PATRÍCIA MIYASHIRO

Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo

SÃO PAULO
2012

PATRÍCIA MIYASHIRO

Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:
Clínica Médica

Área de Concentração:
Clínica Veterinária

Orientador:
Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes

São Paulo
2012

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2564
FMVZ

Miyashiro, Patrícia
Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo / Patrícia Miyashiro. -- 2012.
87 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2012.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes.

1. Equino. 2. Salto. 3. Biomecânica. 4. Cinemática. 5. Brasileiro de Hipismo. 6. Julgamento. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de hipismo", protocolado sob o nº 1952/2010, utilizando 30 (trinta) cavalos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 30/06/2010.

We certify that the Research "Jumping kinematic evaluation of Brazilian sport horses", protocol number 1952/2010, utilizing 30 (thirty) horses, under the responsibility Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 06/30/2010.

São Paulo, 01 de julho de 2010

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

1934 | 2009 USP FMVZ 75

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
Fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
http://www.fmvz.usp.br

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MIYASHIRO, Patrícia

Título: Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: _____/_____/_____

Banca Examinadora

Prof. Dr._____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____Julgamento:_____

Dedico esse trabalho aos meus pais, meus maiores incentivadores, meus maiores exemplos.

A todos os cavalos, atletas ou não. Que esse trabalho sirva para a melhoria do hipismo e criação nacionais.

AGRADECIMENTOS

Para justificar meus agradecimentos, conto um pouco sobre mim...

Nasci em uma família muito especial... Um pai (Valter Takao Miyashiro) muito calmo, inteligente e com opiniões muito definidas. Uma mãe (MárciaYurie Onuma Miyashiro) de personalidade forte e exigente. Ambos muito dedicados e carinhosos com os filhos. Meu irmão (Raphael Miyashiro), que apesar dos meus momentos de grosseria sempre foi muito paciente e amoroso comigo. Sempre me proporcionaram tudo do bom e do melhor mas o que realmente importa foi a educação e os bons exemplos que passaram! Sou uma privilegiada! Serei eternamente grata por tudo o que fizeram e fazem por mim! Esse trabalho é fruto do que VOCÊS cultivaram todos esses anos!

Fui estudar no Primeiro Passo, onde conheci minha melhor amiga-irmã-prima, Mariane Freitas Minaguti, que fantasticamente veio acompanhada de uma família maravilhosa, a família Minaguti (José Carlos, Maria de Fátima, Gabriela e Juliana), que em pouco tempo se tornou a nossa família também. Compartilhamos muitos momentos inesquecíveis: idas ao colégio, aulas de natação, feriados no clube, Natais, Réveillons, praia, aulas de equitação e foram essas que fizeram despertar a minha paixão por cavalos. Muito do que sou hoje também devo ao que vivi com essa família. Obrigada por me acolherem como filha/irmã de vocês!

Minha paixão por cavalos me aproximou de pessoas muito especiais, Fátima Chrstina Tomasi e Bento Rodrigues da Cunha da Villa Hípica de Caieiras, que me ensinaram muito sobre equitação, hipismo, manejo, mercado de equinos, etc. São 18 anos de convivência acompanhados de muitos cavalos: Lady, Dandy, Guarani, Diamante, Soft, Ímola, Ganila, Exemplo, Cometa, Lion, Exotique, Déjàvu e Vencedor, todos eles acompanhados pela veterinária Sheila Largman, que me incentivou consciente e inconscientemente a seguir a mesma profissão. Nesse período participei de competições de hipismo, e essas competições traziam indagações que levo até hoje no mestrado... Obrigada a todos humanos ou não, que fizeram e fazem parte desses momentos, vocês serviram de inspiração.

Coloquei na cabeça que faria Medicina Veterinária na melhor universidade do país, então me mudei do Liceu Pasteur, deixando uma grande amizade (Renata Soares de Souza) e fui para o Bandeirantes. Ainda cogitei prestar vestibular para publicidade, para seguir os passos da minha mãe, mas ela mesma foi contra, pois eu deveria fazer aquilo que eu sempre sonhei desde criança (Obrigada, mãe!)...

Não bastasse entrar na melhor, tive a sorte de me encontrar na 70ª turma! Quando dizem que o período da faculdade é o melhor que existe, não estão mentindo, ele realmente é! Obrigada a todos “setentinos”, sem vocês essa trajetória não seria tão marcante! Marjorie Ikehara você tem o dom de me mostrar o caminho a seguir, não foi por acaso que você apareceu na minha vida, obrigada pelos conselhos! Cristina Amaral, Keila Miyasaki e Larissa Higasi obrigada pelas risadas e pela companhia!

A 70ª também me trouxe um presente, um grande amor (João Paulo Marques D’Andretta). Obrigada por me fazer uma pessoa melhor, pelo carinho, pela proteção, pelo incentivo, pela compreensão, pela paciência, pelo companheirismo, pelas risadas, pelo amor, por tudo!

E não é que a paixão por cavalos não era só minha? Pude dividí-la com Carolina Castanho Mambre Bonomo (Manga) e Ana Paula Lopes de Moraes (Sybê). Compartilhamos estudos, resumos, iniciações científicas, congressos, viagens, experimentos no laboratório, estágios, residência, mestrado, plantões mas o melhor de tudo, foi a amizade que criamos, que espero levar pra vida toda! Meninas, vocês são muito importantes pra mim, obrigada por compartilharem esses momentos e por me ajudarem a chegar até aqui!

Chegou o momento de escolher o estágio obrigatório. Como não podia ser diferente, meu orientador, Wilson Roberto Fernandes, foi meu supervisor, afinal o era na iniciação científica. Mais que um supervisor, é um “paizão”, mais que um orientador científico, é um mentor da vida! Como sou privilegiada de poder fazer parte de uma parte do seu memorial! Obrigada não apenas pelos ensinamentos acadêmicos, pelas correções de redação, pelas dicas clínicas, mas principalmente pelas palavras sábias, pelas perguntas capciosas que me fazem encontrar a resposta, pelos gestos de carinho e proteção!

Seguindo as minhas indagações sobre cavalos atletas, decidi ir para o McPhail Equine Performance Center no meu estágio obrigatório. Fui orientada por Hilary Clayton e pude acompanhar diversas pesquisadoras (Sandra Nauwelaerts, Narelle Stubbs, LeeAnn Kaiser, Sara Compton e Emily Baskerville). Foi quando me encontrei na medicina esportiva equina, na biomecânica. Fico muito agradecida pelo aprendizado e, principalmente, pela hospitalidade que recebi de todas.

Durante esses anos tive o privilégio de fazer parte do time de handebol da faculdade. Além de aliadas em quadra, tenho amigas fora dela. Obrigada a todas que fazem parte desse time, sem isso, com certeza a trajetória seria menos marcante. Grandes amizades também foram feitas em volta das quadras, na Atlética IX de setembro, durante os diversos campeonatos e não poderia deixar de citar o Marcelo Kitsis, o Tuto, e o Teo Birnbaum, veteranos muito queridos e amigos especiais!

Terminada a graduação, mais um objetivo foi alcançado: a residência! Foi um ano de muitos aprendizados e grandes provações, sem meus companheiros “resistentes” não teria conseguido (Carolina Castanho Mambre Bonomo, Pedro Henrique de Carvalho e Leandro Zechetto). Foi nesse ano que tive um maior contato com todos os professores de equinos: André Luís do Valle de Zoppa, Carla Bargi Belli, Luís Cláudio Lopes Correia da Silva, Raquel Yvonne Arantes Baccarin, Stefano Carlo Filippo Hagen e Wilson Roberto Fernandes e a todos devo minha gratidão. Agradecimento especial à Carla por também me orientar na iniciação científica e ao Stefano por se preocupar com meus trabalhos e anseios, suas palavras são de grande valor pra mim.

Havia decidido que faria mestrado com biomecânica. Mas como, se esse assunto ainda era pouco estudado no Brasil? Eis que mais uma vez meu orientador, Wilson Roberto Fernandes, me surpreende com sua compreensão e acolhimento e aceitou me orientar mesmo com um projeto não vinculado à sua linha de pesquisa. Era tudo o que eu queria: estudar um assunto que me fascinava sob a supervisão do melhor professor! Obrigada por acreditar e confiar em mim! Por sorte tive a co-orientação de Sandra Nauwelaerts, que contribuiu de forma excepcional para essa dissertação, mesmo com a distância existente.

Carolina Castanho Mambre Bonomo, além de grande amiga e confidente, colaborou de forma essencial para essa dissertação. Obrigada pela ajuda durante a competição.

José Henrique Hildebrand e Grisi Filho, o que seria da minha dissertação sem a sua ajuda e sem seu entusiasmo com as nossas descobertas? Obrigada pelas explicações, pela paciência e pela disposição!

Agradeço aos colegas do Laboratório de Medicina Esportiva Equina (Maurício Mirian, Renata de Siqueira Farinelli, Tiago Marcelo Oliveira, Carolina Castanho Mambre Bonomo, Sandro Colla, e Maria Letícia Tescaro Piffer) pelos ensinamentos, pelo companheirismo, pela troca de experiências e pela amizade. Não poderia deixar de agradecer à “chefinha” Lilian Emy dos Santos Michima, que literalmente fez parte da minha iniciação em ciência.

Obrigada aos pós graduandos, residentes, estagiários e funcionários do Hospital Veterinário que conviveram comigo nesses anos, todos me ensinaram algo e espero tê-lo feito também. Marcos Roberto Rodrigues Alves, você é um grande amigo!

Obrigada a Mônica Platzeck e Nicole Rombach pelos ensinamentos e por me incentivarem a continuar meu caminho...

Obrigada a Bruno Ribeiro, proprietário do Haras BH, por permitir que eu realizasse o estudo piloto e a Fernando dal Sasso por me apresentá-lo. Aos proprietários dos animais utilizados e à Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo de Hipismo (Antonio Celso Fortino, Henrique Fonseca de Moraes Júnior e Arnaldo Vianna), muito obrigada por acreditarem no meu projeto e em mim. Espero ter colaborado de alguma forma e continuar ajudando no crescimento do esporte.

Obrigada às funcionária da Biblioteca Virginie Buff D’Ápice, Elza, Neusa e Rosângela, pelas dicas e correções feitas nesse trabalho.

Obrigada ao Programa de Pós Graduação em Clínica Veterinária por proporcionar essa oportunidade e por confiarem em mim e à secretária Adelaide Borges pela ajuda durante todo o processo. À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, por me acolher nesses oito anos de graduação, residência e mestrado, ao CNPq pelo auxílio financeiro concedido na forma de bolsa de mestrado.

Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar nos sonhos que se tem ou que os seus planos nunca vão dar certo ou que você nunca vais ser alguém... Confie em si mesmo! Quem acredita sempre alcança!

Renato Russo

RESUMO

MIYASHIRO, P. **Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo.** [Comparison between traditional judgement and jumping kinematic evaluation of Brazilian Sport horses]. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

O objetivo do presente trabalho foi descrever as características cinemáticas do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo, avaliar o julgamento realizado pelos juízes durante uma competição de salto em liberdade e comparar essas avaliações. Foram utilizados 13 equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos não castrados (40,15±4,24 meses, 491,1±40,89 kg). Os animais foram filmados saltando um obstáculo *oxer* durante uma competição de saltos em liberdade. Trajetórias do centro de massa corporal (CM) foram calculadas através da posição de pontos anatômicos que foram rastreados manualmente desde a decolagem até o pouso. Dessa trajetória, variáveis biomecânicas foram calculadas: velocidade vertical e horizontal, ângulos da velocidade e do deslocamento do CM na decolagem, altura máxima, deslocamento vertical e horizontal do CM, altura e fração de encurtamento dos membros sobre o obstáculo. Um polinômio de segunda ordem foi calculado através da trajetória do CM para obter três constantes com base na equação resultante. Os cavalos foram avaliados por três juízes: medidas zoométricas, funcionalidade, morfologia, salto, genealogia e modelo de garanhão. As notas de julgamento são consistentes entre si, mas são tendenciosas. As variáveis biomecânicas apresentaram alta repetibilidade e baixo erro. Nenhuma das notas de funcionalidade, genealogia e salto se correlacionam com as variáveis biomecânicas de salto. O julgamento do salto realizado não apresenta relação com as variáveis biomecânicas medidas. A análise cinemática não apresentou viés e foi muito consistente, podendo ser uma ferramenta para tornar o julgamento mais objetivo.

Palavras-chave: Equino. Salto. Biomecânica. Cinemática. Brasileiro de Hipismo. Julgamento

ABSTRACT

Miyashiro, P. **Comparison between traditional judgement and jumping kinematic evaluation of Brazilian Sport horses.** [Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo]. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

The objective of this study was to describe the jump kinematic characteristics of Brazilian Sport horses, evaluate the judgment conducted during a free jump competition and compare these assessments. Thirteen Brazilian Sport Horses stallions (40.15 ± 4.24 months, 491.1 ± 40.89 kg) were filmed jumping an obstacle during a competition. Body center of mass (CM) trajectories were calculated by the position of anatomical landmarks that were manually tracked from takeoff to landing. From this trajectory, biomechanical variables were calculated: vertical and horizontal velocities, angles of the velocity and of the displacement of the CM at takeoff, maximum height, vertical and horizontal displacement of the CM, height and shortening rate of the limbs over the obstacle. A second order polynomial was calculated to obtain three coefficients. All horses were evaluated by three judges: body measures, functionality, morphology, jumping, genealogy and stallion model. Judges are consistent with each other, but they are biased. The biomechanical variables showed high repeatability and low error. None of the functionality, genealogy and jumping scores correlate with jumping biomechanical variables. The judgement is not associated with the jumping biomechanical variables measured. Kinematic analysis showed no bias and was very consistent therefore being helpful for future sport horses judgement.

Key words: Equine. Jump. Biomechanics. Kinematic. Brazilian Sport Horse. Judgement

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parábola do centro de massa de um cavalo saltando um obstáculo no sentido anti-horário. São Paulo – 2012 32

Figura 2 - Fases do salto do cavalo., 341– 348, 1989 33

Figura 3 - Pista triangular para julgamento da Morfologia. São Paulo – 2012. 40

Figura 4 - Arena para salto em liberdade. São Paulo – 2012. 41

Figura 5 - Arena para salto em liberdade. São Paulo – 2012.....41

Figura 6 - Configuração da sequência de obstáculos. São Paulo – 2012.....42

Figura 7 - Posicionamento da câmera para registro de imagens. São Paulo – 2012 43

Figura 8 - Imagem obtida no plano sagital esquerdo do animal com objeto de calibração. São Paulo – 2012.....44

Figura 9 - Pontos de referência anatômica.....45

Figura 10 - Pontos anatômicos rastreados. São Paulo – 2012 46

Figura 11 - Representação das variáveis altura máxima (Hmáx), deslocamento vertical (ΔY) e horizontal (ΔX) do CM. São Paulo – 2012 49

Figura 12 - Representação das variáveis altura (hMT) e tamanho do membros torácico (tMTs) sobre o obstáculo. São Paulo – 2012 49

Figura 13 -Representação das variáveis altura (hMP) e tamanho do membros pélvico (tMPs) sobre o obstáculo. São Paulo – 2012.....50

Figura 14 - Representação das variáveis tamanho dos membros torácico (tMTe) e pélvico (tMPe) em estação. São Paulo – 2012 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma da competição. São Paulo – 2012. 38

Quadro 2 - Sistema de pontuação. São Paulo – 2012. 38

Quadro 3 - Equações para o cálculo de das coordenadas nos eixos horizontal (X) e vertical (Y) do centro de massa de cada segmento corporal, segundo Buchner et al., 1997 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas zoométricas – São Paulo – 2012 52

Tabela 2 - Notas do Julgamento – São Paulo – 2012 53

Tabela 3 - Análise de Componentes Principais do Julgamento – São Paulo – 2012.....54

Tabela 4 - Média das notas de cada juiz, total e CCI – São Paulo – 2012 55

Tabela 5 - Variáveis cinemáticas do salto – São Paulo – 2012 56

Tabela 6 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste Wilcoxon das variáveis cinemáticas do salto dos dois dias de competição – São Paulo – 2012.....57

Tabela 7 - Média, desvio padrão, probabilidade do teste Wilcoxon, erro e coeficiente de correlação intraclasse das avaliações em duplicata das variáveis cinemáticas – São Paulo – 2012.....58

Tabela 8 - Análise de Componentes Principais das variáveis cinemáticas do salto – São Paulo – 2012 59

Tabela 9 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste U Mann Whitney das variáveis cinemáticas dos animais aprovados definitivamente e provisoriamente – São Paulo – 2012 60

Tabela 10 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste U Mann Whitney das variáveis cinemáticas dos saltos de animais com Hmáx > 80 cm e com Hmáx < 80 cm – São Paulo – 2012.....61

Tabela 11 - Matriz de correlação entre os componentes do julgamento e das variáveis cinemáticas do salto – São Paulo – 2012.....62

LISTA DE ANEXOS

Anexo A– Modelo de Ficha de Avaliação – São Paulo – 2012.....77

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Ciência e Autorização – São Paulo – 2012.....78

Apêndice B - Notas de Funcionalidade – São Paulo – 2012.....79

Apêndice C - Notas de Morfologia – São Paulo – 2012.....80

Apêndice D - Notas de Salto – São Paulo – 2012.....81

Apêndice E - Notas de Genealogia – São Paulo – 2012.....82

Apêndice F - Notas de Modelo de Garanhão – São Paulo – 2012.....83

Apêndice G - Notas de Salto em Liberdade no primeiro dia - São Paulo – 2012.....84

Apêndice H - Notas de Salto em Liberdade no segundo dia - São Paulo – 2012.....85

Apêndice I - Variáveis cinemáticas calculadas no primeiro dia – São Paulo – 2012.....86

Apêndice J - Variáveis cinemáticas calculadas no segundo dia – São Paulo – 2012.....87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ΔMP	fração de encurtamento do membro pélvico
ΔMT	fração de encurtamento do membro torácico
ΔY	deslocamento vertical do centro de massa total
ABCCH	Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Brasileiro de Hipismo
ACP	análise do componente principal
AD	aprumos dinâmicos
Amp	amplitude
Antebr	antebraço
Atit	atitude
BasC	base da cauda
C	cascos
C/O/A	cernelha, ombro e antebraço
C/P	cabeça e pescoço
C1	primeira vértebra cervical
C6	sexta vértebra cervical
Carp	carpo
Caud	ponta da cauda
CCI	coeficiente de correlação intraclasse
CF	crista facial
Clas	classificação
cm	centímetro
CM	centro de massa
Cot	cotovelo
D/L	dorso e lombo
DigP	dígito do membro pélvico
DigT	dígito do membro torácico
Esc	escápula
F/G	componente de funcionalidade e genealogia
Flex	flexibilidade
FTP	articulação fêmoro-tíbio-patelar
G	galope

