

**ANA D'OREY BOTELHO MARQUES DO
MONTEPEGADO**

**ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A INFLUÊNCIA
DA CONFORMAÇÃO NO DESEMPENHO
DESPORTIVO DE CAVALOS DE SALTO DE
OBSTÁCULOS**

Presidente: Professora Doutora Laurentina Pedroso

Orientador: Professor Doutor Manuel Pequito

Arguente: Professor Doutor Mário Cotovio (UTAD)

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2017

**ANA D'OREY BOTELHO MARQUES DO
MONTEPEGADO**

**ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A INFLUÊNCIA
DA CONFORMAÇÃO NO DESEMPENHO
DESPORTIVO DE CAVALOS DE SALTO DE
OBSTÁCULOS**

Dissertação apresentada para a obtenção de Grau de Mestre em Medicina Veterinária no curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Presidente: Professora Doutora Laurentina Pedroso

Orientador: Professor Doutor Manuel Pequito

Arguente: Professor Doutor Mário Cotovio

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação de mestrado ao meu filho Mateus. Espero que o seu gosto e admiração por cavalos nunca se desvançam...

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, mais fundo do que o meu coração, por me proporcionaram um dos maiores sonhos da minha vida. Agradeço-lhes por estarem sempre presentes, por mais longe ou perto que estivessem, com o seu apoio incondicional ao longo de todo o processo que me trouxe até aqui.

Muito obrigada ao Bruno Rodrigues que, mal me conhecendo, ajudou-me e deu-me confiança e vontade para me concentrar e prosseguir com o meu estudo.

Obrigada ao Professor João Abrantes pela sua ajuda em matérias menos acessíveis para mim.

Obrigada à Ana Carminé por toda a ajuda que me prestou. Não só na recolha dos dados, como também a nível pessoal, tendo sido o meu barco de apoio num período turbulento.

Obrigada aos meus colegas e amigos Inês Guerra, Miguel Lajas, Diana Paulino, Elizabeth Silva, Susana Sousa e Ana Filipa Guilherme por me acompanharem neste trajeto, por mais ou menos tempo, e o tornarem mais fácil e feliz.

Muito obrigada a todos aqueles que diariamente me perguntavam pelo fim deste trabalho e me espicaçaram a terminá-lo.

Agradeço ao meu marido a força e os conselhos que me deu; a paciência que me despendeu; e a sua presença constante.

RESUMO

A seleção precoce de cavalos para desporto é, comumente, realizada pela avaliação das características morfológicas e de qualidade dos andamentos, sendo que as primeiras influenciam a segunda.

Neste trabalho, analisa-se a importância de parâmetros biométricos como a altura ao garrote, altura à garupa, comprimento, perímetro torácico, inclinações da escápula e osso coxal, os ângulos articulares do ombro e anca e algumas relações entre estes, no desempenho desportivo de cavalos da disciplina de saltos de obstáculos.

Os resultados obtidos demonstram uma correlação média entre o perímetro torácico, peso e ângulo do ombro com a altura saltada; uma relação forte para o ângulo da anca e a altura saltada; uma relação média entre a inclinação do osso coxal e ângulo da anca com o número de pontos; e uma relação alta para o ângulo do ombro e o número de pontos em prova, sendo que este último é o único que apresenta um resultado com significância de $p < 0,05$.

Com este estudo preliminar detetou-se que alguns parâmetros biométricos têm influência no desempenho desportivo. Será interessante realizar este estudo numa amostra maior e relacionar os resultados com a cinemática da bordagem aos obstáculos.

Palavras chave: conformação, obstáculos, desempenho desportivo, biomecânica, angulações.

ABSTRACT

The selection of young horses for sport is commonly made by assessing morphological characteristics and gait's quality, being that the first influence the posterior.

In this work, it is going to be analysed the importance of height at the withers, height at the croup, length, thoracic girth, the angles of the scapula and coxal bones with the horizontal, the angles of the shoulder and hip's joints and some relations between this parameters in the performance of show jumpers.

The results in this study showed that there is a correlation of medium strength between the thoracic girth, weight and shoulder angle and the height of the jump; a strong correlation between hip angle and the height of the jump; a medium strength between the angle of the hip with the horizontal and hip angle and the classification points; a strong correlation between shoulder angle and the classification points, with the last correlation the only one with $p < 0,05$.

This preliminary study shows that some biometric parameters have influence on the performance of show jumpers. It would be interesting to realize this study in a major sample and evaluate if the parameters have influence in the cinematic of the approach to a jump.

Keywords: conformation, obstacles, performance, biomechanics, angulations

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AG – altura ao garrote

AGp – altura à garupa

AA – ângulo anca

AO – ângulo ombro

AS – altura saltada

C - comprimento

cm – centímetro(s)

CV – coeficiente de variação

FEI – *Federation equestre internacional*/ federação equestre internacional

IE – inclinação da escápula

IC – inclinação do osso coxal

m – metro(s)

MA – membro anterior

MAL – membro anterior líder

MAS- membro anterior seguidor

MP – membro posterior

MPL – membro posterior líder

MPS – membro posterior seguidor

P – peso

PA – passada de aproximação

PAf – passada de afastamento

PS – passada do salto

PT – perímetro torácico

Pts – pontos em prova

ÍNDICE GERAL

CONTEÚDO

Dedicatória.....	2
Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Abreviaturas e símbolos	6
Índice geral	8
Índice de tabelas	11
Índice de ilustrações	11
1. Introdução.....	12
1.1. Desempenho desportivo em cavalos	13
1.1.1. Fatores biomecânicos	14
1.1.2. Qualidade de andamentos	16
1.1.3. Conformação	18
1.2. Conformação e biomecânica.....	27
1.2.1. Anatomia e biomecânica das articulações do ombro e anca	29
1.3. O cavalo e a disciplina de obstáculos	31
1.3.1. Disciplina de obstáculos	31
1.3.2. Biomecânica em obstáculos	32
1.3.3. Selecionar o cavalo de obstáculos	37
1.4. Justificação do estudo	40
1.5. Objetivos do estudo	41
2. Materiais e métodos	42
2.1. Seleção de cavalos para o estudo	42
2.2. Recolha de dados	42
3. Resultados	47

3.1.	Caracterização da amostra	47
3.1.1.	Altura ao garrote e à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso.....	47
3.1.2.	Inclinação da escápula e do coxal, ângulos do ombro e da anca.....	47
3.1.3.	Altura dos saltos e pontuação em prova	48
3.1.4.	Coeficientes de variação e cálculo do tamanho da amostra	48
3.1.5.	Assimetria e curtose.....	49
3.2.	Correlações	49
3.2.1.	Parâmetros biométricos	49
3.2.2.	Correlações entre os parâmetros biométricos e o desempenho desportivo	50
4.	Discussão de Resultados	52
4.1.	Recolha e análise de dados	52
4.2.	Raça	53
4.3.	Idade.....	54
4.4.	Altura ao garrote e à garupa.....	54
4.5.	Comprimento	57
4.6.	Perímetro Torácico	58
4.7.	Peso.....	59
4.8.	Inclinação da escápula e do coxal.....	60
4.9.	Ângulo escapulo-umeral e coxofemoral	61
4.10.	Importância dos resultados.....	63
4.11.	Limitações	63
4.11.1.	Local e modo de recolha de dados.....	63
4.11.2.	Tamanho da amostra	63
4.11.3.	Análise bidimensional.....	64
5.	Conclusões	65
	Bibliografia.....	66
	Apêndices	I

Apêndice I.....	I
Anexos.....	III
Anexo I	III

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Altura ao garrote, altura à garupa, diferenças entre a altura ao garrote e à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso	47
Tabela 2 - Inclinação da espádua, inclinação do coxal, ângulo escápulo-umeral e ângulo coxo-femural.....	48
Tabela 3 - Análise descritiva da mediana da altura dos saltos e da mediana dos pontos em prova	48
Tabela 4 - Coeficiente de Variação da altura ao garrote, altura à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso.....	49
Tabela 5 - Análise da assimetria e <i>curtose</i> dos parâmetros biométricos da mostra	50
Tabela 6 - Correlações entre os parâmetros selecionados e a altura dos saltos e a pontuação em prova	50

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Constituição óssea e respectivos processos ósseos da porção proximal do membro torácico (adaptado de Baxter et al., 2011).....	29
Ilustração 2 - Ossos da porção proximal do membro posterior e respectivos processos ósseos (adaptado de Baxter <i>et al.</i> , 2011).....	30
Ilustração 3 - O salto perfeito (adaptado de <i>The horse magazine</i> , 2016)	32
Ilustração 4 - Terminologia das passadas precedentes e consequentes da abordagem a um obstáculo (adaptada de Clayton, 2001).....	33
Ilustração 5 - Fotografia onde se observam os 7 marcadores colocados nas protuberâncias ósseas).....	43
Ilustração 6 - Sobreposição da digitalização da imagem no programa Digitize XX e o diagrama com o comprimento, inclinações e ângulos obtido no programa Microsoft Office Excel	44

1. INTRODUÇÃO

O cavalo é uma espécie que resulta de milhões de anos de evolução (Hermsen, 2003; Weeren & Denoix, 2006; Brooks, 2010). Para além das alterações ambientais às quais os cavalos se foram adaptando ao longo dos séculos e que promoveram a sua evolução, também o Homem teve um papel muito influente nas características apresentadas pelos cavalos dos dias de hoje (Hermsen, 2003; Weeren, 2006; Solé *et al.*, 2013).

De início o cavalo fazia parte da dieta do homem primitivo, mas rapidamente começou a ser utilizado no transporte e na realização de certas tarefas (Weeren, 2001; Caspar *et al.*, 2015). Com a sua crescente utilização, o Homem apercebeu-se que determinados cavalos se adequavam de forma diferente a determinados trabalhos e sentiu a necessidade de começar a seleccionar e criar cavalos adaptados a tarefas distintas (Hermsen, 2003; Weeren, 2006). Deste modo, ao longo da história, conforme as necessidades do homem, a criação de cavalos tomou diversos rumos e, a determinada altura, o cavalo pesado com capacidade para trabalho de tração foi sendo substituído pelo cavalo ligeiro, ideal para a prática de equitação (Hermsen, 2003).

Esta grande reviravolta ocorreu essencialmente após segunda grande guerra mundial (Weeren, 2001; Weeren, 2006). Nesta época, o aumento acelerado da mecanização na agricultura levou à diminuição do relevo do cavalo no trabalho de campo (Weeren, 2001; Hermsen, 2003; Weeren, 2006). Contudo, o tempo para lazer aumentou (Hermsen, 2003) e nas décadas de 60 e 70 do século XX (Weeren, 2001), os cavalos retomaram o seu protagonismo, mas agora, nas áreas do desporto e lazer (Weeren, 2001; Hermsen, 2003; Weeren, 2006).

Diversas raças foram seleccionadas e melhoradas por todo o mundo com o intuito de obter cavalos que satisfizessem o desejo do homem: possuir um animal com o melhor rendimento dentro de determinada aptidão (Hermsen, 2003; Bartolomé *et al.*, 2012). Por isso, existem atualmente diferentes tipos de cavalos, apresentando características distintas de conformação, carácter, natureza, aspeto e aptidão (Hermsen, 2003; Beeman, 2008; Komosa *et al.*, 2014).

Dentro destes parâmetros, a conformação parece ser o fator mais influente no favorecimento de uma aptidão em relação a outra e determinar a forma como o cavalo se

move (Ross & McIlwraith, 2011; Beeman, 2008; Komosa *et al.*, 2014), sendo que pequenas alterações nos parâmetros biométricos e de posicionamento, como um maior comprimento de determinado osso ou ângulos articulares mais ou menos fechados podem alterar significativamente a habilidade dos cavalos em realizar determinado exercício (Wardrope, 2005a). Pensa-se que são as características da posição da cabeça em relação ao pescoço e deste em relação ao tronco, dos ângulos do ombro e da garupa, as de maior influência na aptidão (Beeman, 2008).

Para além de permitir distinguir aptidões desportivas e de trabalho (Jones, 1989; Dalin & Jeffcott, 1994; Barrey *et al.* 2002; Weller *et al.*, 2006; Beeman, 2008; Robert *et al.*, 2013; Solé *et al.*, 2013; Godoi *et al.*, 2016), a avaliação da conformação é utilizada com frequência na avaliação do sistema músculo-esquelético (Jones, 1989; Barrey *et al.* 2002; Robert *et al.*, 2013), em exames de ato de compra, na seleção de futuros reprodutores e para recomendação do tipo de ferração a ser utilizada (Jones, 1989; Barrey *et al.*, 2002; Ross & McIlwraith, 2011; Beeman, 2008). Ainda através da conformação, é possível prever dentro de um grupo de cavalos, aquele que poderá ter um desempenho desportivo superior ao outro (Beeman, 2008).

