



criação **Lusitano**

UM RAIO-X DO CAVALO LUSITANO NO BRASIL

Avaliação da informação de pedigree do PSL no Brasil

A raça Lusitana, reúne no Brasil um núcleo de animais de qualidade ímpar e consegue, no Séc. XXI, ter nos seus criadores a sua maior aposta, contínua e segura na preservação do PSL. A partir de informações fornecidas pela Associação Brasileira de Criadores do Cavalo Puro Sangue Lusitano (ABPSL), surge o presente estudo. O objetivo do estudo foi avaliar os parâmetros populacionais e descrever a diversidade genética da raça Puro-sangue Lusitano no Brasil. Os resultados indicam que existe diversidade genética na população Lusitana no Brasil superior à observada para a população mundial, mas os valores dos parâmetros reprodutivos, da probabilidade de origem do gene, com perda de variabilidade na última geração, e as contribuições genéticas dos ancestrais, estão sugerindo a necessidade de monitoramento da diversidade genética, em programas de melhoramento genético ao longo do tempo, possibilitando o controle das próximas gerações, aumentando a sua variabilidade.

INTRODUÇÃO

O cavalo Puro-sangue Lusitano (PSL), também conhecido somente por cavalo Lusitano, é uma das raças equinas mais antigas do mundo e teve sua origem no Sul de Portugal e Espanha, na Península Ibérica. O principal studbook da raça Lusitana é gerido, por Portugal, pela Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro-sangue Lusitano (APSL) que apresenta o maior número de nascimentos registrados da raça no mundo [1]. O Brasil é o segundo país com maior número de registros de cavalos desta raça. Esta estatística foi determinada após concretização do protocolo de reciprocidade entre a APSL e a Associação Brasileira de Criadores do Cavalo Puro-sangue Lusitano (ABPSL) no ano de 1991, possibilitando que todos os cavalos da raça PSL registrados no studbook brasileiro seriam igualmente registrados no studbook português, que engloba registros de nascimentos de todos os países.

Pesquisas envolvendo parâmetros populacionais na raça PSL foram somente realizadas com os dados do studbook da APSL (Portugal) para o total de Lusitanos registrados no mundo [1,2], deste modo, existe ausência de conhecimento sobre as estatísticas populacionais e diversidade genética da raça Lusitana em território brasileiro. Parâmetros como integralidade do pedigree [3]; coeficiente de endogamia [4], probabilidade de origem dos genes [5] e contribuições genéticas [1] são importantes no delineamento de estratégias de seleção e melhoramento animal. As informações geradas possibilitam verificar a diversidade genética e suas alterações ao longo do tempo [7].

O presente trabalho objetivou avaliar os parâmetros populacionais da raça Lusitana no Brasil, a fim de observar a diversidade genética e contribuir para o conhecimento e desenvolvimento desta no Brasil e sua relação com a restante população mundial, subsidiando informações necessárias para implementação do programa de melhoramento genético.

Será importante a continuidade de estudos populacionais ao longo do tempo, para avaliar a sua evolução e, iniciar-se o estudo sobre os parâmetros genéticos desta população no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Do arquivo de pedigree da raça Lusitana com informações do nome do animal, pai e mãe, sexo, data de nascimento e origem, foram considerados animais nascidos e registrados no Brasil e em Portugal, entre 1912 e 2012, formando-se uma população com 18.922 animais (48,1% machos). A existência de animais importados e registrados no studbook da ABPSL, foi possível avaliar o seu uso como reprodutores e comparar a sua utilização com os reprodutores nascidos no Brasil. A preparação dos dados e as estatísticas descritivas foram obtidas pelos procedimentos MEAN e FREQ do programa SAS [6]. Os parâmetros populacionais e reprodutivos, probabilidade de origem do gene e diversidade genética, foram obtidos e estão descritos no programa ENDOG v4.8 [7].