Gar	garupa
H	altura do cavalo
Hmáx	altura máxima
hMP	altura do membro pélvico sobre o obstáculo
hMT	altura do membro torácico sobre o obstáculo
Hz	Hertz
Imp	impulsão
Kg	quilograma
m	massa do segmento
m	metro
M	massa total
M/MG	componente de morfologia e modelo de garanhão
m/s	metros por segundo
m/s^2	metros por segundo ao quadrado
MA	membros anteriores
MecA	mecânica de anteriores
MecP	mecânica de posteriores
MetaC	metacarpo
MetaT	metatarso
MP	membros pélvicos
MT	membros torácicos
MZ	componente de medidas zootécnicas
Omb	ombro
P	passo
P/T/V	peito, tórax e ventre
PC	perímetro de canela
PJ	perímetro de joelho
Pot	potência
PT	perímetro torácico
R	respeito
Reg	regularidade
Resp	respeito
S	componente de salto
T	trote

T/V	tórax e ventre
Temp	temperamento
tMPe	tamanho do membro pélvico em estação
tMPs	tamanho do membro pélvico sobre o obstáculo
tMTe	tamanho do membro torácico em estação
tMTs	tamanho do membro torácico sobre o obstáculo
TrocM	trocânter maior do fêmur
vX	velocidade horizontal
vY	velocidade vertical
WBFSH	World Breeding Federation for Sport Horses
x	coordenada no eixo horizontal
y	coordenada no eixo vertical
Θd	ângulo do deslocamento na decolagem
Θv	ângulo da velocidade na decolagem

LISTA DE SÍMBOLOS

±	mais ou menos
>	maior que
<	menor que
=	igual a
+	soma
*	multiplicação
/	divisão
-	subtração
Δ	delta
Θ	tehta
%	porcentagem
°	grau

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 24
2 REVISÃO DE LITERATURA 26
2.1 JULGAMENTO DE CAVALOS DE SALTO 26
2.2 BIOMECÂNICA 28
2.3 CINEMÁTICA 30
2.4 CINEMÁTICA DO SALTO 31
3 OBJETIVOS 36
4 MATERIAL E MÉTODO 37
4.1 ANIMAIS 37
4.2 JULGAMENTO 37
4.2.1 Inspeção Veterinária 39
4.2.2 Funcionalidade 39
4.2.3 Morfologia 39
4.2.4 Salto em Liberdade 40
4.2.5 Genealogia 42
4.2.6 Modelo de Garanhão 43
4.3 REGISTRO DE IMAGENS 43
4.4 PROCESSAMENTO E DIGITALIZAÇÃO 44
4.5 MÉTODOS ESTATÍSTICOS 51
5 RESULTADOS 52
5.1 JULGAMENTO 52
5.2 ANÁLISE CINEMÁTICA 55
5.3 JULGAMENTO X ANÁLISE CINEMÁTICA 60
6 DISCUSSÃO 63
7 CONCLUSÕES 69
REFERÊNCIAS 70
ANEXO 77
APÊNDICES 78

1 INTRODUÇÃO

O hipismo clássico é um dos esportes equestres mais populares, onde cavalo e cavaleiro formam um conjunto e devem cumprir um percurso formado por 12 a 15 obstáculos de alturas variáveis e diferentes configurações sem cometer faltas. Falta ou penalidade é quando o cavalo derruba um obstáculo, se recusa a saltar ou não completa o percurso no tempo limite (BOBBERT et al., 2005). Para que o cavalo consiga vencer todos os obstáculos, além de boa conformação e forma física, deve possuir potência e técnica de salto apurada. Cavaleiros e amazonas sempre buscam cavalos com aptidão para o salto e a seleção desse animais, tradicionalmente, se baseia na genética (KOENEN; ALDRIDGE; PHILIPSSON, 2004), ou seja, pressupõe-se que animais com bom desempenho esportivo passem características desejáveis a seus herdeiros, porém, o desempenho no salto tem baixa correlação com a genética (HUIZINGA; VAN DER MEIJ, 1989; THOREN-HELLSTEN et al., 2006).

O estudo do movimento e locomoção de equinos é uma área de pesquisa que vem crescendo consideravelmente, visando melhora do desempenho atlético. O método qualitativo é subjetivo e baseado na observação, ao passo que o método quantitativo envolve uma análise objetiva e baseada em mensurações. De uma forma simplificada, a análise qualitativa classifica o desempenho em bom ou ruim. Já a análise quantitativa envolve dados numéricos obtidos das mensurações de análises cinemáticas e cinéticas e tem como principal objetivo a avaliação das características do movimento. Os métodos qualitativos podem ser usados por técnicos para melhorar o treinamento, ao passo que os métodos quantitativos são ferramentas utilizadas por pesquisadores para estabelecer os fatores que determinam o sucesso na atividade realizada. As análises quantitativas podem ajudar a melhorar os modelos de análise qualitativas (POWERS; HARRISON, 1999).

O exame visual, ou inspeção, dos movimentos sempre foi uma importante ferramenta semiológica no exame clínico do aparelho locomotor de equinos. De forma semelhante, treinadores e criadores avaliam visualmente movimentação do animal a fim de predizer seu desempenho esportivo. Porém, os movimentos realizados durante o salto são muito rápidos para serem avaliados com acurácia

pelo olho humano. Devido ao desenvolvimento científico, tornou-se possível realizar análises quantitativas do movimento, o que resulta em melhor reprodutibilidade, resolução espacial e temporal e com menor dependência da experiência e decisão do examinador.

A análise clínica do movimento animal é feita apenas através da inspeção, que é útil, porém, limitada, é mais descritiva do que quantitativa, ou seja, pouco precisa, enquanto a análise quantitativa vai a um estágio mais evoluído da avaliação. (CLAYTON, 1991; HARRIS, 1994). Avaliações do desempenho de cavalos de salto feitas por treinadores e juízes são divergentes, reforçando a necessidade de um método padronizado e objetivo para predizer sucesso esportivo (DIVERIO et al., 2010).

Pesquisas em biomecânica da locomoção de equinos começaram no século XIX (MUYBRIDGE, 1881) e o avanço tecnológico possibilitou um grande avanço nesses estudos (LEWCZUK; SLONIEWSKI; REKLEWSKI, 2006), porém, as primeiras publicações definindo terminologia foram publicadas na década de 80 (CLAYTON, 1989; LEACH, 1993).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Cavalo de Hipismo (ABCCH), os cavalos Brasileiro de Hipismo são animais de sela, com grande aptidão para adestramento, hipismo, concurso completo de equitação e enduro. Nos últimos anos, a raça tem ganhado grande destaque no cenário nacional e internacional, principalmente, em competições de hipismo. São animais mediolíneos, de estrutura forte, linhas harmoniosas, temperamento dócil, grande facilidade para a reunião e andamentos briosos, ágeis, elásticos e extensos. São os produtos dos cruzamentos do Cavalo Brasileiro de Hipismo, das raças formadoras entre si ou das raças formadoras com o Cavalo Brasileiro de Hipismo. São consideradas raças formadoras: Hanoverana, Holsteiner, Hunter Irlandês, Puro Sangue Inglês, Árabe, Anglo-árabe, Hackney, Oldenburger, Budjony, Pura Raça Espanhola, Puro Sangue Lusitano, Sela Argentina, Sela Francesa, Sela Holandesa, Sela Belga, Sela Sueca, Sela Dinamarquesa, Rheinland, Trakehner, Westfalen, Zangersheide, ou outras raças especializadas nos esportes hípicos, reconhecidas pela World Breeding Federation for Sport Horses (WBFSH).

2.1 JULGAMENTO DE CAVALOS DE SALTO

Existem muitos programas de criação para a produção de animais excepcionais, sendo desejável que a seleção seja feita o mais cedo possível, pois a criação e o treinamento desses cavalos são demorados, trabalhosos e caros (BARREY; LANGLOIS, 2000). Apesar de haver baixa correlação entre habilidade no salto e genética (ARNASON, 1987; VIKLUND et al., 2008), a linhagem dos animais ainda é muito valorizada (KOENEN; ALDRIDGE; PHILIPSSON, 2004). A seleção apenas pelos resultados em competições de alto nível não é eficiente, pois os animais apenas competem nesses eventos com idade avançada, o que prejudicaria a produção (RICARD; BRUNS; CUNNINGHHAM, 2000).

Além disso, existe a influência das diferentes técnicas de montaria dos cavaleiros (BROCKMANN; BRUNS, 2000) que tem influência importante nos resultados alcançados. Assim, as avaliações feitas com os cavalos saltando em liberdade (desmontados) não sofrem essa influência. Essas avaliações são um método qualitativo de avaliação de técnica e habilidade muito utilizadas em cavalos novos que ainda não estão sendo montados (POWERS; HARRISON, 2000).

As provas para seleção de cavalos atletas podem ser divididas em testes padronizados realizados em centrais de treinamento ou testes a campo de curta duração. Os testes padronizados consistem de treinamento e análise padronizados com julgamento intermediário e final por um juiz e um treinador, duram de um a três meses, enquanto os testes a campo são realizados em apenas um a cinco dias. Os parâmetros avaliados em ambos são: conformação, andamento, montabilidade e habilidade no salto (BROCKMANN; BRUNS, 2000). Comparado com as competições convencionais, esse tipo de análise é mais eficaz em avaliar parâmetros herdáveis (BROCKMANN; BRUNS, 2000; LUHRS-BEHNKE; ROHE; KALM, 2006). Um trabalho, de Thoren-Hellsten e colaboradores (2006) concluíram que os parâmetros avaliados nos animais jovens nesses testes possui alta correlação com os resultado em competições convencionais.

As associações de criadores de cavalos de esporte selecionam seus animais com base na aptidão atlética, já as demais associações de raças se baseiam em características morfológicas e zootécnicas. As associações europeias dão maior importância ao desempenho no salto, andamento e conformação na seleção de seus animais, sendo o hipismo clássico e o adestramento as modalidades de maior interesse (KOENEN; ALDRIDGE; PHILIPSSON, 2004). A associação Francesa utiliza os resultados de competições tradicionais, a seleção Hanoverana e Alemã é feita através de análises do salto em liberdade, galope, trote, passo e montabilidade (BARREY; LANGLOIS, 2000). Na Holanda, animais de 3 a 4 anos de idade são selecionados com base na sua morfologia e movimentação durante o passo, trote e salto em liberdade. A associação Alemã padronizou um sistema de pontuação, em que se avalia a abordagem ao obstáculo, técnica de membros anteriores e posteriores, potência, elasticidade e habilidade durante o salto. Garanhões que atingem boa pontuação são incluídos no programa de reprodução Alemão e seu valor genético é, posteriormente, avaliado baseado em seu resultado de competições bem como de seus descendentes (SANTAMARIA et al., 2004b). A

associação Polonesa utiliza, para animais jovens, testes padronizados de 100 dias em centrais de treinamento e seleção, avaliando-se temperamento, conformação, andamentos, salto em liberdade, montabilidade e vigor (GORECKA-BRUZDA et al., 2011).

A ABCCH somente registra animais que sejam produtos do cruzamento de garanhões aprovados por uma comissão julgadora, que segue um sistema de pontuação. Animais com idade entre 30 e 48 meses são avaliados desmontados, já animais de 49 a 63 meses são avaliados montados. Ao final do julgamento, o animal que apresentar nota entre 50 e 80 pontos (em uma escala de 0 a 100) e que não tiver nenhum dos itens do julgamento ou pontuação inferior a cinco será aprovado para a reprodução em caráter provisório, ou seja, poderá cobrir um número restrito de éguas e deverá apresentar três descendentes que passarão por julgamento semelhante, para obter o caráter definitivo. O reprodutor com nota superior a 80 pontos será aprovado em caráter definitivo. Todos os garanhões aprovados são classificados de acordo com a pontuação obtida.

2.2 BIOMECÂNICA

O movimento é resultado da interação dos sistemas biológicos e as suas propriedades mecânicas. Esses sistemas compostos por diversos elementos fisiológicos e anatômicos, cada um com uma função relativa, única e necessária para a produção e regulação do mesmo (SAHRMANN, 2000).

A biomecânica é uma disciplina que, entre as ciências derivadas das ciências naturais se preocupa com as análises físicas dos movimentos, como uma ciência multidisciplinar, para a investigação aplicada ao movimento, suas causas e fenômenos (AMADIO et al., 1999). O método utilizado pela biomecânica consiste em observação, experimentação, teorização, validação e aplicação. Estuda os sistemas biológicos sob uma perspectiva mecânica, analisa os aspectos anatômicos e funcionais dos organismos vivos, os fenômenos e as causas dos movimentos.

A biomecânica descreve, analisa e categoriza os sistemas biológicos, explica como a forma de movimento do corpo dos seres vivos acontece na natureza, a partir

de parâmetros cinemáticos e dinâmicos. As áreas de investigação em biomecânica são: a) morfometria: medidas inerciais do corpo, b) cinemetria: medições dos movimentos e posturas, c) dinamometria: estudo das forças externas (força de reação do solo) e das pressões dinâmicas por partes do corpo e sua interação com o meio ambiente e d) eletromiografia: estudo referente a potenciais elétricos da musculatura esquelética, para verificar a participação de cada músculo no movimento. O movimento pode ser descrito e categorizado matematicamente proporcionando maior compreensão dos mecanismos internos reguladores e executores do movimento do corpo (AMADIO, 1996).

Embora a biomecânica seja relativamente jovem como campo de pesquisa científica, as considerações biomecânicas são valiosas em várias disciplinas e em campos distintos. Os pesquisadores de diferentes áreas como zoologia, ortopedia, medicina esportiva, fisioterapia e cinesiologia utilizam a mecânica, ramo da física que analisa forças e movimento, para estudar os aspectos anatômicos e funcionais do organismo vivo (HALL, 2000).

Os primeiros estudos biomecânicos em equinos foram realizados no século XIX por Marey (1873, 1894) que estudou as características temporais (tempo de suspensão e de contato) de diferentes andamentos, aplicando, pela primeira vez, métodos cinematográficos. Muybridge (1887) utilizou várias câmeras fotográficas que foram acionadas em sequência e realizou avaliações cinemáticas do galope do cavalo.

Os animais estão expostos às mesmas forças físicas que os objetos inanimados, logo a subdivisão da biomecânica é análoga à da mecânica física em duas disciplinas: biodinâmica e bioestática. Estática é o estudo dos sistemas que se encontram em repouso ou em um estado de movimento constante. A dinâmica é o estudo do movimento em que há aceleração. A biodinâmica se divide em cinética e cinemática. Cinética é a área da biomecânica que estuda as forças que criam e alteram o movimento e cinemática é a que descreve o movimento dos corpos (CLAYTON, 2003).

2.3 CINEMÁTICA

Cinemática é a área da biomecânica que estuda o movimento dos corpos, sem se preocupar com as causas do movimento (CLAYTON, 2003; ROBERTSON; CALDWELL, 2004). Concentra-se em descrever e quantificar as posições lineares e angulares dos corpos e seus derivados no tempo (ROBERTSON; CALDWELL 2004). Baseia-se na análise de eventos definidos pela trajetória de um ponto que tenha uma posição anatômica fixa no corpo durante o movimento (STANHOPE, 1990). Busca medir parâmetros como posição, orientação, velocidade e aceleração através de imagens registradas do movimento, e através de um programa específico, onde essas variáveis são calculadas (AMADIO et al., 1999). Tem sido utilizada para caracterizar o movimento articular nas mais distintas espécies, através de análise das variáveis espaciais e temporais do indivíduo, descreve o movimento incluindo o padrão e a velocidade das sequências de movimentos realizados pelos diferentes segmentos corporais (MARSOLAIS et al., 2003; WINGFIELD, 1993). Os dados cinemáticos dão precisão elevada, com traduções do segmento do corpo em análises dinâmicas subsequentes, eliminando a subjetividade e o erro da análise humana (MANN; ANTONSON, 1983).

A análise cinemática é baseada em um conjunto de dados de posição *versus* tempo, obtido com auxílio de câmeras de vídeo, resultando em um conjunto de imagens fixas (quadros) que são projetadas individualmente sobre um equipamento de medida, onde a localização dos pontos pré determinados podem ser efetuadas. O digitalizador determina as coordenadas desses pontos de referência (AMADIO et al., 1999). Segundo a Sociedade Internacional de Biomecânica, o eixo x é definido como horizontal e positivo na direção do movimento e o eixo y, como vertical e positivo para cima. A cinemática quantifica as características do movimento que são avaliadas qualitativamente durante um exame visual. É feita através de mensurações temporais, lineares e angulares que descrevem o movimento de segmentos do corpo e ângulos articulares. Atualmente, as análises cinemáticas são feitas com análise videográfica junto a um programa de computador comercial. As análises podem ser bidimensionais ou tridimensionais (CLAYTON; SCHAMHARDT, 2001).

Esta análise consiste no registro de imagens do movimento e consequentes reconstruções dos pontos marcados. As imagens são registradas por um sistema de câmeras, software e hardware (AVILA; AMADIO; GUIMARÃES, 2002). As variáveis cinemáticas estão envolvidas na descrição do movimento, independente das forças que o causam. Ela inclui deslocamento linear e angular, velocidade e aceleração. Os dados de deslocamento são referentes a marcas anatômicas como: centro de massa dos segmentos corporais, centro de rotação articular, extremidades dos membros ou proeminências anatômicas (WINTER, 1990).

A avaliação cinemática permite a mensuração de diferentes variáveis como: ângulos de articulações, distâncias vertical e horizontal do centro de massa, velocidade e aceleração do centro de massa (BOBBERT et al., 2005). Essas variáveis contem essencialmente as mesmas informações que são apresentadas aos olhos humanos, a diferença está na natureza quantitativa das informações e na alta resolução espaço-temporal. Essa resolução é importante porque pequenas ou rápidas mudanças no movimento podem ser invisíveis ao olho humano (MEERSHOEK; VAN DEN BOGERT, 2001).

