

# Parâmetros genéticos para desempenho de salto em Cavalos Brasileiro de Hipismo

## Genetic parameters for jumping performance in Brazilian Sport Horses

Bethânia Rocha Medeiros<sup>1</sup> , Petra Garbade<sup>2</sup> , Vanessa Peripolli<sup>1</sup> , Laila Talarico Dias<sup>3</sup> , Concepta Margaret McManus<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Federal Catarinense (IFC), Araquari, Santa Catarina, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil

<sup>4</sup>Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil

\*Autor correspondente: [vanessa.peripolli@hotmail.com](mailto:vanessa.peripolli@hotmail.com)

### Resumo

Este estudo estimou parâmetros genéticos para avaliações de salto em cavalos da raça Brasileiro de Hipismo, buscando características passíveis de serem avaliadas precocemente e que estejam geneticamente correlacionadas ( $\Upsilon g$ ) com resultados posteriores em competições esportivas. Para os resultados de competições de salto duas características foram consideradas: Classificação (CLASS) do animal (considerando alturas dos obstáculos; número de competidores; tipo de competição: regional, nacional ou internacional) e escore final (SCOREF) (considerando peso da competição, altura dos obstáculos e escore para a colocação e tipo de evento). Herdabilidades foram baixas (0,00 e 0,07 para CLASS e SCOREF, respectivamente) quando o banco de dados foi considerado como um todo. Foram mais elevadas quando apenas a categoria Cavalos Novos foi considerada (0,09 e 0,67, respectivamente). Correlações genéticas entre estas características e avaliações funcionais subjetivas (em escala de 0 a 10) tomadas em aprovações de garanhões para reprodução mostraram relação genética favorável à seleção indireta entre Potência e resultados de competição (-0,84 para CLASS e 1,00 para SCOREF). Salto também apresentou correlação favorável com SCOREF (0,53), porém desfavorável com CLASS (1,00). Considerando a importância do Temperamento e ausência de correlações genéticas desfavoráveis desta com resultados de competição, conclui-se que esta característica deve ser mantida entre os objetivos de seleção de cavalos Brasileiro de Hipismo. Sugestões de estudos genéticos futuros para a raça e para possíveis modificações no regulamento das avaliações, foram feitas visando a melhoria da qualidade dos dados.

**Palavras-chave:** competição; escore final; correlações genéticas; herdabilidade; temperamento

### Abstract

This study aimed to estimate genetic parameters for jumping measures in the Brazilian Sport Horses breed, looking to see which jump characteristics can be evaluated early and that present favorable genetic correlations ( $\Upsilon g$ ) with measures of later sports performance. Data were available for the results of jumping competitions on the Brazilian Sport Horses. Two traits were calculated: Classification (CLASS) of the animal (taking into consideration obstacle height, number of competitors, type of competition (regional, national, international) and final score (SCOREF) taking into consideration the weight of the competition, height of the obstacles and score for the placement and type of event. Heritabilities were low for the full database (0.00 and 0.07 for CLASS and SCOREF, respectively), but higher when only young horses were considered (0.09 and 0.67, respectively). Genetic correlations between these traits and subjective functional traits (using a scale of 0 to 10) measured at stallion approval for reproduction showed that Power was favorable for indirect selection for both traits (-0.85 for CLASS and 1.00 for SCOREF). Jump also showed a favorable correlation for SCOREF (0.53) but unfavorable for CLASS (1.00). Considering the importance of Temperament and the absence of unfavorable genetic correlations between it and competition results it was concluded that this trait can be maintained among the selection objectives of Brazilian Sport Horses. Suggestions are made for further genetic studies with this breed, and possible modifications in the evaluation regulations to improve data quality.

**Keywords:** competition; final score; genetic correlations; heritability; temperament

Recebido: 1 de março de 2023. Aceito: 3 de julho de 2023. Publicado: 20 de setembro de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

## 1. Introdução

A raça Brasileiro de Hipismo (BSH) é selecionada para os esportes equestres de Salto, Adestramento e oncurso Completo de Equitação. A raça, reconhecida pela Federação Mundial de Cavalos de Esporte (WBFSH), consiste em uma população aberta que permitia, até 2011, a entrada de material genético de qualquer raça reconhecida pela WBFSH e as chamadas raças de sangue quente: Puro Sangue Inglês (PSI), Árabe e seus cruzamentos.

A Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Brasileiro de Hipismo (ABCCH) define o padrão racial e os critérios de seleção, com requisitos mínimos aceitos para a reprodução. Atualmente, todas as éguas BSH e de raças formadoras registradas no Serviço de Registro Genealógico (SRG) são aceitas como matrizes. Machos candidatos à reprodução são publicamente apresentados em eventos anuais chamados “Aprovação de Garanhões”<sup>(1)</sup> onde são avaliados segundo a sua morfologia, critérios funcionais e genealógicos descritos no regulamento da raça<sup>(2)</sup>. Os candidatos são classificados segundo a média obtida, sendo considerados aprovados aqueles que obtiverem escore igual ou superior a 8,0 (0 – 10).

O sucesso de criadores de cavalos de salto pode ser mensurado pelo desempenho de seus produtos nos níveis mais altos de competições esportivas. Entretanto, tais resultados só são obtidos tardiamente na vida do animal e suas estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) são baixas ou moderadas<sup>(3,4,5,6)</sup>. Thorén Hellsten et al.<sup>(7)</sup> afirmam que programas de seleção baseados apenas no desempenho esportivo em competições de alto nível resultariam em ganhos genéticos reduzidos devido a longos intervalos de geração. A avaliação subjetiva de potros saltando em liberdade foi adotada por muitas associações de criadores como preditora de desempenho futuro na modalidade salto. Assim, o estudo de correlações genéticas entre as características observadas precocemente com os resultados de campeonatos de salto se faz essencial no estabelecimento de programas de seleção.

A estimativa de parâmetros genéticos em uma população equina brasileira, de grande potencial esportivo e reconhecimento internacional, permite o estabelecimento de programas de seleção passíveis de resposta. Tais estudos são extremamente relevantes para a manutenção e continuidade dos ganhos genéticos no cavalo de esporte nacional.

A hipótese deste estudo é de que as características avaliadas em eventos de “Aprovação de Garanhões” apresentam correlações genéticas favoráveis com resultados posteriores de competição. Desta forma, objetivou-se à estimativa de parâmetros genéticos para resultados de competição na raça

Brasileiro de Hipismo, buscando características passíveis de avaliação nos animais ainda jovens e que apresentem correlações genéticas ( $Y_g$ ) com o seu desempenho futuro.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Dados dos animais

A ABCCH<sup>(8)</sup> forneceu dados de pedigree (34.393 cavalos), entre 1977 e 2011, e das avaliações subjetivas realizadas em 294 animais em “Aprovação de Garanhões”. Estes foram avaliados por um número variável de juizes ao longo dos anos, resultando em uma média de 4.26 ( $\pm$  0.96) entre 2000-2011. Resultados de pedigree foram publicados por MEDEIROS et al.<sup>(9)</sup>, enquanto que os de “Aprovação de Garanhões” (Approval) foram publicados por MEDEIROS et al.<sup>(1)</sup>.

Resultados dos campeonatos de salto oficiais da Confederação Brasileira de Hipismo (CBH) e federações estaduais (anos 2006-2013) foram obtidos da ABCCH<sup>(10)</sup>. O banco de dados de Desempenho incluiu as seguintes variáveis: nome do animal, número de registro, data de nascimento, sexo, nome do evento (EVENT), ano do evento (YEAR), classificação do animal no evento (CLASS), número de conjuntos contra os quais o cavalo competiu (NOCOMP), escore (SCORE), peso do campeonato ao qual o evento estava relacionado (WT.COMP), peso da altura dos obstáculos do percurso (WT.HT) e escore final (SCOREF). Nenhuma informação sobre a castração de machos estava disponível, assim, animais castrados e não castrados foram considerados em um mesmo grupo. A classificação individual de cada competidor foi estabelecida de acordo com a tabela utilizada para cada competição<sup>(11)</sup>. O SCORE foi estabelecido considerando a classificação do animal e o número de competidores no evento<sup>(2)</sup> (Tabela 1).