1.1. Desempenho desportivo em cavalos

Com a diversidade de desportos equestres que existem hoje em dia, as capacidades atléticas pretendidas nos cavalos variam com a disciplina a que estes se destinam (Back & Clayton, 2001). Exemplo disso são os cavalos de corrida de velocidade, que precisam de ter uma aceleração rápida e a capacidade de gerar altas velocidades, enquanto os cavalos de ensino são selecionados pelos seus andamentos bonitos, executados com uma elevada técnica (Back & Clayton, 2001).

Existem vários componentes que influenciam o desempenho desportivo de um cavalo (Back & Clayton, 2001). Estes podem ser extrínsecos ou intrínsecos a este (Beeman, 2008). Como componentes extrínsecos ao cavalo, considera-se o grau de treino, a capacidade física, o estado de saúde, o tipo de ferração colocada, o tipo de piso e o nível técnico do cavaleiro (Jones, 1989; Beeman, 2008; Komosa *et al.*, 2014). Já como componentes intrínsecos são de referir o bom funcionamento dos sistemas cardiovascular, respiratório, digestivo, nervoso, músculo-esquelético e endócrino e a vontade de agradar ao cavaleiro (Hodgson & Rose, 1994; MacLeay, 2010; Toribio, 2010; Beeman, 2008).

Outros componentes que se associam ao desempenho desportivo são fatores biomecânicos, de qualidade de andamentos (Jones, 1989; Back & Clayton, 2001; Komosa *et al.*, 2014) e de conformação (Jones, 1989; Hermesen, 2003; Beeman, 2008), sendo que a conformação tem um papel fundamental nos dois primeiros (Back & Clayton, 2001).

Como a temática desta dissertação é a conformação e sua influência no desempenho desportivo, apenas serão abordados os tópicos que estão direta e indiretamente relacionados com esta, tal como os fatores biomecânicos e a qualidade de andamentos, e a própria conformação.

1.1.1. Fatores biomecânicos

A biomecânica é a aplicação das leis da mecânica em sistemas vivos (Clayton, 1994). De entre os fatores biomecânicos, relacionados com a conformação, encontram-se a velocidade, eficácia do movimento, estabilidade e maneabilidade e coordenação (Clayton, 2001).

1.1.1.1. Velocidade

A velocidade é um factor determinante em cavalos de corrida, mas também é desejado noutras disciplinas (Clayton, 2001). Pelo facto de os cavalos alterarem a sua velocidade por variações espaciais e temporais entre os seus membros, diz-se que a velocidade é dada pelo produto entre o comprimento e a frequência da passada (Barrey, 2001; Clayton, 2001).

O comprimento de uma passada está relacionado com o comprimento dos membros do cavalo e com o ponto de rotação dos mesmos (Clayton, 2001). O ponto de rotação dos membros anteriores faz-se na região da tuberosidade da espinha da escápula não se alterando, praticamente, nos diferentes andamentos (Clayton, 2001). Já o ponto de rotação dos posteriores varia dos andamentos simétricos, como o passo, o trote e o *pace*¹, para os andamentos assimétricos, como o galope e a carga (Clayton, 2001). Nos primeiros, a rotação dos posteriores faz-se na articulação da anca, e nos segundos faz-se na região lombo-sagrada, tornando o comprimento da passada maior (Clayton, 2001). Por este motivo, as corridas de galope são mais rápidas que as corridas de trote ou *pace* (Clayton, 2001).

¹ Andamento a dois tempos, lateralizado, onde os membros do mesmo lado avançam simultaneamente (Equestrian and horse, 2012).

A frequência da passada depende da velocidade do ciclo de protração e retração dos membros (Clayton, 2001). Esta, por sua vez, depende da percentagem de fibras musculares de contração rápida (Clayton, 2001). As fibras de contração rápida permitem uma maior rapidez de protração e retração dos membros e a habilidade de gerar uma força elevada e grande impulso durante a fase de apoio² (Clayton, 2001).

1.1.1.2. Eficiência do movimento

A eficiência do movimento corresponde à forma como é utilizada a energia despendida na realização do mesmo (Clayton, 2001).

Os cavalos possuem diversos sistemas fisiológicos que permitem o uso menos dispendioso da energia para a sua locomoção (Clayton, 2001). Estes mecanismos englobam: as propriedades de peso e inércia dos seus segmentos individuais, que colocam o seu centro de massa deslocado cranialmente relativamente ao centro do seu tórax; a cinemática dos seus membros; a concentração e libertação de energia nas fibras elásticas de tendões e ligamentos; e a transferência de energia cinética entre os segmentos do corpo (Clayton, 2001).

Com o treino, a eficiência do movimento melhora (Clayton, 2001). Isto deve-se ao facto dos padrões de ativação muscular serem alterados e passarem a apresentar uma ordem temporal e sequencial específica para determinado exercício (Clayton, 2001). Deste modo, deixa de existir um desperdício de energia pelo bloqueio dos músculos antagónicos (Clayton, 2001).

1.1.1.3. Estabilidade e maneabilidade

A estabilidade e maneabilidade são características com necessidades um pouco divergentes (Clayton, 2001). Para que haja estabilidade o centro de massa do cavalo tem de ser deslocado ventralmente e centrado com o ponto médio da sua base de sustentação (Clayton, 2001). Já para haver maneabilidade, o centro da massa deve ser deslocado para o perímetro da base de sustentação, para que haja facilidade na deslocação do corpo (Clayton, 2001).

² Momento em que o membro se encontra em contato com o solo.

1.1.1.4. Coordenação

Os padrões de coordenação e de fases de apoio de cada membro têm uma grande influência na eficiência locomotora, rapidez de movimento e estética do mesmo (Clayton, 2001). Determinados padrões de coordenação definem os andamentos que se podem observar na locomoção de cavalos (Clayton, 2001). No entanto, a sincronização altera de cavalo para cavalo, o que vai afetar a estética e a energia do movimento (Clayton, 2001).

Um factor que influencia a sincronização é a conformação (Hodgson & Rose, 1994). Por exemplo, em cavalos de corrida, uma conformação apropriada, especialmente do ombro, permite que no galope, na tentativa de manter uma alta velocidade, o peso do cavalo seja transferido do membro posterior líder para o anterior seguidor de forma suave e harmoniosa (Hodgson & Rose, 1994). O membro posterior suporta o peso quando o anterior contacta com o solo e este é capaz de amortecer as forças que lhe são transferidas (Hodgson & Rose, 1994). Tal não se verifica em cavalos com uma conformação considerada imprópria (Hodgson & Rose, 1994). A conformação incorreta vai levar a uma dissociação dos posteriores e dos anteriores e o peso, em vez de ser transferido de forma suave, é projetado dos posteriores para os anteriores, aumentando o *stress* nos membros anteriores (Hodgson & Rose, 1994).

Estes parâmetros biomecânicos vão ser os grandes responsáveis pela qualidade de andamentos, a qual, nos dias de hoje, é um factor determinante para um bom desempenho desportivo (Back, 2001).

1.1.2. **Qualidade de andamentos**

É, geralmente, avaliada durante o trote: andamento realizado em dois tempos, simétrico e saltado entre duas diagonais³ (Barrey, 2001; Hermesen, 2003). Sequencialmente, o trote pode ser representado por um momento de suspensão; seguido pelo primeiro tempo, com a fase de apoio dos membros anterior direito e posterior esquerdo no chão; outro momento de suspensão; um segundo tempo, com a fase de apoio do anterior esquerdo e posterior direito; e pela repetição sucessiva deste ciclo (Hermesen, 2003).

Cavalos cujos andamentos são classificados como bons, apresentam um trote específico, onde a velocidade do trote é aumentada não pelo aumento da frequência da passada, mas sim pelo aumento do comprimento desta (Barrey, 2001; Clayton, 2001).

³ Conjunto formado por um membro anterior e o posterior contra lateral.

Geralmente, estes cavalos apresentam uma retração maior dos membros anteriores e maior protração dos posteriores (Barrey, 2001; Clayton, 2001). Isto gera uma passada larga pelos membros anteriores, o que está positivamente correlacionado com o alcance de movimento da escápula (Clayton, 2001).

Durante uma passada de cavalos de elite, quando comparada com uma passada de outros cavalos, é possível reparar que os primeiros apresentam uma fase de apoio mais curta e uma fase de balanço⁴ mais prolongada (Galisteo *et al.*, 1998; Barrey, 2001; Clayton, 2001). Estas duas características são, deste modo, consideradas pontos positivos na avaliação de andamentos (Galisteo *et al.*, 1998).

Apesar da sua designação de andamento a dois tempos, durante o trote os membros de uma diagonal não tocam no chão nem o abandonam precisamente ao mesmo tempo (Barrey, 2001; Clayton, 2001). O lapso de tempo entre o apoio dos membros da mesma diagonal designa-se de colocação avançada da diagonal e o lapso de tempo entre a descolagem do solo pelos mesmos membros designam-se por descolagem avançada da diagonal (Barrey, 2001; Clayton, 2001). Estas são consideradas positivas se o membro posterior da diagonal apresentar uma ação primária tanto no apoio como na descolagem (Barrey, 2001; Clayton, 2001). Cavalos que apresentem a colocação avançada da diagonal e a descolagem avançada da diagonal positivas são considerados cavalos com bons andamentos e com bom equilíbrio (Barrey, 2001; Clayton, 2001). A dissociação do apoio e de descolagem dos membros dentro da diagonal tem tendência a aumentar com o treino (Barrey, 2001; Clayton, 2001). Isto deve-se ao facto do treino ser realizado de forma a aumentar a coleção do cavalo e a sua capacidade de se sustentar a si mesmo, o que vai proporcionar uma maior elevação da porção anterior do corpo (Barrey, 2001; Clayton, 2001).

Cavalos com bons andamentos, durante a fase máxima de protração do membro anterior, conseguem elevar mais a articulação do carpo e flexionar esta articulação e a articulação do cotovelo mais do que cavalos com piores andamentos (Barrey, 2001). Acredita-se que ombros com uma conformação pouco inclinada tenham um papel importante neste movimento, facilitando o movimento de balanço para adiante e para cima (Clayton, 2001). Este tipo de movimento indica que o cavalo está a controlar todo o movimento dos seus

⁴ Momento em que o membro não se encontra em contato com o solo.

membros na fase de balanço, não permitindo que este seja realizado com base em forças de inércia e restrições anatómicas (Clayton, 2001).

Em relação aos membros posteriores, espera-se que cavalos com bons andamentos façam o apoio dos membros o mais avançado possível bem por baixo do seu tronco e à frente da tuberosidade coxal, apresentando uma flexão das articulações da soldra e curvilhão superior à dos outros cavalos (Clayton, 2001). Durante a fase de apoio, é esperado que nestes cavalos exista uma maior inclinação da pélvis (Clayton, 2001). No final da fase de apoio, cavalos com bons andamentos apresentam uma maior rapidez na retração dos membros (Clayton, 2001).

1.1.3. Conformação

1.1.3.1. Definição

A conformação de um cavalo é dada pela relação de proporção que existe entre as partes do seu corpo (Hermesen, 2003). É a relação entre os contornos do animal que, através das vistas cranial, lateral e caudal, permite determinar se os membros são direitos e os ângulos corretos (Beeman, 2008). Dito de outra forma, segundo Nixon (1998), a conformação é definida como os traços do corpo formados pelo comprimento dos ossos, pela distância entre as extremidades livres e pelos ângulos formados pelas articulações (Nixon, 1998). Acima de tudo, conformação é a relação entre forma e função, sendo esta relação essencial na estrutura do cavalo, interferindo na locomoção tanto espontânea, como durante o trabalho ou desporto (Beeman, 2008).

1.1.3.2. Utilidade

Pensa-se que Xenophon, dos anos 430 – 354 AC, tenha sido o primeiro homem a escrever sobre a conformação de cavalos, descrevendo detalhadamente características desejáveis ou indesejáveis (Back & Clayton, 2001; Weeren, 2006). Ainda hoje se utilizam alguns dos seus critérios e pensamentos, tais como os membros posteriores serem o elemento propulsor da locomoção desta espécie (Galisteo *et al.*, 1998; Back & Clayton, 2001; Hermesen, 2003, Lawrence, 2006; Weeren, 2006), o facto de uma região lombar curta e larga ser preferível a uma linha superior comprida, existir uma preferência por metacarpos e metatarsos maciços, as quartelas deverem ter inclinações intermédias e os cascos deverem ser bem

proporcionados (Weeren, 2006). No seu trabalho, Xenophon reconhece a relação entre conformação e funcionalidade (Weeren, 2006).