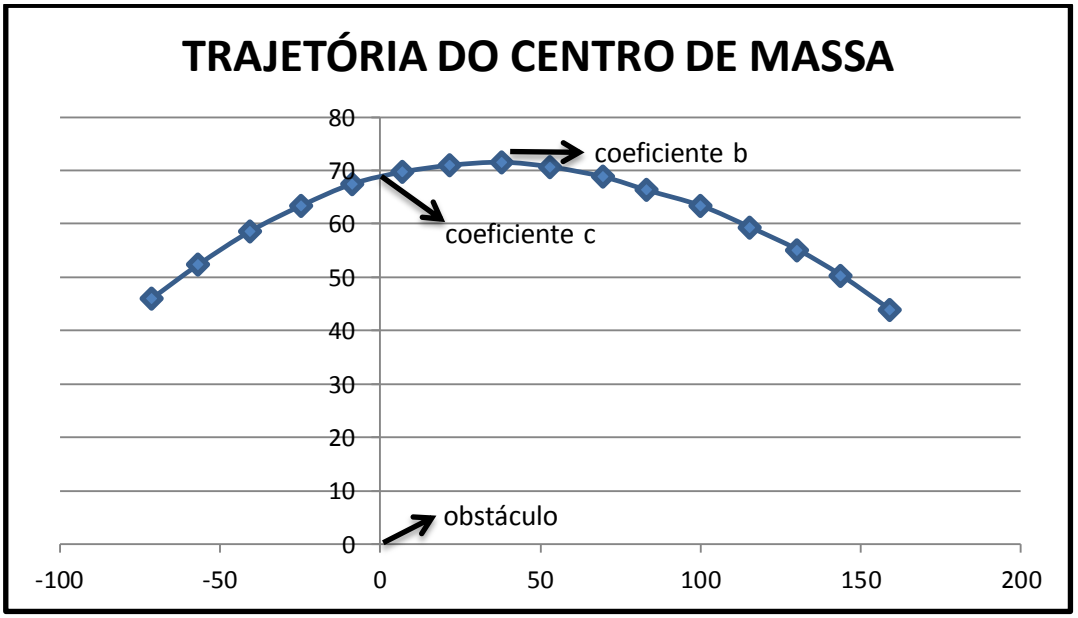
2.4 CINEMÁTICA DO SALTO

O comportamento do centro de massa de um atleta durante o salto em distância pode ser descrito como um lançamento oblíquo (ANÁLISE BIOMECÂNICA DO SALTO EM DISTÂNCIA). O lançamento oblíquo é um movimento bidimensional distinguido por uma posição de lançamento, um ângulo de arremesso com a horizontal e uma velocidade de lançamento. A trajetória é parabólica, o movimento na direção horizontal é retilíneo e uniforme e o movimento na direção vertical é uniformemente variado devido à força da gravidade (JASTES et al., 2010).

A trajetória do centro de massa do cavalo durante o salto é uma parábola com equação polinomial de segundo grau com três coeficientes (a, b e c) (Figura 1). O coeficiente a determina a concavidade da parábola, no lançamento oblíquo é sempre negativo, pois a concavidade é voltada para baixo e quanto maior seu valor, em módulo, mais estreita sua parábola. O coeficiente b determina a localização do

vértice da parábola em relação ao eixo vertical. O vértice localiza-se ao lado esquerdo do eixo vertical se os sinais dos coeficiente a e b são iguais, e localiza-se ao lado direito se os sinais são opostos. O coeficiente c determina a intersecção da parábola com o eixo vertical (EVANGELISTA; BITTENCOURT, 2009).

Figura 1 - Parábola do centro de massa de um cavalo saltando um obstáculo no sentido anti-horário



Fonte: Miyashiro, P. (2012).

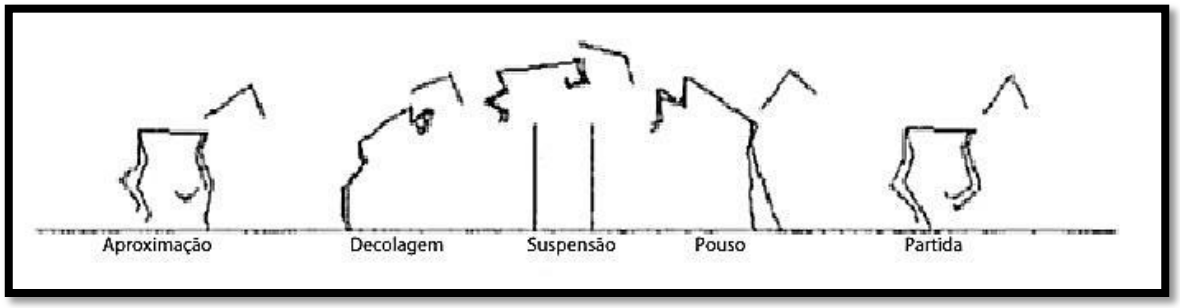
Alguns trabalhos (DEUEL; PARK, 1993; BACK et al., 1995) já conseguiram relacionar o desempenho esportivo em salto com as análises cinemáticas. Uma pesquisa que avaliou cinemática temporal do salto em liberdade concluiu que a biomecânica do salto é similar em potros e em animais adultos (SANTAMARIA et al., 2002). Alguns parâmetros cinemáticos, como aceleração vertical dos membros pélvicos, velocidade vertical durante a decolagem, duração da fase de suspensão, deslocamento vertical do centro de massa durante a fase de suspensão, apresentaram alta correlação (0,65 a 0,91) entre potros e adultos (SANTAMARIA et al., 2004a).

O salto é uma forma estendida da fase de suspensão do cânter ou do galope, uma vez que ocorre entre as fases de apoio dos membros torácicos e pélvicos, apesar de os cavalos conseguirem saltar tanto ao trote, quanto ao passo ou mesmo, parados (CLAYTON, 2001). Cânter e galope se referem ao mesmo tipo de andamento realizados em diferentes velocidades e apresentam um padrão

assimétrico de movimento dos membros torácicos e pélvicos. Existem duas formas: cânter ou galope à mão direita ou à mão esquerda. No cânter ou galope à mão direita, o membro torácico ou pélvico direito, ou membro condutor, é o segundo a tocar e a deixar o solo e; o membro torácico ou pélvico esquerdo, ou membro não condutor, é o primeiro a tocar e a deixar o solo. No cânter ou galope à mão-esquerda, as situações se invertem (BARREY, 2001).

O salto é dividido em (Figura 2) aproximação, decolagem, suspensão, pouso e partida (CLAYTON, 1989; POWERS; HARRISON, 1999; CLAYTON, 2001; PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002).

Figura 2 - Fases do salto do cavalo



Fonte: Modificado de: CLAYTON, H. M. Terminology for the description of equine jumping kinematics. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 9, n. 6, p. 341–348, 1989.

Durante os últimos três lances de aproximação, o cavalo olha o obstáculo, abaixa a cabeça e alonga o pescoço, permitindo que os membros torácicos se elevem, a coluna se curve e os membros pélvicos sejam trazidos sob o corpo e haja propulsão. O último lance de aproximação é mais curto, o cavalo se prepara para a decolagem, abaixando cabeça, pescoço e ombros para permitir que os membros torácicos se alonguem ao máximo (CLAYTON, 1994; PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002). O comprimento da passada é ajustado durante a aproximação para que a decolagem ocorra numa distância apropriada do obstáculo (CLAYTON, 1994).

A decolagem compreende a fase de apoio dos dois membros pélvicos imediatamente antes do salto (CLAYTON, 2001). Durante a decolagem, o membro torácico condutor é o primeiro a sair do chão. O cavalo é suportado pelo membro pélvico condutor que possui o maior tempo de contato com o solo e impulsionará a porção anterior. Para elevar os membros torácicos do chão, o cavalo precisa mover seu centro de massa caudalmente, elevando a cabeça e o pescoço e flexionando o

curvilhão (CLAYTON, 1994; PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002). Como o centro de massa do cavalo está à frente da linha de ação da força exercida pelos membros pélvicos, essa força gera momento angular, que faz o corpo do cavalo rotacionar ao redor de seu centro de massa durante a fase de suspensão (CLAYTON, 2004).

Os membros torácicos têm papel importante na decolagem, pois funcionam como pivô de rotação, transformando a aceleração horizontal em impulsão vertical. Grande parte do impulso que empurra o cavalo para cima é originário da extensão da articulação do boleto e da ação do aparato flexor. Os músculos superiores da coluna contraem desde o pescoço até a garupa, arqueando-a e ajudando a elevar os membros torácicos. Assim que a porção anterior do cavalo se eleva do chão, o membro pélvico rotaciona sob o corpo. Os membros pélvicos empurram o chão próximo à marca do casco do membro torácico condutor. Os membros pélvicos se posicionam sucessivamente e não simultaneamente no chão. Durante a decolagem pelve, patela, curvilhão e boletos são alinhados, assim, as porções proximais do membro pélvico adquirem velocidades maiores que as porções distais, pois os cascos ainda estão em contato com o chão (PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002).

A suspensão é a fase aérea do salto, desde a elevação do último membro pélvico até o contato do membro torácico não condutor com o solo A trajetória do centro de massa e a aceleração angular do corpo do cavalo durante a fase de suspensão são determinadas na decolagem. Após o início da fase de suspensão, essas propriedades não podem ser alteradas até que o cavalo faça contato com um objeto externo. Sendo assim, a aproximação e a decolagem são de extrema importância para o resultado do salto (CLAYTON, 2001). A trajetória, impulsão e velocidade determinam o vôo sobre o obstáculo. A maioria das articulações estão flexionadas quando o cavalo é impulsionado sobre o obstáculo. Os membros pélvicos podem tanto ser flexionados e posicionados sob o corpo, como estendidos caudalmente ao cavalo na preparação para o pouso. Quanto menor a flexão dos membros, maior a altura que o cavalo deve elevar para transpor o obstáculo, sendo assim, um bom saltador é aquele que flexiona ao máximo os membros (PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002). A transposição do salto é otimizada adotando-se uma técnica que minimiza a diferença de altura entre o topo do obstáculo e o centro de massa do cavalo. Quando o cavalo flexiona a coluna vertebral, abaixa seu centro de massa. Elevar os membros sobre o obstáculo diminui a altura necessária de

elevação do centro de massa. Nos membros torácicos, o abaixamento da cabeça e do pescoço ajudam a elevar a porção proximal do membro torácico. A elevação da porção distal é realizada com o posicionamento dorsal e cranial da espádua, nessa configuração, o cavalo consegue flexionar e projetar cranialmente o cotovelo e flexionar o carpo. Assim que a porção posterior do cavalo passa sobre o obstáculo, a articulação lombo-sacra é estendida para elevar a porção posterior, enquanto a extensão da articulação coxo-femoral eleva a porção distal dos membros pélvicos (CLAYTON, 1994).

O pouso compreende a fase de apoio dos membros torácicos após a suspensão do salto (CLAYTON, 2001). Para se preparar para o pouso, o cavalo flexiona os tarsos, estende os membros torácicos e eleva a cabeça e o pescoço, para deslocar o centro de massa caudalmente. O membro torácico não condutor é o primeiro a tocar o chão, seguido pelo membro torácico condutor, que progride rapidamente permitindo que os membros pélvicos pousem sob o corpo, sequencialmente e não simultaneamente. Quando o membro pélvico condutor toca o chão o membro torácico não condutor já se moveu (CLAYTON, 1994; PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002).

Na partida, os membros pélvicos impulsionam o cavalo para frente e os membros torácicos regulam o movimento com o membro não condutor fazendo o primeiro contato com o solo. Ao passo que o cavalo esteja equilibrado, as fases do galope progridem normalmente (PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002).

Algumas características desejáveis, segundo Pilliner; Elmhurst e Davies (2002), durante o salto seriam: a) abaixar a cabeça, elevar a cernelha e curvar a coluna; b) flexionar os membros torácicos simultaneamente, sem estender as articulações do carpo ou do boleto; c) carpo acima da linha do ombro. Além disso, alguns estudos em cinemática concluíram que alguns outros parâmetros também podem ser relacionados com o desempenho de cavalos de salto (LEWCZUK; SLONIEWSKI; REKLEWSKI, 2006), tais como: a) baixa velocidade sobre o obstáculo (MOORE et al., 1995); b) menor distância entre o membro torácico condutor e o obstáculo antes do salto; c) maior tempo de contato do membro torácico não condutor com o solo antes do salto (LEACH; ORMORD, 1984); d) maior aceleração dos membros pélvicos durante a decolagem (GALLOUX; BARREY, 1997); e) componente vertical da força durante a aterrissagem do salto igual ao do galope (SCHAMHARDT et al., 1993).

3 OBJETIVOS

Descrever as características cinemáticas do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo.

Avaliar o julgamento realizado pelos juízes durante uma competição de salto em liberdade.

Comparar as características cinemáticas do salto e o julgamento.

4 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado durante a Aprovação de Garanhões da ABCCH, na Sociedade Hípica Paulista de 13 a 17 de julho de 2011, com autorização do superintendente do Studbook da ABCCH (Apêndice A)

4.1 ANIMAIS

Foram utilizados 13 equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos não castrados, na faixa etária de 33 a 49 meses (40,15±4,24), pesando entre 437 e 585 kg (491,1±40,89).

Utilizou-se o resultado do julgamento feito pelos juízes para formação de dois grupos: a) animais aprovados em caráter definitivo e b) animais aprovados em caráter provisório. Outra divisão foi feita com relação à altura máxima alcançada pelo centro de massa dos cavalos: a) saltos com altura > 80 cm e b) saltos com altura < 80 cm.

4.2 JULGAMENTO

O julgamento foi realizado por uma comissão de três avaliadores (dois médicos veterinários e um cavaleiro experiente) durante os cinco dias de competição (Quadro 1), seguindo o Regulamento para Aprovação de Reprodutores para a Formação da Raça Brasileira de Hipismo da ABCCH.

Quadro 1 - Cronograma da competição

1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
Inspeção Veterinária	Funcionalidade	Morfologia	Salto em liberdade	Salto em liberdade

Os aspectos julgados foram: funcionalidade, morfologia, salto em liberdade, genealogia e modelo de garanhão.

O sistema de pontuação utilizado paras todos os aspectos é apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Sistema de pontuação

Avaliação	Nota
Perfeito	10
Excelente	9
Muito Bom	8
Bom	7
Regular	6
Suficiente	5
Mau	4 a 3
Péssimo	2 a 0

Todos os juízes preencheram uma ficha de avaliação (Anexo A) para cada cavalo. Obteve-se a nota final a partir da média aritmética das notas de todos os aspectos julgados. Todos os cavalos foram classificados. Os animais que apresentaram pontuação acima de 80 foram aprovados em caráter definitivo e os animais com pontuação abaixo de 80 foram aprovados em caráter provisório. Essa classificação foi utilizada para formação dos dois grupos: animais aprovados em caráter definitivo e animais aprovados em caráter provisório.

4.2.1 Inspeção Veterinária

Durante a inspeção veterinária, avaliou-se:

a) Constituição e defeitos em geral (com auxílio de exame radiográfico) que pudessem prejudicar a função zootécnica de seus descendentes para o hipismo;

b) Aprumos dos membros torácicos e pélvicos, em repouso e em movimento;

c) Órgãos genitais e

d) Medidas zoométricas: altura na cernelha (mínimo: 160 cm), perímetro torácico (mínimo: 175 cm), perímetro de joelho e perímetro da canela (mínimo: 20 cm).

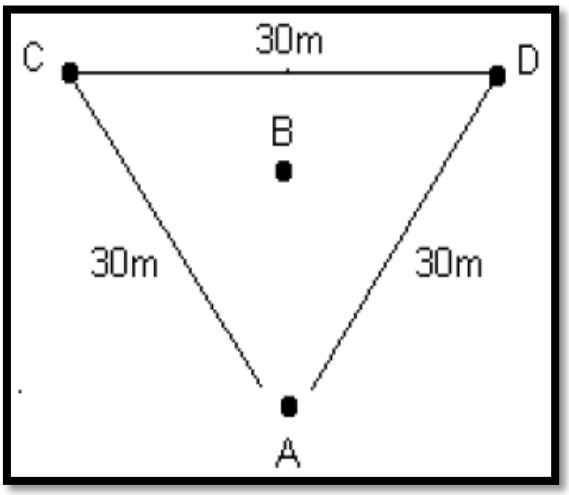
4.2.2 Funcionalidade

Nessa fase, os animais se movimentaram, desmontados, por cinco minutos em uma arena de 15 m x 30 m e foram julgadas as três andaduras naturais: passo (peso 2), trote (peso 3) e galope (peso 3).

4.2.3 Morfologia

Todos os animais foram conduzidos, desmontados, pelo cabresto em uma pista triangular (Figura 3) e foram julgados em repouso e em movimento, ao passo e ao trote. As características avaliadas foram: a) cabeça e pescoço (C/P), b) cernelha, ombro e antebraço (C/O/A), c) dorso e lombo (D/L), d) peito, tórax e ventre (P/T/V), e) garupa (Gar), f) membros anteriores (MA), g) membros posteriores (MP), h) aprumos dinâmicos (AD) e i) cascos (C).

Figura 3 - Pista triangular para julgamento da Morfologia



Fonte: Regulamento para Aprovação de Reprodutores para a Formação da Raça Brasileira de Hipismo da ABCCH.

4.2.4 Salto em Liberdade

Os animais foram submetidos à prova de saltos em liberdade, em uma arena de areia de 15 m x 30 m (Figuras 4 a 6) em sentido anti-horário e realizaram o seguinte protocolo:

a) Duas voltas sem obstáculos.

b) Duas voltas com obstáculo de marcação[1] e uma vertical[b] de 0,70 m a 6,40 m da marcação.

c) Duas voltas com obstáculo de marcação[a], uma vertical[b] de 0,70 m a 6,40 m da marcação e mais uma vertical de 0,90 m a 6,90 m da vertical.

d) Duas voltas mudando-se a última vertical[2] para um *oxer*[c] de 1,10 m .

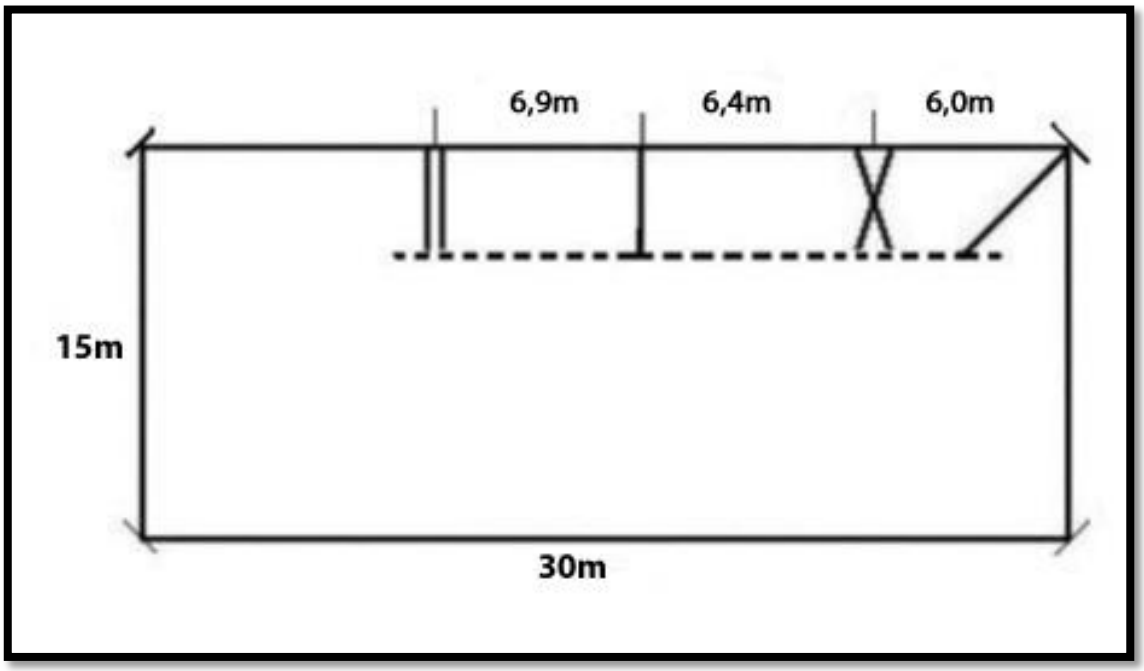
e) Três voltas aumentando-se o *oxer*[3] a 1,30 m de altura.

f) As medidas entre os obstáculos permitem que o cavalo dê um lance de galope entre eles, evitando erros de abordagem.