Os seguintes campeonatos de salto foram considerados: Campeonatos Estaduais, Campeonatos Brasileiros, Campeonatos Nacionais e Campeonatos Internacionais. Para cada um deles foi atribuído um peso (WT.COMP) pela ABCCH<sup>(12)</sup>, variando entre 1 e 5, segundo o seu grau de dificuldade. A ABCCH<sup>(12)</sup> também atribuiu o peso da altura dos obstáculos do percurso (WT.HT) sendo: 1,00 metros (peso 0); 1,10 m (peso 1); 1,20 m (peso 2); 1,30 m (peso 3); 1,40 m (peso 4) e 1,50 m (peso 5). O escore final (SCOREF) foi adotado pela ABCCH<sup>(12)</sup> como critério de classificação dos animais no Circuito Brasileiro de Hipismo, onde o animal com maior soma de SCOREF a cada ano era o vencedor. Assim, o SCOREF foi calculado pela ABCCH<sup>(12)</sup> para cada EVENT com a seguinte fórmula:

$$\text{SCOREF} = (\text{WT.COMP} + \text{WT.HT}) * \text{SCORE}$$

**Tabela 1.** Sistema de escore adotado pela ABCCH, considerando a classificação do animal (CLASS), e o número de conjuntos contra os quais o cavalo competiu (NOCOMP).

CLASS	NOCOMP															
	16+	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1st	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
2nd	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
3rd	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2		
4th	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
5th	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
6th	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1					
7th	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
8th	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
10th	7	6	5	4	3	2	1									
11th	6	5	4	3	2	1										
12th	5	4	3	2	1											
13th	4	3	2	1												
14th	3	2	1													
15th	2	1														
16th	1															

Fonte: ABCCH<sup>(12)</sup>.

Eventos com menos de 5 observações foram removidos do banco de dados. A data precisa de cada EVENT não estava disponível portanto, a idade pontual de cada animal foi calculada pela diferença, em anos, da sua data de nascimento e o dia 1º de agosto do ano da prova. Esta corresponde ao início da estação de nascimentos no hemisfério Sul, e é utilizada para o cálculo da idade dos competidores no circuito BSH de Cavalos Novos<sup>(13)</sup>.

O banco de dados de Desempenho incluiu 1.596 animais, provenientes do cruzamento de 386 garanhões com 1.109 éguas. Cada um dos 529 eventos teve a participação média de 36,76 ( $\pm 38,25$ ) e 2,81 ( $\pm 1,71$ ) percursos por cavalo. Cada animal, por sua vez, participou de uma média de 33,32 ( $\pm 25,04$ ) percursos.

## 2.2 Modelo Estatístico

As variáveis de Desempenho CLASS e SCOREF foram analisadas por modelos mistos (PROC MIXED) para verificar a significância dos efeitos fixos (Modelos Fenotípicos). Os efeitos testados foram: EVENT (dentro de YEAR). As covariáveis consistiram em: NOCOMP, cavalo, idade, WT.COMP, WT.HT. Valores menores de CLASS foram considerados como uma medida de maior capacidade de vencer, enquanto maiores valores para SCOREF indicaram maior capacidade de pontuação em provas com maior número e/ou qualidade de competidores, e maior altura de obstáculos. Estas análises foram realizadas no SAS® v.9.4 (Statistical Analysis System Institute, Cary North Carolina), considerando o indivíduo como efeito aleatório. Os efeitos não significativos foram retirados dos modelos. O modelo original foi.

Modelo 1: Modelo Fenotípico para Desempenho

$$Y_i = \mu + g_i + r_i + w_i + e$$

onde: = variável dependente: resultados de desempenho esportivo em competições oficiais organizadas pela CBH;  $\mu$  = média geral para a

característica;  $g_i$  = efeito aleatório de animal em cada resultado;  $r_i$  = efeito aleatório associado a cada medida repetida do animal  $i$ ;  $w_i$  = soma dos efeitos ambientais conhecidos (efeitos fixos) que influenciam a característica;  $e$  = efeito residual da característica.

O modelo considerado mais adequado para cada característica foi aquele que apresentou: critério de convergência obtido, significância ( $P < 0.05$ ) em todos os efeitos presentes, e menor valor para o Critério de Informação de Akaike (AIC)<sup>(14)</sup>.

## 2.3 Estimativa de parâmetros

Os componentes de variância, covariância e estimativa de parâmetros genéticos foram obtidos por Modelo Animal, via Máxima Verossimilhança restrita, utilizando MTDFREML<sup>(15)</sup>. Os efeitos fixos significativos nos Modelos Fenotípicos foram mantidos para a estimativa de parâmetros genéticos. Os componentes de variância foram estimados para cada característica individualmente, utilizando como priors as variâncias de indivíduo e residual obtidas nos Modelos Fenotípicos. Além do efeito genético aditivo os modelos incluíram o efeito aleatório genético materno e efeito genético do animal. Este visava a estimativa da soma dos efeitos genéticos não aditivos e outros efeitos ambientais permanentes intrínsecos ao indivíduo.

Modelo 2:

$$Y = X\beta + Z_1\alpha + Z_2m + Z_3p + e$$

onde:  $Y$  = vetor de observações: resultados de desempenho esportivo em competições oficiais;  $X$  = matriz de incidência de efeitos fixos que influenciam a característica;  $\beta$  = vetor de efeitos fixos influenciando a característica;  $Z_1$  = matriz de incidência de efeitos aleatórios genéticos aditivos;  $\alpha$  = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos;  $Z_2$  = matriz de incidência de efeitos genéticos maternos;  $m$  = vetor de efeitos genéticos maternos (aleatório);  $Z_3$  = matriz de incidência de efeitos aleatórios intrínsecos ao animal (genéticos não aditivos e

ambiente permanente);  $p$  = vetor de efeitos aleatórios intrínsecos ao animal (genéticos não aditivos e ambiente permanente);  $e$  = influencia de efeitos residuais sobre a característica.

Uma segunda análise foi realizada considerando apenas as informações de Cavalos Novos. Esta categoria, regulamentada pela CBH<sup>(16)</sup>, era destinada a cavalos jovens em início de carreira esportiva, onde animais de idade semelhante competiam entre si e eram submetidos a aumento progressivo na altura e dificuldade de percursos. Esta análise objetivou a estimar a magnitude dos efeitos aleatórios sob condições ambientais mais uniformes. Os 396 animais que participaram dos 12 eventos na categoria Cavalos novos eram oriundos do cruzamento de 142 garanhões e 324 éguas, e produziram 1.730 resultados.

As estimativas de correlações genéticas entre características precoces e aquelas de desempenho esportivo foram obtidas pela junção dos bancos de dados Approval e Desempenho. Os componentes de covariância e correlações genéticas foram estimados em análises bi características entre CLASS/SCOREF e aspectos funcionais avaliados na Aprovação de Garanhões. As variâncias obtidas nas análises individuais foram utilizadas como priors nos modelos bi característicos.

### 3. Resultados

A análise descritiva das características de Desempenho está disposta na Tabela 2. A comparação da classificação (CLASS) máxima no banco de dados com o número máximo de competidores (NOCOMP) de cada evento evidencia a ausência de alguns resultados. Entretanto, os animais não classificados em cada percurso não estavam presentes no banco de dados, provavelmente por não terem pontuado no ranking da CBH.

**Tabela 2.** Estatística descritiva das variáveis incluídas no banco de dados Desempenho de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo

Característica**	Media	Desvio padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
WT.COMP	3,40	1,11	32,64	1	5
WT.HT	2,08	1,23	59,32	0	5
CLASS*	6,23	4,69	75,28	1	17
NOCOMP	26,95	18,71	69,42	1	116
SCORE	9,77	6,23	63,76	0	20
SCOREF <sup>+</sup>	51,51	39,24	39,25	0	200
AGE (anos)	9,10	3,17	34,71	4	32,5

\*Classificação em cada evento pelo cavalo (CLASS); + Escore final considerando a classificação (CLASS), número de competidores (NOCOMP), peso do campeonato (WT.COMP) e peso da altura (WT.HT) dos obstáculos no percurso; \*\*54.852 observações para cada característica.

O efeito fixo de evento dentro de cada ano foi significativo ( $P<0,0001$ ) tanto para CLASS quanto para SCOREF (Tabela 3), enquanto que o sexo do animal não influenciou os resultados esportivos.