A avaliação da conformação é diariamente realizada por médicos veterinários, quer seja em exames em ato de compra ou na abordagem clínica a problemas locomotores e ortopédicos (Jones, 1989; Beeman, 2001; Anderson *et al.*, 2004; Weeren, 2006; Robert *et al.* 2013).

Alguns criadores e associações de determinadas raças usam a conformação para classificar os cavalos e, deste modo, selecionar precocemente futuros reprodutores e desportistas (Jones, 1989; Holmström, 2001; Weeren, 2006; Bakhtiari & Heshmat, 2009; Robert *et al.*, 2013). A avaliação em tenra idade permite, também, escolher métodos corretivos para solucionar certos defeitos não fisiológicos de conformação, criando benefícios comerciais futuros (Bakhtiari & Heshmat, 2009; Robert *et al.*, 2013). Frequentemente, estes defeitos encontram-se na porção distal dos membros e podem ser corrigidos através de ferrações ortopédicas, se realizadas na idade correta (Robert *et al.*, 2013). Após as correções, a venda de cavalos ao desmame ou com um ano de idade faz-se mais facilmente, pois apresentam uma conformação promissora de um bom desportista e com menor probabilidade de lesões músculo-esqueléticas (Robert *et al.*, 2013).

Existe uma estreita relação entre conformação, qualidade de andamentos e desempenho desportivo (Pallottino *et al.*, 2015). Contudo, a sua importância no desempenho desportivo, varia com o desporto equestre em questão, apresentando uma menor importância em cavalos de corrida e elevada importância nas disciplinas de ensino e saltos de obstáculos (Jones, 1989; Holmström, 2001). Na seleção de cavalos de ensino e de saltos de obstáculos para reprodução, por exemplo, a conformação é um dos principais fatores a ter em conta, enquanto em cavalos de corrida, pelo facto de a sua carreira desportiva começar muito cedo e ser relativamente curta, a seleção destes cavalos faz-se maioritariamente com base no desempenho desportivo (Holmström, 2001).

Deste modo, excetuando algumas disciplinas, a conformação é comumente utilizada como ferramenta para melhoramento genético nos cavalos (Pallottino *et al.*, 2015).

1.1.3.3. Método de avaliação biométrica em cavalos

Lawrence (2006) considera que a análise da conformação é feita pela comparação sistemática de um cavalo em relação a outro, e de todos os cavalos em relação à conformação de um exemplar da sua raça ou de um desportista bem-sucedido (Jones, 1989; Lawrence, 2006).

Tradicionalmente a conformação é julgada de forma subjetiva, com base em dados visuais (Jones, 1989). Contudo, com a crescente necessidade de progressão científica, outros meios têm sido descritos para a sua análise (Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton & Schamhardt, 2001; Pallottino *et al.*, 2015). No entanto, deve ser sempre analisada sistematicamente, avaliando de forma geral as quatro partes funcionais, que são cabeça e pescoço, tronco, membros anteriores e membros posteriores; e depois em detalhe cada componente de cada parte (Baxter *et al.*, 2011).

Geralmente, avalia-se a conformação com o cavalo em estação e quadrado⁵, sendo uma exceção a esta regra a avaliação de poldros, onde manter a estação desejada pode ser difícil de concretizar (Robert *et al.*, 2013). Nestes casos, como a postura tem influência na avaliação da conformação, pode avaliar-se a conformação em andamento (Robert *et al.*, 2013).

1.1.3.3.1. Na prática da clínica veterinária

Os médicos veterinários devem frequentemente comentar a conformação de cavalos em exames locomotores e ortopédicos, assim como em exames em ato de compra, no contexto de se perceber se o cavalo servirá ou não para desempenhar as funções com que se poderá deparar (Ross & McIlwraith, 2011).

A avaliação deve ser sistemática e começa-se por analisar o cavalo à distância, determinando o seu balanço, ângulos, comprimentos, postura e simetria (Ross & McIlwraith, 2011; Lawrence, 2006). Deve ser realizada com o cavalo em estação, observando o cavalo num plano geral e seguidamente em cada um dos seus planos: cranial, caudal, lateral esquerdo e lateral direito (Nixon, 1998).

⁵ Quando o cavalo se encontra em estação e, observado numa vista lateral, apenas se visualizam um membro anterior e o membro posterior do mesmo lado (Hermesen, 2003).

Após a análise estática, a qualidade e tipo de locomoção também se observam (Lawrence, 2006). Alguns erros biométricos só se detetam com o cavalo em andamento, pois podem estar mascarados, quando em estação, pelo uso de ferrações e cortes de cascos ortopédicos (Ross & McIlwraith, 2011).

É uma avaliação subjetiva e é frequente cada médico veterinário utilizar a sua própria escala linear (Ross & McIlwraith, 2011).

1.1.3.3.2. Avaliação baseada na escala linear

A escala linear é comumente utilizada na classificação de cavalos de raça que se pretendam inscrever em determinados livros genealógicos de cavalos (Holmström, 2001).

A avaliação da conformação baseada neste método é executada por juízes instruídos e experientes, e existem padrões correspondentes a cada raça, determinados pela associação correspondente (Holmström, 2001). Esta avaliação apoia-se com frequência em aspetos como a beleza, simetria e equilíbrio (Beeman, 2008), sendo, deste modo e de uma forma geral, uma avaliação subjetiva (Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton & Schamhardt, 2001; Anderson *et al.*, 2004; Weeren, 2006). Os dados obtidos pelos diferentes juízes, costumam estar em concordância no que diz respeito aos tipos de traços dos cavalos (Dalin & Jeffcott, 1994; Holmström, 2001). Contudo, em relação a comprimentos, inclinações e angulações, aparecem grandes discrepâncias (Dalin & Jeffcott, 1994; Holmström, 2001). Assim, a seleção de cavalos com base neste tipo de avaliação apresenta um ganho genético muito baixo (Pallottino *et al.*, 2015).

1.1.3.3.3. Medições manuais

De forma a compensar a subjetividade na avaliação por escala linear, sugeriu-se a realização de medições manuais (Pallottino *et al.*, 2015).

Nas medições manuais, os custos para a obtenção de dados é elevado e um processo demorado (Pallottino *et al.*, 2015). Para além disso, pelo manuseamento de materiais e necessidade de contato com o animal, torna-se mais arriscada a recolha das medidas (Pallottino *et al.*, 2015). Neste tipo de medições utiliza-se um hipómetro para medir alturas, uma fita métrica maleável para tirar medidas de comprimento e de circunferências,

marcadores que servem de referência para pontos anatómicos, goniómetro e régua de nível para medir ângulos e inclinações (Dalin & Jeffcott, 1994; Pallottino *et al.*, 2015).

1.1.3.3.4. Análise em duas dimensões

Fotogrametria e imagens de vídeo

Foi em 1884 que se falou pela primeira vez na utilização da fotogrametria⁶ e de pontos anatómicos de referência para analisar parâmetros biométricos, e eliminar a subjetividade da análise baseada em escala linear (Dalin & Jeffcott, 1994).

A fotogrametria tinha o objetivo de fornecer medidas de comprimento, largura, perímetro e de ângulos articulares, de forma correta e consistente, sendo a técnica de fácil execução (Dalin & Jeffcott, 1994). O protocolo aplicado consistia na aplicação de referências, como papéis colados no cavalo, em pontos anatómicos fáceis de palpar e localizados o mais próximo das extremidades dos ossos (Dalin & Jeffcott, 1994). Para a realização desta técnica o cavalo era colocado num piso nivelado, numa posição de estação natural, sem influência do manuseador, com os membros anteriores (MA) verticais e a suportar o peso do corpo igualmente, o posterior do lado da câmara com a canela vertical e o posterior contra lateral ligeiramente avançado (Dalin & Jeffcott, 1994).

Tal como era importante o posicionamento do cavalo, também era de extrema importância o posicionamento da máquina, que, segundo Dalin & Jeffcott, o foco da máquina fotográfica devia orientar-se perpendicularmente ao cavalo e alinhado com a região do coração. A posição da câmara em relação aos cavalos era comum, para reduzir a variação das medidas (Dalin & Jeffcott, 1994).

Com este novo método de análise, começaram-se a questionar as ideias que existiam sobre conformação e desempenho desportivo, sendo algumas das ideias rejeitadas pelos estudos (Dalin & Jeffcott, 1994).

Hoje em dia, a fotogrametria já se pode realizar com o auxílio de computadores (Clayton & Schamhardt, 2001). Do mesmo modo que o anterior protocolo, aplicam-se marcadores nos cavalos, faz-se a calibragem dos instrumentos e obtêm-se as imagens (Clayton & Schamhardt, 2001). Acrescenta-se, no entanto, uma escala de referência quer no

⁶ Técnica que permite efetuar medições rigorosas através de fotografias (FCUP, 2003).

cavalo quer perto deste ou aplica-se uma distância fixa da máquina ao cavalo, de forma a se conseguir transformar a fotografia em dados (Pallottino *et al.*, 2015). As imagens obtidas são posteriormente digitalizadas, transformadas, e, em caso de utilização de vídeos e não de fotografias, suavizadas e normalizadas (Clayton & Schamhardt, 2001; Belvedere *et al.*, 2009).

Como está intimamente ligada ao melhoramento genético, a avaliação dos parâmetros biométricos deve ser realizada com o máximo de precisão e, quando realizada por diferentes operadores, deve ter uma alta repetibilidade e baixa variância (Pallottino *et al.*, 2015). No entanto, as medidas tiradas manualmente podem ser mais precisas que as medições retiradas das fotografias ou vídeos (Ross & McIlwraith, 2011). Existem potenciais erros causados pelo movimento da pele quando se usam marcadores sobre as protuberâncias ósseas (Ross & McIlwraith, 2011). Este fenómeno é mais comum na região proximal dos membros e quando se analisam cavalos em movimento (Ross & McIlwraith, 2011). Ao digitalizar o modelo de cavalo através de fotografias, para além do movimento da pele, existem erros inerentes ao ângulo com que a máquina é colocada em relação ao cavalo e ao tomar-se o cavalo como um plano e não como um volume (Kristjansson *et al.*, 2013). Apesar de poder ocorrer este tipo de erros, a gravação de imagens e de vídeos permitem a criação de uma base de dados, podendo as imagens ser acedidas na posterioridade (Ross & McIlwraith, 2011).

Imagens em estéreo

Recentemente propôs-se um novo método designado por imagens em estéreo, o qual utiliza o método de triangulação para calcular medidas (Pallottino *et al.*, 2015). Para tal, utilizam-se coordenadas de três dimensões, recolhidas por duas câmaras sincronizadas, e trabalho automático das imagens através de um algoritmo (Pallottino *et al.*, 2015). Este método, para além de ser pouco dispendioso, é de rápida execução, o que minimiza os inconvenientes tanto para os cavalos e como para os operadores (Pallottino *et al.*, 2015).

A correlação entre os dados obtidos por imagens em estéreo e os obtidos manualmente costuma ser alta (Pallottino *et al.*, 2015).

1.1.3.3.5. Análise em três dimensões

A análise da conformação de cavalos usando técnicas que forneçam imagens em três dimensões (3D) evita os erros inerentes à colocação de câmara em relação ao cavalo e à avaliação bidimensional de uma estrutura tridimensional (Kristjansson *et al.*, 2013). Para além

disso, os erros por movimento da pele, onde estariam colocados marcadores, podem ser evitados, pois não é necessário o uso de marcadores externos no cavalo (Kristjansson *et al.*, 2013). Neste caso, recorre-se a um *software* específico que permite a fixação manual dos pontos anatómicos de referência (Kristjansson *et al.*, 2013).

Neste método são utilizadas quatro câmaras de filmar, sincronizadas entre si, e, em vez de se encontrarem em estação, os cavalos são filmados em andamento, visto que, quando em estação, os cavalos apresentam menos consistência na posição que adquirem (Kristjansson *et al.*, 2013). Antes de se filmarem os cavalos, é necessária a criação de pontos de referência de coordenadas conhecidas (Kristjansson *et al.*, 2013). Este passo permite a calibração das câmaras (Kristjansson *et al.*, 2013). Este método apresenta uma grande repetibilidade e é bastante preciso nos dados obtidos (Kristjansson *et al.*, 2013).

1.1.3.4. Caraterísticas dos parâmetros biométricos

Diz-se que uma boa conformação é aquela em que as partes de um cavalo estão bem proporcionadas umas em relação às outras, e robustamente formadas (Hermesen, 2003). É aquela em que há um arranjo simétrico das partes do cavalo (Nixon, 1998; Beeman, 2008).