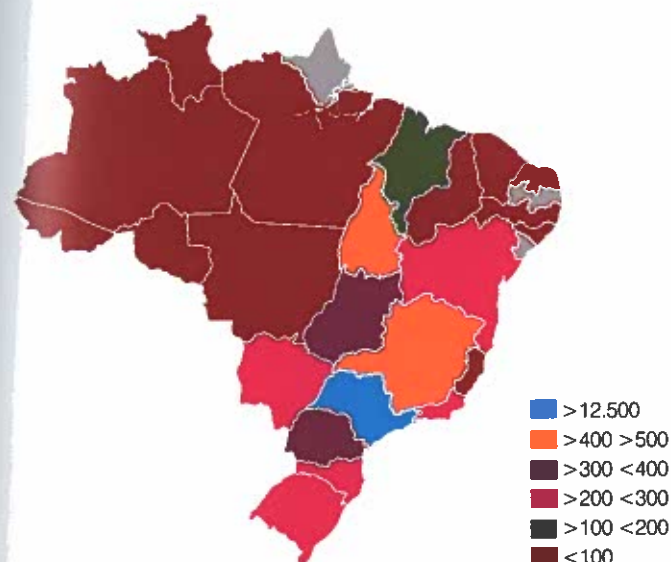


Figura 1. Distribuição dos animais de raça Lusitana no Brasil e inscritos no SB da ABPSL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na população 87,3% (16.511) dos animais nasceram no Brasil a partir do ano de 1967 e 4,0% (781) dos animais são importados. Os restantes equinos são os ancestrais de ambas as origens, que foram registrados somente como pais na base de dados da ABPSL. O reduzido número de animais importados, indicaram a sustentabilidade dos criatórios brasileiros, demonstrando que os animais nascidos no Brasil apresentam capacidade para influenciar o futuro da raça Lusitana no mundo, surgindo a possibilidade do criador brasileiro se tornar exportador do cavalo PSL.

O primeiro nascimento registrado na ABPSL e reconhecido pela APSL foi a égua Azambuja no ano de 1967 e o primeiro macho foi o Zapata em 1969, sendo meios-irmãos pela matriz Zaza. Entre os anos de 1967 e 1985 foram registrados nascimentos de somente 305 animais. A partir de 1986, observou-se um crescimento constante e a tendência de crescimento estabilizou no ano de 2002 e durante os oito anos seguintes, alcançando seu maior número de registros em 2006, com 966 animais inscritos. Nos últimos três anos em estudo (2010 a 2012) houve um decréscimo acentuado no número de nascimentos (Figura 2).

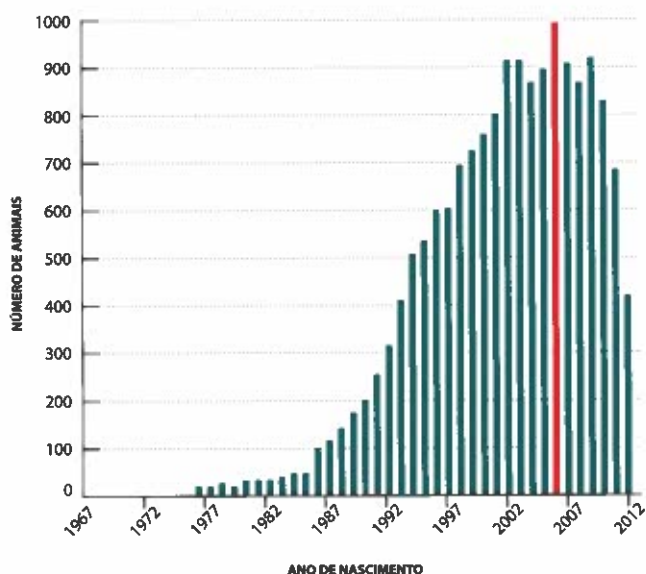


Figura 2. Evolução do número de animais registrados no SB da ABPSL, segundo o ano de nascimento.

O anuário Anualpec [8] descreve que os equinos diminuíram entre 2002 e 2009 no Brasil, no entanto, a raça PSL apresentou estabilidade nesse período. O decréscimo iniciado em 2010 (Figura 2) surge no seguimento da grave crise econômico-financeira na Europa e EUA, provocando desaceleração na criação de cavalos a partir de 2008 em várias partes do mundo. Tendência semelhante foi descrita nos estudos das raças PSL [1] e Pantaneiro [9]. A raça PSL no Brasil apresentou resistência ao decréscimo de registros de equinos mais que uma vez, mas a queda que se iniciou em 2010 (Figura 2), torna-se preocupante para evolução da raça. Sendo possível que alguns dos animais nascidos em 2012, ainda não surjam na base de dados, quando esta foi consultada para realização do presente estudo.