**Tabela 3.** Modelos obtidos pela análise de modelos mistos de dados fenotípicos em Desempenho.

Características	Cov Individual <sup>++</sup> ( $P<0,0001$ )	$\sigma^2$ Residual <sup>*</sup> ( $P<0,0001$ )	Modelo <sup>**</sup> ( $P<0,034$ )
Classificação (CLASS)	2,74 (0,16)	17,32	$Y = 0,65 + EVENT + 0,21*(AGE) + 0,02*(NOCOMP) + 0,29*(WT.COMP)$
Escore Final (SCOREF)	9,48 (0,10)	90,88	$Y = -36,76 + EVENT + 8,43*(WT.COMP) + 9,18*(WT.HT) - 0,30*(CLASS) + 5,35*(SCORE)$

\* Estimativas de covariância individual (Cov Individual) e Residual ( $\sigma^2$  Residual) foram utilizadas como priors nas estimativas de parâmetros genéticos; \*\* As duas covariáveis em negrito, em cada modelo, foram incluídas no seu respectivo modelo para a estimativa dos parâmetros genéticos; + A proporção de covariância individual em relação à residual está entre parentes, juntamente com cada Cov.

O nível dos competidores estava implícito no peso atribuído ao campeonato (WT.COMP) ao qual o evento estava vinculado. O efeito de WT.COMP foi significativo ( $P<0,0001$ ) no modelo fenotípico para CLASS e, como esperado, para SCOREF. A altura dos obstáculos (WT.HT) do percurso representou outro indicio do grau de dificuldade da prova. Tal efeito não foi significativo para CLASS uma vez que os animais competiram entre si dentro da mesma altura. Percursos com obstáculos de 1 metro (Tabela 4) tiveram caráter mais regional (menor WT.COMP) e menos participantes (NOCOMP) em relação as demais alturas. A idade média dos animais foi de 9,10 ( $\pm 3,17$ ) anos. Esta foi calculada a cada evento de forma aproximada, portanto desvios de até 11,9 meses podem ter ocorrido. A habilidade de vencer (CLASS) de alguns indivíduos diminuiu ao longo do tempo ( $p<0,05$ ) (Tabela 3), enquanto que a habilidade de manter altos escores (SCOREF) em eventos mais competitivos não apresentou o mesmo efeito ( $p>0,05$ ) (Tabela 3). Possivelmente isto ocorreu porque muitos animais iniciaram a sua carreira em percursos de altura elevada (Tabela 4), dificultando melhoras no desempenho posterior, como sugerido pelo efeito de idade em CLASS (Tabela 3).

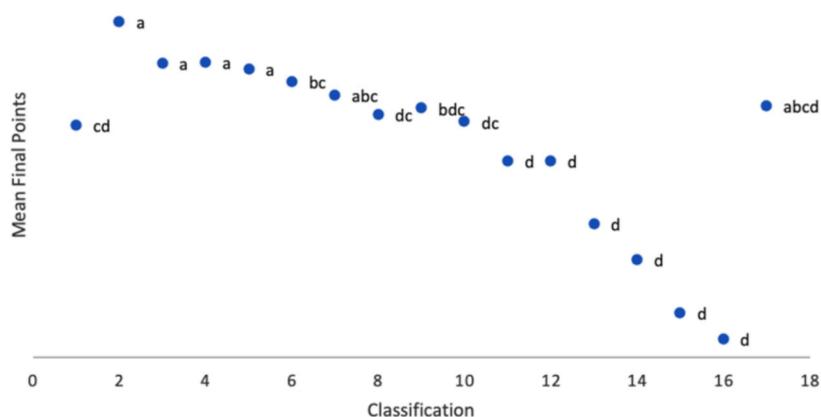
A Figura 1 ilustra que o aumento em SCOREF não está necessariamente relacionado à melhor classificação na prova. Isto pode ter acontecido quando animais vencedores em provas baixas receberam escores semelhantes àqueles classificados em 17º em percursos mais altos, com maior número de competidores ou maior nível do campeonato.

Percursos de 1 metro em Desempenho foram marcados pela participação de cavalos quase tão experientes (idade) quanto aqueles de 1,50 m (Tabela 4). De forma similar, provas de 1,20 e 1,30 m foram percorridas por animais de idade similar àquelas de 1,10 m, mostrando que o aumento gradual no nível de dificuldade não foi concedido a um número importante de animais. Desta forma, a redução na variação pelos efeitos de idade (Tabela 5) foi obtida pela análise do subconjunto de dados referente à categoria Cavalos Novos.

**Tabela 4.** Número de observações (No Obs.), amplitude e médias de idade por altura, classificação (CLASS), escore final (SCOREF), peso do campeonato (WT.COMP) e número de competidores (NOCOMP) para cada altura de obstáculo em Desempenho de cavalos Brasileiro de Hipismo.

Altura obstáculo (m)	Nº Obs.	Intervalo de idade (anos)	Idade média (anos)*	Média de CLASS*	Média de SCOREF*	Média de WT.COMP*	Média de NOCOMP*
1,00	6,074	4,03 – 26,27	10,02 <sup>b</sup>	6,14 <sup>cd</sup>	27,87 <sup>f</sup>	3,02 <sup>f</sup>	21,28 <sup>c</sup>
1,10	12,348	4,03 – 31,60	8,87 <sup>de</sup>	5,97 <sup>d</sup>	42,77 <sup>e</sup>	3,21 <sup>e</sup>	26,48 <sup>b</sup>
1,20	16,126	4,49 – 26,12	8,66 <sup>e</sup>	5,93 <sup>d</sup>	57,46 <sup>d</sup>	3,45 <sup>d</sup>	28,33 <sup>a</sup>
1,30	13,015	4,54 – 22,57	9,05 <sup>d</sup>	6,35 <sup>c</sup>	62,06 <sup>c</sup>	3,53 <sup>c</sup>	28,37 <sup>a</sup>
1,40	6,478	4,69 – 32,52	9,55 <sup>c</sup>	7,03 <sup>b</sup>	67,24 <sup>b</sup>	3,64 <sup>b</sup>	26,68 <sup>b</sup>
1,50	888	7,17 – 19,90	10,82 <sup>a</sup>	8,13 <sup>a</sup>	80,88 <sup>a</sup>	4,12 <sup>a</sup>	28,54 <sup>a</sup>

\* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p>0,05) pelo teste de Tukey.



**Figura 1.** Médias de escore final (SCOREF) para cada classificação obtida nos diversos eventos considerados para cavalos Brasileiro de Hipismo. Letras diferentes após os pontos indicam diferenças nas médias segundo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 5.** Número de observações (No Obs.), amplitude e média de idade, classificação (CLASS), escore final (SCOREF), peso do campeonato (WT.COMP) e número de competidores (NOCOMP) para cada altura de obstáculo em provas destinadas à categoria Cavalos Novos

Altura obstáculo (m)	Nº Obs.	Intervalo de idade (anos)	Idade média (anos)*	Média de CLASS*	Média de SCOREF*	Média de WT.COMP*	Média de NOCOMP*
1,00	58	4,27 - 8,63	5,36 <sup>e</sup>	5,72 <sup>bc</sup>	42,62 <sup>c</sup>	4,00 <sup>a</sup>	14,21 <sup>c</sup>
1,10	461	4,14 - 8,73	5,03 <sup>e</sup>	2,56 <sup>d</sup>	67,88 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>bc</sup>	45,57 <sup>ab</sup>
1,20	445	4,64 - 8,87	5,96 <sup>d</sup>	3,58 <sup>cd</sup>	82,02 <sup>a</sup>	3,24 <sup>b</sup>	48,90 <sup>a</sup>
1,30	466	4,54 - 11,73	6,91 <sup>c</sup>	5,23 <sup>c</sup>	78,64 <sup>ab</sup>	3,08 <sup>bc</sup>	37,50 <sup>b</sup>
1,40	284	7,06 - 14,22	8,07 <sup>b</sup>	8,03 <sup>a</sup>	61,51 <sup>b</sup>	2,99 <sup>c</sup>	22,36 <sup>c</sup>
1,50	16	8,41 - 12,65	9,84 <sup>a</sup>	7,44 <sup>ab</sup>	71,31 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>d</sup>	16,00 <sup>c</sup>

\* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p>0,05) pelo teste de Tukey.