A conformação ideal varia de raça para raça, entre sexos, entre indivíduos e com a idade, mas existem parâmetros biométricos que são desejáveis a todos os cavalos (Dalin & Jeffcott, 1994; Hermesen, 2003). Exemplo disso são linha de espáduas e garrote inclinada e fluída, peito não muito pequeno, o qual pode implicar que o cavalo seja fraco e se magoe mais facilmente, dorso vasto e largo, sendo curto, sólido e pouco escavado (Hermesen, 2003; Lawrence, 2006; Weeren, 2006), posteriores fortes e direitos, com soldras direitas e flexíveis, o garrote como ponto do dorso mais elevado, as canelas pouco compridas para que sejam mais robustas, boletos e tendões bem diferenciados e quartelas inclinadas quanto bastem e não muito compridas (Hermesen, 2003; Lawrence, 2006; Weeren, 2006). Lawrence (2006) diz ainda que os cavalos devem ter a cabeça ligada ao pescoço de forma a proporcionar movimentos amplos e boa flexibilidade, sem comprometer as vias aéreas (Lawrence, 2006). Refere também que os quartos dianteiros são responsáveis pela elegância do andamento, pelo poder de propulsão e pelo comprimento da passada, devendo o ombro ser comprido, musculado e não muito inclinado em relação ao solo, o úmero moderadamente longo e o rádio e ulna devem ser compridos e bem musculados e perpendiculares ao chão (Lawrence, 2006).

Entre 1821 e 1824 na Suíça, Conrad von Hochstadtter publicou *Theoretisch-praktisches Handbuch der aussern Pferdekenntnib, und der Wartung and Pflege der Pferde* (Livro teórico e prático da conformação do cavalo e dos cuidados a ter com o cavalo) onde discutia algumas das suas ideias sobre conformação indesejáveis, que comprometessem o bom desempenho do cavalo (Back & Clayton, 2001).

Hoje em dia, existem inúmeros trabalhos realizados sobre conformação, como por exemplo: a sua influência no aparecimento de determinadas patologias (Anderson *et al.* 2014); a sua relação com a locomoção (Galisteo, Cano, Morales, Vivo & Miró, 1998); e com o desempenho desportivo (Barrey *et al.*, 2002; Solé, Santos, Gómez, Galisteo & Valera, 2013).

1.1.3.5. Variações na conformação

Entre raças

Os cavalos não são todos iguais e existem inúmeras raças, resultantes de séculos de seleção assistida pelo homem (Hermsen, 2003).

Fazem apenas parte de cada raça os animais com ancestrais comuns e com traços de conformação muito similares, e que foram aceites para serem registados num livro genealógico (Baxter *et al.*, 2011).

As raças podem ser agrupadas em três grupos: cavalos pesados, ligeiros e pôneis (Baxter *et al.*, 2011). Dentro de cada um destes grupos, existem subdivisões, como por exemplo: os cavalos ligeiros subdividem-se em cavalos de lazer, caça, trabalho com gado, desporto, de espetáculo e de corridas (Baxter *et al.*, 2011). Estes subgrupos apresentam conformações adaptadas ao destino do cavalo (Baxter *et al.*, 2011). Assim, os cavalos de lazer apresentam uma conformação que lhes favorece conforto na sua locomoção; os de caça, uma conformação que lhes permita realizarem passadas longas e ultrapassar obstáculos com facilidade; os de trabalho com gado são robustos, ágeis e velozes; os de espetáculos, apresentam uma conformação que permite andamentos vistosos com uma alta capacidade de flexão dos membros; e os de corridas, uma conformação favorável para percorrerem curtas distâncias a uma alta velocidade (Baxter *et al.*, 2011).

Deste modo, existem inúmeros parâmetros biométricos que fazem distinção entre um grupo ou outro de cavalos. Por exemplo, a altura ao garrote ronda os 1,50 m num Puro Sangue Árabe e pode ser até 1,83 m num Hunter. Outros parâmetros podem, por exemplo, ser a relação entre o tamanho dos membros anteriores com os posteriores, a relação entre a altura e o comprimento, conformação do pescoço, entre outros (Hermsen, 2003).

Os parágrafos seguintes apresentam exemplos de variações na conformação dentro de algumas características, como o sexo do cavalo, a sua idade e a aptidão desportiva a que se destina.

Entre sexos

Estudos realizados em cavalos Trotadores e em cavalos da raça Puro-Sangue Sueco identificaram que os garanhões são mais altos e largos que as éguas, apresentando uma circunferência da canela e do carpo maior (Dali & Jeffcott, 1994). Já as éguas mostraram apresentar uma garupa mais inclinada, com um ângulo coxofemoral maior, ser mais compridas, com uma distância maior entre a última costela e o osso coxal, ter uma pélvis mais larga e os posteriores com uma rotação exterior menos pronunciada que os garanhões (Dalin & Jeffcott, 1994). Noutro estudo em cavalos de corrida Iranianos também se detetaram diferenças significativas nos parâmetros da altura ao garrote, comprimento das costas e na circunferência das canelas (Bakhtiari & Heshmat, 2009).

A forma da cabeça e pescoço, o tamanho do pescoço e o eixo do casco com a quartela no membro anterior também apresentam diferenças significativas entre sexos (Ross & McIlwraith, 2011).

Finalmente, parâmetros como altura aos ombros, altura dos membros posteriores, circunferência das canelas e largura do tórax também diferem entre sexos em poldros com um ano de idade (Bakhtiari & Heshmat, 2009).

Desde o nascimento

Estudos confirmam que os cavalos de corrida de velocidade apresentam um crescimento mais acelerado que os restantes cavalos de desporto, sendo que nos primeiros o crescimento se dá maioritariamente nos primeiros meses de vida e nos restantes cavalos de desporto distribui-se ao longo do primeiro ano de vida (Robert *et al.*, 2013).

Para além dos parâmetros de tamanho, que são de esperar que aumentem com o crescimento, a conformação do ombro, carpo e quartela posterior apresentam alterações na sua conformação na fase de crescimento (Ross & McIlwraith, 2011). Por exemplo, durante os primeiros três anos de vida, a inclinação da escápula torna-se maior (Ross & McIlwraith, 2011), assim como o ângulo do ombro (Baxter *et al.*, 2011).

Uma elevada percentagem de poldros, numa fase inicial de vida, apresentam desvios na conformação da porção distal dos seus membros (Robert *et al.*, 2013). Estes desvios diminuem consideravelmente até ao desmame do poldro, sendo muitos destes considerados fisiológicos (Robert *et al.*, 2013). As resoluções naturais de alguns desvios, resultam do alargamento torácico durante o crescimento do poldro, que irá colocar os membros numa posição mais perpendicular ao chão (Robert *et al.*, 2013). Este fenómeno costuma ocorrer nos primeiros meses de vida (Robert *et al.*, 2013). Outra característica que frequentemente se observa é que os poldros nascem com a garupa mais alta do que o garrote (Hermesen, 2003). Normalmente este tipo de conformação inverte com o crescimento (Hermesen, 2003).

No desporto

Existe uma variação significativa de alguns parâmetros da conformação entre cavalos de elite e sem ser de elite (Back & Clayton, 2001; Weeren, 2006; Solé *et al.* 2013). Estes parâmetros são as inclinações do ombro, pélvis e fémur e os ângulos articulares do ombro, cotovelo, soldra e curvilhão (Back & Clayton, 2001, Langlois *et al.*, em 1978 (Barrey *et al.*, 2002).

Certas características de conformação, também apresentam conotações diferentes entre disciplinas (Jones, 1989; Holmström, 2001). Assim, determinados parâmetros biométricos podem impedir um cavalo de ser selecionado para as corridas de trote, mas não o eliminar nas corridas de *pace* (Jones, 1989).

1.2. Conformação e biomecânica

A biomecânica é a aplicação das leis da mecânica em sistemas vivos (Clayton, 1994).

Raças com diferentes parâmetros biométricos apresentam formas distintas de locomoção (Barrey *et al.* 2002). Para além de variar com a raça, também existe variação na locomoção entre indivíduos de elite e sem ser de elite, sendo estas diferenças resultantes não

só do treino mais intensivo realizado nos cavalos de elite, mas também pela seleção de cavalos com uma conformação mais desejável para o desporto (Dalin & Jeff, 1994; Morales *et al.*, 1998).

A altura ao garrote, comprimento dos segmentos dos membros e os ângulos articulares dos membros a nível proximal, por exemplo, estão intimamente ligados com a velocidade, comprimento e frequência da passada (Galisteo *et al.*, 1998; Barrey *et al.* 2002; Solé *et al.*, 2013). Cavalos mais altos apresentam uma frequência de passada mais baixa e um comprimento de passada maior, o que lhes permite uma maior velocidade de locomoção em relação a cavalos mais baixos (Galisteo *et al.*, 1998; Barrey *et al.* 2002).

Já a inclinação da escápula é um factor de importância extrema no processo de protração e retração do membro, promovendo uma maior ou menor amplitude de passada (Solé *et al.*, 2013). Os ângulos articulares apresentam uma grande importância em cavalos de obstáculos (Wardrope, 2005b). Estes, ao contrário dos cavalos de ensino, precisam de se comprimir e expandir, em vez de comprimir e manterem-se nesse estado (Wardrope, 2005b). Quanto mais o cavalo de obstáculos se consegue comprimir, mais força de impulsão conseguirá gerar (Wardrope, 2005b). Deste modo, em obstáculos, o cavalo funciona como uma mola, comprimindo-se antes do salto e expandindo-se para se impulsionar sobre o mesmo (Wardrope, 2005b). Os cavalos que apresentam angulações favoráveis conseguem efetuar com maior facilidade a função de mola (Wardrope, 2005b). Quanto mais anguladas as articulações do cavalo, mais este se consegue comprimir (Wardrope, 2005b). Assim, os cavalos de obstáculos apresentam ângulos da anca, do curvilhão e dos boletos, mais fechados que os de cavalos de ensino (Wardrope, 2005b). Uma união lombo-sagrada bem colocada permite que a impulsão gerada na batida seja transferida para o tronco e transformada em movimento horizontal e vertical (Wardrope, 2005b). É, também, uma boa colocação da união lombo-sagrada que permite ao cavalo que se estenda na fase de suspensão do salto (Wardrope, 2005b).

1.2.1. Anatomia e biomecânica das articulações do ombro e anca

1.2.1.1. Ombro

O ombro localiza-se na porção proximal do membro anterior (Ilustração 1) e é constituído pela articulação da escápula com úmero (Dyce *et al.*, 2010).

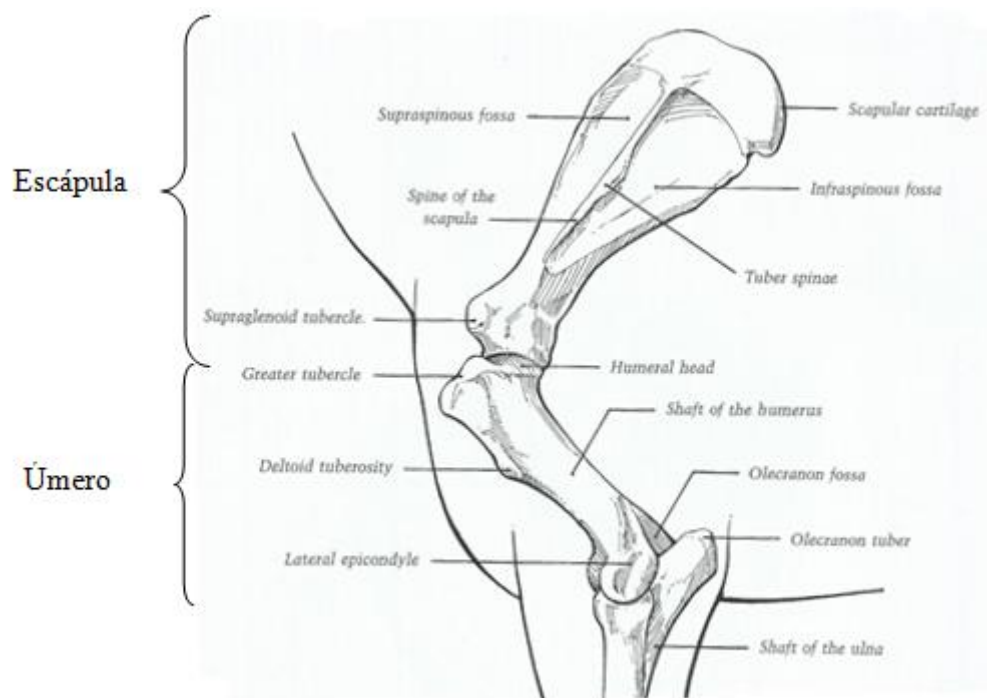


Ilustração 1 - Constituição óssea e respetivos processos ósseos da porção proximal do membro torácico (adaptado de Baxter *et al.*, 2011)

A posição e comprimento da escápula influenciam a frequência e comprimento da passada, sendo que uma escápula mais próxima da horizontal e mais longa promove uma maior extensão do cotovelo (Baxter *et al.*, 2011). Esta posição coloca os cavaleiros numa posição mais caudal quando montados a cavalo, resultando num maior equilíbrio do conjunto (Baxter *et al.*, 2011). Quanto maior for o úmero, também será maior o comprimento da passada (Baxter *et al.*, 2011). Para além disso, um úmero comprido facilita os exercícios executados lateralmente (Baxter *et al.*, 2011). Isto deve-se ao tamanho do músculo tríceps que acompanha o comprimento do úmero (Baxter *et al.*, 2011). Em geral, um úmero mais próximo da vertical tem uma ação maior que um úmero que apresente um ângulo mais fechado (Baxter *et al.*, 2011).