Ocorrência de partos foi observada (Figura 3) em todos os meses mas com grande oscilação de valores, onde o mês ideal (julho) representou o somente 5% dos nascimentos. Os me-

ses com mais nascimentos foram outubro, com 17%, seguido de setembro (16%) e novembro (15%). A importância do mês de nascimento deve-se ao fato de o mês de julho ser considerado, no hemisfério sul, o mês ideal para nascimentos de animais de desporto. As competições iniciam-se em julho, ou seja, animais nascidos neste mês possuem vantagem competitiva perante animais nascidos nos meses seguintes, por meio do maior desenvolvimento fisiológico e desportivo por serem animais mais velhos, em especial para as classes de animais mais jovens.

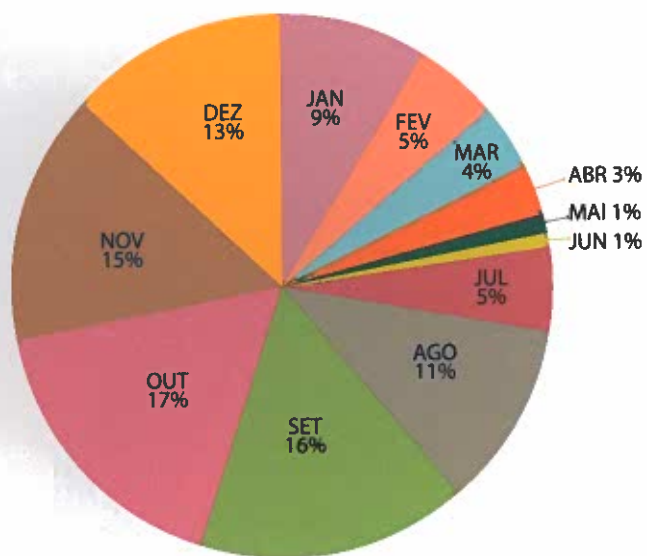


Figura 3. Distribuição percentual de nascimentos durante os 12 meses do ano na raça PSL no Brasil.

A distribuição de nascimentos ao longo do ano no Brasil, pode ser explicada pela abundância de alimentação (pastagens) durante todos os trimestres do ano e pela maior qualidade nutritiva no último trimestre (primavera), levando os criadores brasileiros a optar pela qualidade das suas pastagens em detrimento do mês ideal. O fato de o PSL ser principalmente um animal de desporto, indica que, a aposta correta de maior número de nascimentos deverá ocorrer no terceiro trimestre do ano.

No banco de dados, foram observados 16.511 (50,4% machos) equinos PSL nascidos em território brasileiro (nacionais) e 781 (32,9% machos) equinos PSL importados (e.g. Portugal, México, etc). Dos 8.319 machos nacionais, somente 10,1% deixaram descendência, em contraste, nos machos importados (257 animais), surgem 72,2% de reprodutores. Das 8.192 éguas nacionais, foram 37,7% as que deixaram descendência, das 524 fêmeas importadas 96,2% foram utilizadas como reprodutoras (**Figura 4**). Os diferenciados valores de reprodutores que deixaram descendentes (progênies) pelas origens nacionais e importados, são igualmente observados na literatura. O estudo de Koenen et al [10] relatando a visão geral dos objetivos de criação de cavalos de desporto, refere que os percentuais de éguas cobertas por garanhões importados, foi de 74% no DWB (Danish warmblood); 62% no SWB (Swedish warmblood); 32% no IHB (Irish horse board); 31% no KWPN (Royal Dutch sport horse) e 6% no SF (Sela

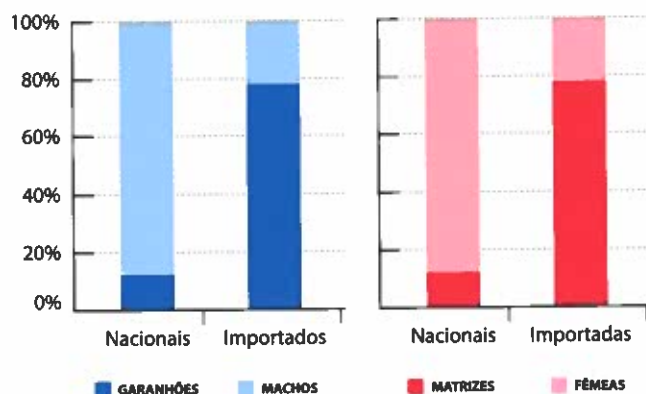


Figura 4. Distribuição percentual dos garanhões e matrizes perante a totalidade dos animais de cada sexo relativamente à sua origem, nacionais versus importados.