---

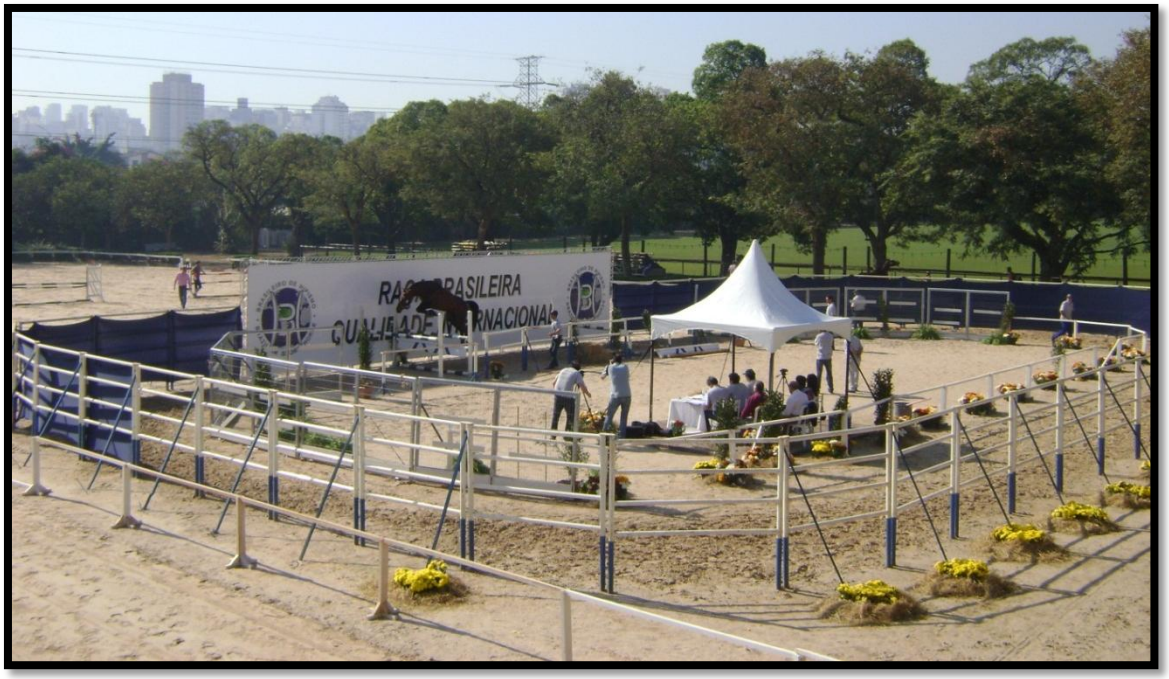
[1]Altura máxima de 0,40 m.
[2] Obstáculo de altura, sem largura, composto por apenas uma vara.
[3] Obstáculo de altura e largura, composto por duas varas com distâncias variáveis.

Figura 4 - Arena para salto em liberdade



Fonte: Modificado de Regulamento para Aprovação de Reprodutores para a Formação da Raça Brasileira de Hipismo da ABCCH.

Figura 5 - Arena para salto em liberdade



Fonte: Miyashiro, P. (2012).

Figura 6 - Configuração da sequência de obstáculos

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

O julgamento de salto em liberdade foi avaliado em todas as suas fases: aproximação, decolagem, suspensão, pouso e partida. Os itens avaliados foram: a) atitude (Atit), b) impulsão (Imp), c) potência (Pot) d) amplitude (Amp), e) temperamento (Temp), f) mecânica de anteriores (MecA), g) mecânica de posteriores (MecP), h) flexibilidade (Flex), i) respeito (Resp) e j) regularidade (Reg).

4.2.5 Genealogia

A genealogia é avaliada pelo Conselho Deliberativo da ABBCH através de uma nota única, atribuída à linhagem de parentesco com animais que já contribuíram para o desenvolvimento do cavalo de hipismo.

4.2.6 Modelo de Garanhão

Julgamento do animal como modelo formador de descendentes para o esporte.

4.3 REGISTRO DE IMAGENS

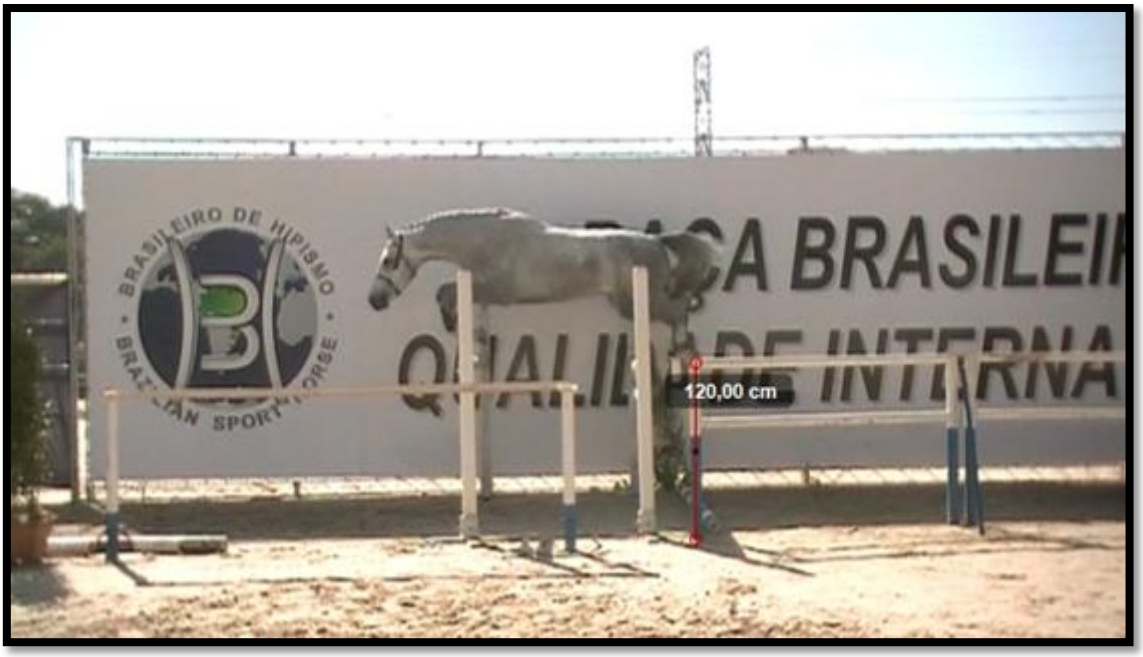
Durante os dois dias do julgamento do salto em liberdade, realizou-se o registro de imagens. Utilizou-se uma câmera digital (JVC-MG670) com capacidade de aquisição de 30 Hz fixa a um tripé, posicionada a 10,35 m de distância e perpendicular ao último obstáculo (Figura 7), o *zoom* foi ajustado para que se visualizasse desde a decolagem até o pouso do salto. Fixou-se a velocidade de abertura do obturador a 1/250.

Figura 7 - Posicionamento da câmera para registro de imagens

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

Para calibração do espaço, utilizou-se um objeto com coordenadas conhecidas, uma barra da cerca de 120 cm localizada próximo ao obstáculo no plano de movimentação dos animais (NIGG; COLE, 1994; ROBERTSON; CALDWELL, 2004). Os animais foram filmados em seu plano sagital do lado esquerdo, durante as fases de decolagem, suspensão e pouso do salto com obstáculo a 1,30 m de altura (POWERS; HARRISON, 2000) (Figura 8).

Figura 8 - Imagem obtida no plano sagital esquerdo do animal com objeto de calibração



Fonte: Miyashiro, P. (2012).

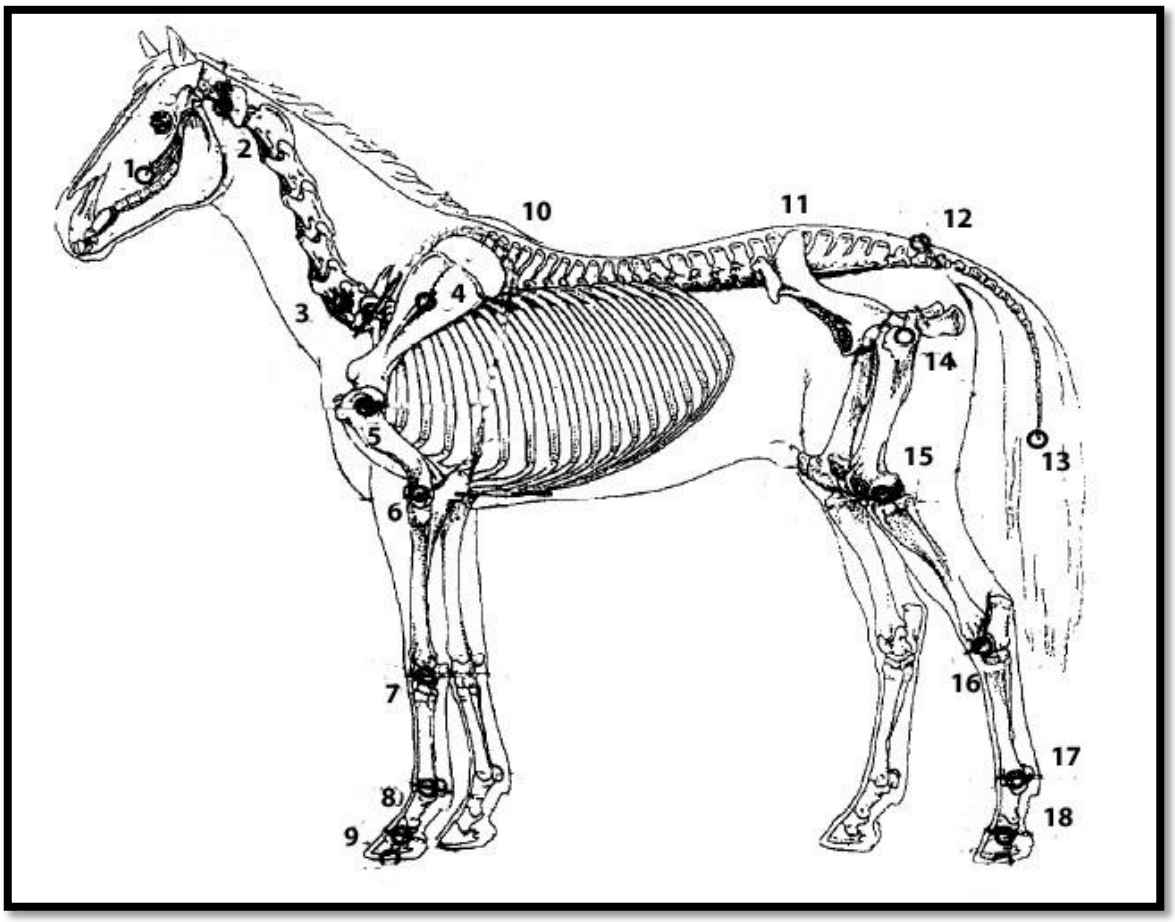
Com uma câmera digital (SONY S750) realizou-se o registro de fotografias laterais dos animais em estação para cálculo de algumas medidas. Utilizou-se uma régua de um metro para calibração do espaço.

4.4 PROCESSAMENTO E DIGITALIZAÇÃO

Selecionou-se as imagens das tentativas em que os animais não derrubaram nem tocaram no obstáculo.

Os pontos de referência anatômica utilizados estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Pontos de referência anatômica



Legenda: 1.crista facial, 2. atlas, 3. sexta vértebra cervical, 4. espinha da escápula, 5. articulação escápulo-umeral, 6. articulação úmero-rádio-ulnar, 7. carpo, 8. articulação metacarpo-falangeana, 9. casco torácico, 10. cernelha, 11. tuberosidade sacral, 12. base da cauda,13. última vértebra coccígea, 14. trocânter maior do fêmur, 15. articulação fêmuro-tíbio-patelar, 16. tarso, 17. articulação metatarso-falangeana e 18. casco pélvico.

Fonte: Modificado de BUCHNER, H. H. F., SAVELBERG, H. H. C. M., SCHAMHARDT, H. C., BARNEVELD, A., Inertial properties of Dutch Warmblood Horses, Journal of Biomechanics, v. 30, n. 6, pp. 643-658, 1997.

Utilizou-se o programa Kinovea – 0.8.15 para o rastreamento manual dos pontos anatômicos desde a decolagem até o pouso (Figura 10). Considerou-se como origem do sistema de coordenadas o topo da segunda vara do obstáculo. O eixo x foi definido como sendo horizontal e positivo da esquerda para a direita, o eixo y foi definido como sendo vertical e positivo para cima.

Figura 10 - Pontos anatômicos rastreados

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

A partir disso, obteve-se as coordenadas nos eixos vertical e horizontal de cada ponto anatômico no tempo. Calculou-se, então, o centro de massa de cada segmento corporal para se obter a trajetória do centro de massa total (BUCHNER et al., 1997). As equações utilizadas são apresentadas na tabela (Quadro 3).

Quadro 3 - Equações para o cálculo das coordenadas nos eixos horizontal (X) e vertical (Y) do centro de massa de cada segmento corporal

X	Y
xCabeça = xC1+0,73*(xCF-xC1)	yCabeça = yC1+0,73*(yCF-yC1)
xPescoço=xC6+0,46*(xC1-xC6)	yPescoço=yC6+0,46*(yC1-yC6)
xOmbro=xEsc+0,4*(xCot-xEsc)	yOmbro=yEsc+0,4*(yCot-yEsc)
xAntebr=xOmb+0,35*(xCarp-xOmb)	yAntebr=yOmb+0,35*(yCarp-yOmb)
xMetaC=xCarp+0,44*(xMCF-xCarp)	yMetac=yCarp+0,44*(yMCF-yCarp)
xDigT=xMCF+0,92*(xCasT-xMCF)	yDigT=yMCF+0,92*(yCasT-yMCF)
xTronco=xBasC+0,469*(xC6-xBasC)	yTronco=yBasC+0,469*(yC6-yBasC)
xCauda=xBasC+0,73*(xCaud-xBasC)	yCauda=yBasC+0,73*(yCaud-yBasC)
xCoxa=xTrocM+0,59*(xFTP-xTrocM)	yCoxa=yTrocM+0,59*(yFTP-yTrocM)
xTíbia=xFTP+0,379*(xTarso-xFTP)	yTíbia=yFTP+0,379*(yTarso-yFTP)
x MetaT=xTarso+0,32*(xMTF-xTarso)	y MetaT=yTarso+0,32*(yMTF-yTarso)
xDigP=xMTF+0,92*(CasP-xMTF)	yDigP=yMTF+0,92*(CasP-yMTF)

Fonte: BUCHNER, H. H. F.; SAVELBERG, H. H. C. M.; SCHAMHARDT, H. C.; BARNEVELD, A. Inertial properties of Dutch Warmblood Horses. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 6, p. 643-658, 1997.

Equações para obtenção das coordenadas do centro de massa total:

- xCM=(xCabeça*mCabeça+xPescoço*mPescoço+xOmbro*mOmbro+xAntebr*mAntebr+xMetaC*mMetaC+xDigT*mDigit+xTronco*mTronco+xCauda*mCauda+xCoca*mCoxa+xTíbia*mTíbia+xMetaT*mMetaT+xDigP*mDigP)/M
- yCM=(yCabeça*mCabeça+yPescoço*mPescoço+yOmbro*mOmbro+yAntebr*mAntebr+yMetaC*mMetaC+yDigT*mDigit+yTronco*mTronco+yCauda*mCauda+yCoxa*mCoxa+yTíbia*mTíbia+yMetaT*mMetaT+yDigP*mDigP)/M

Legenda:

x: coordenada no eixo horizontal
y: coordenada no eixo vertical
m: massa do segmento
CM: centro de massa total
M: massa total
C1:primeira vértebra cervical
CF: crista facial
C6: sexta vértebra cervical
Esc: escápula
Cot: cotovelo
Antebr: antebraço
Omb: ombro
MetaC: metacarpo
Carp:carpo
DigT: dígito do membro torácico
BasC: base da cauda
Caud: ponta da cauda
TrocM: trocânter maior do fêmur
FTP: articulação fêmoro-tíbio-patelar
MetaT: metatarso
DigP: dígito do membro pélvico

A partir da trajetória do centro de massa corporal foi possível calcular algumas variáveis cinemáticas, em duplicata, com auxílio do programa Excel-2010 (Figuras 11 a 14):

a) vX - velocidade vertical do CM na decolagem;
b) vY - velocidade horizontal do CM na decolagem;
c) Hmáx - altura máxima do CM;
d) ΔY - deslocamento vertical do CM;
e) ΔX - deslocamento horizontal do CM;
f) θv - ângulo da velocidade do CM na decolagem;
g) θd - ângulo do deslocamento do CM na decolagem;
h) a, b e c - coeficientes da equação trajetória do CM;
i) hMT e hMP - altura dos membros torácico e pélvico sobre o obstáculo;
j) tMTs e tMPs - tamanho dos membros torácico e pélvico sobre o obstáculo;
k) tMTe e tMPe - tamanho dos membros torácico e pélvico em estação e
l) ΔMT e ΔMP - fração de encurtamento dos membros torácico e pélvico.

Para se obter vY, calculou-se o tempo necessário para atingir a altura máxima do CM e então multiplicou-se esse valor pela aceleração da gravidade (9,8m/s^2). Já vX foi obtida através da razão entre ΔX e o tempo necessários para que o CM atingisse a mesma altura da decolagem.

A altura máxima (Hmáx) é o maior valor alcançado pelo CM no eixo vertical.

O deslocamento vertical (ΔY) foi obtido através da subtração dos valores de altura máxima e de decolagem no eixo vertical. Já ΔX é o deslocamento horizontal ocorrido desde a decolagem até o momento em que o CM atingisse a mesma altura da decolagem.

Os ângulo θv e θd foram obtidos através do cálculo vetorial entre vY e vX e entre ΔY e ΔX, respectivamente.

A altura dos membros sobre o obstáculo (hMT e hMP) é a distância entre o casco torácico ou pélvico e o obstáculo.

Para obtenção das variáveis (tMTs, tMPs, tMTe e tMPe) calculou-se a distância entre as articulações escápulo-umeral e metacarpo-falangeana ou entre o trocânter maior do fêmur e a articulação metatarso-falangeana no salto ou em estação, respectivamente. Com as imagens de vídeo, obteve-se as medidas durante o salto, quando os membros estavam sobre o obstáculo. Com as imagens fotográficas, obteve-se as medidas em estação. A partir disso, calculou-se a fração de encurtamento dos membros (ΔMT e ΔMP), relação entre as medidas obtidas no salto e em estação, um meio indireto de quantificar o nível de flexão dos membros durante o salto.