É uma articulação em forma de esfera, o que, supostamente, lhe permitiria uma grande versatilidade de movimentos (Dyce *et al.*, 2010). No entanto, funciona como uma dobradiça,

ao longo do plano sagital, não efetuando movimentos transversais, que são restringidos lateralmente pelos músculos infraespinhoso e supraespinhoso e, medialmente, pelo músculo subescapular (Dyce *et al.*, 2010).

1.2.1.2. Anca

Apesar de sustentarem menos peso que os membros anteriores, são os membros posteriores que impulsionam o cavalo para adiante (Dyce *et al.*, 2010). Tal acontece pelo facto das articulações sacroilíaca e coxofemoral (Ilustração 2) serem mais estáveis que a articulação do ombro e *pseudo* articulação por sinsarcose escapulo-torácica (Dyce *et al.*, 2010).

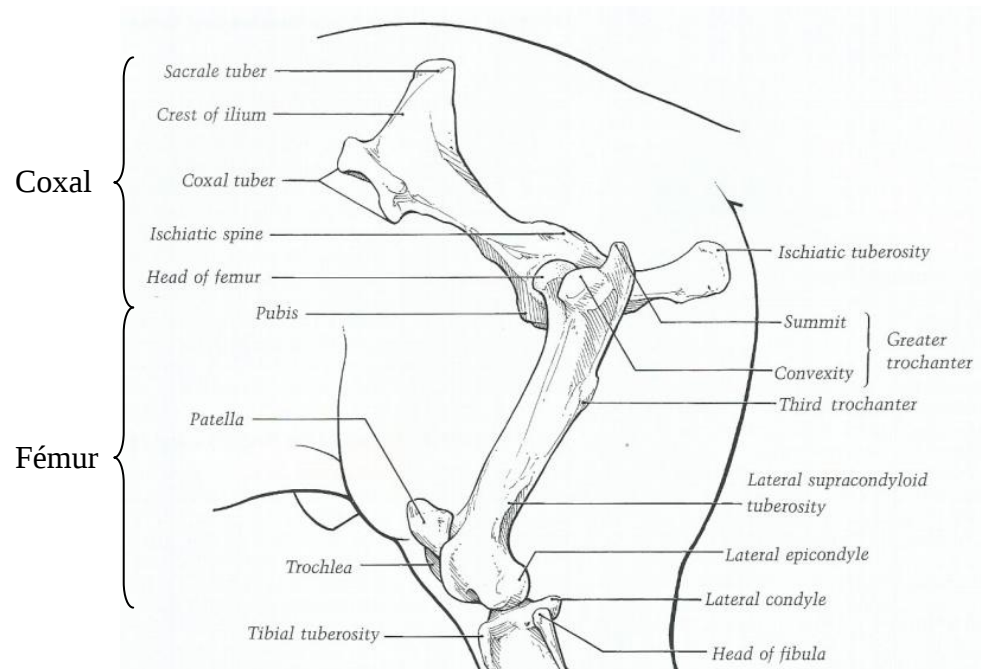


Ilustração 2 - Ossos da porção proximal do membro posterior e respetivos processos ósseos (adaptado de Baxter *et al.*, 2011)

A inclinação que os ossos que formam esta articulação apresentam é muito importante no desempenho desportivo e saúde do aparelho músculo-esquelético (Baxter *et al.*, 2011). A inclinação do osso coxal deve ser moderada, sendo que uma grande inclinação leva a uma posição dos membros demasiado cranial, com maior propensão a lesões músculo esqueléticas, e uma posição demasiado achatada coloca os mesmos mais caudais, tendo uma ação pouco impulsionadora (Baxter *et al.*, 2011). A inclinação moderada, com a anca numa posição flexionada, promove uma maior protração do membro na fase de apoio e que o fémur se apresente mais horizontal na fase de balanço (Baxter *et al.*, 2011). Isto leva a que o cavalo

coloque os seus membros bem debaixo do seu tronco, permitindo uma maior coleção nos andamentos e uma boa propulsão para saltar (Baxter *et al.*, 2011). O fémur deve ter pouca inclinação e ser longo, o que faz com que todo o membro se apresente mais debaixo do tronco do cavalo e mais próximo do centro de gravidade, o que lhe proporciona um maior equilíbrio (Baxter *et al.*, 2011). Fémures longos estão associados a um comprimento de passada maior e a um alcance do solo mais cranial (Baxter *et al.*, 2011). Quando curtos, a passada é mais curta e apresenta uma maior frequência, característica de cavalos de corridas curtas (Baxter *et al.*, 2011).

A orientação do osso coxal é importante, pois se apresentar uma inclinação acima dos 30° com a horizontal, os músculos que o envolvem são mais curtos, o que leva a uma diminuição da ação de alavanca (Dyce *et al.*, 2010).

1.3. O cavalo e a disciplina de obstáculos

1.3.1. Disciplina de obstáculos

A disciplina de obstáculos desenvolveu-se como um exercício de equitação, para que nas caçadas os cavalos fossem capazes de transpor obstáculos sem lhes tocar (Hermsen, 2003). A primeira competição nesta área decorreu em Dublin em 1864, mas só em 1912 foi considerada como desporto Olímpico (Hermsen, 2003).

Os saltos de obstáculos unem a coragem, controlo e habilidade técnica da equipa cavalo e cavaleiro ao transporem dez a quinze obstáculos derrubáveis, sem praticarem penalidades (Hermsen, 2003; FEI, 2015a). O número e estilo de obstáculos por competição dependem do nível de exigência da prova (Hermsen, 2003). Os obstáculos podem ser do estilo vertical ou muro, quando as varas ou tijolos⁷, respetivamente, se encontram todas no mesmo plano vertical; rias ou *oxer*, se um salto se alonga com uma vara de saída, respetivamente mais alta ou ao mesmo nível da última vara do vertical; tríplexes, quando as varas são colocadas em diagonal crescente; ou vala de água, quando o salto é efetuado em comprimento, por cima de um recipiente com água com 2 a 4 metros de comprimento e 10 a 15 cm de profundidade (Hermsen, 2003).

⁷ Caixas de madeira leve com tijolos pintados. Quando encaixadas, formam um muro, que impede a visualização do piso do lado oposto.

Os cavalos são naturalmente saltadores (Hermesen, 2003; Wardrope, 2005b) e a maior ou menor habilidade em saltar nasce com ele, não apresentando um aumento significativo após seis (Back & Clayton, 2001) a nove meses de treino (Clayton, 1994). No entanto, estudos mais recentes indicam que após quatro meses de treino, cavalos com quatro e cinco anos e inexperientes mostraram alterações cinemáticas ao abordarem um salto, principalmente ao nível dos posteriores (Wejer *et al.*, 2013). Contudo, esta habilidade nata para saltar pode ser adaptada quando têm de encontrar um novo equilíbrio com o peso do cavaleiro no seu dorso (Morales *et al.*, 1998; Clayton, 2001; Hermesen, 2003). Para que se entendam um pouco melhor as exigências feitas aos cavalos de obstáculos, é favorável abordar as leis de biomecânica envolvidas na realização do salto.

1.3.2. Biomecânica em obstáculos

Na disciplina de saltos é exigido aos cavalos que elevem o seu centro de massa alto o suficiente para que todo o seu corpo ultrapasse a altura e comprimento do obstáculo com que se deparam (Clayton, 2001). O salto perfeito sobre um obstáculo é descrito, numa vista lateral, por Jones, 1989, como um salto com uma trajetória em semicírculo, onde o ponto mais alto se encontra centrado com o salto (Jones, 1989). Ao realizá-lo, o cavalo não deve mostrar hesitação na batida, nem perca de balanço na receção (Jones, 1989). O antebraço do cavalo deve apresentar-se na horizontal, ou com o carpo ligeiramente mais elevado, no ponto mais alto do salto, fazendo um triângulo com a canela e quartela (Jones, 1989). Os curvilhões devem apresentar-se à mesma altura e os posteriores devem retrair e estender naturalmente e de forma fluida (Ilustração 3) (Jones, 1989).



Ilustração 3 - O salto perfeito (adaptado de *The horse magazine*, 2016)

Para que tal suceda, o cavalo tem de transformar a sua velocidade de galope⁸, que é uma velocidade maioritariamente horizontal, num impulso vertical, com força suficiente para superar a do seu peso (Clayton & Barlow, 1991). A otimização do salto também é muito importante na realização do salto perfeito (Clayton, 1994). A habilidade em diminuir a distância entre o topo do salto e o centro de gravidade do cavalo é essencial para tal (Clayton, 1994). Deste modo, os cavalos utilizam o movimento de báscula do seu pescoço e a elevação dos membros, de forma a manter o seu centro de gravidade o mais baixo possível (Clayton, 1994). A elevação dos anteriores faz-se pelo movimento de balanço da ponta do ombro, a qual avança e se eleva, permitindo o avanço do cotovelo (Clayton, 1994). Esta posição permite que os cotovelos se flitam e que os joelhos, por sua vez, sejam elevados (Clayton, 1994). Já a elevação dos posteriores, faz-se pela extensão lombo-sagrada e extensão da articulação coxofemoral (Clayton, 1994).

Num estudo sobre algumas características na abordagem dos cavalos a um obstáculo vertical são descritas as duas passadas que antecedem o salto, a passada do salto e a primeira passada após o salto, identificando-as como passada de aproximação 2, passada de aproximação 1, a passada do salto e a passada de afastamento, por esta ordem de acontecimento (Ilustração 4) (Clayton & Barlow, 1991, Clayton, 1994).

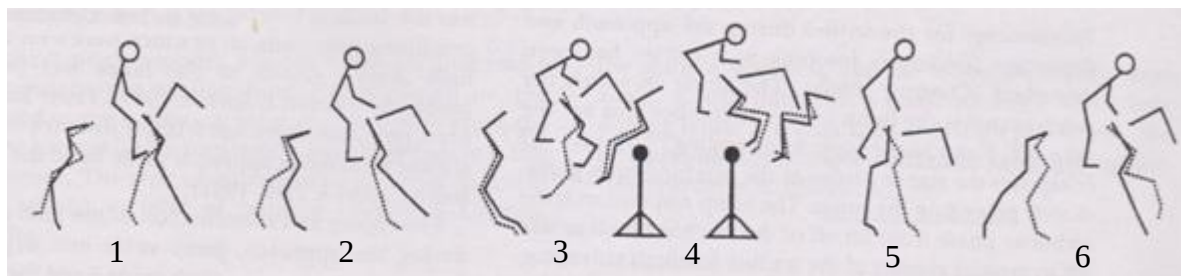


Ilustração 4 - Terminologia das passadas precedentes e consequentes da abordagem a um obstáculo (adaptada de Clayton, 2001). Legenda: 1 – passada de aproximação 2; 2 - passada de aproximação 1; passada do salto: 3 – batida, 4 – suspensão, 5 – recepção; 6 – passada de afastamento 1.

⁸ O galope é o andamento com que os cavalos abordam os obstáculos (Clayton, 1994). É realizado a três tempos, pelo apoio do membro posterior seguidor (MPS) seguido pelo apoio, quase simultâneo, do membro posterior líder (MPL) e do membro anterior contra lateral, ou membro anterior seguidor (MAS); e por um último apoio efetuado pelo membro anterior líder (MAL) sucedidos por um momento de suspensão e retorno do ciclo (Clayton, 1994; Barrey, 2001). O galope é um andamento assimétrico, pelo que pode ser efetuado para a direita ou para a esquerda (Clayton, 1994). No primeiro caso, são considerados os membros líder, os membros do lado direito, sendo os do lado esquerdo os membros seguidores (Clayton, 1994).

Dentro das fases de abordagem a um salto, a aproximação feita ao obstáculo e a batida são as grandes responsáveis pela altura e distância saltadas (Hay, 1985; Clayton & Barlow, 1991; Clayton, 2001). É, deste modo, mais importante caracterizar aspetos favoráveis nas passadas de aproximação e na fase de batida da passada do salto, de forma a poder utilizá-los na seleção de cavalos com talento natural (Clayton & Barlow, 1991). No anexo I é possível observar uma tabela com as características das passadas durante a aproximação, execução e afastamento de um salto. Pela sua importância, nos próximos parágrafos encontra-se uma breve descrição das passadas de aproximação ao salto e da passada do salto.