O maior percentual de utilização de reprodutores importados dentro da origem dos importados da raça PSL no Brasil, explica-se pelas opções dos criadores, que adquiriram esses animais ao exterior com o principal objetivo, a reprodução, sendo que nas fêmeas é quase total.

O total de reprodutores que contribuíram para os nascimentos em território brasileiro dos 16.511 cavalos PSL, surge na **Tabela 1**.

Tabela 1. Total de reprodutores e origem dos pais dos reprodutores da raça PSL no Brasil

	Nº	Pais Nacionais	Pais Importado	IA
Garanhões	1.115	57%	41%	1,6%
Matrizes	3.59	77%	23%	0,1%

Apesar da maior utilização dentro da origem de animais importados (Figura 4), o percentual de reprodutores com pais PSL nascidos no Brasil foi superior (Tabela 1), demonstrando sustentabilidade reprodutiva no continente Americano da responsabilidade dos criatórios brasileiros. A baixa relação existente entre o número de garanhões e éguas reprodutoras (Tabela 1), origina uma reduzida intensidade de seleção que poderá ter como consequência um menor progresso genético da população [11]. Vicente et al [1] para o total de animais PSL no mundo indicaram que, o valor observado (1 para 5) na relação de um garanhão pelo número de matrizes (1 para 3 no presente estudo) dificulta os programas de seleção da raça Lusitana. O reduzido número de matrizes por garanhão do presente estudo deve ser levado em consideração pela associação e criadores, podendo ser trabalhado e melhorado. Elevando o progresso genético a patamares (ganhão por matrizes) de outras raças como Puro-sangue Inglês na Nova Zelândia (1 para 43; [12] e Hanoveriano (1 para 45; [13]).

O número de progênies, considerando o total de reprodutores, forneceu uma média de descendentes de $12,3 \pm 24,5$ e $4,0 \pm 3,4$ progênies para garanhões e matrizes, respectivamente. Diferenças consideráveis foram observadas no número máximo de descendentes, com o garanhão Afiançado de Flandes que apresentou 419 progênies registradas, sendo o valor máximo para toda a raça a nível mundial. Os valores do número médio de progênies próximos ao estudo, surgem na raça PSL por Vicente et al [2], que descrevem valor médio próximo e igual de 13,1 (ganhão) e 4,0 (matrizes) descendentes, respectivamente, surge

rindo idênticas orientações reprodutivas entre os criatórios brasileiros e restantes países com criação de Lusitanos.

O valor médio da idade ao nascimento do primeiro filho foi $7,0 \pm 3,8$ anos para garanhões e $5,9 \pm 3,1$ anos ao primeiro parto para as fêmeas. Os cavalos apresentam uma média de idades tardia ao nascimento da sua primeira progênie [1,14]. Entre as principais causas de tal acontecimento, como referido pelos diferentes estudos, se deve a estratégias reprodutivas diferenciadas entre raças e criatórios (elevados desvios padrão dos resultados), após desempenho funcional e créditos firmados na sua carreira desportiva. Média idêntica de idade ao primeiro filho surge nos garanhões na totalidade mundial de animais PSL [1], com somente 0,3 anos de diferença. O atraso na idade ao 1º filho na raça Lusitana pode ser explicado pelas regras da sua associação, somente permitindo a candidatura de garanhões, a partir dos quatro anos de idade e para garanhões recomendados e, ou, de mérito (animal recomendado pela APSL para ser reprodutor podendo ter número ilimitado de filhos) com no mínimo seis anos de idade. Entretanto, segundo Davies Morel et al [15] a média das matrizes não é distante da ideal, o autor descreve que a idade ideal para as éguas entrarem em reprodução é entre os 5 e 6 anos, período em que terão alcançado tamanho adulto final.

Os valores do coeficiente de variação para os parâmetros reprodutivos apresentados, indicam elevadas dispersão dos resultados entre os animais, sendo maior nos garanhões em todos os parâmetros, demonstrando desequilíbrio da utilização de machos e fêmeas. Os resultados sugerem distintos objetivos dentro da raça Lusitana no Brasil, sendo observados reprodutores com reduzido ou elevado número de progênies, início tardio do 1º filho e o reduzido número médio de matrizes por garanhão. Os valores observados são comuns entre algumas raças equinas, mas contrários aos valores equilibrados para os bovinos, onde os estudos existentes já determinaram por exemplo, um número ideal de vacas por touro [16].