Utilizou-se o programa SAPO–v.068 para digitalização das imagens fotográficas.

Figura 11 - Representação das variáveis altura máxima (Hmáx), deslocamento vertical (ΔY) e horizontal (ΔX) do CM

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

Figura 12 - Representação das variáveis altura (hMT) e tamanho do membros torácico (tMTs) sobre o obstáculo

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

Figura 13 - Representação das variáveis altura (hMP) e tamanho do membros pélvico (tMPs) sobre o obstáculo

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

Figura 14 - Representação das variáveis tamanho dos membros torácico (tMTe) e pélvico (tMPe) em estação

Fonte: Miyashiro, P. (2012).

4.5 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Para a análise estatística utilizou-se os programas PASW Statistics 18 e o Microsoft Excel 2010. O nível de significância considerado foi $p<0,05$.

Realizou-se análise descritiva das notas de julgamento e das variáveis cinemáticas mensuradas: média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo.

O teste de Wilcoxon verificou as diferenças das variáveis cinemáticas entre os dias e entre as análises da duplicata. O teste U de Mann-Whitney verificou as diferenças das variáveis cinemáticas entre os cavalos aprovados definitivamente e provisoriamente e, entre as tentativas de salto dos cavalos com Hmáx > 80 cm e < 80 cm.

Realizou-se teste de concordância entre as notas dos juízes e de confiabilidade entre as análises da duplicata das variáveis cinemáticas.

Análise do Componente Principal (ACP) foi utilizada para identificar padrões entre os grupos de variáveis da análise cinemática e das notas de julgamento. Considerou-se apenas os componentes com autovalor > 1. Matriz de correlação de Pearson foi usada para descrever conexão entre os resultados das ACPs.

5 RESULTADOS

Os resultados estão dispostos na forma de tabelas (Tabelas 1 a 11) para facilitar a visualização e compreensão.

5.1 JULGAMENTO

As medidas zoométricas dos animais são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Medidas zoométricas – São Paulo – 2012

Animais	Idade (meses)	H (cm)	PT (cm)	PJ (cm)	PC (cm)
1	33	161	180	33	22
2	35	171	197	38	22
3	36	172	190	37	22
4	40	168	186	36	21
5	38	167	181	36	23
6	39	169	193	36	21
7	40	166	191	36	22
8	44	170	194	37	22
9	49	166	189	36	23
10	39	166	192	36	22
11	41	168	185	35	21,5
12	42	167	190	37	22
13	46	169	195	35	21,5
Média	40,15	167,69	189,46	36,00	21,92
Desvio-Padrão	4,24	2,67	4,99	1,18	0,58
Mediana	40	168	190	36	22
Mínimo	33	161	180	33	21
Máximo	49	172	197	38	23

A classificação e notas de julgamento de cada cavalo estão apresentadas na tabela 2. As notas de cada aspecto julgado podem ser verificadas nos apêndices B a H.

Tabela 2 – Notas do Julgamento – São Paulo – 2012

Cavalo	Clas.	Funcionalidade	Morfologia	Salto 1º dia	Salto 2º dia	Genealogia	Modelo de Garanhão	Nota Final
1	**6**	75,67	76,17	80,07	87,17	85,8	81,00	80,98
2	**13**	64,67	73,83	84,67	79,83	75,00	71,67	74,95
3	**8**	82,33	77,17	79,50	77,17	91,70	75,00	80,48
4	**3**	78,17	79,50	88,67	91,33	87,50	84,00	84,86
5	**11**	80,25	74,33	79,98	76,17	83,30	70,00	77,34
6	**5**	78,50	78,33	79,67	85,17	90,00	80,00	81,95
7	**2**	79,27	83,67	86,50	89,67	85,80	85,00	84,99
8	**12**	84,30	79,67	72,50	73,33	74,20	71,67	75,95
9	**1**	73,40	79,83	94,17	94,50	89,20	80,00	85,18
10	**4**	85,17	86,83	76,00	78,00	85,00	86,67	82,95
11	**10**	79,30	75,70	79,50	82,83	88,30	68,33	78,99
12	**9**	79,00	81,67	80,00	82,60	80,00	72,67	79,32
13	**7**	84,30	78,53	78,50	80,50	90,00	72,67	80,75
Média		78,79	78,86	81,52	82,94	85,06	76,82	80,67
Desvio-Padrão		5,23	3,54	5,44	6,10	5,37	5,97	3,21
Mediana		79,27	78,53	79,98	82,60	85,80	75,00	80,75
Mínimo		64,67	73,83	72,5	73,33	74,20	68,33	74,94
Máximo		85,17	86,83	94,17	94,50	91,70	86,67	85,18

Todos animais foram aprovados na competição. Sendo oito em caráter definitivo, com pontuação superior a 80 e cinco em caráter provisório, com pontuação inferior a 80.

A ACP do Julgamento (Tabela 3) mostra que as medidas zoométricas e as variáveis individuais de funcionalidade, morfologia e salto podem ser agrupadas em componentes:

a) componente 1: salto (S);
b) componente 2: morfologia e modelo de garanhão (M/MG);
c) componente 3: medidas zoométricas (MZ) e
d) componente 4: funcionalidade e genealogia (F/G).

Com apenas quatro componentes foi possível explicar 91,45% da variância das notas dos juízes. O componente S é o principal responsável por essa variância (33,55%), seguido pelo componente M/MG (26,96%), componente MZ (16,13%) e componente F/G (14,81%).

Tabela 3 - Análise de Componentes Principais do Julgamento – São Paulo – 2012

	Componente			
	1	**2**	**3**	**4**
Medidas zoométricas				
H	0,417	0,429	**0,705***	0,336
PT	0,256	0,08	**0,705***	0,508
PJ	0,398	0,397	**0,747***	0,276
PC	0,425	0,414	**0,727***	0,272
Funcionalidade				
P	0,334	0,405	0,347	**0,722***
T	0,384	0,334	0,298	**0,778***
G	0,396	0,401	0,314	**0,732***
Morfologia				
C/P	0,452	**0,710***	0,292	0,377
C/O/A	0,448	**0,737***	0,342	0,309
D/L	0,429	**0,571***	0,459	0,402
P/T/V	0,465	**0,731***	0,324	0,253
Gar	0,362	**0,680***	0,378	0,407
MA	0,2	**0,881***	0,256	0,173
MP	0,262	**0,824***	0,343	0,142
AD	0,332	**0,675***	0,274	0,433
C	0,335	**0,635***	0,58	0,245
Salto				
Atit	**0,855***	0,335	0,275	0,175
Imp	**0,835***	0,343	0,224	0,324
Pot	**0,824***	0,333	0,249	0,33
Amp	**0,830***	0,322	0,239	0,322
Temp	**0,715***	0,245	0,496	0,052
MecA	**0,773***	0,353	0,311	0,288
MecP	**0,825***	0,28	0,305	0,294
Flex	**0,813***	0,35	0,206	0,302
Resp	**0,901***	0,296	0,142	0,213
Reg	**0,888***	0,239	0,235	0,18
Genealogia	0,334	0,488	0,228	**0,542***
Modelo de garanhão	0,42	**0,834***	-0,145	0,227

* Variáveis na mesma coluna se agrupam no mesmo componente.

As notas dos juízes são consistentes entre si (Tabela 4). A nota de morfologia foi a que apresentou menor CCI. Não foi realizado o teste de concordância de genealogia pois essas notas eram iguais para os três juízes.

Tabela 4 - Média das notas de cada juiz, total e CCI – São Paulo – 2012

	Juiz			Média	CCI
	A	B	C		
Funcionalidade	79,62	77,96	79,13	78,90	0,847
Morfologia	78,29	74,34	78,2	76,94	0,664
Salto 1º dia	82,51	80,68	82,56	81,92	0,869
Salto 2º dia	83,80	82,27	82,94	83,00	0,845
Modelo de Garanhão	73,79	67,68	73,39	71,62	0,862

5.2 ANÁLISE CINEMÁTICA

A análise descritiva das variáveis cinemáticas do salto estão apresentadas na tabela 5 e nos apêndices I e J.

Tabela 5 - Variáveis cinemáticas do salto – São Paulo – 2012

Cavalo	vY (m/s)	vX (m/s)	Hmáx (cm)	∆Y (cm)	∆X (cm)	θv (°)	θd (°)	hMT (cm)	hMP (cm)	tMT (cm)	tMP (cm)	∆MT	∆MP	a	b	c
1	2,61	5,36	72,65	31,73	285,94	25,99	20,87	18,34	40,15	34,34	67,93	0,36	0,55	-0,0015	0,0189	71,82
2	2,45	4,95	75,38	26,31	255,60	26,33	20,21	14,63	19,57	35,66	60,88	0,34	0,51	-0,0017	0,1227	72,65
3	2,53	4,80	72,07	24,62	231,20	29,22	20,78	18,19	11,86	37,14	50,76	0,38	0,44	-0,0018	0,2539	62,87
4	2,53	4,27	83,31	33,85	233,70	30,70	27,61	30,40	26,63	32,95	52,78	0,34	0,48	-0,0024	0,2274	77,88
5	2,78	4,02	79,34	31,39	220,21	35,05	25,85	31,33	33,64	32,80	40,71	0,32	0,34	-0,0026	0,1199	77,80
6	2,94	4,67	85,24	37,94	279,63	32,19	27,18	30,05	23,84	33,02	53,11	0,33	0,48	-0,0020	0,2271	78,59
7	2,45	4,89	72,89	27,67	244,66	26,59	20,88	22,73	26,36	33,05	58,05	0,35	0,54	-0,0018	0,1431	69,57
8	2,86	4,43	89,57	36,26	244,66	32,92	26,77	32,57	29,36	36,15	67,66	0,35	0,54	-0,0023	0,0694	88,18
9	3,02	4,13	87,85	36,12	243,87	36,21	30,11	28,56	18,52	37,97	51,25	0,39	0,46	-0,0025	0,3614	73,91
10	2,78	5,01	70,89	28,98	268,51	28,65	20,91	13,89	21,81	42,34	63,86	0,42	0,55	-0,0017	0,0872	69,15
11	2,45	4,43	78,14	24,21	210,38	28,87	23,27	27,13	30,06	30,97	69,51	0,30	0,57	-0,0021	0,1242	75,82
12	2,94	4,42	85,42	36,76	254,25	33,63	25,81	28,88	11,04	35,14	56,24	0,35	0,48	-0,0021	0,2256	78,95
13	2,61	4,78	81,53	29,91	246,00	28,92	23,52	29,97	13,38	35,94	64,89	0,35	0,54	-0,0020	0,1121	79,32
Média	2,69	4,63	79,56	31,21	247,59	30,41	24,13	25,13	23,55	35,19	58,28	0,35	0,50	-0,0020	0,1610	75,12
Desvio-Padrão	0,20	0,37	6,18	4,55	20,89	3,22	3,15	6,42	8,37	2,81	8,16	0,03	0,06	0,0003	0,0890	5,98
Mediana	2,61	4,67	79,34	31,39	244,66	29,22	23,52	28,56	23,84	35,14	58,05	0,35	0,51	-0,0020	0,1242	75,82
Mínimo	2,45	4,02	70,89	24,21	210,38	25,99	20,21	13,89	11,04	30,97	40,71	0,30	0,34	-0,0026	0,0189	62,87
Máximo	3,02	5,36	89,57	37,94	285,94	36,21	30,11	32,57	40,15	42,34	69,51	0,42	0,57	-0,0015	0,3614	88,18

Não houve diferença entre os dois dias de avaliação (Tabela 6), assim como entre as análises da duplicata (Tabela 7), exceto pela velocidade vertical entre os dias e ângulo do deslocamento entre as análises.

Tabela 6 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste Wilcoxon das variáveis cinemáticas do salto dos dois dias de competição – São Paulo - 2012

Variáveis	1º Dia	2º Dia	p
vY (m/s)	2,75±0,28	2,63±0,22	0,048
vX (m/s)	4,51±0,50	4,75±0,39	0,064
Hmáx (cm)	80,13±8,87	78,99±6,08	0,861
∆Y (cm)	32,20±5,53	30,23±5,05	0,279
∆X (cm)	247,57±27,80	248,45±23,84	0,463
θv (°)	31,82±4,67	28,99±3,23	0,087
θd (°)	24,79±4,32	23,48±2,84	0,249
hMT (cm)	26,92±9,80	23,337,04±	0,507
hMP (cm)	21,84±9,29	25,27±15,71	0,552
tMT (cm)	34,60±4,51	35,78±3,45	0,701
tMP (cm)	58,92±10,63	57,63±8,39	0,807
∆MT	0,35±0,04	0,36±0,04	0,701
∆MP	0,50±0,08	0,49±0,07	0,701
a	-0,002±0,0005	-0,002±0,0003	0,208
b	0,172±0,089	0,150±0,105	0,173
c	75,72±8,86	74,51±5,46	0,972

O teste de confiabilidade mostrou que as mensurações das variáveis cinemáticas apresentou excelente concordância (0,80 a 1,00) entre as análises da duplicata, exceto pelo velocidade vertical que apresentou boa concordância (0,60 a 0,79) (Tabela 7).

Tabela 7 - Média, desvio padrão, probabilidade do teste Wilcoxon, erro e coeficiente de correlação intraclasse das avaliações em duplicata das variáveis cinemáticas – São Paulo – 2012

Variáveis	1ª análise	2ª análise	p	Erro	CCI
vY (m/s)	2,71±0,32	2,66±0,29	0,283	0,19	0,67
vX (m/s)	4,62±0,47	4,64±0,48	0,517	0,07	0,98
Hmáx (cm)	79,56±7,96	79,56±7,75	0,849	1,54	0,96
∆Y (cm)	31,85±5,75	30,58±5,68	0,137	2,25	0,85
∆X (cm)	250,22±27,98	245,80±26,99	0,454	10,78	0,85
θv (°)	30,51±4,49	30,30±4,58	0,694	1,87	0,83
θd (°)	24,70±4,22	23,57±3,60	**0,002**	1,44	0,87
hMT (cm)	24,86±9,20	25,39±8,95	0,137	2,59	0,92
hMP (cm)	23,30±14,05	23,80±12,97	0,485	3,61	0,93
tMT (cm)	35,04±4,29	35,35±4,44	0,316	1,97	0,80
tMP (cm)	57,45±10,61	59,11±9,87	0,28	4,27	0,83
∆MT	0,35±0,04	0,36±0,05	0,316	0,02	0,80
∆MP	0,49±0,08	0,51±0,07	0,269	0,04	0,80
a	-0,002±0,0004	-0,002±0,0004	0,782	0,00005	0,98
b	0,161±0,102	0,161±0,995	0,06	0,02	0,96
c	75,09±7,70	75,14±7,53	0,409	1,61	0,96

A ACP agrupou as variáveis cinemáticas do salto em componentes (Tabela 8):

a) componente 1: vY, Hmáx, ∆Y, θv, θd, hMT, coeficentes a e c, e negativamente, vY;

b) componente 2: tMPs e ∆MP;

c) componente 3: tMTs e ∆MT;

d) componente 4: ∆X e

e) componente 5: hMP e, negativamente, H e coeficiente b

Com apenas 5 componentes foi possível explicar a variância da amostra das variáveis cinemáticas do salto. Sendo o componente 1 o principal responsável por essa variância (39,22%), seguido pelo componente 2 (15,70%), componente 3 (15%), componente 4 (11,37%) e componente 5 (10,51%).

No componente 1, vX é correlacionado negativamente com as demais variáveis. Ou seja, quando as outras variáveis aumentam, vX diminui.

No componente 4, H e coeficiente b são negativamente correlacionados com hMP. Ou seja, quanto maior hMP, menor H e coeficiente b.

Tabela 8 - Análise de Componentes Principais das variáveis cinemáticas do salto – São Paulo - 2012

	Componente				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
H	0,029	0,085	-0,15	-0,261	**-0,681***
vY	**0,705***	-0,203	0,192	0,494	0,026
vX	**-0,675***	0,408	0,54	0,515	0,206
Hmáx	**0,938***	0,087	-0,071	0,005	-0,112
∆Y	**0,837***	-0,1	0,056	0,458	0,105
∆X	0,016	0,242	0,116	**0,913***	0,236
θv	**0,821***	-0,386	0,065	0,016	-0,138
θd	**0,884***	-0,231	0,062	-0,075	-0,095
a [n]	**-0,781***	0,317	0,018	0,503	0,08
b	0,368	-0,473	0,09	0,02	**-0,633***
c	**0,835***	0,324	-0,15	-0,074	0,183
hMT	**0,789***	-0,032	-0,448	-0,062	0,04
hMP	0,08	0,1	-0,186	0,028	**0,848***
tMTs	-0,028	0,072	**0,97***	0,05	-0,066
tMPs	-0,77	**0,946***	0,042	0,082	0,079
∆MT	-0,043	0,008	**0,978***	0,099	-0,004
∆MP	-0,111	**0,914***	0,063	0,154	0,022

* Variáveis na mesma coluna se agrupam no mesmo componente

[n] baseado em valores negativos

5.3 JULGAMENTO X ANÁLISE CINEMÁTICA

Não houve diferença nas variáveis cinemáticas do salto entre os animais aprovados definitivamente e provisoriamente (p>0,05) (Tabela 9).

Tabela 9 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste U Mann Whitney das variáveis cinemáticas dos animais aprovados definitivamente e provisoriamente – São Paulo - 2012

Variáveis	Definitivamente	Provisoriamente	p
vY (m/s)	2,68±0,19	2,70±0,21	0,882
vX (m/s)	4,74±0,37	4,45±0,3	0,242
Hmáx (cm)	78,30±6,42	81,57±5,18	0,306
∆Y (cm)	31,35±4,17	30,99±5,08	0,884
∆X (cm)	254,19±19,6	237,02±18,4	0,464
θv (°)	29,81±3,06	31,36±3,25	0,464
θd (°)	23,98±3,54	24,38±2,39	0,884
hMT (cm)	24,01±6,16	26,91±6,42	0,38
hMP (cm)	22,82±8,35	24,73±8,29	0,558
tMTs (cm)	35,84±3,06	34,14±1,96	0,306
tMPs (cm)	57,83±6,42	59,00±10,31	0,558
∆MT	0,37±0,03	0,33±0,02	0,057
∆MP	0,51±0,04	0,49±0,08	0,884
a	-0,002±0,0003	-0,0022±0,0003	0,241
b	0,179±0,102	0,132±0,051	0,38
c	72,89±5,32	78,68±5,21	0,188

Ao se comparar os saltos que obtiveram Hmáx > 80 cm com os que obtiveram Hmáx < 80 cm foi possível verificar diferença muito significante (p << 0,05) de vY, vX, Hmáx, ∆Y, θv, θd, hMT e coeficientes a, b e c, desses, apenas vX apresentou-se menor em Hmáx > 80 cm (Tabela 10).