1.3.2.1. Aproximação ao salto

É nas passadas que antecedem o salto que ocorre um ajuste no comprimento da passada, para que a batida ocorra a uma distância certa do salto (Clayton, 1994). Na passada de aproximação 1, os cavalos diminuem o comprimento da passada, os membros posteriores (MP) fletem-se mais durante a fase de apoio, e os MA estendem e tentam alcançar o solo mais cranialmente, de forma a criarem um impacto com o solo num ângulo mais agudo que o normal (Clayton & Barlow, 1991; Clayton, 1994; Clayton, Colborne, Lanovaz & Burns, 1996; Clayton, 2001). O membro que geralmente se apoia mais próximo do salto durante esta passada, é o MAL e existe uma menor incidência de penalidades quanto mais próximo do salto este membro for colocado (Clayton, 1994, 2001). Nesta passada os cavalos estendem o seu pescoço e cabeça em direção ao solo, de forma a baixar o seu centro de gravidade antes do primeiro apoio na batida (Clayton, 1994; Clayton, 2001). Assim, evita-se o dispêndio de energia em superar a força descendente do centro de massa, antes de o impulsionar por cima do obstáculo na fase seguinte (Clayton, 2001). Pensa-se que quanto mais baixo se conseguir baixar o centro de massa, maior será a altura saltada (Clayton, 2001; Bobbert, 2005).

Na fase de balanço⁹ dos MA, o pescoço e cabeça promovem o movimento de subida (Denoix & Audigié, 2001). É também nesta fase que o tronco começa a realizar um movimento de rotação, e ajuda na elevação progressiva do antemão (Clayton, 2001; Denoix & Audigié, 2001). A rotação do tronco está, também, correlacionada com a ligeira aproximação da união lombo-sagrada ao solo (Denoix & Audigié, 2001). É neste momento de ascensão dos MA que é determinada a altura a que se encontram os quartos dianteiros na altura da batida

⁹ Momento em que o membro se encontra no ar e se estende em preparação para contatar com o solo (Baxter *et al.*, 2011).

(Clayton & Barlow, 1991; Clayton, 1994; Clayton *et al.*, 1996), e a linha de trajetória do salto (Clayton & Barlow, 1991).

No momento de suspensão da passada de aproximação 1, a união lombo-sagrada flete-se, provocando uma rotação da garupa acentuada (Denoix & Audigié, 2001) e os MP batem no solo pouco depois de os MA o abandonarem, sendo a suspensão de curta duração (Clayton, 1994; Clayton, 2001).

Passada do salto

A passada do salto difere das outras passadas de galope por inserir um momento de suspensão entre os apoios dos MP e MA (Clayton, 2001), sendo dividida pelas fases de batida, suspensão, receção e suspensão (Clayton, 1994; Barrey, 2001). Estas caracterizam-se pelo apoio dos MP, momento em que o cavalo se encontram no ar sobre o obstáculo, apoio dos MA e suspensão, respetivamente (Clayton, 1994).

Quando um cavalo aborda obstáculos com menos de 1 m de altura, o esforço que efetua para que o seu centro de massa os sobreponha é muito similar ao de uma passada de galope normal (Clayton, 2001). Já quando tem que sobrepor alturas maiores, o esforço aumenta progressivamente com o aumento da dimensão do salto (Clayton, 2001). Num estudo em que a altura dos obstáculos subiu de 1,30m para 1,50 a força vertical exercida aumentou progressivamente, e atingiu um valor de 3,85 vezes o valor do peso do cavalo (Clayton, 2001).

Durante a primeira metade da batida, o tronco continua o seu movimento de rotação até um máximo de 40° com a horizontal (Denoix & Audigié, 2001). Durante este período, também ocorre a extensão da união lombo-sagrada e reversão da rotação da garupa (Denoix & Audigié, 2001). Já na segunda metade da batida, o impulso gerado provoca a elevação da união lombo-sagrada e a consequente inversão progressiva da rotação do tronco (Denoix & Audigié, 2001). Com a diminuição da rotação do tronco, o ângulo da garupa reduz (Denoix & Audigié, 2001). No final do impulso, inicia-se a fase de suspensão na passada do salto (Clayton & Barlow, 1991, Clayton *et al.*, 1996).

Como o centro de gravidade no momento da batida se encontra deslocado cranialmente em relação ao ponto de aplicação de força, o impulso gerado pelos MP gera

momento angular¹⁰, que provoca a rotação do cavalo sobre o seu centro de gravidade durante a suspensão (Clayton, 1994; Clayton, 2001). Deste modo, o cavalo faz a batida com os MP e é obrigado a fazer a receção com os MA (Clayton, 1994). Também o movimento realizado pela cabeça e pescoço, quando se estendem por cima do obstáculo, promovem o momento angular (Denoix & Audigié, 2001). Após a batida, o cavalo não consegue alterar a trajetória do seu centro de gravidade nem o seu momento angular até contatar novamente com o solo ou com outro objeto (Clayton, 1994; Clayton, 2001).

A inclinação do tronco aproxima-se do 0° meio segundo após a batida (Denoix & Audigié, 2001). Depois, começa a descida dos ombros, e a inclinação torna-se negativa (Denoix & Audigié, 2001). Como a região lombo-sagrada permanece em extensão a maior parte do tempo da fase de suspensão, a rotação da garupa acompanha a rotação do tronco (Denoix & Audigié, 2001).

Quando ocorre a receção, a cabeça e pescoço dos cavalos são elevados e encontram-se mais distantes do salto do que na batida (Denoix & Audigié, 2001). Os MA contactam com o solo, sendo que o MAS é o primeiro a fazê-lo, num ângulo de cerca de 90° com o solo, e o MAL é o segundo, num ângulo mais agudo (Clayton & Barlow, 1991; Clayton, 1994; Barrey, 2001; Clayton, 2001). Neste momento de absorção por concussão, os MA têm que suportar a aplicação de uma força vertical intensa (Clayton, 1994), em que o pico máximo desta força se exerce no MAS (Clayton, 2001). Como o apoio dos MA é realizado numa posição cranial ao centro de gravidade, os MP são lançados para debaixo do tronco do cavalo (Clayton & Barlow, 1991), que avança em direção ao solo (Clayton, 1994). Ainda no apoio dos MA, o tronco começa a reduzir a sua inclinação progressivamente, até que a reverte (Denoix & Audigié, 2001). O valor máximo de inclinação do tronco, que se atinge durante a fase de apoio dos MA na receção, é de cerca de -30° (Denoix & Audigié, 2001). Conjuntamente com a reversão da rotação do tronco, a região lombo-sagrada começa a fletir-se, e a garupa chega a uma posição horizontal anteriormente ao tronco, o qual alcança esta posição na fase de balanço dos MA (Clayton, 2001; Denoix & Audigié, 2001). Na fase final da receção, a coluna flete-se e a garupa fica oblíqua, permitindo aos posteriores uma boa protração, de modo a facilitar a tomada de balanço pelo cavalo (Denoix & Audigié, 2001).

¹⁰ Grandeza física associada à rotação e translação de um corpo.

1.3.3. Selecionar o cavalo de obstáculos

Existem diversos métodos para avaliar a qualidade de cavalos de saltos de obstáculos (Próchniak et al., 2015). Por exemplo, na Polónia faz-se a avaliação de garanhões e éguas ao fim de 100 e 70 dias de treino, respetivamente, e/ou levando os cavalos ao PJCYH¹¹ (Próchniak et al., 2015); alguns criadores de cavalos de elite de obstáculos das raças KWPN¹² e hanoveriano fazem uma seleção precoce dos cavalos pela avaliação de parâmetros como a técnica e elasticidade enquanto os cavalos efetuam saltos em liberdade¹³ (Janczarek et al., 2013).

Alguns estudos focaram-se na qualidade de andamentos e desempenho ao saltar livremente e, apesar das correlações genéticas serem muito baixas entre qualidade de andamentos e desempenho desportivo, considera-se que a qualidade de andamentos é um traço útil na seleção de cavalos de saltos de obstáculos (Novotná et al., 2014).

1.3.3.1. Seleção pela técnica ao saltar

Cada cavalo apresenta o seu estilo específico a saltar, repetindo-o de salto para salto (Clayton, 2001). O estilo com que os cavalos abordam e realizam o salto está fenotipicamente correlacionado com a habilidade em saltar (Posta et al., 2009). Diferentes estilos apresentam resultados distintos na análise cinética, principalmente no que diz respeito à força de reação com o solo (Clayton, 2001). Sobre um obstáculo de apenas 80 cm, cavalos bons saltadores exercem uma força nos posteriores idêntica a que exerceriam numa passada de galope normal (Clayton, 2001). Já cavalos com menos apetência para saltar, num salto de 80 cm são capazes de exercer uma força idêntica à que um cavalo de elite utiliza para ultrapassar um obstáculo de 1,30m (Clayton, 2001). Uma grande diferença entre cavalos bons saltadores e não saltadores, e que tem implicações na força despendida ao saltar, é que os primeiros fletem ao máximo as porções distais dos seus membros no momento de suspensão, o que lhes permite elevar menos o seu centro de gravidade (Clayton, 2001; Bobbert et al., 2005). Para além da maior flexão dos membros, a rotação da anca quando os posteriores passam o salto, permite que o centro de gravidade desça ainda mais (Bobbert, 2005). No entanto, uma melhor técnica

¹¹ Polish jumping championships for young horses – campeonato de saltos de obstáculos para cavalos novos da Polónia.

¹² Royal warmblood studbook of the netherlands – livro genealógico real do cavalo de sangue quente holandês.

¹³ Os juízes baseiam-se nestes parâmetros em vez do resultado do salto pois os testes com poldros a saltar sobre obstáculos são realizados sobre obstáculos baixos e com poucas repetições, sendo a frequência dos erros um parâmetro pouco significativo neste seleção tão precoce (Janczarek et al., 2013).

em fletir os membros não é suficiente (Bobbert *et al.*, 2005). É necessário que os cavalos também consigam criar uma força de impulsão elevada (Bobbert *et al.*, 2005).

Cavalos com mau desempenho a saltar, como não têm tanta potência nos posteriores durante a batida, efetuam um movimento de desaceleração muito maior na fase de apoio dos anteriores, durante a passada de aproximação 1 (Clayton, 2001).

Em estudos realizados em cavalos aos seis meses de idade e, posteriormente, aos cinco anos observa-se que os padrões cinemáticos da técnica ao saltar pouco difere com o crescimento (Godoi *et al.*, 2016). Esta característica permite a seleção precoce de cavalos promissores na disciplina de obstáculos (Godoi *et al.*, 2014, 2016).

1.3.3.2. Seleção pela conformação

A conformação é um parâmetro muito utilizado na seleção de garanhões e éguas de reprodução (Beeman, 2008; Dallin & Jeff; 1994) e é um factor que influencia a habilidade em saltar (Clayton, 1994; Wardrope, 2005b). Quando se quer inspecionar um futuro cavalo de obstáculos, deve procurar-se, primeiramente e à distância, simetria e proporcionalidade (Jones, 1989). Estando estas dentro dos parâmetros desejados, a inspeção de perto deve ser realizada com o cavalo parado e quadrado (Jones, 1989).

Quando inspecionado de perto, o cavalo deve ser visualizado pela frente, por trás, nos dois planos laterais, nos quatro planos diagonais e, ainda, num plano mais elevado por trás (Jones, 1989). Este exame permite que se identifiquem os aprumos do cavalo, assim como detetar a existência de escoliose¹⁴, vértebras deslocadas, protusões ósseas, presença de lesões ou deformidades, e reavaliar a simetria e proporções (Jones, 1989). Em cavalos jovens, a escoliose pode ser corrigida, não sendo, deste modo, um factor de exclusão para o cavalo (Jones, 1989).

A presença ou história de subluxações e *impigment*¹⁵ são significativas para a não seleção do cavalo, pois colocam em risco o conjunto, pela possível perda de propriocepção e de força propulsora (Jones, 1989).

¹⁴ Desvio lateral da coluna vertebral (Jones, 1989).

¹⁵ Ou *kissing spines*, caracterizam-se por alterações como esclerose das margens corticais e/ou osteólise dos processos espinhosos; com diminuição do espaço intervertebral (Ross, Dyson & Sue, 2003).