Os componentes de variância obtidos para a classificação (CLASS) e escore final (SCOREF) foram obtidos por modelos idênticos nos bancos de dados Desempenho e Cavalos Novos (Tabela 6). A comparação destas estimativas evidencia a redução no componente ambiental devido à idade e, possivelmente, cavaleiro no

subconjunto Cavalos Novos. Para CLASS, os efeitos ambientais importantes especialmente quando um animal demonstrava perfeita técnica de salto e mesmo assim não obtinha uma boa classificação. O efeito materno se mostrou reduzido, sendo próximo de zero, em meio à grande variação ambiental e reduzida variação genética.

**Tabela 6.** Componentes de variância para a classificação (CLASS) e escore final (SCOREF) em campeonatos oficiais (A) e para Cavalos Novos (B)

Característica	$\sigma^2$ Genético Aditivo	$\sigma^2$ Genético Materno	$\sigma^2$ Ambiental Permanente	$\sigma^2$ Ambiental	$\sigma^2$ Fenotípica	Genética Aditiva ( $h^2$ )*	Genética Materna **	Ambiental Permanente **	Ambiental**
<b>A. Desempenho</b>									
CLASS	0,034	0,381	2,715	17,580	20,590	0,00 (0,01)	0,02 (0,01)	0,13 (0,01)	0,85 (0,01)
SCOREF	78,280	62,400	105,460	931,200	1132,000	0,07 (0,01)	0,06 (0,02)	0,09 (0,01)	0,82 (0,01)
<b>B. Cavalos Novos</b>									
CLASS	1,937	0,000	10,888	8,291	21,120	0,09 (0,09)	0,00 (0,075)	0,520 (0,090)	0,39 (0,025)
SCOREF	961,100	12,896	0,003	482,600	1444,000	0,67 (0,12)	0,009 (0,066)	0,000 (0,108)	0,33 (0,027)

\*Valores expressos como proporção da variação total; \* Erro Padrão entre parênteses.

A estimativa de efeitos de ambiente permanente permitiu o cálculo da repetibilidade a partir da variação total atribuída à genética e a efeitos de ambiente permanente, resultando em valor equivalente a 0,15 para CLASS e 0,21 para SCOREF em Desempenho. Estimativas de repetibilidade ( $r$ ) mais elevadas foram obtidas para CLASS ( $r=0,60$ ) and SCOREF ( $r=0,67$ ) entre os Cavalos Novos. Neste caso, uma maior proporção da variância fenotípica foi atribuída a efeitos de ambiente permanente em CLASS e genético aditivo em SCOREF. A elevação nas estimativas de erro (Tabela 6) sugerem cautela na interpretação de resultados de cavalos jovens.

### 3.1 Correlações genéticas

Devido a mudanças na forma de avaliação subjetiva dos indicadores precoces de salto, somente 58 animais tinham informações da característica Salto (em Approval), adotada até 2006. Os demais 78 cavalos foram submetidos a um sistema de avaliação mais detalhada do movimento de salto.

Animais bem classificados apresentaram menores valores em CLASS a cada competição. Assim, as correlações genéticas entre medidas funcionais avaliadas durante a Aprovação de Garanhões e CLASS consideradas mais favoráveis eram aquelas de sinal negativo e valor absoluto próximo de um. Os componentes de covariância e correlações entre estas características estão dispostos na Tabela 7. Para o escore final, a relação oposta era esperada uma vez que maiores valores de SCOREF representavam os melhores desempenhos.

A análise bi característica envolvendo Salto demonstrou certa instabilidade nas suas estimativas de herdabilidade. A inclusão de informações de CLASS em competições esportivas reduziu a estimativa de 0,74, obtida na análise isolada, para 0,17. Tal instabilidade se manifestou especialmente na correlação genética entre Salto e CLASS. Nesta análise a avaliação realizada em Approval se mostrou um pobre

indicador da capacidade fenotípica de um animal em vencer uma competição ( $Y_p=0$ ), e inversamente proporcional ao seu potencial genético para tal feito ( $Y_g=1$ ). Por outro lado, a herdabilidade de Salto permaneceu estável na análise bi característica com SCOREF.

O caráter ambíguo da característica Salto ficou evidente na comparação de suas correlações genéticas com CLASS e SCOREF. Esperava-se que tais correlações seguissem tendência similar favorecendo a seleção indireta. Entretanto, a técnica perfeita de Salto apresentada perante os juizes de Approval mostraram uma correlação genética completamente desfavorável com CLASS ( $Y_g=1,00$ ) e favorável com SCOREF ( $Y_g=0,53$ ). Possivelmente, animais que receberam avaliações piores em Salto foram posteriormente submetidos a treinamento diferenciado, conforme sugerido pela correlação ambiental com CLASS igual a -1 e resultando em correlação fenotípica igual a zero. Aqueles animais bem avaliados em Approval podem ter sido submetidos precocemente a percursos de altura de obstáculos (WT.HT) em eventos importantes no calendário oficial (WT.COMP), possivelmente com desafios acima da sua capacidade naquele momento. Assim, estes animais teriam sido sistematicamente prejudicados em seu SCOREF por efeitos ambientais ( $Y_e=-0,26$ ), os quais teriam reduzido a sua correlação fenotípica ( $Y_p=0,04$ ). Tais práticas de manejo teriam permitido que bons cavalos obtivessem altos SCOREF sem, no entanto, reflexos visíveis em CLASS ( $Y_p=0$ ). Estes cavalos podem ter apresentado certa superioridade genética para competir em eventos importantes ( $Y_g$  with SCOREF = 0,06 - 0,07), porém com reduzido potencial genético ( $Y_g=0,20 - 0,30$ ) ou fenotípico ( $Y_g=0,19-0,20$ ) para vencê-los (CLASS). Outras características que apresentaram relações divergentes com diferentes medidas de desempenho esportivo foram Atitude e Impulsão, que demonstraram correlações genéticas pobres com CLASS e discretamente favoráveis com SCOREF.

**Tabela 7.** Componentes de covariância (Cov) e correlações ( $\gamma$ ) fenotípica (p), genética (g), e ambiental al (e) obtidas nas análises bi característica entre avaliações funcionais feitas durante a Aprovação de Garanhões, e a classificação (CLASS) e escore final (SCOREF) em Desempenho, na raça Brasileiro de Hipismo.

Característica *	CLASS						SCOREF					
	Cov <sub>p</sub>	Cov <sub>g</sub>	Cov <sub>e</sub>	$\gamma_p$	$\gamma_g$	$\gamma_e$	Cov <sub>p</sub>	Cov <sub>g</sub>	Cov <sub>e</sub>	$\gamma_p$	$\gamma_g$	$\gamma_e$
Passo (0,36)	9,50E-03	4,70E-04	8,90E-03	0,00	0,00	0,00	9,00E-03	5,00E-03	-4,40E-03	0,01	0,04	-0,01
Trote (0,53-0,54)	2,60E-02	0,15E-01	-7,00E-03	0,02	0,02	0,00	7,20E-03	-6,00E-03	7,20E-03	0,01	-0,04	0,02
Galope (0,35)	0,17	5,50E-02	6,30E-02	0,12	0,09	0,03	1,80E-02	1,50E-02	4,00E-03	0,02	0,12	0,01
Salto (0,17-0,75)	8,70E-02	0,17	-8,00E-02	0,00	1,00	-1,00	3,60E-02	9,70E-02	-6,00E-02	0,04	0,53	-0,26
Atitude (0,09-0,17)	1,30E-02	1,40E-02	-3,20E-03	0,19	0,20	-0,01	1,00E-02	5,20E-03	-1,00E-17	0,01	0,07	0,00
Impulsão (0,22-0,36)	-9,90E-03	2,00E-02	-3,00E-02	0,20	0,30	-0,1	5,70E-03	5,40E-03	2,30E-04	0,01	0,06	0,00
Potência (0,09-0,11)	3,50E-03	-3,80E-02	3,60E-02	0,00	-0,85	0,13	4,30E-02	3,70E-02	2,00E-03	0,04	1,00	0,01
Amplitude (0,25)	3,10E-03	1,90E-02	-1,60E-02	0,20	0,25	-0,05	4,10E-02	1,50E-06	4,10E-02	0,04	0,00	0,15
Temperamento (0,42-0,43)	0,25	-1,70E-02	0,26	0,50	-0,11	0,61	4,80E-02	5,80E-05	4,80E-02	0,05	0,00	0,13
Mecânica de anteriores (0,37-0,38)	-5,80E-03	4,20E-02	-5,50E-02	-0,01	0,31	-0,14	-1,50E-02	-3,30E-02	3,60E-02	-0,02	-0,26	0,10
Mecânica de Posteriores (0,34-0,36)	-3,50E-02	-1,60E-02	-4,90E-03	-0,04	-0,13	-0,01	6,50E-02	4,50E-02	1,20E-03	0,06	0,39	0,00
Flexibilidade (0,20)	-5,30E-03	-1,00E-02	-3,60E-03	-0,01	-0,12	-0,01	0,33	-3,90E-04	0,33	0,32	0,00	1,00
Respeito (0,29-0,30)	5,60E-02	-2,20E-02	7,80E-02	0,06	-0,24	0,24	6,80E-03	1,60E-02	-9,20E-03	0,01	0,20	-0,03
Regularidade (0,24)	0,25	-2,10E-02	0,27	0,25	-0,20	0,62	2,70E-02	8,40E-03	1,90E-02	0,03	0,08	0,05

\*Amplitude de herdabilidade obtidas em todas as análises estão entre parênteses.