Tabela 10 - Média, desvio padrão e probabilidade do teste U Mann Whitney das variáveis cinemáticas dos saltos de animais com Hmáx > 80 cm e com Hmáx < 80 cm – São Paulo - 2012

Variáveis	> 80 cm	< 80 cm	p
vY (m/s)	2,84±0,296	2,57±0,24	**0,001**
vX (m/s)	4,36±0,40	4,84±0,40	**0,000**
Hmáx (cm)	86,88±4,69	73,76±3,58	**0,000**
∆Y (cm)	35,38±4,98	27,90±3,56	**0,000**
∆X (cm)	247,69±19,20	248,27±31,92	0,761
θv (°)	33,28±4,36	28,12±2,94	**0,000**
θd (°)	26,83±3,89	22,00±2,19	**0,000**
hMT (cm)	32,67±6,70	19,15±5,06	**0,000**
hMP (cm)	22,45±12,54	24,42±13,74	0,513
tMTs (cm)	34,86±3,92	35,45±4,53	0,804
tMPs (cm)	56,68±8,79	59,55±10,83	0,151
∆MT	0,35±0,04	0,36±0,05	0,537
∆MP	0,48±0,06	0,51±0,09	0,111
a	-0,0023±0,0004	-0,0018±0,0003	**0,000**
b	0,201±0,108	0,129±0,077	**0,016**
c	80,88±6,33	70,54±4,58	**0,000**

O componente M/MG das notas de julgamento correlacionou-se positivamente com os componentes 2, 3 e 4 das variáveis cinemáticas (Tabela 11). Ou seja, existe relação entre as notas de morfologia e de modelo de garanhão com as variáveis cinemáticas: tMPs, tMTs, ∆MP, ∆MT e ∆X.

Os demais componentes de julgamento não se relacionam com os componentes das variáveis cinemáticas do salto.

Tabela 11 – Matriz de correlação entre os componentes do julgamento e das variáveis cinemáticas do salto – São Paulo – 2012

Cinemática \ Julgamento	1	2	3	4
1	0,102	-0,232	0,057	0,102
2	-0,209	**0,283***	0,134	-0,029
3	-0,126	**0,401***	-0,044	0,036
4	0,054	**0,293***	-0,196	-0,096
5	-0,124	-0,211	-0,057	0,158

* Nível de significância: $p<0,05$

6 DISCUSSÃO

Por se tratar de um ambiente de competição, não foi possível utilizar marcadores, que facilitariam o processamento das imagens e, provavelmente, diminuiriam o erro da análise. Apesar da ausência de marcadores, da utilização de apenas uma câmera de baixa velocidade de aquisição, a análise estatística das amostras em duplicata mostrou que o erro foi baixo e a correlação entre as análises foi alta. Outros autores também realizaram estudos cinemáticos bidimensionais com câmera de baixa velocidade de aquisição (POWERS; HARRISON, 2000; MOGHADDAM; KHOSRAVI, 2008) e durante competições (HOLE; CLAYTON; LANOVAZ, 2002; POWERS, 2005).

Devido ao grande número de variáveis estudadas, optou-se por realizar ACP. Quando se dispõe de grande número de variáveis, é possível que muitos deles sejam redundantes, sendo útil a sua eliminação, porque além de pouco informativas, podem ser confusas (JOLLIFFE, 1972, 1973). Assim, o descarte das variáveis pode ser feito por meio da ACP, que tem como principal objetivo resumir a informação contidas nas variáveis originais, eliminando as informações redundantes existentes em decorrência da correlação entre estas (KHATTREE; NAIK, 2000). Essa análise mostrou-se satisfatória uma vez que os 28 quesitos avaliados pelos juízes foram reduzidos em quatro componentes principais e as 17 variáveis cinemáticas foram reduzidas em cinco componentes principais.

A formação de quatro componentes principais das notas dos juízes concorda com a própria divisão feita pela ABCCH, ou seja, cada item avaliado pertence ao grupo de aspectos julgados. A relação é positiva entre os itens de cada componente, ou seja, nota alta em um item de um componente reflete em altas notas notas nos demais itens.

As notas de salto são as principais responsáveis pela variância das notas atribuídas, ou seja, são elas que respondem pela maior parte da diferença das notas entre cavalos e/ou entre juízes, o que pode ser verificado também pelo seu alto desvio-padrão, em comparação com os demais. Já as notas de funcionalidade e genealogia são as menos responsáveis pela variâncias das notas de julgamento.

O julgamento de morfologia está correlacionado com o de modelo de garanhão pois os juízes levam em consideração a conformação geral, harmonia do cavalo para avaliar as características desejáveis em um animal modelo (HOLMSTROM; PHILIPSSON, 1993).

As notas de funcionalidade e de genealogia estão correlacionadas, corroborando com outros trabalhos que descrevem alta herdabilidade das características de andamento de cavalos de esporte (KOENEN; VAN VELDHUIZEN; BRASCAMP,1995; DUCRO et al., 2007), uma vez que o julgamento de genealogia leva em consideração a linhagem de parentesco dos animais.

As notas dos juízes são consistentes, ou seja, quando um juiz dá nota alta ou baixa para um cavalo, os demais juízes também dão notas semelhantes. Porém existe tendenciosidade das notas de cada juiz, ou seja, um juiz tende a dar notas altas ou baixas independente do item avaliado. Durante a avaliação, os juízes têm contato uns com os outros, podendo sofrer influência dos demais. Além disso, a prova de salto em liberdade não é padronizada, alguns animais realizaram apenas um salto a altura e largura máximas, sendo os juízes que definem quantas tentativas os animais realizam.

A avaliação cinemática realizada mostrou-se eficaz em descrever as características biomecânicas do salto de cavalos, apresentando baixo erro e boa consistência, e com isso confirmando as leis de mecânica, que os principais determinantes do salto estão correlacionados e que a trajetória do centro de massa do cavalo é uma parábola. Alguns trabalhos já descreveram alguns padrões cinemáticos do salto em liberdade de cavalos. As variáveis mais estudadas e padronizadas são as velocidades vertical e horizontal e ângulo da velocidade na decolagem (POWERS; HARRISON, 2000; BOBBERT et al., 2005; SANTAMARIA et al., 2006), as demais variáveis são divergentes nos diferentes estudos. Algumas variáveis cinemáticas do salto avaliadas nesse estudo já foram reportadas anteriormente, como tamanho dos membros torácicos (SANTAMARIA et al., 2006) e pélvicos (BOBBERT et al., 2005) e altura dos membros torácicos e pévicos sobre o obstáculo (SANTAMARIA et al., 2004b; LEWCZUK; SLONIEWSKI; REKLEWSKI, 2006), porém em diferentes condições e alturas de obstáculos, já as demais variáveis não foram descritas anteriormente. Portanto torna-se necessária uma padronização das variáveis cinemáticas de salto a serem estudadas para comparações futuras.

Devido à chegada dos animais apenas um dia antes do início da competição, não é possível eliminar alguns fatores que poderiam influenciar o desempenho dos mesmos, como treinamento, preparação, medicação, etc. No segundo dia da prova de salto, os animais apresentaram menor velocidade vertical na decolagem. Apesar de não haver diferença estatística entre as avaliações cinemáticas dos dois dias de salto, parece que os animais tiveram melhor desempenho no primeiro dia, no que diz respeito a menor velocidade vertical e maiores altura máxima, deslocamento vertical ângulo da velocidade na decolagem e altura do membro torácico cobre o obstáculo. Isso pode ser explicado devido à possível fadiga dos animais no segundo dia e familiaridade com os obstáculos e o ambiente de competição. Os animais costumam ser treinados e preparados antes dessas provas, podendo manter uma lembrança do treinamento no primeiro dia de competição, que se perde no segundo dia, devido à adaptação.

Com a ACP foi possível verificar a relação entre diferentes variáveis. O primeiro componente é o principal responsável pela parábola do centro de massa do cavalo no salto. Sendo velocidade vertical, altura máxima, deslocamento vertical, ângulos da velocidade e do deslocamento na decolagem, altura do membro torácico e coeficientes a e c correlacionados positivamente e, negativamente, com velocidade horizontal. Ou seja, se a velocidade horizontal for alta, as demais variáveis são baixas. As variáveis velocidade vertical, altura máxima, deslocamento vertical e ângulos da velocidade e do deslocamento na decolagem são dependentes da velocidade inicial e do ângulo de decolagem. Isso tem explicação física, baseada no lançamento oblíquo de objetos. Quanto maior o ângulo (de 0° a 90º) do centro de massa na decolagem, maior será a altura alcançada, para que isso seja possível, maior deve ser a velocidade vertical, em relação à velocidade horizontal (JASTES et al. 2010). Cavalos que apresentam velocidade horizontal elevada, tendem a realizar uma parábola de salto mais ampla e rasa, e têm menos tempo para coordenar todos seus segmentos durante o salto, podendo cometer um maior número de faltas (MIRANDA, et al., 2012).

Com a comparação baseada em altura máxima, pode-se verificar que para se obter maior altura, é necessário maior velocidade vertical, menor velocidade horizontal e maiores ângulos da velocidade e do deslocamento na decolagem, consequentemente, o deslocamento vertical será maior também. Além disso, saltos com maior altura máxima apresentam maiores valores de altura do membro torácico

e dos coeficientes a, b e c. A altura do membro torácico não exerce grande influência na trajetória do centro de massa no salto, porém a maior frequência de faltas cometidas nas competições são oriundas dos membros torácicos, desse modo, cavalos que não apresentam suficiente elevação do membro torácico precisam aumentar mais seu centro de massa (PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002). Nesse estudo, os animais que apresentaram maior altura máxima, também apresentaram maior altura do membro torácico, pois flexão dos membros e elevação do centro de massa são importantes na transposição do obstáculo sem faltas.

Como se trata de um lançamento oblíquo, o valor do coeficiente a sempre é negativo, pois a concavidade da parábola é voltada para baixo. Com a ACP foi possível verificar que quanto maior o valor do coeficiente a, ou seja, quanto mais estreita a parábola, maior será a altura máxima. Os sinais dos coeficientes a e b são opostos, assim, o vértice da parábola localiza-se do lado direito do eixo vertical (EVANGELISTA; BITTENCOURT, 2009), ou seja, o centro de massa dos animais atinge altura máxima antes de passar sobre a segunda vara do obstáculo. O coeficiente c determina a intersecção da parábola com o eixo vertical (EVANGELISTA; BITTENCOURT, 2009), ou seja, determina a altura do centro de massa sobre o obstáculo. Por se tratar de um *oxer*, obstáculo de altura e largura, é esperado que a altura máxima do salto não coincida com o ápice do obstáculo (segunda vara), que deve ocorrer entre as duas varas do obstáculo, ou seja, à direita do eixo vertical. Pode-se notar que os valores do coeficiente c são menores que os de altura máxima, pois o centro de massa dos animais já se encontra em declínio na parábola ao passar sobre o obstáculo.

O segundo componente agrupou tamanho do membro pélvico sobre o obstáculo e fração de encurtamento do membro pélvico pois a segunda variável é oriunda da primeira, assim como o terceiro componente agrupou tamanho do membro torácico sobre o obstáculo e fração de encurtamento do membro torácico. Como já são relacionadas em suas origens, é esperado que haja uma relação posterior na ACP. As frações de encurtamento dos membros são medidas relativas de quanto os membros se encurtaram no salto, ou seja, um meio indireto de verificar quanto os membros se flexionaram. Utilizou-se essas relações e não apenas o tamanho dos membros sobre o obstáculo para equiparar animais com membros mais longos, que tenderiam a apresentar tamanho de membros sobre o obstáculo maiores que animais com membros mais curtos. Essas variáveis têm baixa

influência na parábola do centro de massa dos cavalos no salto, porém são importantes no desempenho em competições, uma vez que são os membros que costumam encostar no obstáculo e acarretar faltas, assim, cavalos que apresentam maior relação de encurtamento dos membros, não precisarão elevar tanto seu centro de massa e, provavelmente, cometerão menos penalidades (CLAYTON, 1994; PILLINER; ELMHURST; DAVIES, 2002) e gastarão menos energia para transpor o obstáculo

Incluiu-se a altura dos animais na comparação cinemática, pois animais mais altos tenderiam a apresentar altura máxima maior. Avaliando-se o deslocamento vertical do centro de massa, o efeito da altura dos animais é diminuído, pois considera-se a diferença de altura do centro de massa na decolagem e a altura máxima alcançada. Pode-se verificar que a altura dos animais não influenciou a altura máxima nem o deslocamento vertical, correlacionou-se apenas com o coeficiente b e com altura do membro pélvico sobre o obstáculo. Isso quer dizer que cavalos maiores apresentam vértice da parábola mais à esquerda e menor altura do membro pélvico no salto. Mas isso parece ser uma associação espúria, sem significado.

O julgamento subjetivo realizado parece não ter sido eficiente em diferenciar o desempenho dos animais, uma vez que os animais aprovados definitivamente e provisoriamente apresentaram padrões cinemáticos de salto semelhantes. A avaliação do salto dos cavalos feita pelos juízes não é baseado nas qualidades cinemáticas, ou seja, os juízes levam em consideração outras características ao avaliarem os cavalos saltando em liberdade.

As medidas zoométricas, assim como as notas de funcionalidade e genealogia não estão correlacionadas com as propriedades biomecânicas do salto dos cavalos. O julgamento de morfologia foi o único que apresentou correlação com algumas variáveis cinemáticas do salto, porém não com as principais. Morfologia apresenta moderada a alta correlação com o desempenho esportivo e muitas associações a utilizam como um bom indicador. Animais com boa conformação, avaliada por juízes experientes, apresentaram melhor desempenho (ARNASON, 1987; HOLMSTROM; PHILIPSSON, 1993; WALLIN; STRANDBERG; PHILIPSSON, 2003; VIKLUND et al., 2008), porém foi o julgamento que apresentou menor coeficiente de correlação entre os juízes. Assim, apesar de as notas de morfologia serem úteis na seleção de animais, um método menos subjetivo seria mais eficiente (HOLMSTROM;

PHILIPSSON, 1993). Desta forma, além da avaliação visual da morfologia seria importante obter valores objetivos, numéricos das medidas e ângulos articulares dos animais.

Apesar de o julgamento de morfologia ter apresentado correlação com algumas variáveis de salto, essas não são as principais determinantes da trajetória do salto, não podendo ser utilizada exclusivamente na avaliação de cavalos de hipismo, sendo a avaliação cinemática um método melhor em descrever as características do salto.

7 CONCLUSÕES

O salto do cavalo segue as leis mecânicas de lançamento oblíquo de corpos.

O julgamento de cavalos de salto pode ser influenciado pela tendenciosidade dos juízes.

O julgamento subjetivo não se correlaciona com as características cinemáticas do salto e não é eficiente na seleção dos animais para essas características.

O julgamento de morfologia se correlaciona com poucas variáveis cinemáticas do salto, sendo as menos determinantes da trajetória do salto.

A análise cinemática pode ser útil no julgamento de cavalos de salto.

REFERÊNCIAS

AMADIO, A. C. Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano. São Paulo: Laboratório de Biomecânica – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 1996, p. 9-86.

AMADIO, A. C.; COSTA, P. H. L.; SACCO, I. C. N.; SERRÃO, J. C.; ARAÚJO, R. C.; MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M. Introdução à análise do movimento humano descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 3, n. 2, p. 41-54, 1999.

ANÁLISE BIOMECÂNICA DO SALTO EM DISTÂNCIA. Fundamentos – Biomecânica do salto em distância. Disponível em: <http://demotu.org/x/salto/fundamentos.html>. Acesso em 12 de março de 2012.

ARNASON, T. Contribution of various factors to genetic evaluations of stallions. **Livestock Production Science**, n. 16, p. 407-419, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DO CAVALO DE HIPISMO. Regulamento do Stud Book Brasileiro do Cavalo de Hipismo. Disponível em: <http://brasileirodehipismo.com.br/taxas/Default.aspx>. Acesso em 17 fev. 2012.

AVILA, A. O. V.; AMADIO, A. C.; GUIMARÃES, A. C. S.; DAVID, A. C.; MOTA, C. B.; BORGES, D. M.; GUIMARÃES, F. J. S. P.; MENZEL, H-J., CARMO, J.; LOSS, J.; SERRÃO, J. C.; SÁ, M. R.; BARROS, R. M. L. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para a aplicação nos centros de excelência esportiva. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 3, n. 4, p. 657-667, 2002.

BACK, W.; SCHAMHARDT, H. C.; HARTMAN, W.; BRUIN, G.; BARNEVELD, A. Predictive value of foal kinematics for the locomotor performance of adult horses, **Research in Veterinary Science**, n. 59, p. 64-69, 1995.

BARREY, E. Inter-Limb Coordination. In: CLAYTON, H.; BACK, W**. Equine locomotion**. London: W. B. Saunders, 2001, p. 77-94.

BARREY, E.; LANGLOIS, B. How to breed for elite show jumper. In: LINDNER, A. **The elite show jumper**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2000, p. 13-23.

BOBBERT, M. F.; SANTAMARIA, S.; VAN WEEREN, P. R.; BACK, W.; BARNEVELD, A. Can jumping capacity of adult show jumping horses be predicted on the basis of submaximal free jumps at foal age? A longitudinal study. **The Veterinary Journal**, n.170, p. 212–221, 2005.

BROCKMANN, A.; BRUNS, E., Schätzung genetischer parameter für merkmale aus leistingsprüfungen für pferde. **Züchtungskunde**, n. 72, p. 4–16, 2000.

BUCHNER, H. H. F.; SAVELBERG, H. H. C. M.; SCHAMHARDT, H. C.; BARNEVELD, A. Inertial properties of Dutch Warmblood Horses. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 6, p. 643-658, 1997.

CLAYTON, H.M. Terminology for the description of equine jumping kinematics, **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 9, n. 6, p. 341– 348, 1989.

CLAYTON, H. M. Advances in motion analysis**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 7, n. 2, p. 365-382, 1991.

CLAYTON, H. M. Training Show Jumpers, In: HODGSON, D. R., REUBEN, J. R., **The athletic horse**, London: W. B. Saunders, 1994, p. 429-438.

CLAYTON, H. M., Performance in Equestrian Sports, In: CLAYTON, H., BACK, W., **Equine locomotion**, London: W. B. Saunders, p. 193-226, 2001.

CLAYTON, H. M. **The dynamic horse**, Mason: Sport Horse Publication, 2003, p. 17-59.

CLAYTON, H. M.; SCHAMHARDT, H. C. Measurements techniques for gait analysis, In: CLAYTON, H.; BACK, W. **Equine Locomotion**. W. B. Saunders, 2001, p. 55-76.

DIVERIO, S.; TAMI, G.; MARCHEI, P.; TORTIELLO, C.; CATALANI, M. C.; BARONE, A. Assessing horse performance: a comparison between trainers' and judges' behavior evaluations. **Journal of Veterinary Behaviour**, v. 5, n. 1, p. 53-54, 2010.