Os valores do coeficiente de endogamia (F), coeficiente de parentesco (AR) e aumento da endogamia por geração foram reduzidos (Tabela 2). A Figura 5, apresenta a evolução do F ao longo das décadas referentes aos anos de 1967 até 2012, por classes endogâmicas, sendo observado, aumento do número de animais com menores valores.

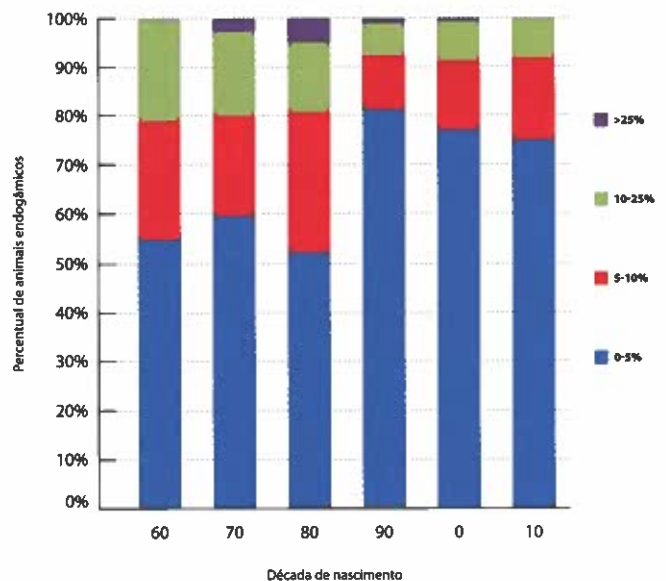


Figura 5. Evolução endogâmica (%) por classes, nas últimas décadas de nascimentos do Lusitano no Brasil.

A estimativa do F (Tabela 2; Figura 5) tem como efeito principal a elevação da homozigose, resultado de animais mais aparentados entre si. Na literatura, valores superiores (9,4%) foram observados por Vicente et al [1], no total de Lusitanos registrados no mundo, quando avaliaram o período de cinco anos (2005 a 2009) de uma população de referência os autores obtiveram valor ainda maior (11,3%). Somente para Lusitanos nascidos no Brasil e para o mesmo momento estudado (2005 a 2009), foi observado o valor de 4,6% de endogamia. Considerando os valores apresentados por Vicente et al [1], os animais PSL nascidos no Brasil contribuem para a diminuição da endogamia na raça em geral. Este aspecto poderá indicar que os criatórios de PSL no Brasil foram introduzindo diferentes linhagens de cavalos Lusitanos no país ao longo dos anos, de animais menos aparentados. Por outro lado, esta redução no coeficiente de endogamia para os animais criados no Brasil também poderá em parte ser explicada pelo menor conhecimento genealógico, comparativamente ao studbook do cavalo Lusitano da APSL. A manutenção do nível de endogamia baixa dos animais PSL no Brasil pode futuramente representar um mercado de exportação dos reprodutores com a finalidade de diminuir a endogamia em haras de Lusitanos pelo mundo.

Tabela 2. Resumo das estatísticas dos parâmetros relacionados com endogamia, probabilidade de origem do gene, contribuições genéticas dos fundadores e ancestrais da raça Puro-sangue Lusitano no Brasil

ITEM	POPULAÇÃO	ITEM	POPULAÇÃO
Coefficiente médio de endogamia, F (%)	4,06±4,94	Contribuições genéticas	
Coefficiente médio de parentesco, AR (%)	5,41±1,69	10 principais fundadores (%)	42,7
Aumento de endogamia, ΔF (%)	0,96±2,09	50 principais fundadores (%)	74,3
Número efetivo de fundadores, fe (n)	33	100 principais fundadores (%)	85,7
Número efetivo de ancestrais, fa (n)	30	10 principais ancestrais (%)a	46,8
Número efetivo de genomas fundadores, fg (n)	19	50 principais ancestrais (%)a	82,0
Número total de animais	18.920	100 principais ancestrais (%)a	91,7
Número de fundadores (n)	516		
Número de ancestrais (n)	427		

* Contribuições genéticas marginais.