Avaliações subjetivas de Amplitude não apresentaram nenhum potencial para seleção indireta para SCOREF ( $\gamma_g=0,00$ ). Entretanto, tal seleção prejudicaria os valores genéticos para CLASS ( $\gamma_g=0,25$ ) nos circuitos de competição estudados. A característica Temperamento era aparentemente contrária à CLASS ( $\gamma_p=0,50$ ), mas geneticamente sua relação era levemente favorável ( $\gamma_g=-0,11$ ) com esta e nula ( $\gamma_g=0,00$ ) com SCOREF. Considerando sua correlação ambiental com SCOREF ( $\gamma_e=0,13$ ), acredita-se que animais com bom Temperamento também foram submetidos a percursos de alturas elevadas precocemente, o que refletiu fortemente em sua CLASS ( $\gamma_e=0,61$ ).

Outras características relacionadas à personalidade dos animais foram Respeito e Regularidade. Ambas apresentaram correlações genéticas favoráveis com resultados de competição esportiva. Avaliações subjetivas de Respeito estavam geneticamente correlacionadas a CLASS ( $\gamma_g=-0,24$ ) e SCOREF ( $\gamma_g=0,20$ ), sem, entretanto, a manifestação de efeitos ambientais contrários perceptíveis fenotipicamente. Adicionalmente, efeitos ambientais contrários a efeitos genéticos foram demonstrados entre CLASS e escores de Respeito ( $\gamma_e=0,24$ ) e Regularidade ( $\gamma_e=0,62$ ), possivelmente por motivos similares àqueles discutidos para Temperamento. Relações pobres foram observadas entre avaliações de Mecânica de Anteriores e CLASS ( $\gamma_g=0,31$ ) e SCOREF ( $\gamma_g=-0,26$ ). a Mecânica de Posteriores, por sua vez apresentou correlações genéticas sutis, porém favoráveis com CLASS ( $\gamma_g=-0,13$ ) e de maior magnitude com for SCOREF ( $\gamma_g=0,39$ ).

#### 4. Discussão

A ausência de informações dos animais desclassificados foi relatada como um problema frequente em análises de resultados de competições esportivas<sup>(5,17,18)</sup>, mas seu impacto sobre parâmetros genéticos foi estimado como reduzido<sup>(18)</sup>. Relatos controversos foram feitos sobre a influência do sexo em competições esportivas. Alguns identificaram desempenho superior em pontos acumulados e classificação acumulada na carreira esportiva de machos sobre as fêmeas, desconsiderando a castração de machos<sup>(18,19)</sup>.

Resultados similares confirmaram o efeito de sexo para resultados acumulados ao longo da carreira esportiva, enquanto que resultados acumulados em animais jovens não apresentaram tal efeito<sup>(5)</sup>. Por outro lado, uma tendência não significativa para o melhor desempenho de garanhões sobre éguas, e de éguas sobre castrados, foi descrita para a etapa de salto em Concurso Completo de Equitação<sup>(20)</sup>, a qual pode ser explicada pelo fato de que os primeiros já representam uma porção selecionada da população. Uma motivação para a castração de machos destinados ao esporte é a obtenção de animais de temperamento mais estável e, possivelmente, mais concentrados no trabalho. No entanto, ao considerarmos a presença de animais com idades mais avançadas (14 anos) na Aprovação de Garanhões, entende-se que alguns proprietários podem ter mantido seus machos inteiros apenas pela possibilidade de aprova-lo como reprodutor em um futuro remoto, na esperança de manter certo valor agregado ao animal.

Entende-se que campeonatos nacionais e internacionais atraíram competidores mais habilidosos

que eventos estaduais ou regionais. Dentre a ampla gama de idades observadas, apenas 2,817 (5,13%) resultados foram de animais com mais de 15 anos. A média observada estava em acordo com a faixa etária relatada na literatura como o pico da carreira esportiva na modalidade Salto <sup>(4,21)</sup>, e na etapa de salto de Concurso Completo de Equitação <sup>(20,22)</sup>. Uma relação curvilínea entre idade e desempenho foi descrita <sup>(4,20)</sup>, na qual os animais melhoraram seu desempenho com a idade, atingindo o pico no nível elementar aos 10 anos, no nível intermediário aos 14 e no nível avançado aos 16 anos de idade <sup>(20)</sup>. Os melhores cavalos, no entanto, parecem atingir seu desempenho máximo entre o 9º e 11º ano, declinando a partir de então <sup>(21)</sup>.

O Regulamento Geral da CBH prevê que os cavalos participantes de competições nacionais devem ter sua idade estabelecida no regulamento de cada modalidade, considerando as exigências de cada evento. Tal exigência objetiva a conservação e desenvolvimento da integridade física e mental dos animais <sup>(11)</sup>. Entretanto, apenas campeonatos nacionais e internacionais impõem limites mínimos de idade <sup>(13)</sup>. Assim, as escolhas das competições (WT.COMP) e altura de obstáculos (WT.HT) dos percursos que cada animal participou foram influenciadas pelo seu proprietário e habilidade do seu cavaleiro, não representando necessariamente o potencial máximo de cada animal.

A capacidade de alguns indivíduos em vencer competições (CLASS) decaiu ao longo do tempo, enquanto que a obtenção de elevada pontuação (SCOREF) em eventos mais competitivos não foi influenciada pela idade. Tal fato pode ser atribuído ao início de carreira esportiva em percursos de altura elevada, dificultando a melhoria no desempenho com o tempo, conforme sugerido pelo efeito da idade sobre CLASS. Portanto, o aumento gradual reportado previamente <sup>(4,20,22)</sup> não foi observado em cavalos Brasileiro de Hipismo. As Federações Equestres Sueca e Alemã adotaram pontuação similar ao SCOREF para indicar aos proprietários o nível no qual seus animais deveriam competir, limitando a participação de cavalos com pontuação elevada em percursos abaixo de suas habilidades <sup>(5,19,23)</sup>, levando-os a novos desafios. Nestas condições, um cavalo de 26 anos raramente participaria de percursos de 1 metro, como observado no BSH. A análise de medidas repetidas de CLASS e SCOREF (não apresentado) revelaram melhor adequação do modelo na estrutura de covariância residual do tipo autorregressiva de primeira ordem, refletindo a interdependência entre resultados sucessivos de cada animal. Desta forma, resultados obtidos em sequência foram mais similares entre si do que aqueles mais distantes no tempo; concluindo que, caso as condições ambientais fossem similares, a evolução atlética relatada na literatura poderia se manifestar em BSH. O impacto da exposição

precoce de cavalos jovens a provas de elevada demanda física deve ser investigado.

O conjunto vencedor (cavalo e cavaleiro) em cada competição de Salto foi aquele que completou o percurso com menor número de penalidades e atendeu de melhor forma ao critério de tempo estabelecido <sup>(12)</sup>. Assim, conjuntos que não derrubaram obstáculos ou cometeram qualquer outra falta podem não ter ficado em primeiro colocado. Tais conjuntos teriam demonstrado capacidade esportiva mesmo sem a obtenção do melhor tempo, recebendo SCOREF correspondente ao seu desempenho. A composição do SCOREF justifica os efeitos significativos nesta característica. Curiosamente, CLASS não foi o fator de maior influência sobre SCOREF.