DUCRO, B. J.; KOENEN, E. P. C.; VAN TARTWIJK, J. M. F. M.; BOVENHUIS, H. Genetic relations of movement and free-jumping traits with dressage and show jumping performance in competition of Dutch Warmblood horses. **Livestock Science**, n. 107, p. 227-234, 2007.

DEUEL, N. R.; PARK, J. Gallop kinematics of Olympic three-day event horses. **Acta Anatomica**, n.146, p. 168-174, 1993.

EVANGELISTA, D. A. P.; BITTENCOURT, F. Estudo do coeficiente b da função do 2º grau – uma abordagem gráfica. In: II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG CAMPUS BAMBUÍ – II JORNADA CIENTÍFICA. In: **Anais**... Bambuí: IFMG, 2009.

GALLOUX, P.; BARREY, E. Analysis of the equine jumping technique by accelerometry**. Equine Veterinary Journal Supplement**, n. 23, p. 45–50, 1997.

GORECKA-BRUZDA, A.; CHRUSZEWSKI, M. H.; JEZIERSKI, T.; MURPHY, J. Behaviour-related traits of Polish sport horse stallions participating in 100-day performance tests. **Livestock Science**, n. 136, p. 207–215, 2011.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000, p.2-40.

HARRIS, G. F.; WERTSH, J. J. Procedures for gait analysis. **Archive of physical medicine rehabilitation**, v. 75, n. 2, p. 216-225, 1994.

HOLE, S. L.; CLAYTON, H. M.; LANOVAZ, J. L. A note on the linear and temporal stride kinematics of Olyimpic show jumping horses between two fences. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 75, p. 317-323, 2002.

HOLMSTROM, M.; PHILIPSSON, J. Relationships between conformation, performance and health in 4-year-old Swedish Warmblood Riding Horses. **Livestock Production Science**, n. 33, p. 293-312, 1993.

HUIZINGA, H. A.; VAN DER MEIJ, G. J. W. Estimated parameters of performance in jumping and dressage competition of the Dutch Warmblood horse. **Livestock Production Science**, n. 21, p.333– 345, 1989.

JASTES, S.; ALMEIDA, P.; ANDRE, M.; LEITE, D.; ALMEIDA, A. Lançamento oblíquo e o desenvolvimento da balística. **Engenharia de Computação em Revista**, v. 110, n. 7, 2010.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**, v.21, p.160-173, 1972.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. **Applied Statistics**, v.22, p.21-31, 1973.

KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: SAS Publishing, 2000, 574p.

KOENEN, E. P. C.; ALDRIDGE, L. I.; PHILIPSSON, J. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. **Livestock Production Science**, n. 88, p.77–84, 2004.

KOENEN, E. P. C.; VAN VELDHUIZEN, A. E.; BRASCAMP, E. W. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping in competition. **Livestock Production Science**, n. 43, p. 85–94, 1995.

LEACH, D. Recommended terminology for researchers in locomotion and biomechanics of quadrupedal animals, **Acta Anatomica**, v. 146 n. 2–3, 130–136, 1993.

LEACH, D.; ORMORD, K. The technique of jumping a steeplechase fence by competing event horses, **Applied Animal Behavior Science**, v. 12, p. 15– 19, 1984.

LEWCZUK, D.; SLONIEWSKI, K.; REKLEWSKI, Z. Repeatability of the horse's jumping parameters with and without the rider, **Livestock Science**, n. 99, p. 125-130, 2006.

LUHRS-BEHNKE, H.; ROHE, R.; KALM, E. Genetische analysen von reitsportprüfungen und deren beziehungen zu merkmalen der hengstenleistings- und Züchtstutenprüfung. **Züchtungskunde**, n.78, p.119–128, 2006.

MANN, R. W., ANTONSON, E. K., Gait analysis: precise, rapid, automatic, 3D position and orientation kinematics and dynamic. **Bulletin of the Hospital for Joint Disease Orthopaedic Institute**, v. 43, n. 2, p. 137-146, 1983.

MAREY, E. J. **La machine animale: locomotion terrestre et aérienne**. Paris: Libraire Gerner Baillere et Cie, 1873.

MAREY, E. J. **Le mouvement**. Paris: G. Masson, 1894.

MARSOLAIS, G. S.; MC LEAN, S.; DERRICK, T.; CONSEMIUS, M. G. Kinematic analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture, **Journal American Veterinary Medical Association**, v. 222, n. 6, p. 739-743, 2003.

MEERSHOEK, L. S.; VAN DEN BOGERT, A. J. Mechanical analysis of locomotion. In: CLAYTON, H., BACK, W., **Equine locomotion**, London: W. B. Saunders, 2001, p. 305-326.

MIRANDA, A. J. S.; GODOI, F. N.; OLIVEIRA, J. E. G.; SANTOS, C. C.; VASCONCELOS, F. O.; ALMEIDA, F. Q.; TORAL, F. L. B.; BERGMANN, J. A. G. Análise de componentes principais de características cinemáticas de potros durante o salto de obstáculo aos dois anos de idade: ii. Características de desempenho. In: ANAIS VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA FEI/CBH E II SEMINÁRIO INTERNACIONAL CABALLIANA, 2012, Itupeva. **Anais...** Itupeva: FEI/CBH, 2012.

MOGHADDAM, M. S.; KHOSRAVI, N. A biomechanical approach to modeling horses kinematics and kinetics; determination of legs muscle stiffness coefficients. **European Journal of Scientific Research**, v. 22, n. 1, p. 117-128, 2008.

MOORE, D. P.; DEUEL, N. R.; DREVEMO, S.; VAN DEN BOGERT, A. J. Kinematic analysis of world championships three day event horses jumping a cross country drop fence. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 15, n.12, p. 527–529, 1995.

MUYBRIDGE, E. **Animals in motion**, New York: Dover Publications, 1881.

MUYBRIDGE, E. **Muybridge's complete human and animal locomotion**. v. 3. New York: Dover Publication, 1887.

NIGG, B. M.; COLE, G. K. Optical methods. In: NIGG, B. M.; HERZOG, W. **Biomechanics of the muscle skeletal system**. New York: John Wiley & Sons, 1994, pp. 254-286.

PILLINER, S.; ELMHURST, S.; DAVIES, Z. **The Horse in motion**, Malden: Blackwell Publishing, 2002, p. 152-178.

POWERS, P. Linear kinematics at take-off in horses jumping the wall in an international puissance competition. **Sports Biomechanics**, v. 4, n. 2, p. 149-162, 2005.

POWERS, P. N. R.; HARRISON, A. J. Models for biomechanical analysis of jumping horses, **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 12, p. 799-806, 1999.

POWERS. P. N. R.; HARRISON, A. J. A study on the techniques used by untrained horses during loose jumping. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 20, n. 12, p. 845-850, 2000.

RICARD, A.; BRUNS, E.; CUNNINGHHAM, E. P. Genetics of performance traits, In: BOWLING, A. T.; RUVINSKY, A. **The genetics of the horse**. Cambridge: CABI Publishing, 2000.

ROBERTSON, D. G. E.; CALDWELL, G. E. Planar kinematics, In: ROBERTSON, D. G. E.; CALDWELL, G. E.; HAMILL, J.; KAMEN, G.; WHTTLESEY, S. N. **Research methods in biomechanics**, Human Kinetics, 2004.

SAHRMANN, S. Concepts and principles of movement, In: SAHRMANN, S. **Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes**. Mosby, 2000, p. 9-49.

SANTAMARIA, S.; BACK, W.; VAN WEEREN, P.R.; KNAAP, J.; BARNEVELD, A. Jumping characteristics of foals: lead changes and description of temporal and linear parameters, **Equine Veterinary Journal Supplement**. n. 34, p. 302– 307, 2002.

SANTAMARIA, S.; BOBBERT, M. F.; BACK, W.; BARNEVELD, A.; VAN WEEREN, P.R. Can early training of show jumpers bias outcome of selection events? **Livestock Science**. n. 102, p. 163-170, 2006.

SANTAMARIA, S.; BOBBERT, M. F.; BACK, W.; BARNEVELD, A.; VAN WEEREN, P.R. Evaluation of consistency of jumping technique in horses between the ages of 6 months and 4 years. **American Journal of Veterinary Research**. n. 65, p.945–950, 2004a.

SANTAMARIA, S.; BOBBERT, M. F.; BACK, W.; BARNEVELD, A.; VAN WEEREN, P.R. Variation in free jumping technique within and among horses with little experience in show jumping. **American Journal of Veterinary Research**. n. 65, p.938–944, 2004b.

SCHAMHARDT, H.C.; MERKENS, H.W.; VOGEL, V.; WILKENS, C.H. External loads on the limbs of jumping at take-off and landing. **American Journal of Veterinary Research**, n. 54, v. 5, p. 675–680, 1993.

STANHOPE, S. J.; KEPLE, T. M.; MC GUIRE, D. A.; ROMAN, N. L. Kinematic-based technique for event time determination during gait. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 28, n. 4, p. 355-360, 1990.

THOREN-HELLSTEN, E.; VIKLUND, Å.; KOENEN, E. P. C.; 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, **Livestock Science**, n.103, p.1–12, 2006.

VIKLUND, A.; THOREN-HELLSTEN, E.; NASHOLM, A.; STRANDBERG, E.; PHILIPSSON, J. Genetic parameters for traits evaluated at field tests of 3- and 4-year-old Swedish Warmblood horses. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1832-1841, 2008.

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. **Livestock Production Science**, n. 82, p. 61-71, 2003.

WINGFIELD, C. H. T.; STEAD, A. C. Canine kinematic hindleg gait analysis using a microcomputer. **Journal of Small Animal Practice**, v. 34, p. 319-324, 1993.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1990, p. 11-210.

Anexo A – Modelo de Ficha de Avaliação – São Paulo – 2012

CAVALO
Data Nasc.

Alt.		P.T.	
P.C.		P.J.	

FUNCIONALIDADE (0-10)

A)

Descrição	Pontuação	Coeficiente	Pontuação Final	Observações
Passo		3		
Trote		3		
Galope		4		
Pontuação Final (A)				

Observações

MORFOLOGIA (0-10)

B)

Caracteres	Pontuação	Observações
01-Cabeça-Pescoço		
02-Cernelha-Espádua-Braço		
03-Dorso-Lombo		
04-Peito-Tórax-Ventre		
05-Garupa		
06-Membros Anteriores		
07-Membros Posteriores		
08-Aprumos Dinâmicos (x2)		
09-Cascos		
Pontuação Final (B)		

Observações

SALTO (0-10)
1° Dia

C)

Descrição	Pontuação	Observações
01-Atitude		
02-Impulsão		
03-Potência		
04-Amplitude		
05-Temperamento		
06-Mecânica de Anteriores		
07-Mecânica de Posteriores		
08-Flexibilidade		
09-Respeito		
10-Regularidade		
Pontuação Final (C)		

SALTO (0-10)
2° Dia

C)

Descrição	Pontuação	Observações
01-Atitude		
02-Impulsão		
03-Potência		
04-Amplitude		
05-Temperamento		
06-Mecânica de Anteriores		
07-Mecânica de Posteriores		
08-Flexibilidade		
09-Respeito		
10-Regularidade		
Pontuação Final (D)		

GENEALOGIA

E)

Descrição	Pontuação	Observações
Genealogia		

MODELO DE GARANHÃO

F)

Descrição	Pontuação	Observações
Modelo de Garanhão		

Observações

NOTA FINAL
ota A + Nota B + Nota C + Nota D + Nota E+ Nota F)

MÉDIA FINAL

São Paulo, 17 de julho de 2011

Juíz

Apêndice A – Termo de Ciência e Autorização – São Paulo – 2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E AUTORIZAÇÃO

Eu, HENRIQUE FONSECA DE MORAES JUNIOR, responsável pela Aprovação de Reprodutores 2011 da Associação Brasileira de Criadores de Cavalo de Hipismo estou ciente de que os animais submetidos a julgamento (em anexo) farão parte do protocolo de pesquisa intitulado: **Avaliação Cinemática do Salto de Cavalos da Raça Brasileiro de Hipismo**, em desenvolvimento no Departamento de Clínica Médica, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, sob responsabilidade do Professor Doutor Wilson Roberto Fernandes.

Outrossim, declaro ter sido cientificado de forma pormenorizada sobre os procedimentos que serão aplicados nesses animais.

Por estar plenamente concorde firmo o presente.

São Paulo, 16 de julho de 2011

Assinatura

10.630.284-5

RG

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo - SP – Brasil - 05508-270

Fone / Fax: +55 11 3091-1287
+55 11 3091-1288
+ 55-11-3091-1283

Apêndice B – Notas de Funcionalidade – São Paulo – 2012

Cavalo	Juiz	P	T	G
	A	24,0	25,5	30,0
1	**B**	19,5	21,0	26,0
	C	24,0	27,0	30,0
	A	18,0	18,0	28,0
2	**B**	18,0	18,0	30,0
	C	18,0	18,0	28,0
	A	24,0	25,5	36,0
3	**B**	22,5	25,5	34,0
	C	21,0	24,0	36,0
	A	22,5	24,0	34,0
4	**B**	22,5	22,5	30,0
	C	21,0	24,0	34,0
	A	24,0	26,3	34,0
5	**B**	22,5	22,5	28,0
	C	24,0	25,5	34,0
	A	22,5	25,5	32,0
6	**B**	21,0	24,0	32,0
	C	22,5	24,0	32,0
	A	23,4	23,4	32,0
7	**B**	24,0	24,0	32,0
	C	21,0	24,0	34,0
	A	27,0	23,4	34,0
8	**B**	27,0	24,0	34,0
	C	25,5	24,0	34,0
	A	22,5	21,9	30,8
9	**B**	21,0	21,0	28,0
	C	22,5	22,5	30,0
	A	27,0	24,0	36,0
10	**B**	25,5	25,5	32,0
	C	25,5	24,0	36,0
	A	24,9	24,0	32,0
11	**B**	22,5	22,5	32,0
	C	24,0	24,0	32,0
	A	24,0	24,0	32,0
12	**B**	22,5	24,0	32,0
	C	24,0	22,5	32,0
	A	24,9	25,5	34,0
13	**B**	24,0	27,0	34,0
	C	24,0	25,5	34,0
	Média	23,03	23,63	32,17
	Desvio-Padrão	2,24	2,14	2,44
	Mediana	23,4	24,0	32,0
	Mínimo	18,0	18,0	26,0
	Máximo	27,0	27,0	36,0

Apêndice C – Notas de Morfologia – São Paulo – 2012

Cavalo	Juiz	C/P	C/O/A	D/L	T/V	Gr	MA	MP	AD	C
	A	7,0	8,0	7,5	7,0	8,0	8,0	8,0	14,0	8,0
1	**B**	7,5	7,5	7,0	8,0	7,5	7,0	7,5	15,0	8,0
	C	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	14,0	7,0
	A	8,0	7,5	7,5	8,0	8,5	7,5	8,0	12,0	7,0
2	**B**	7,5	8,5	7,5	8,5	7,0	7,0	7,5	12,0	8,0
	C	8,0	9,0	7,0	8,0	8,0	7,0	8,0	12,0	7,0
	A	9,0	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	14,0	7,5
3	**B**	7,5	7,5	7,0	6,5	7,5	7,5	7,5	14,0	7,0
	C	9,0	9,0	8,0	8,0	7,5	8,0	9,0	16,0	7,5
	A	8,0	8,0	8,5	7,5	8,0	8,0	8,0	16,0	8,5
4	**B**	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,0	8,0	16,0	8,0
	C	9,0	8,5	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	17,0	8,0
	A	8,0	7,0	8,0	7,0	7,5	7,5	6,0	17,0	8,0
5	**B**	7,0	7,5	7,0	6,5	7,0	5,0	5,0	15,0	8,0
	C	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	7,0	8,0	17,0	8,0
	A	9,0	8,5	8,5	8,5	9,0	8,0	7,0	16,0	7,5
6	**B**	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	7,0	5,5	14,0	8,0
	C	9,0	9,0	8,0	7,0	8,0	7,5	7,0	16,0	8,0
	A	8,0	9,0	8,5	9,0	9,0	8,0	8,5	17,0	8,0
7	**B**	9,0	8,5	8,0	9,0	8,5	7,5	8,0	17,0	8,0
	C	8,5	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	17,0	8,0
	A	7,5	8,0	8,0	8,0	8,5	7,5	7,5	16,0	8,0
8	**B**	8,0	8,0	7,5	8,0	8,0	7,5	7,0	16,0	8,0
	C	9,5	8,5	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0	16,0	8,0
	A	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	16,0	8,0
9	**B**	8,0	8,0	7,5	8,5	8,0	7,0	7,5	16,0	7,5
	C	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	16,0	8,0
	A	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	8,5	9,0	19,0	8,0
10	**B**	9,0	9,0	8,0	8,5	9,0	8,0	9,0	19,0	7,5
	C	9,5	9,0	8,5	8,0	9,0	8,0	8,5	17,0	8,0
	A	8,5	8,0	7,5	7,5	7,0	8,0	8,0	16,0	8,0
11	**B**	7,5	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5	6,5	15,0	8,0
	C	8,5	8,0	8,0	8,0	7,0	7,8	7,8	15,0	8,0
	A	8,0	8,5	8,0	9,0	8,0	7,0	8,5	16,0	8,5
12	**B**	8,5	8,5	7,0	9,0	7,5	7,5	8,0	16,0	9,0
	C	8,0	8,0	8,5	8,0	8,5	8,0	8,5	16,0	9,0
	A	8,0	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	17,0	8,0
13	**B**	7,0	7,5	7,0	7,5	7,5	7,0	7,5	16,0	8,0
	C	8,0	8,0	7,8	7,8	9,0	8,0	8,0	16,0	8,0
	Média	8,18	8,19	7,78	7,87	7,96	7,56	7,73	15,69	7,91
	Desvio-Padrão	0,64	0,57	0,5	0,7	0,63	0,62	0,85	1,56	0,44
	Mediana	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	8,0	16,0	8,0
	Mínimo	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	5,0	5,0	12,0	7,0
	Máximo	9,5	9,0	8,5	9,0	9,0	8,5	9,0	19,0	9,0

