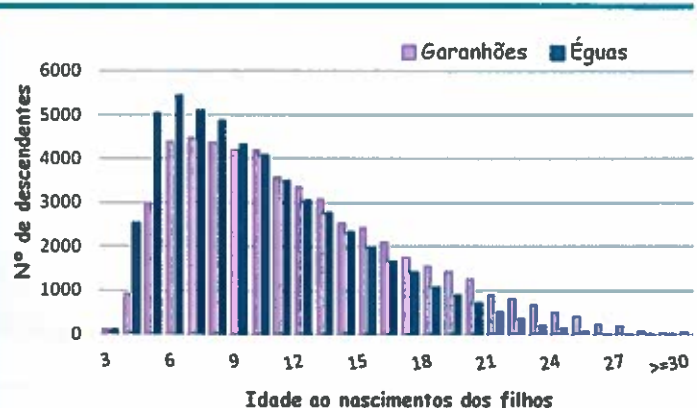


Figura 10 - Distribuição da idade (anos) de garanhões e éguas ao nascimento dos seus descendentes

salamento entre pais e filhos foi inferior a 2%, indicando alguma cautela dos criadores em evitar emparelhamentos incestuosos.

Se estudarmos em pormenor todos os garanhões que deixaram descendência registada na raça (mais de um produto inscrito) e consideramos o número total de descendentes de garanhões por classes de número de filhos (Figura 11), observamos que a maioria dos reprodutores produz menos do que cinco poldros inscritos (~ 52%). Igualmente, somente 10% dos garanhões aprovados e com filhos registados tem mais de 40 descendentes. Também constatamos um pouco o oposto, ou seja, existe um número significativo de poldros que provém de um pequeno número de garanhões (e.g. 17 garanhões produziram quase 6% do total; ~3000 poldros). Existe assim um enorme desequilíbrio no nº médio de descendentes por garanhão, dando origem a um valor médio global de  $13.13 \pm 22.53$  produtos!

O garanhão aprovado com maior descendência na raça foi o Afiançado da Flandes (criação Quinta da Flandes) com 281 produtos inscritos no livro genealógico durante o período de 1987-2009 (actualmente já conta com mais de 340 produtos inscritos!), seguido do reprodutor Nilo (ferro Manuel Veiga) com 224 produtos registados no studbook durante o período 1976-1999.

A utilização muito irregular e disseminada dos garanhões aprovados, como observado na figura 11, também pode ter contribuído para travar o aumento mais significativo dos níveis de consanguinidade na população, como veremos mais à frente neste estudo.

Outra comparação interessante refere-se ao estudo da relação existente entre o número de filhos/garanhão e a pontuação de um reprodutor para o livro de adultos. Com vista à melhoria da conformação e morfologia da população Lusitana, seria de es-

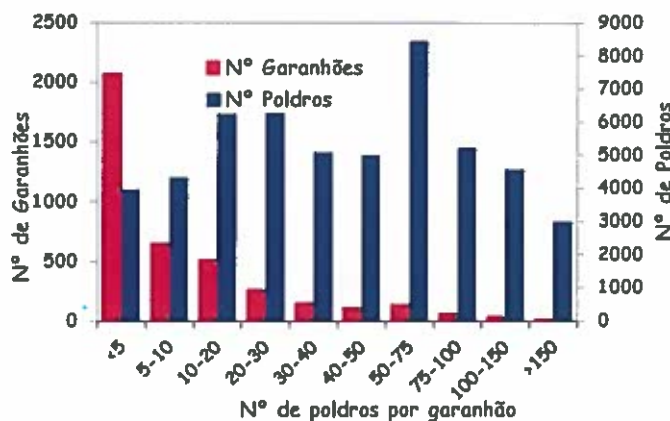


Figura 11 – N.º de poldros Lusitanos inscritos por garanhão

perar usarem-se mais em reprodução os garanhões com melhor pontuação ao LA, contribuindo com mais descendentes para as gerações seguintes. Pela análise da Figura 12, onde apresentamos a relação entre a pontuação ao LA de um garanhão e o seu nº de descendentes inscritos na raça, constata-se que este não é o caso e mais pontos de aprovação ao LA não significa obrigatoriamente mais descendentes.

Este aspecto é claramente evidenciado pela muito fraca correlação positiva, de apenas cerca de 8% ( $R^2$ ), existente entre a pontuação e o número de filhos, valor muito baixo, ainda que significativo. Podemos ainda realçar o facto de existir um total de 2191 garanhões aprovados ao LA (até 2009) que nunca tiveram nenhum filho registado no livro de nascimentos! Deste modo, podemos concluir que, em muitos dos casos, a aprovação de gara-

nhões Lusitanos ao LA, sempre controversa e complexa, não é mais que uma etapa na vida do animal que serve como atestado da sua qualidade morfológica e fidelidade ao padrão racial, para assim mais facilmente poder ser comercializado ou promovido pelos criadores/proprietários do que efectivamente uma etapa de selecção na vida do animal que contribua para o melhoramento e progresso genético da população.■

No próximo número da Revista continuaremos com a temática da demografia na raça Lusitana! Até lá!