O regulamento do Campeonato de Cavalos Novos da CBH <sup>(16)</sup> impõe que os animais sejam submetidos a percursos de altura e dificuldade progressiva até atingirem seu desempenho máximo ou submáximo. Estes resultados foram incluídos em uma segunda análise por apresentarem maior uniformidade ambiental, pois os animais competem entre si dentro de uma mesma idade e altura de obstáculos. A faixa etária estabelecida <sup>(16)</sup> para cada altura de obstáculos não foi observada possivelmente devido à inclusão de outras categorias em eventos identificados como Cavalos Novos. Mesmo assim, menor variação foi obtida, juntamente com o aumento gradual na altura dos obstáculos. Maior homogeneidade de cavaleiros também é esperada em tais competições, onde apenas cavaleiros Senior (> 18 anos) ou Junior (14 a 18 anos) estão aptos a participar. Membros destas categorias podem ser cavaleiros profissionais ou qualquer um que se sinta capaz de competir com estes. Os 12 eventos intitulados como Cavalos Novos foram considerados nesta análise.

Dentre os fatores ambientais que contribuíram para o desempenho de Salto em Cavalos Novos, a idade (2,40%) e cavaleiro (8,28%) foram considerados as fontes de variação mais importantes <sup>(24)</sup>. A proporção da variância devida ao cavaleiro foi relatada como crescente com o grau de dificuldade, indo desde 4% para iniciantes até 10% nos níveis mais avançados <sup>(22)</sup>; e sendo cerca de 10% após 6,8 anos <sup>(4)</sup>. A remoção do efeito de cavaleiro levou a partição desta porção da variância entre efeitos genéticos e aditivos <sup>(6,18)</sup>. Recentemente, a estabilidade do conjunto cavalo e cavaleiro foi demonstrada como positivamente influenciadora do desempenho de um cavalo, sendo que melhores resultados foram alcançados por aqueles que tiveram no máximo dois cavaleiros em sua carreira <sup>(21)</sup>. Possivelmente a importância do cavaleiro em competições envolvendo cavalos BSH jovens é superior à relatada, pois é um período de maior aprendizado, condicionamento físico e estresse decorrente do início da carreira esportiva. Assim, a inclusão de informações a respeito do cavaleiro/proprietário elucidaria a real natureza dos efeitos de

ambiente permanente, que parecem ser tão importantes na capacidade de vencer em competições de Cavalos Novos. No entanto, os resultados obtidos comprovaram a possibilidade de redução das fortes influências ambientais no banco de dados Desempenho, aumentando a expressão genética aditiva para resultados isolados de competição.

Relatos de estimativas de herdabilidade para medidas de desempenho em competições oficiais foram geralmente baixas e influenciadas pelas variáveis incluídas e forma de análise. Trabalhos conduzidos com a subdivisão dos dados em níveis de dificuldade como características distintas comumente obtiveram maiores estimativas para percursos de maior dificuldade<sup>(3, 4,5,6,22)</sup>. Alguns descreveram estimativas similares a aquelas obtidas em SCOREF em Desempenho<sup>(3,4)</sup>. Maiores valores ( $h^2= 0,08 - 0,23$ ) foram alcançados com inclusão do efeito de cavaleiro<sup>(22)</sup> ou considerando outras variáveis como medida de desempenho. Para a melhor classificação alcançada pelo animal foi igual a 0,14<sup>(25)</sup>. Para pontos acumulados em certos grupos etários, as herdabilidades oscilaram entre 0,24 e 0,28<sup>(5)</sup>. Alguns estudos que consideraram os resultados acumulados em toda a carreira esportiva ou em parte dela<sup>(19,26,27)</sup> relataram estimativas entre 0,19 e 0,27. Entretanto, esta estrutura de dados implicou em apenas uma ou poucas observações por animal, e nenhum estimou o efeito de ambiente permanente, o que pode ter levado a desvios nas estimativas de variância genética aditiva.

O efeito genético materno parece ter sido ignorado em estudos de desempenho esportivo de cavalos de Salto. Considerando que representou menos de 1% da variância fenotípica para CLASS mesmo em competições homogêneas de cavalos BSH, somado à descrição previa dos sistemas de competições europeus, este efeito poderia ser negligenciado para esta característica. Porém, ao considerarmos SCOREF, este foi quase tão importante quanto os genéticos aditivos em Desempenho. Possivelmente o nível profissional dos cavaleiros nos circuitos europeus e em Cavalos Novos foi capaz de “ocultar” os efeitos genéticos maternos, os quais se mostraram menos importantes nestes casos. Cavaleiros habilidosos podem compensar dificuldades comportamentais influenciadas pelo fenótipo das mães de suas montarias. Assim, conclui-se que o efeito materno sobre o fenótipo da prole, supostamente comportamental, foi duradouro e evidenciado em condições ambientais heterogêneas, tais como as rotineiramente encontradas em competições de Salto brasileiras (Tabela 6).

#### 4.1 Correlações genéticas

Dentre os 294 candidatos à reprodução avaliados, 134 apresentaram resultados também em Desempenho. Conforme mencionado para as estimativas de herdabilidade, correlações genéticas entre resultados de competição e avaliações de andamentos também foram

influenciadas pela variável adotada como medida de desempenho esportivo<sup>(19)</sup>. Métodos de avaliação subjetiva de andamentos também influenciaram fortemente tais estimativas<sup>(23,28)</sup>. Mesmo assim, uma tendência para a maior capacidade preditiva de galope para valores genéticos de resultados de Salto<sup>(5,19,23)</sup>, assim como observado em SCOREF. Tais relatos também mostram correlações genéticas fortes e favoráveis entre avaliações subjetivas de andamentos e resultados de competições de Adestramento, indicando que a seleção indireta para esta modalidade pode ser realizada pelos andamentos.

A literatura historicamente descreve correlações genéticas fortes, positivas e favoráveis entre avaliações subjetivas de salto em animais jovens e resultados de competições<sup>(7)</sup>, com valores superiores a 80%<sup>(5,23,27,28)</sup>. Assim, a diferença considerável entre estes relatos e as correlações aqui descritas com SCOREF e CLASS foi provavelmente devida ao desvio ambiental sistemático causado pela ansiedade do proprietário em ver seu animal competindo em percursos de alto nível.

Possivelmente, a ineficácia da avaliação de Salto foi percebida pela ABCCH pelas correlações fenotípicas com resultados de competição próximas de zero. Esta pode ter sido a razão da mudança na forma de avaliação dos candidatos à reprodução. Conforme discutido anteriormente em MEDEIROS et al.<sup>(1)</sup>, uma Atitude favorável foi observada em animais capazes de manter sua Impulsão. Portanto, a seleção por avaliações subjetivas de Atitude e Impulsão impactaria de forma não desejada para CLASS neste sistema de competições.

Embora Potência tenha apresentado baixa herdabilidade<sup>(1)</sup>, esta apresentou correlações genéticas fortes e favoráveis à seleção indireta para ambas as medidas de desempenho em competições esportivas. Resultados similares foram encontrados para correlações genéticas entre potência de potros saltando em liberdade e sua maior classificação na carreira esportiva posterior ( $Y_g=0,85$ )<sup>(28)</sup>. Entretanto, a correlação fenotípica ( $Y_p=0,23$ ) foi superior à aqui relatada tanto entre Potência e SCOREF ( $Y_p=0,04$ ), quanto entre Potência e CLASS ( $Y_p=0,00$ ).

Considerando que a Aprovação de Garanhões acontecia uma vez ao ano e envolvia pequena proporção dos animais nascidos, entende-se que todos os candidatos tenham sido submetidos a alguma forma de treinamento para salto. Sabe-se que treinos como este levam os animais a realizar trajetórias de salto mais eficientes, realizadas com menor dispêndio de energia<sup>(29)</sup>. Como todos os animais executaram o salto sem derrubar o obstáculo, considera-se que a Potência foi avaliada pela sua capacidade em saltar além do necessário para a altura imposta. Portanto, é possível que a trajetória de salto tenha sido influenciada não apenas pela capacidade física do animal em projetar seu corpo para cima<sup>(1)</sup>, mas também por algum aspecto do temperamento e

reatividade a um estímulo. Neste contexto, um animal mais calmo e menos reativo teria demonstrado menor Potência devido à sua personalidade e treinamento, e não seria necessariamente inferior em suas habilidades físicas ou técnicas. Este componente comportamental pode representar um fator importante na relação entre Potência e resultados de competição esportiva.