Existe uma grande variedade de raças de cavalos bons saltadores, sendo a conformação do cavalo de extrema importância para o seu desempenho desportivo (Hermesen, 2003). Hermesen (2003), por exemplo, dá valor a canelas e tendões compridos e fortes, quartos traseiros arredondados, fortes e musculados para que proporcionem o impulso desejado para o salto, e dorso não muito curto, o qual pode causar dificuldades ao saltar (Hermesen, 2003).

Em cavalos de obstáculos, o peso que a antemão suporta deve ser reduzido, e uma linha vertical imaginária que passe no meio da porção proximal do antebraço deve passar à frente do garrote (Wardrope, 2005b). Um ponto fulcral na conformação em cavalos de obstáculos é a localização da união lombo-sagrada, a qual deve ser mais alta que a ponta da anca e localizar-se ligeiramente atrás desta (Wardrope, 2005b).

A inclinação do tronco em relação ao solo é muito importante para um bom desempenho desportivo (Weeren, 2006). Para cavalos de concurso completo de equitação, deseja-se que os cavalos sejam mais altos no garrote do que na garupa, sendo que a diferença deverá ser no mínimo 2,54cm, promovendo um melhor balanço (Jones, 1989).

Santamaria *et al.* (2002) diz que o ângulo do cotovelo e o ângulo de retração dos posteriores são parâmetros indicativos de desempenho desportivo em obstáculos, e que estes podem ser avaliados quando os cavalos ainda são poldros. Geralmente, em cavalos de elite, consegue observar-se um triângulo equilátero com vértices na ponta da anca, ponta da garupa e joelho (Wardrope, 2005b). O joelho deve estar ventral e distante do tronco, no mínimo abaixo da linha onde estaria a bainha de cavalos machos (Wardrope, 2005b). Alguns estudos consideram que a conformação dos cavalos de obstáculos, quando comparada com a conformação de cavalos de outras disciplinas, se assemelha à dos cavalos de ensino (Wardrope, 2005a; Weeren, 2006). No entanto, também apresentam algumas diferenças (Wardrope, 2005a e b). Os cavalos da disciplina de obstáculos possuem pescoços longos, ou invés dos cavalos de ensino (Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton, 2001; Wardrope 2005b; Weeren, 2006). No entanto, o comprimento das suas costas é inferior (Weeren, 2006). No ensino e nos obstáculos, é importante que os cavalos apresentem o fémur, úmero e ombros longos (Clayton, 1994; Dalin & Jeffcott, 1994; Wardrope, 2005b; Weeren, 2006). Nos cavalos de obstáculos, as tíbias são mais longas do que nos cavalos de ensino (Dalin & Jeffcott, 1994; Wardrope, 2005b; Weeren, 2006), e, em ambos, a pélvis deve ser comprida (Weeren, 2006).

Num estudo realizado em cavalos puro-sangue Sueco distribuídos pelos grupos de ensino, obstáculos, cavalos de escola e cavalos com idade inferior a 4 anos ainda sem seleção, os cavalos de obstáculos e de ensino apresentavam uma inclinação menor da escápula, e um ângulo do curvilhão maior que os dos restantes grupos (Clayton, 1994; Dalin & Jeffcott, 1994). Outros autores relacionaram a pouca inclinação da escápula com a horizontal e um maior ângulo do curvilhão com um bom desempenho desportivo (Clayton, 2001; Weeren, 2006). Acrescentam, também, que uma grande inclinação do ílio e pouca inclinação do fémur e úmero têm benefícios no desempenho de cavalos em obstáculos (Jones, 1989; Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton, 2001; Weeren, 2006). Não obstante, no grupo de cavalos Suecos, detetou-se que a inclinação da pélvis não é tão acentuada nos cavalos de obstáculos quanto nos cavalos de ensino (Dalin & Jeffcott, 1994).

Cavalos de obstáculos apresentam um ângulo de cotovelo menor que o de cavalos de ensino (Dalin & Jeffcott, 1994; Wardrope, 2005b; Weeren, 2006). Os ângulos coxofemorais e dos boletos são menores nos cavalos de obstáculos do que nos de ensino (Dalin & Jeffcott, 1994). Os membros posteriores devem ser direitos, contudo, menos direitos que os de cavalos de ensino, de forma a ter mais angulações que lhe permitam uma maior flexão do membro na batida do salto (Wardrope, 2005a).

Contudo, a conformação ideal para um cavalo, não deve ser o único factor a ter em conta (Jones, 1989). Cavalos com desvios da conformação ideal, são, muitas vezes, surpresas positivas quando em competição (Jones, 1989).

1.4. Justificação do estudo

A influência da conformação tem apresentado um crescente relevo no desempenho desportivo (Holmström, 2001). No entanto, nem todos os parâmetros biométricos têm a mesma importância no mundo equestre (Holmström, 2001).

Dada a importância de parâmetros como a inclinação do ombro, pélvis e fémur e ângulo articular do ombro (Back & Clayton, 2001, Langlois *et al.*, em 1978; Barrey *et al.*, 2002), é pertinente estudar a influência da região do ombro e anca no desempenho desportivo.

Pelo facto de ser uma disciplina de alcance e adesão mundial e por ser de qualificação objetiva, foi seleccionada para este estudo a disciplina de salto de obstáculos.

No caso de existirem correlações fortes, pode criar-se mais um parâmetro a ter em conta na seleção de cavalos para a disciplina de salto de obstáculos e, possivelmente, evitar a seleção de cavalos e poldros pela sua técnica de salto em liberdade, onde há um maior risco de ocorrência de acidentes.

1.5. Objetivos do estudo

O objetivo geral deste estudo preliminar é averiguar a possibilidade de realizar este estudo em meios de competição e analisar a influência da conformação no desempenho desportivo de cavalos da disciplina de salto de obstáculos. Especificamente pretende-se averiguar possíveis relações entre os parâmetros biométricos da altura ao garrote, altura à garupa, comprimento, peso, perímetro torácico, inclinação da escápula, ângulo escapulo-umeral, inclinação do osso coxal e ângulo coxofemoral com os parâmetros de desempenho desportivo altura saltada em prova e pontuação obtida em prova.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Seleção de cavalos para o estudo

Foram incluídos no estudo cavalos que entraram em prova no concurso de saltos internacional *Vilamoura Atlantic Tour 2015*, organizado pela FEI. Todos os cavalos que concorreram foram submetidos a uma inspeção veterinária, realizada por veterinários FEI, sendo que os incluídos no estudo estavam aptos a concursar¹⁶.

Recolheram-se dados de 13 cavalos, com idades compreendidas entre os seis e os catorze anos, sendo a média das idades de 10,23 anos ($\pm 2,86$). Destes, três eram cavalos inteiros, oito eram cavalos castrados e duas eram éguas. Quatro espécimes pertenciam à raça cavalo de desporto Holandês, cinco ao puro-sangue Belga e quatro à de cavalo de Sela Francês.

2.2. Recolha de dados

A obtenção de dados para este estudo fez-se através da análise bidimensional de imagens fotográficas, por medições *in situ* e consulta em tabelas de classificação do *site* da FEI¹⁷.

Foi utilizada uma câmara fotográfica Nikon D5100, com 16,2 milhões de pixéis efetivos. A máquina estava estabilizada sobre um tripé à altura do epicôndilo lateral do úmero (Clayton, 1990). A fotografia obtida é do lado lateral esquerdo do cavalo (Pallottino *et al.*, 2015), o mais perpendicular possível a este, e centrada com o ponto médio do seu corpo, estando a imagem da câmara alinhada com dois marcadores de horizontalidade. A distância da máquina ao cavalo era a mínima possível, de forma a se poder observar todo o tronco e membros do cavalo. Os cavalos foram colocados numa posição natural, próxima de uma posição quadrada, onde os membros anteriores estavam verticais, o posterior esquerdo vertical, ou próximo disso, e o posterior direito ligeiramente avançado (Dalin & Jeffcott, 1994). Colocaram-se do lado esquerdo dos cavalos refletores esféricos com 1,5 cm de diâmetro. A colocação destes foi realizada com fita-cola de dupla face sobre as proeminências anatómicas: porção mais plana da tuberosidade da espinha da escápula, porção caudal do

¹⁶ Aparentemente saudáveis.

¹⁷ Fédération equestre internationale / Federação equestre internacional.

tubérculo maior do úmero, epicôndilo lateral do úmero, tuberosidade coxal, tuberosidade isquiática, porção cranial do trocanter maior do fêmur e crista troclear lateral do fêmur (Ilustração 5). A escolha dos pontos anatômicos baseou-se em estudos realizados pelos autores Ashdown & Done, (1987), Barrey *et al.* (2002), Solé *et al.* (2013). Uma marca espacial com 15 cm de comprimento e 2 cm de altura foi colocada no mesmo plano dos marcadores, sobre o ponto médio do tronco do cavalo. Foram colocados no chão, a formar uma linha imaginária paralela ao cavalo e o mais próximo possível deste, dois refletores esféricos com 2,5 cm de diâmetro, os quais permitem avaliar a horizontalidade da imagem obtida (Ilustração 5).



Ilustração 5 - Fotografia onde se observam os 7 marcadores colocados nas protuberâncias ósseas (1 - porção mais plana da tuberosidade da espinha da escápula; 2 - porção caudal do tubérculo maior do úmero; 3 - epicôndilo lateral do úmero; 4 - tuberosidade coxal; 5 - porção cranial do trocanter maior do fêmur; 6 - tuberosidade isquiática; 7 - crista troclear lateral do fêmur, a marca espacial (8) e a marca de horizontalidade (9 - 9')

Para se poder realizar a análise bidimensional das fotografias, e obter os dados a analisar, estas tiveram de ser digitalizadas (Ilustração 6), convertendo os pontos em coordenadas espaciais e seguidamente processadas, de forma a calcular as medidas de dimensão, neste caso ângulos e comprimento, a partir das coordenadas. O tamanho das fotografias teve de ser reduzido, de modo a poderem ser digitalizadas com o programa Digitize XY 3.3 © 2013. Este programa permitiu a criação de coordenadas dos locais anatômicos onde foram colocados os refletores, e da marca espacial. Para aumentar a precisão das coordenadas, foram efetuadas três digitalizações manuais para cada fotografia. As

coordenadas obtidas foram transformadas em ângulos e comprimento com o programa Microsoft Office Excel 2007. Foi necessário criar uma folha de cálculo específica, com fórmulas matemáticas que permitissem a transformação das coordenadas. Utilizou-se a média da transformação das três digitalizações por fotografia, para efetuar a análise estatística.

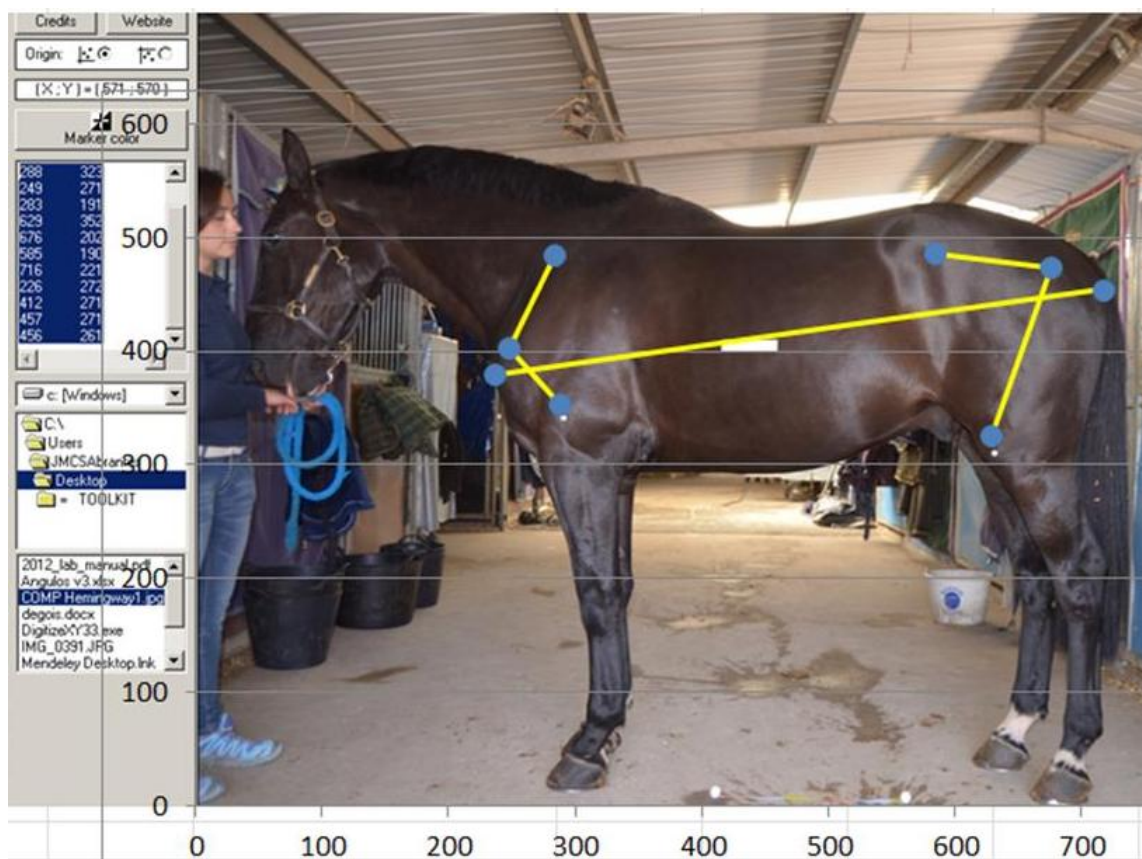


Ilustração 6 - Sobreposição da digitalização da imagem no programa Digitize XX e o diagrama com o comprimento, inclinações e ângulos obtido no programa Microsoft Office Excel

As medidas tiradas manualmente foram a altura ao garrote e à garupa, recorrendo a um hipómetro, e o perímetro torácico. O perímetro torácico foi medido atrás do codilho com a ajuda de uma fita de pesagem de cavalos e pôneis que, para além de apresentar a escala de pesagem em quilogramas e libras, apresenta uma escala métrica. Apesar da fita de pesagem apresentar o peso estimado do cavalo, para este estudo, o peso do cavalo será estimado através da fórmula $P = (PT^2 \times C) \div 11880$, onde P é o peso do cavalo, PT é o perímetro do tórax, e C o comprimento do cavalo, obtido pela análise das imagens. Esta fórmula matemática permite estimar o peso com maior precisão do que as fitas de pesagem (Cumming, 2009; Raymond, 2010).