A variabilidade genética das populações estudadas por meio da probabilidade de origem dos genes (Tabela 2) foram reduzidas com número efetivo de fundadores de 33 (fe), de ascendentes 30 (fa) e de genomas fundadores de 19 (fg). Na literatura, valores menores da probabilidade de origem do gene foram observados nas raças Holstein (fa de 29 e fg de 17, [17]), Puro-sangue Árabe (fe de 30, fa de 13 e fg de 6, [18]) e Puro-sangue Lusitano (fe de 28, fa de 12 e fg de 6, [1]). Valores maiores foram relatados na raça Pantaneiro (fe de 312 e fa de 297, [9]), cavalo de Desporto Espanhol (fe de 963, fa de 407 e fg de 254, [19]) e Paint-horse (fe de 561, fa de 208 e fg de 139, [20]). Maiores valores sugerem uso de maior número de animais na formação das raças. A variabilidade genética das raças observada na literatura, com os valores da probabilidade de origem do gene, demonstram preocupação na criação de cavalos. Entretanto, a variação dos três parâmetros de probabilidade de origem do gene obtido no presente estudo foi menor que o descrito na literatura. O número efetivo de fundadores em ambas as populações comparando ao número de fundadores (Tabela 2), indica uso preferencial de certas linhagens fundadoras. A comparação com a literatura deve ser cuidadosa visto que cada população tem características próprias, devendo ser realizada dentro de cada raça e considerando os três parâmetros de cada população.

O número total de fundadores (Tabela 2) da raça Lusitana no Brasil representa 2,7% da população e o número total de ancestrais observados representaram 2,3%. A contribuição genética acumulada (Tabela 2) dos 10, 50 e 100 principais fundadores, são elevadas, e igualmente para as contribuições genéticas marginais acumuladas dos ancestrais.

As contribuições genéticas dos 10 principais ancestrais da raça Lusitana no Brasil desde o primeiro nascimento registrado (1967) até 2012 estão representadas na Figura 6.

As contribuições genéticas marginais dos 10 principais ancestrais, fundadores ou não, responsáveis pela presença da raça no Brasil estão apresentados na Tabela 3. Destes, os que vêm aumentando suas contribuições marginais mais recentemente (no século XXI), foram o Agareno, Príncipe VIII, Afiançado de Flandes, Estribilho e Bailador (Estudos com dados mais recentes devem ser realizados para observar as alterações que vão ocorrendo).

A contribuição genética marginal dos 10 principais ancestrais no presente estudo (Tabela 3), foi superior ao encontrado na raça Hanoveriano com 34,9% [13] e equivalente ao encontrado para a raça Fjord, 56,9% [21]. Ao considerar os dez principais ancestrais (fundadores ou não) com maiores contribuições genéticas marginais da raça Lusitano a nível mundial, pelo estudo de Vicente et al [1], metade destes animais também foram ancestrais da população brasileira (Tabela 3), representados pelos equinos Agareno, Príncipe VIII, Destinado IV, Primoroso e Cartujano, em diferentes proporções e mantendo somente a ordem de contribuição genética marginal do principal ancestral (Agareno). Apesar destes autores estudarem a mesma raça do presente estudo, as informações usadas se referem aos anos de 2005 até 2009, com uma amostra muito superior de dados e as abordagens se dão em diferentes populações, consequentemente, a obtenção de diferentes parâmetros entre os dois estudos era esperada.

No estudo do PSL no mundo [1], foram observados números de fundadores iguais a 14 e 99, representando 50% e 90%, respectivamente, da contribuição genética dos fundadores. A população do PSL no Brasil apresentou variações das linhagens dos ancestrais (Figura 6) e, com isso, maior diversidade genética do Lusitano nascido nos criatórios brasileiros. Estas diferenças podem ajudar a explicar a menor endogamia e maior diversidade genética dos Lusitanos nascidos nos criatórios brasileiros.