A personalidade de um animal, resultante do temperamento modulado pelas suas experiências de vida (tais como o treinamento), é um fator importante na criação e utilização de cavalos<sup>(30)</sup>. Sua avaliação em animais de fazenda é de crescente interesse prático e científico. Diferentes abordagens teóricas e metodológicas foram propostas<sup>(31)</sup>. Em cavalos tem sido avaliada em dimensões, tais como medo, reatividade a humanos, atividade locomotora, sociabilidade e sensibilidade tátil. Herdabilidades estimadas em cavalos jovens foram elevadas ( $h^2 > 0,50$ ) para quantificações de medo, e moderadas ( $h^2 = 0,35$ ) para medidas de sensibilidade tátil<sup>(32)</sup>. Nenhuma ligação fenotípica foi encontrada entre estas e o desempenho esportivo posterior, embora este tenha sido relacionado a alguns comportamentos em avaliações públicas com finalidade reprodutiva, tais como relinchos, andamento predominante ao entrar na pista e postura durante a avaliação de conformação<sup>(30)</sup>.

Dada a relação genética entre Potência e resultados de desempenho, seu componente comportamental, a amplitude de idade observada em Approval, e os efeitos conhecidos do treinamento sobre a trajetória de salto, conclui-se que a tentativa de redução da variação ambiental pela restrição de idade contribuiria para a obtenção de maiores estimativas de herdabilidade do que aquela descrita<sup>(1)</sup> para esta característica. Isto melhoraria a eficácia da seleção indireta para CLASS e SCOREF. Assim como muitas características avaliadas em Approval não haviam sido descritas anteriormente, uma proporção ainda menor de trabalhos analisou a sua relação com resultado esportivo; dificultando a comparação das estimativas aqui relatadas para Atitude, Impulso, Amplitude e Regularidade.

O salto ideal consiste na execução de uma trajetória em forma de parábola, onde a amplitude adequada depende da altura do obstáculo. O treinamento confere aos animais a capacidade de calcular sua trajetória de forma a superar o obstáculo com menor esforço<sup>(29)</sup>. O fracionamento da trajetória de salto em duas etapas (Potência e Amplitude) pode ter contribuído para as correlações genéticas desfavoráveis obtidas. Relatos envolvendo avaliações de amplitude de salto não foram encontrados, possivelmente por não ser um componente de interesse para outras raças. Entretanto, seu fracionamento revelou um potencial para a Potência como ferramenta de seleção indireta para desempenho esportivo.

Correlações genéticas mais favoráveis entre escores de temperamento e pontos acumulados (0,93) e classificação geral (0,91) em campeonatos de Salto foram relatados em cavalos Suecos. As correlações ambientais, por sua vez, foram consideravelmente menores (0,11-0,09)<sup>(19)</sup>. Mesmo assim, as correlações genéticas obtidas revelaram que o momento mais adequado para avaliar o temperamento é durante as avaliações de salto ( $Y_g=0,88$ ), em comparação às de andamentos ( $Y_g=0,16$ )<sup>(5)</sup>, conforme realizado na Aprovação de Garanhões. Desta forma, acredita-se que a grande divergência entre estimativas de literatura e as aqui relatadas se devem às diferenças já mencionadas nos sistemas de competição e à ansiedade dos proprietários brasileiros para obter resultados rapidamente. Portanto, a seleção para Temperamento em cavalos BSH deve se refletir nos potenciais genéticos para CLASS nesta população. Entretanto, os ganhos só se manifestarão sob manejo adequado.

De forma similar, a relação entre o cuidado tomado pelos cavalos durante o salto e a classificação máxima na carreira esportiva demonstrou correlação genética mais forte ( $Y_g=0,80$ ) do que a aqui apresentada, porém com menor reflexo fenotípico ( $Y_p=0,14$ ).

A importância de aspectos relacionados à personalidade animal para usuários de cavalos de esporte e lazer<sup>(33)</sup>, juntamente com as herdabilidades de moderadas a altas descritas para medidas objetivas de personalidade em animais jovens<sup>(32)</sup>, justificam a inclusão de avaliações de temperamento nos objetivos de seleção de BSH. Neste caso, Potência, Temperamento, Respeito e Regularidade tiveram correlações genéticas favoráveis ou nulas com resultados esportivos. Entretanto, maior precisão é necessária na definição dos conceitos teóricos, termos e medidas adotadas para cada característica.

Apenas DUCRO et al.<sup>(23)</sup> estimaram correlações genéticas entre escores subjetivos da biomecânica do salto e resultados de competição ( $Y_g=0,67$ ), demonstrando potencial para a seleção indireta para a melhor colocação obtida na carreira esportiva. De forma oposta, relações pobres foram observadas no presente estudo entre a mecânica de membros anteriores (FOREL.MEC) e CLASS ou SCOREF, indicando necessidade de revisão da metodologia de avaliação de FOREL.MEC.

A capacidade de trazer os membros anteriores flexionados próximos ao tórax durante o salto é comumente considerada um forte preditor da habilidade de salto, e é fortemente influenciada pelo treinamento<sup>(34)</sup>. A amplitude de idade observada em Approval influenciou o modelo fenotípico de FOREL.MEC<sup>(1)</sup>, onde animais mais velhos provavelmente tiveram mais tempo de treinamento, o que dificultou a distinção entre capacidade genética e habilidade adquirida nesta característica. Tal experiência pode ter influenciado FOREL.MEC de alguns animais sem, no entanto, implicar em melhores

resultados de competição. A mecânica de posteriores (HINDL.MEC), por sua vez, está correlacionada geneticamente à CLASS de forma favorável e, em maior magnitude, à SCOREF. Porém ainda com valores consideravelmente inferiores ao de literatura ( $r_g=0,80$ )<sup>(23)</sup>, mas de direção similar. Assim, HINDL.MEC pode ser considerada a segunda melhor característica de Approval preditora do resultado esportivo em BSH, ficando atrás apenas de Potência.

Uma correlação genética forte e positiva (0,52) entre a maior classificação obtida na carreira esportiva com sua técnica de coluna durante o salto em liberdade foi descrita<sup>(23)</sup>. Tanto a Impulsão quanto a Flexibilidade avaliam o movimento da coluna durante o salto<sup>(1)</sup>. Entretanto nenhum apresentou relação favorável com CLASS ou SCOREF, indicando que animais com boa Impulsão e Flexibilidade de coluna nem sempre competiam melhor. Embora a avaliação destas duas características foi capaz de identificar animais geneticamente superiores quando avaliadas em separado<sup>(1)</sup>, o processo como um todo não permitiu a manifestação desta superioridade nos circuitos de competição.

O processo de Aprovação de Garanhões incluiu a avaliação de algumas características que permitiriam a seleção indireta para competição esportiva na modalidade Salto. Potência, Respeito, Regularidade, HINDL.MEC, Flesibilidade e Temperamento apresentaram, em ordem decrescente, potencial de resposta à seleção indireta para CLASS. As características potencialmente favoráveis à seleção para SCOREF incluem Potencia, HINDL.MEC e Respeito. O possível impacto negativo de Impulsão, Atitude e, em menor grau, Galope sobre CLASS sugere cuidado na utilização destas como critério de seleção.

## 5. Conclusão

Aspectos científicos de competições de Salto no Brasil foram descritos, sugerindo a necessidade de estudos incluindo informações a respeito da castração de machos e efeito aleatório de cavaleiro na estimativa de parâmetros genéticos para resultados de competição. As características que podem favorecer a seleção indireta para SCOREF sem impactos negativos em CLASS são Potência, mecânica de posteriores (HINDL.MEC), Respeito e Regularidade. Algumas características apresentaram relações conflitantes com a seleção para desempenho esportivo, possivelmente devido à fragmentação de aspectos importantes em mais de uma avaliação. Considerando a sua importância, entende-se que Temperamento deve ser mantida entre os objetivos de seleção de cavalos Brasileiro de Hipismo, uma vez que não impactaria negativamente nos resultados de competição.

## Declaração de conflito de interesses

Os autores confirmam a ausência de conflitos de interesse com relação ao trabalho descrito neste manuscrito.

## Contribuições do autor

*Conceituação:* B. R. Medeiros, P. Garbade and C. M. M. Pimentel. *Curadoria de dados:* B. R. Medeiros and C. M. M. Pimentel. *Investigação:* B. R. Medeiros, P. Garbade, V. Peripolli, L. T. Dias and C. M. M. Pimentel. *Gerenciamento do Projeto:* B. R. Medeiros. *Supervisão:* P. Gabarde and C. M. M. Pimentel. *Redação (rascunho original):* B. R. Medeiros. *Redação (revisão e edição):* B. R. Medeiros, P. Garbade, V. Peripolli, L. T. Dias and C. M. M. Pimentel.

## Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Brasil pelo apoio com bolsas de estudo.

## References

1. Medeiros BR, Garbade P, Seixas L, Peripolli V, McManus C. Brazilian Sport Horse: genetic parameters for approval of Brasileiro de Hipismo stallions. *Trop. Anim. Health Prod.* 2020; 52(4):1669-1680. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02168-7>.
2. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos de Hipismo (ABCCCH). Regulamento do Stud Book Brasileiro do Cavalo de Hipismo. [Internet]; 2011 [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <http://brasileirodehipismo.com.br/site/upload/arquivos/regulamento.pdf>. Português.
3. Aldridge LI, Kelleher DL, Reilly M, Brophy PO. Estimation of the genetic correlation between performances at different levels of show jumping competitions in Ireland. *J. Anim. Breed. Genet.* 2000; 117(1): 65-72. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0388.2000.00232.x>.
4. Posta J, Malovhr S, Mihók S, Komlósi I. Random regression model estimation of genetic parameters for show-jumping results of Hungarian Sport Horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 2010; 127(4): 280-288. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2009.00848.x>.
5. Viklund A, Braam Å, Näsholm A, Strandberg E, Philipsson J. Genetic variation in competition traits at different ages and time periods and correlations with traits at field tests of 4-year-old Swedish Warmblood horses. *Animal.* 2010; 4(5): 682-691, 1751-7311. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000017>.
6. Bartolomé E, Menéndez-Buxadera A, Valera M, Cervantes I, Molina A. Genetic (co)variance components across age for Show Jumping performance as an estimation of phenotypic plasticity ability in Spanish horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 2013; 130(3):190-8. <https://doi.org/10.1111/jbg.12001>.
7. Thorén Hellsten E, Viklund Å, Koenen EPC, Ricard A, Bruns E, Philipsson J. Review of genetic parameters estimated at stallion and young horse performance tests and their correlations with later results in dressage and show-jumping competition. *Livest. Sci.* 2006; 103(1-2): 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.01.004>.
8. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos de Hipismo (ABCCCH). Consulta genealógica. [Internet]; 2022 [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <https://www.abcch.com.br/?p=studbookgenealogia>. Português.

9. Medeiros BR, Bertoli CD, Garbade P, McManus CM. Brazilian Sport Horse: pedigree analysis of the Brasileiro de Hipismo breed. *Ital. J. Anim. Sci.* 2014; 13(3): 657-664. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3146>.
10. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos de Hipismo (ABCCH). Estatística. [Internet]; 2022 [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <https://www.abcch.com.br/?p=estatistical>. Português.
11. Confederação Brasileira de Hipismo (CBH). Regulamento Geral. [Internet]; 2013a [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <http://www.cbh.org.br/regulamento.html>. Português.
12. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos de Hipismo (ABCCH). Circuito do Cavallo Brasileiro de Hipismo. [Internet]; 2013 [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <http://brasileirodehipismo.com.br/site/html/stbhhome.asp>.
13. Confederação Brasileira de Hipismo (CBH). Regulamento de Salto. [Internet]; 2013b [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <http://www.cbh.org.br/regulamento.html>.
14. Akaike, H. Factor Analysis and AIC. *Psychometrika.* 1987; 52: 317-332. <https://doi.org/10.1007/BF02294359>.
15. Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck D, Van Tassel CP, Kachman SD. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [draft]. [Internet]. USA: Department of Agriculture. Agricultural Research Service; 1995 [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80420530/MTDFREML/MTDFMan.pdf>
16. Confederação Brasileira de Hipismo (CBH). Campeonato Brasileiro de Salto. [Internet]; 2013c [citado 2022 Mar 15]. Disponível em: <http://www.cbh.org.br/regulamento.html>.
17. Ricard A, Legarra A. Validation of models for analysis of ranks in horse breeding evaluation. *Genet. Sel. Evol.* 2010; 42(3): 1-10. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-42-3>.
18. Rovere G, Ducro BJ, van Arendonk JA, Norberg E, Madsen P. Analysis of competition performance in dressage and show jumping of Dutch Warmblood horses. *J. Anim. Breed Genet.* 2016; 133(6):503-512. <https://doi.org/10.1111/jbg.12221>.
19. Wallin L, Strandberg E, Philipsson J. Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-year-olds and lifetime performance results in dressage and show jumping. *Livest. Prod. Sci.* 2003; 82(1): 61-71. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00307-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00307-X).
20. Stewart I, Williams JA, Brotherstone S. Genetic evaluations of traits recorded in British young horse tests. *Archiv. Tierzucht.* 2011; 54(5): 439-455. <https://doi.org/10.5194/aab-54-439-2011>.
21. Neumann C, Čítek J, Janošíková M, Doležalová J, Starostová L, Stupka R. Effects of horse age and the number of riders on equine competitive performance. *J. Vet. Behav.* 2021; 41: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.10.002>.
22. Kearsley CGS, Woolliams JA, Coffey MP, Brotherstone S. Use of competition data for genetic evaluations of eventing horses in Britain: Analysis of the dressage, showjumping and cross-country phases of eventing competition. *Livest. Sci.* 2008; 118(1-2): 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.01.009>.
23. Ducro BJ, Koenen EPC, van Tartwijk JMFM, Bovenhuis H. Genetic relations of movement and free-jumping traits with dressage and show-jumping performance in a competition of Dutch Warmblood horses. *Livest. Sci.* 2007a; 107(2-3): 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.09.018>.
24. Bartolomé E, Navarro IC, Gómez MD, Casanova AM, Córdoba MMV. Influencia de los factores ambientales em el rendimiento deportivo del caballo em pruebas objetivas de rendimiento funcional (Salto de Obstáculos). *Inf. Tec. Econ. Agrar.* 2008; 104(2): 262-267.
25. Ducro BJ, Bovenhuis H, Back W. Heritability of foot conformation and its relationship to sports performance in a Dutch Warmblood horse population. *Equine Vet. J.* 2009; 41(2):139-43. <https://doi.org/10.2746/042516409X366130>.
26. Koenen EPC, van Veldhuizen AE, Brascamp EW. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood Riding Horse population. *Livest. Prod. Sci.* 1995; 43(1): 85-94, 1995. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00010-I](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00010-I).
27. Olsson E, Näsholm A, Strandberg E, Philipsson J. Use of field records and competition results in genetic evaluation of station performance tested Swedish Warmblood stallions. *Livest. Sci.* 2008; 117(2-3): 287-297. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.026>.
28. Ducro BJ, Koenen EPC, van Tartwijk JMFM, van Arendonk JAM. Genetic relations of First Stallion Inspection traits with dressage and show jumping performance in competition of Dutch warmblood horses. *Livest. Sci.* 2007b; 107(1): 81-85. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.09.019>.
29. Wejer J, Lendo I, Lewczuk D. The Effect of Training on the Jumping Parameters of Inexperienced Warmblood Horses in Free Jumping. *J. Equine Vet. Sci.* 2013; 33(6): 483-486. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.07.009>.
30. Vidament M, Lansade L, Danvy S, Priest BDS, Sabbagh M, Ricard A. Personality in young horses and ponies evaluated during breeding shows: Phenotypic link with jumping competition results. *J. Vet. Behav.* 2021; 44: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.09.003>.
31. Finkemeier MA, Langbein J, Puppe B. Personality Research in Mammalian Farm Animals: Concepts, Measures, and Relationship to Welfare. *Front. Vet. Sci.* 2018; 28(5): 131. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00131>.
32. Lansade L, Vidament M. Personality tests in horses: reliability, heritability and relationship with rideability. *J. Vet. Behav.: Clin. Appl. Res.* 2016; 15: 78-79. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.08.010>.
33. Graf P, von Borstel UK, Gauly M. Importance of personality traits in horses to breeders and riders. *J. Vet. Behav.* 2013; 8(5): 316-325. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.05.006>.
34. Santamaría S, Bobbert MF, Back W, Barneveld A, van Weeren PR. Can early training of show jumpers bias outcome of selection events? *Livest. Sci.* 2006; 102(1-2): 163-170. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.01.003>.