Apêndice D - Notas de Salto – São Paulo – 2012

Cavalo	Juiz	At	Imp	Pot	Amp	Temp	MecA	MecP	Flex	Resp	Reg
	A	9,50	8,50	8,50	8,75	9,00	8,50	8,50	7,85	8,75	8,75
1	**B**	7,75	8,00	7,75	7,75	8,00	7,50	7,75	7,75	8,25	8,75
	C	9,00	8,25	8,25	7,50	9,00	9,00	8,50	8,25	9,00	8,25
	A	8,50	8,25	8,50	8,50	8,50	8,00	8,25	8,00	7,75	8,00
2	**B**	7,75	8,00	8,25	8,25	8,00	8,00	8,50	7,50	7,50	7,25
	C	8,25	8,50	9,25	8,50	9,00	8,25	8,50	8,25	8,50	8,50
	A	8,50	7,75	7,75	7,75	7,50	8,50	7,75	8,00	7,75	8,50
3	**B**	7,00	8,00	8,00	8,25	6,25	8,00	8,00	8,00	7,25	7,25
	C	8,50	8,00	8,00	8,00	7,00	7,75	8,00	8,00	8,00	8,00
	A	10,00	9,00	9,00	8,75	10,00	8,25	9,50	8,25	8,75	9,50
4	**B**	9,00	8,75	8,75	8,75	9,50	8,00	8,25	7,75	9,00	9,00
	C	10,00	9,00	9,00	9,00	10,00	8,50	9,25	9,00	9,00	9,50
	A	7,25	8,25	8,50	8,25	7,75	8,00	8,00	8,35	8,75	7,75
5	**B**	7,00	8,00	7,75	8,00	7,00	6,75	7,75	7,75	7,00	6,25
	C	7,25	8,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,50	8,38	7,75	7,25
	A	8,50	8,75	8,50	8,25	8,50	9,00	8,00	8,50	8,50	8,25
6	**B**	7,75	8,75	8,75	8,75	7,50	7,75	8,00	8,25	7,75	7,00
	C	8,00	8,25	8,25	8,25	8,25	8,75	8,25	8,00	8,25	8,00
	A	9,50	8,25	8,50	8,75	8,75	8,75	8,50	8,50	8,50	9,50
7	**B**	9,00	9,50	9,00	9,25	9,00	8,25	9,00	9,25	9,50	9,50
	C	9,00	8,25	8,25	9,00	8,50	8,00	8,25	8,50	8,50	9,25
	A	7,50	7,50	7,50	7,00	8,00	7,50	7,75	7,00	7,50	7,00
8	**B**	7,00	7,25	7,25	7,00	6,50	6,75	7,75	6,75	7,00	7,00
	C	8,00	7,50	7,50	7,50	8,00	7,00	7,25	7,50	7,00	7,00
	A	10,00	9,00	9,00	8,50	10,00	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00
9	**B**	10,00	9,50	9,50	9,00	10,00	8,75	9,50	10,00	10,00	9,25
	C	10,00	9,00	9,00	8,50	10,00	9,00	9,00	10,00	9,50	9,00
	A	7,50	8,25	8,50	8,00	8,25	7,75	7,50	8,00	7,75	7,25
10	**B**	7,00	7,75	7,75	7,50	7,50	7,50	7,75	7,50	7,00	6,75
	C	7,75	7,75	7,75	8,25	8,25	8,00	7,50	8,00	7,50	7,50
	A	8,00	8,00	8,25	8,25	9,00	8,00	7,75	7,50	8,00	9,00
11	**B**	7,75	7,50	7,25	7,50	7,75	7,50	7,25	7,75	8,00	7,75
	C	9,00	8,25	8,00	8,50	9,00	8,50	8,25	8,25	9,00	9,00
	A	8,00	8,75	9,00	9,00	8,00	8,50	8,25	7,75	8,00	8,25
12	**B**	7,00	8,25	8,25	8,25	7,50	8,50	8,00	7,25	7,50	6,50
	C	9,00	8,25	8,25	7,65	8,00	9,00	8,25	9,00	8,00	8,00
	A	8,00	8,25	8,75	8,00	8,00	8,00	7,50	7,50	8,00	8,50
13	**B**	8,00	8,25	7,75	7,75	7,50	7,75	7,50	7,75	8,00	8,00
	C	8,00	8,00	8,00	8,00	9,00	8,00	7,00	7,75	8,00	8,00
	Média	8,32	8,29	8,31	8,22	8,34	8,12	8,15	8,14	8,20	8,15
	Desvio-Padrão	0,94	0,52	0,55	0,55	0,95	0,58	0,59	0,73	0,78	0,95
	Mediana	8,00	8,25	8,25	8,25	8,25	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
	Mínimo	7,00	7,25	7,25	7,00	6,25	6,75	7,00	6,75	7,00	6,25
	Máximo	10,00	9,50	9,50	9,25	10,00	9,00	9,50	10,00	10,00	10,00

Apêndice E – Notas de Genealogia – São Paulo – 2012

Cavalo	Genealogia
1	85,8
2	75,0
3	91,7
4	87,5
5	83,3
6	90,0
7	85,8
8	74,2
9	89,2
10	85,0
11	88,3
12	80,0
13	90,0
Média	85,06
Desvio-Padrão	5,37
Mediana	85,8
Mínimo	74,2
Máximo	91,7

Apêndice F – Notas de Modelo de Garanhão – São Paulo – 2012

Cavalo	Juiz	Modelo de Garanhão
	A	80
1	**B**	80
	C	83
	A	70
2	**B**	70
	C	75
	A	75
3	**B**	75
	C	75
	A	85
4	**B**	80
	C	87
	A	75
5	**B**	60
	C	75
	A	85
6	**B**	70
	C	85
	A	85
7	**B**	85
	C	85
	A	75
8	**B**	65
	C	75
	A	80
9	**B**	80
	C	80
	A	88
10	**B**	85
	C	87
	A	70
11	**B**	65
	C	70
	A	70
12	**B**	70
	C	78
	A	73
13	**B**	70
	C	75
	Média	76,82
	Desvio-Padrão	6,94
	Mediana	75
	Mínimo	60
	Máximo	88

Apêndice G - Notas de Salto em Liberdade no primeiro dia - São Paulo – 2012

		Salto 1° Dia									
Cavalo	**Juiz**	**At**	**Imp**	**Pot**	**Amp**	**Temp**	**MecA**	**MecP**	**Flex**	**Resp**	**Reg**
	A	9,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	7,7	8,0	8,0
1	**B**	7,5	7,5	7,0	7,5	8,0	7,0	7,0	7,5	8,0	8,5
	C	9,0	8,0	8,0	7,0	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	8,0
	A	9,0	8,5	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5	8,0	8,0
2	**B**	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,5	7,5	7,0	7,0
	C	8,5	9,0	10,0	9,0	9,0	8,5	9,0	8,5	8,5	9,0
	A	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,5	8,0	8,0	8,0	9,0
3	**B**	7,0	8,0	8,0	8,5	6,5	8,0	8,0	8,0	7,5	7,5
	C	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	A	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	7,5	9,0	8,0	8,5	9,0
4	**B**	9,0	8,5	8,5	8,5	9,5	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0
	C	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	8,5	9,0	9,0	9,0	9,0
	A	7,0	9,0	9,0	9,0	7,5	8,5	8,5	8,7	9,5	7,5
5	**B**	7,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	8,0	8,0	7,0	6,5
	C	7,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,5	8,5	8,8	7,5	7,0
	A	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	7,5	7,5
6	**B**	7,5	8,5	8,5	8,5	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0	7,0
	C	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0	8,0	8,0	7,5
	A	9,0	8,0	8,0	8,5	9,0	8,5	8,5	8,0	8,0	9,0
7	**B**	9,0	9,5	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,5	9,5	9,5
	C	9,0	8,0	8,0	9,0	8,5	7,5	8,0	8,5	8,5	9,0
	A	7,5	7,5	7,5	7,0	8,0	7,5	7,0	7,0	7,5	7,0
8	**B**	7,0	7,5	7,5	7,0	6,5	6,5	7,5	6,5	7,0	7,0
	C	8,0	7,5	7,5	7,5	8,0	7,0	7,0	7,5	7,0	7,0
	A	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0
9	**B**	10,0	9,5	9,5	9,0	10,0	8,5	9,5	10,0	10,0	9,0
	C	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	9,0	9,0	10,0	9,5	9,0
	A	7,0	8,0	8,5	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	7,5	7,0
10	**B**	7,0	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,0
	C	7,0	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0	7,5	7,5
	A	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0	7,5	8,0	9,0
11	**B**	7,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,5	7,5	7,5
	C	9,0	8,0	8,0	8,5	9,0	8,5	8,0	8,0	9,0	9,0
	A	8,0	8,5	9,0	9,0	8,0	8,5	8,0	7,5	8,0	8,0
12	**B**	7,0	8,0	8,0	8,0	7,5	8,5	7,5	6,5	7,5	6,5
	C	9,0	8,0	8,0	7,5	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0
	A	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,5
13	**B**	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,5	8,0	8,0
	C	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0	7,5	8,0	8,0
	Média	8,27	8,22	8,26	8,15	8,31	8,06	8,00	8,08	8,13	8,04
	Desvio-Padrão	0,99	0,58	0,66	0,61	0,97	0,62	0,68	0,82	0,81	0,90
	Mediana	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	Mínimo	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	7,0	6,5	7,0	6,5
	Máximo	10,0	9,5	10,0	9,0	10,0	9,0	9,5	10,0	10,0	10,0

Apêndice H - Notas de Salto em Liberdade no segundo dia - São Paulo – 2012

Salto 2° Dia											
Cavalo	**Juiz**	**At**	**Imp**	**Pot**	**Amp**	**Temp**	**MecA**	**MecP**	**Flex**	**Resp**	**Reg**
	A	10,0	9,0	9,0	9,5	9,0	9,0	9,0	8,0	9,5	9,5
1	**B**	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0	8,5	9,0
	C	9,0	8,5	8,5	8,0	9,0	9,0	9,0	8,5	9,0	8,5
	A	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0	7,5	7,5	8,0
2	**B**	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	7,5	8,0	7,5
	C	8,0	8,0	8,5	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0
	A	8,0	7,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,5	8,0	7,5	8,0
3	**B**	7,0	8,0	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0
	C	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0
	A	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	9,0	10,0	8,5	9,0	10,0
4	**B**	9,0	9,0	9,0	9,0	9,5	8,0	8,5	7,5	9,0	9,0
	C	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	8,5	9,5	9,0	9,0	10,0
	A	7,5	7,5	8,0	7,5	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0
5	**B**	7,0	8,0	7,5	8,0	7,0	6,5	7,5	7,5	7,0	6,0
	C	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	7,5	8,5	8,0	8,0	7,5
	A	9,0	9,5	9,0	8,5	9,0	9,0	8,0	9,0	9,5	9,0
6	**B**	8,0	9,0	9,0	9,0	7,5	8,0	8,0	8,5	7,5	7,0
	C	8,0	8,5	8,5	8,5	8,5	9,0	8,5	8,0	8,5	8,5
	A	10,0	8,5	9,0	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	9,0	10,0
7	**B**	9,0	9,5	9,0	9,5	9,0	8,5	9,0	9,0	9,5	9,5
	C	9,0	8,5	8,5	9,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	9,5
	A	7,5	7,5	7,5	7,0	8,0	7,5	8,5	7,0	7,5	7,0
8	**B**	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	7,0	8,0	7,0	7,0	7,0
	C	8,0	7,5	7,5	7,5	8,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,0
	A	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0
9	**B**	10,0	9,5	9,5	9,0	10,0	9,0	9,5	10,0	10,0	9,5
	C	10,0	9,0	9,0	8,5	10,0	9,0	9,0	10,0	9,5	9,0
	A	8,0	8,5	8,5	8,0	8,5	8,0	7,5	8,0	8,0	7,5
10	**B**	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	8,0	7,5	7,0	6,5
	C	8,5	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	7,5	8,0	7,5	7,5
	A	8,0	8,0	8,5	8,5	9,0	8,0	8,5	7,5	8,0	9,0
11	**B**	8,0	8,0	7,5	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,5	8,0
	C	9,0	8,5	8,0	8,5	9,0	8,5	8,5	8,5	9,0	9,0
	A	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,5
12	**B**	7,0	8,5	8,5	8,5	7,5	8,5	8,5	8,0	7,5	6,5
	C	9,0	8,5	8,5	7,8	8,0	9,0	8,5	9,0	8,0	8,0
	A	8,0	8,5	9,5	8,0	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,5
13	**B**	8,0	8,5	8,0	8,0	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	C	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0
	Média	8,37	8,37	8,37	8,28	8,37	8,17	8,30	8,19	8,27	8,26
	Desvio-Padrão	0,96	0,61	0,62	0,61	0,95	0,65	0,65	0,73	0,85	1,06
	Mediana	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0	8,0	8,0
	Mínimo	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,5	7,0	7,0	7,0	6,0
	Máximo	10,0	9,5	9,5	9,5	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Apêndice I. Variáveis cinemáticas calculadas no primeiro dia de Salto em Liberdade– São Paulo – 2012

Cavalo	vY (m/s)	vX (m/s)	Hmáx (cm)	∆Y (cm)	∆X (cm)	θv (°)	θd (°)	hMT (cm)	hMP (cm)	tMT (cm)	tMP (cm)	∆MT	∆MP	a	b	c
1	2,61	5,31	70,59	30,16	283,28	26,20	21,57	20,72	16,45	30,51	65,01	0,32	0,53	-0,0015	0,0549	69,90
2	2,45	4,84	72,90	27,02	257,92	26,84	21,87	13,05	23,48	36,36	56,83	0,35	0,48	-0,0017	0,1375	69,95
3	2,78	4,45	70,28	25,32	222,59	34,45	20,76	17,36	14,73	32,55	47,78	0,33	0,42	-0,0020	0,2817	59,46
4	2,78	4,05	87,44	37,87	242,89	34,42	29,36	41,56	21,05	31,84	50,15	0,33	0,45	-0,0025	0,2601	80,98
5	2,94	3,88	89,94	37,13	232,67	37,92	27,94	47,04	44,93	27,91	44,13	0,27	0,37	-0,0028	0,1682	87,09
6	2,78	4,86	79,55	33,53	275,21	29,73	25,30	28,18	27,09	29,08	56,01	0,29	0,51	-0,0019	0,1498	76,62
7	2,29	4,85	69,67	25,26	226,12	25,27	19,06	20,26	20,27	32,94	55,94	0,35	0,52	-0,0019	0,1570	65,70
8	3,10	4,09	96,22	38,83	245,37	37,18	29,35	31,47	21,88	41,23	68,65	0,40	0,55	-0,0027	0,1143	94,55
9	3,27	3,91	91,92	40,17	240,91	39,91	34,19	31,85	22,30	39,93	49,92	0,41	0,45	-0,0028	0,3560	80,80
10	2,94	5,47	70,47	31,25	309,96	28,19	19,25	15,26	35,27	42,94	75,61	0,43	0,66	-0,0013	0,0155	70,44
11	2,29	4,37	76,34	23,49	203,72	27,65	22,99	21,44	14,81	32,04	77,23	0,31	0,63	-0,0021	0,1503	73,30
12	2,94	4,38	82,90	37,39	255,58	33,89	24,73	28,01	12,16	36,81	49,36	0,37	0,42	-0,0021	0,2354	75,75
13	2,61	4,17	83,43	31,12	222,24	31,98	25,87	33,83	9,52	35,64	69,39	0,35	0,58	-0,0025	0,1521	79,85
Média	2,75	4,51	80,13	32,20	247,57	31,82	24,79	26,92	21,84	34,60	58,92	0,35	0,50	-0,002	0,172	75,721
Desvio-Padrão	0,29	0,50	8,87	5,53	27,80	4,67	4,32	9,80	9,29	4,51	10,63	0,04	0,08	0,000	0,089	8,861
Mediana	2,78	4,38	79,55	31,25	242,89	31,98	24,73	28,01	21,05	32,94	56,01	0,35	0,51	-0,002	0,152	75,752
Mínimo	2,29	3,88	69,67	23,49	203,72	25,27	19,06	13,05	9,52	27,91	44,13	0,27	0,37	-0,003	0,015	59,460
Máximo	3,27	5,47	96,22	40,17	309,96	39,91	34,19	47,04	44,93	42,94	77,23	0,43	0,66	-0,001	0,356	94,547

Apêndice J. Variáveis cinemáticas calculadas no segundo dia de Salto em Liberdade – São Paulo – 2012

Cavalo	vY (m/s)	vX (m/s)	Hmáx (cm)	∆Y (cm)	∆X (cm)	θv (°)	θd (°)	hMT (cm)	hMP (cm)	tMT (cm)	tMP (cm)	∆MT	∆MP	a	b	c
1	2,61	5,41	74,72	33,31	288,60	25,78	20,18	15,97	63,85	38,16	70,84	0,40	0,58	-0,0016	-0,0172	73,73
2	2,45	5,07	77,85	25,60	253,29	25,81	18,55	16,21	15,66	34,97	64,92	0,33	0,55	-0,0017	0,1079	75,35
3	2,29	5,14	73,86	23,92	239,81	23,99	20,79	19,03	8,99	41,74	53,74	0,42	0,47	-0,0017	0,2260	66,27
4	2,29	4,49	79,19	29,83	224,52	26,99	25,86	19,23	32,21	34,05	55,41	0,36	0,50	-0,0022	0,1947	74,77
5	2,61	4,16	68,74	25,64	207,76	32,17	23,77	15,61	22,36	37,68	37,28	0,37	0,31	-0,0024	0,0716	68,52
6	3,10	4,48	90,93	42,34	284,05	34,66	29,05	31,92	20,59	36,96	50,22	0,37	0,45	-0,0022	0,3045	80,55
7	2,61	4,93	76,11	30,09	263,20	27,91	22,69	25,21	32,45	33,15	60,16	0,35	0,56	-0,0018	0,1293	73,44
8	2,61	4,78	82,93	33,70	255,04	28,66	24,19	33,68	36,84	31,07	66,67	0,30	0,53	-0,0020	0,0245	81,81
9	2,78	4,35	83,78	32,07	246,83	32,51	26,04	25,26	14,74	36,01	52,57	0,37	0,47	-0,0021	0,3668	67,02
10	2,61	4,54	71,30	26,70	227,07	29,11	22,56	12,52	8,35	41,75	52,10	0,42	0,45	-0,0020	0,1589	67,87
11	2,61	4,49	79,95	24,93	217,05	30,10	23,55	32,83	45,32	29,90	61,79	0,29	0,50	-0,0021	0,0981	78,34
12	2,94	4,46	87,94	36,13	252,93	33,37	26,89	29,75	9,93	33,46	63,11	0,33	0,54	-0,0022	0,2158	82,14
13	2,61	5,40	79,62	28,70	269,77	25,85	21,17	26,10	17,24	36,24	60,40	0,36	0,50	-0,0016	0,0721	78,79
Média	2,63	4,75	78,99	30,23	248,45	28,99	23,48	23,33	25,27	35,78	57,63	0,36	0,49	-0,002	0,150	74,51
Desvio-Padrão	0,22	0,39	6,08	5,05	23,84	3,23	2,84	7,04	15,71	3,45	8,39	0,04	0,07	0,000	0,105	5,46
Mediana	2,61	4,54	79,19	29,83	252,93	28,66	23,55	25,21	20,59	36,01	60,16	0,36	0,50	-0,002	0,129	74,77
Mínimo	2,29	4,16	68,74	23,92	207,76	23,99	18,55	12,52	8,35	29,90	37,28	0,29	0,31	-0,002	-0,017	66,27
Máximo	3,10	5,41	90,93	42,34	288,60	34,66	29,05	33,68	63,85	41,75	70,84	0,42	0,58	-0,002	0,367	82,14