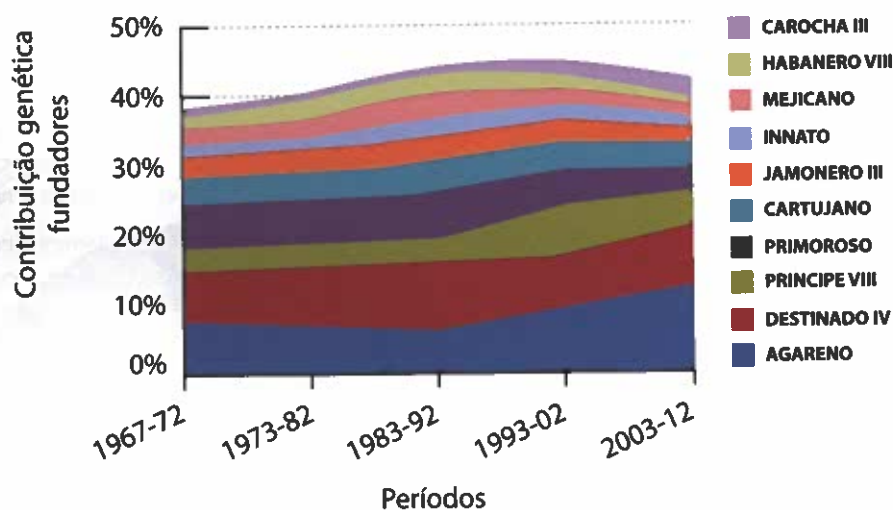


Figura 6. Contribuição genética dos ancestrais ao longo do tempo para o Lusitano no Brasil.

Tabela 3. Contribuições genéticas marginais (em %) dos 15 principais ancestrais (fundadores ou não), para a raça Lusitana no Brasil

Nº.	NOME	ANO NASC.	SX	CRIADOR	CM (%)
1	Agareno	1931	M	Manuel Tavares Veiga	10,62
2	Príncipe VIII	1943	M	D. Franc. C Navarro	7,12
3	Destinado IV	1940	M	D. Franc. C Navarro	6,35
4	Primoroso	1927	M	Hermanos Dominguez	4,61
5	Cartujano	1928	M	D. Antón. Perez Tinao	4,09
6	Bailador	1962	M	Manuel Tavares Veiga	3,20
7	Estribilho	1963	M	M. Assunção Coimbra	2,85
8	Jamonero III	1953	M	D. Isabel M. V Terry	2,70
9	Viscaina	1933	F	D. M Romero Benitez	2,64
10	Afiançado de Flandes	1982	M	Quinta de Flandes	2,60