**BIBLIOGRAFIA**

Bokor A., Jónás D., Ducro B., Nagy I., Bokor J. and Szabari M. 2013. Pedigree analysis of the Hungarian Thoroughbred population. *Livest. Sci.* 151: 1-10.  
 Caroline N. and Gama L. 2008. Indicators of genetic erosion in an endangered population: The Alentejana cattle breed in Portugal. *J. Anim. Sci.* 86: 47-56.  
 Costa M.D., Benjumeu J.A.G., Resende

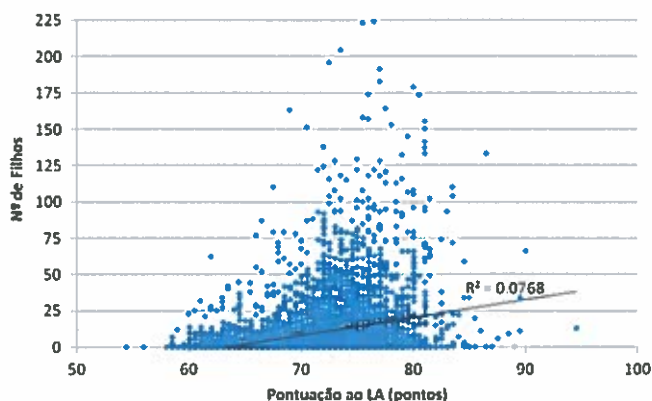


Figura 12 – Relação entre o número de filhos de um garanhão e a sua pontuação ao Livro de Adultos (LA) da raça Lusitana e respectiva correlação ( $R^2$ )

A.S.C. and Fonseca C.G. 2005. Análise temporal da endogamia e do tamanho efectivo da população de equinos da raça Mangalanga Marchador. *Anj. Bras. Med. Vet. Zootec.* 57: 112-119.

Cunningham E., Dooley J., Splan R. and Bradley D. 2001. Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. *Anim. Genet.* 32: 360-364.

Dranil T., Baumung R. and Sölkner J. 2009. Pedigree analysis in the Austrian Noriker draught horse: Genetic diversity and the impact of breeding for coat colour on population structure. *J. Anim. Breed. Genet.* 126: 348-356.

FAO 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Edited by Barbara Rischkowsky and Dafydd Pilling. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Gama L.T. 2002. Melhoramento genético animal. Escolar Editora. 306 pp.

Gutierrez J.P. and Goyache F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.* 122: 172-176.

Gutierrez J.P., Marni J., Goyache F. and Jordana J. 2005a. Pedigree information reveals moderate to high levels of inbreeding and a weak population structure in the endangered Catalonian donkey breed. *J. Anim. Breed. Genet.* 122: 378-386.

Hamann H. and Distl O. 2008. Genetic variability in Hanoverian warmblood horses using pedigree analysis. *J. Anim. Sci.* 86: 1503-1513.

Lopes M.S., Mendonça D., Cymbrom T., Valera M., Costa-Ferreira J. and Câmara Machado A. 2005. The Lusitano horse maternal lineage based on mitochondrial D-loop sequence variation. *Anim. Genet.* 36: 196-202.

Pinheiro M., Kjollerstrom H.J. and Oom M.M. 2013. Genetic diversity and demographic structure of the endangered Sorraia horse breed assessed through pedigree analysis. *Livest. Sci.* 152: 1-10.

Quaresma M., Martins A.M.F., Rodrigues J.B., Colaco J. and Petyan-Carreira R. 2014. Pedigree and herd characterization of a donkey breed vulnerable to extinction. *Animal.* 8(3): 354-359.

SAS Institute. 2004. SAS® 9.1.2 for Microsoft Windows. SAS International, Heidelberg, Germany.

Schuurink A., Arts D.J.G. and Ducro B.J. 2012. Genetic diversity in the Dutch harness horse population using pedigree analysis. *Livest. Sci.* 143: 270-277.

Siderits M., Baumung R., Fuerst-Waldl B. 2013. Pedigree analysis in the German Paint Horse: Genetic variability and the influence of pedigree quality. *Livest. Sci.* 151: 152-157.

Valera M., Molina A., Gutierrez J.P., Gomez J. and Goyache F. 2005. Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. *Livest. Prod. Sci.* 95: 57-66.

Zechner P., Sölkner J., Bodo I., Dranil T., Baumung R., Achmann R., Marti E., Habe F. and Brem G. 2002. Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. *Livest. Prod. Sci.* 77: 137-146.