CONCLUSÃO

Os estudos científicos, não tem demonstrado a mesma influência nas raças equinas comparativamente aos estudos de outras espécies pecuárias (e.g. bovinos, suínos e pequenos ruminantes). A dificuldade de criar experimentos idênticos a outras espécies, surge principalmente pela peculiaridade dos cavalos, e pelo facto dos criatórios serem mais fechados à comunidade científica. Os criadores do cavalo Lusitano no Brasil devem aumentar e equilibrar o número de matriz por garanhão (evolução genética), iniciar mais cedo a vida reprodutiva dos animais e colaborar mais ativamente com pesquisadores para novos programas de seleção, que permitam observar valores de parâmetros reprodutivos capazes de ajudar na evolução genética dos cavalos como é visível em outras espécies pecuárias. Os coeficientes de endogamia e parentesco evidenciam algum controlo por parte dos criadores brasileiros, sugerindo que os Lusitanos nascidos no Brasil podem ser introduzidos como reprodutores na população PSL mundial, a fim de aumentar a diversidade genética da raça. Mas as probabilidades de origem gênica são consideradas baixas e, uma elevada contribuição genética em reduzido número de animais, sugerindo a necessidade de monitoramento da diversidade genética em programas de melhoramento genético nos criatórios brasileiros do cavalo Lusitano ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer a Associação Brasileira de Criadores do Cavalo Puro-Sangue Lusitano (ABPSL) por fornecer os dados utilizados neste estudo. Em memória, reconhecemos a contribuição inestimável do falecido professor Dr. Marçílio Dias Silveira da Mota para este estudo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Vicente AA, Carolino N, Gama LT. Genetic diversity in the Lusitano horse bred assessed by pedigree analysis. *Livest Sci* 2012;148:16–25. doi:10.1016/j.livsci.2012.05.002.
- [2] Vicente AA, Carolino N, Gama LT. Demographic parameters in Lusitano horse. *Arch Zootec* 2009;Suppl. 1:501–4.
- [3] MacCluer JW, Boyce AJ, Dyke B, Weitkamp LR, Pfennig DW, Parsons CJ. Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *J Hered* 1983;74:394–9.
- [4] Wright S. Evolution in Mendelian populations. *Genetics* 1931;16:97–159. doi:10.1016/S0092-8240(05)80011-4.
- [5] Boichard D, Maignel L, Verrier É. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genet Sel Evol* 1997;29:5–23. doi:10.1186/1297-9686-29-1-5.
- [6] SAS. SAS/STAT 9.3. User's Guid SAS Inst Inc, Cary, NC 2011:8640.
- [7] Gutiérrez JP, Goyache F. A note on ENDOG: A computer program for analysing pedigree information. *J Anim Breed Genet* 2005;122:172–6. doi:10.1111/j.1439-0388.2005.00512.x.
- [8] Informa Economics IEG | FNP ANUALPEC 2012. 2012.
- [9] McManus C, Santos SA, Lima Dailago BS, Paiva SR, Saraiva Martins RF, Neto JB, et al. Evaluation of conservation program for the pantaneiro horse in Brazil. *Rev Bras Zootec* 2013;42:404–13. doi:10.1590/S1516-35982013000600004.
- [10] Koenen EPC, Aldridge LJ, Philipsson J. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livest Prod Sci* 2004;88:77–84. doi:10.1016/j.livprodsci.2003.10.011.
- [11] Vicente AA, Carolino N, Ralão-Duarte J, Gama LT. Selection for morphology, gaits and functional traits in Lusitano horses: I. Genetic parameter estimates. *Livest Sci* 2014;164:1–12. doi:10.1016/j.livsci.2014.01.020.
- [12] Rogers CW, Gee EK, Firth EC. A cross-sectional survey of Thoroughbred stud farm management in the North Island of New Zealand. *N Z Vet J* 2007;55.
- [13] Hamann H, Distl O. Genetic variability in Hanoverian warmblood horses using pedigree analysis. *J Anim Sci* 2008;86:1503–13. doi:10.2527/jas.2007-0382.
- [14] Mota, M. D.S. and Regitano LCA. World &ETM s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher c. RFID Technol Secur Vulnerabilities, Countermeas 2012:75–100. doi:10.5772/7111.
- [15] Davies Morel MCG, Newcombe JR, Holland SJ. Factors affecting gestation length in the Thoroughbred mare. *Anim Reprod Sci* 2002;74:175–85. doi:10.1016/S0378-4320(02)00171-9.
- [16] Goddard MG, Smith C. Optimum number of bull sires in dairy cattle breeding. *J Dairy Sci* 1990;73:1113–22.
- [17] Roos L, Hinrichs D, Nissen T, Krieter J. Investigations into genetic variability in Holstein horse breed using pedigree data. *Livest Sci* 2015;177:25–32. doi:10.1016/j.livsci.2015.04.013.
- [18] Delgado JF, De Andrés N, Valera M, Gutiérrez JP, Cervantes I. Assessment of population structure depending on breeding objectives in Spanish Arabian horse by genealogical and molecular information. *Livest Sci* 2014;168:9–16. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.07.012.
- [19] Bartolomé E, Cervantes I, Valera M, Gutiérrez JP. Influence of foreign breeds on the genetic structure of the Spanish Sport Horse population. *Livest Sci* 2011;142:70–9. doi:10.1016/j.livsci.2011.06.021.
- [20] Siderits M, Baumung R, Fuerst-Waltl B. Pedigree analysis in the German Paint Horse: Genetic variability and the influence of pedigree quality. *Livest Sci* 2013;151:152–7. doi:10.1016/j.livsci.2012.10.018.
- [21] Bhatnagar AS, East CM, Splan RK. Genetic variability of the Norwegian Fjord horse in North America. *Anim Genet Resour* 2011;49:43–9. doi:10.1017/S2078633611000105.

RICARDO DA SILVA FARIA^{A,B*} | ANTÓNIO VICENTE^{C,D} | RUTE GUEDES DOS SANTOS^{E,F}
AMANDA MAIORANO^{A,B} | ROGÉRIO CURIA^{A,B} | LUIS CHARDULO^{A,B} | AUGUSTO II SILVA^{A,B}

^AFaculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, CEP 14.884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brazil

^BFaculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp, CEP 13.618-307 - Botucatu, São Paulo, Brasil

^CEscola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém, Apartado 310, 2001-904 Santarém, Portugal.

^DCIISA - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, 1300-477 Lisboa, Portugal.

^EInstituto Politécnico de Portalegre - Escola Superior Agrária de Elvas, 7350-903 Elvas, Portugal.

^FVALORIZA - Centro de Investigação para a Valorização de Recursos Endógenos, 7300- 555 Portalegre, Portugal

* fariasky@gmail