As classificações dos cavalos foram recolhidas na base de dados do *site* da FEI, só entrando para este estudo as classificações de provas disputadas desde o início do ano de 2015 até dia 9 de Setembro de 2015, e às quais não houve eliminação. Os dados de relevo para o estudo foram as alturas das provas avaliadas sob tabela A¹⁸ e o número de pontos obtido em cada uma dessas provas. Durante um ano de competições, os cavalos podem variar a altura dos saltos de competição para competição e ter resultados em prova bastante distintos, tal como fazer uma prova a 1,20 metro e obter 4 pontos e no dia seguinte realizar uma prova a 1,50 metro e limpar a prova¹⁹. Alguns exemplos que podem justificar esta variação são as alterações comportamentais por questões hormonais ou alteração de cavaleiro. Deste modo, de forma a conseguir avaliar o desempenho desportivo de cada cavalo, houve a necessidade de usar a medida de localização mediana, em vez da média, nos parâmetros altura dos saltos e resultados em prova.

Todos os dados foram colocados numa folha de dados Excel do programa Microsoft Office Excel 2007, a qual se encontra no apêndice I. Posteriormente, foram transportados para o programa IBM SPSS Statistics 22, de modo a realizar-se a análise descritiva e de correlação dos parâmetros. Na análise descritiva calcularam-se os valores da média, mediana, máximo, mínimo, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose para cada parâmetro a analisar. O coeficiente de variação permitiu, através da fórmula $n = (Z \alpha/2 + Z \beta)^2 (CV)^2$, onde n é o tamanho da amostra, Z é o tamanho da distribuição normal com níveis abaixo de α e de β de curvas à direita, α e β os níveis possíveis de primeiro e segundo erro, tomando valores de 0,05 e 0,01, respetivamente, e CV o coeficiente de variação com o maior valor obtido, calcular o tamanho necessário para que uma amostra seja significativa (Bakhtiari & Heshmat, 2009). Quando os CV apresentam valores baixos, indicam que os parâmetros têm uma baixa dispersão em relação à média da população (Bakhtiari & Heshmat, 2009). Quanto mais baixos os valores de CV, menor será a amostra necessária (Bakhtiari & Heshmat, 2009). Na análise de correlação, para além de se efetuar a correlação entre os parâmetros biométricos de forma individual com os parâmetros de desempenho desportivo, também se analisaram as correlações entre a altura ao garrote/altura à garupa e o desempenho desportivo, o perímetro torácico/altura ao garrote e o desempenho desportivo e o peso/altura ao garrote e o desempenho desportivo. O teste de correlação utilizado foi o de Pearson, com coeficiente (r),

¹⁸ Nas competições disputadas sob tabela A, o conjunto é avaliado pela sua capacidade em realizar um percurso limpo (FEI, 2014). A classificação é dada pelo número de pontos obtidos em prova, sendo o menor número de pontos, o melhor resultado em prova (FEI, 2014).

¹⁹ Efetuar uma prova sem cometer erros.

e com significância $P = 0,05$. Neste estudo, a força da correlação é fraca se $r < |\pm 0,29|$, média se $r > |\pm 0,29|$ e $< |\pm 0,49|$ e forte se $r > |\pm 0,5|$ (Weller *et al.*, 2006).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da amostra

3.1.1. Altura ao garrote e à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso

Nesta amostra, 76,9% dos cavalos têm uma altura maior ao garrote do que à garupa. Apenas um cavalo apresentou a altura ao garrote igual à altura da garupa e 2 uma garupa mais alta que o garrote. A maior diferença entre as alturas do garrote e da garupa foi de 7 cm para os cavalos com garrote mais alto que a garupa, e de 2 cm para os cavalos com a garupa mais alta que o garrote.

Dos cavalos analisados, todos se apresentam mais altos que compridos, sendo os valores de maior e menor diferença de 15 cm e 2,67 cm, respectivamente.

A análise descritiva das medidas métricas e do peso apresentam-se nas tabelas 1 e 5.

Tabela 1 - Altura ao garrote, altura à garupa, diferenças entre a altura ao garrote e à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso

		Altura Garrote	Altura Garupa	Garrote - Garupa ²⁰	Comprimento	Perímetro Torácico	Peso
N	Válido	13	13	13	12	13	12
	Ausente	0	0	0	1	0	1
Média		167,77 cm	164,85 cm	2,92 cm	157,75 cm	193,08 cm	496,42 kg
Mediana		169,00 cm	166,00 cm	3,00 cm	159,00 cm	194,00 cm	505,82 kg
Desvio Padrão		4,126 cm	3,955 cm	2,63 cm	6,03 cm	9,188 cm	57,57 kg
Mínimo		157cm	157 cm	-2,00 cm	143,00 cm	167 cm	363,10 kg
Máximo		172 cm	172 cm	7,00 cm	166,00 cm	202 cm	570,16 kg

3.1.2. Inclinação da escápula e do coxal, ângulos do ombro e da anca

Os valores obtidos na estatística descritiva dos ângulos articulares e inclinações do ombro e da anca apresentam-se nas tabelas 2 e 5.

²⁰ Diferença entre a altura ao garrote e altura à garupa.

Tabela 2 - Inclinação da espádua, inclinação do coxal, ângulo escápulo-umeral e ângulo coxo-femural

		Estatísticas			
		Inclinação escápula	Inclinação coxal	Ângulo ombro	Ângulo anca
N	Válido	12	12	12	12
	Ausente	1	1	1	1
Média		66,50°	15,03°	113,03°	81,75°
Mediana		66,67°	14,00°	114,84°	81,67°
Desvio Padrão		2,83°	4,90°	7,95°	6,73°
Mínimo		61,33°	6,67°	93,67°	68,67°
Máximo		71,00°	22,00°	123,00°	93,00°

3.1.3. Altura dos saltos e pontuação em prova

A análise descritiva da altura dos saltos e da pontuação em prova encontra-se nas tabelas 4 e 5.

Tabela 3 - Análise descritiva da mediana da altura dos saltos e da mediana dos pontos em prova

		Altura dos saltos	Pontuação em prova
N	Válido	13	13
	Ausente	0	0
Média		134,654	4,269
Mediana		140,000	4,000
Desvio Padrão		12,5123	2,0475
Mínimo		110,0	,0
Máximo		150,0	8,0

3.1.4. Coeficientes de variação e cálculo do tamanho da amostra

Os coeficientes de variação (CV) encontram-se na tabela 4. Neste trabalho o CV mais baixo foi de 0,024 e o mais alto de 0,385, com uma média de 0,113, ou seja, dentro dos parâmetros analisados existe uma dispersão mínima de 2,4% e uma máxima de 38,5%. Seguindo a fórmula $n = (Z \alpha/2 + Z \beta)^2 (CV)^2$, onde n é o tamanho da amostra, Z é o tamanho da distribuição normal com níveis abaixo de α e de β de curvas à direita, α e β os

níveis possíveis de primeiro e segundo erro, tomando valores de 0,05 e 0,01, respectivamente, (Bakhtiari & Heshmat, 2009), e CV o coeficiente de variação com o maior valor obtido neste trabalho, para o presente estudo deveriam ter entrado 1483 indivíduos.

Tabela 4 - Coeficiente de Variação da altura ao garrote, altura à garupa, comprimento, perímetro torácico e peso

	CV ²¹
Altura ao garrote	0,025
Altura à garupa	0,024
Comprimento	0,038
Perímetro Torácico	0,046
Peso	0,116
Inclinação da escápula	0,043
Inclinação do coxal	0,0326
Ângulo escapulo-umeral	0,070
Ângulo coxofemoral	0,082
Altura dos saltos	0,087
Pontuação em prova	0,385

3.1.5. Assimetria e curtose

Os dados obtidos para a assimetria e curtose encontram-se na tabela 5. Neste trabalho, quase todos os resultados se apresentam enviesados à esquerda, excetuando a AGp, IE, IC e AA que apresentam uma distribuição quase normal.

3.2. Correlações

3.2.1. Parâmetros biométricos

Dentro dos parâmetros analisados as correlações entre a altura ao garrote e altura à garupa, altura ao garrote e comprimento, altura à garupa e comprimento, comprimento e peso, perímetro torácico e peso e inclinação do coxal e ângulo coxofemoral detetaram-se correlações positivas de força alta. Também as correlações entre a altura ao garrote e o peso e altura à garupa e o peso apresentaram correlações positivas fortes, mas sem significância.

²¹ Coeficiente de variação.

Tabela 5 - Análise da assimetria e *curtose* dos parâmetros biométricos da mostra

	Assimetria		Curtose	
	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
AG	-1,698	,616	3,033	1,191
AGp	-,505	,616	,551	1,191
PT	-2,091	,616	5,334	1,191
C	-1,353	,637	2,573	1,232
P	-1,278	,637	1,699	1,232
IE	-,434	,637	-,232	1,232
IC	-,084	,637	-,995	1,232
AO	-1,346	,637	2,230	1,232
AA	-,114	,637	,253	1,232

3.2.2. Correlações entre os parâmetros biométricos e o desempenho desportivo

As correlações entre os parâmetros biométricos e a altura dos saltos e a pontuação em prova encontram-se representadas na tabela 6.

Tabela 6 - Correlações entre os parâmetros seleccionados e a altura dos saltos e a pontuação em prova

	AS			Pts	
	r	sig.		r	sig.
AG	-0,052 a)	0,867	AG	0,028 a)	0,928
AGp	0,036 a)	0,907	AGp	0,124 a)	0,687

AG/AGP	-0,106 a)	0,731	AG/AGp	-0,074 a)	0,809
PT	0,474 b)	0,102	PT	-0,079 a)	0,798
PT/AG	0,543 c)	0,055	PT/AG	-0,101 a)	0,742
C ^a	-0,207 a)	0,519	C ^a	0,038 a)	0,907
C/AG ^a	-0,388 b)	0,191	C/AG ^a	0,048 a)	0,876
P ^a	0,338 b)	0,282	P ^a	-0,061 a)	0,849
P/AG ^a	-0,226 a)	0,457	P/AG ^a	0,011 a)	0,972
IE ^a	-0,103 a)	0,750	IE ^a	-0,194 a)	0,546
IC ^a	0,242 a)	0,449	IC ^a	-0,424 b)	0,170
AO ^a	-0,394 b)	0,205	AO ^a	-0,604 c)	0,038*
AA ^a	-0,511 c)	0,090	AA ^a	0,407 b)	0,189

^a parâmetros em que só foram contabilizados 12 indivíduos; a) correlação fraca; b) correlação média; c) correlação alta; * resultados com significância, $p < 0,05$.

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Apesar de a conformação ser determinada pela soma de todos os pequenos efeitos de cada um dos seus componentes e não de apenas alguns (Weller *et al.* 2006), para este estudo foram incluídos a altura ao garrote (AG); a altura à garupa (AGp); a AG/AGp; o comprimento do cavalo (C); o perímetro torácico (PT); o PT/AG; o peso (P); o P/AG; a inclinação da escápula (IE) e do coxal (IC); e os ângulos escapulo-umeral (AO) e coxofemoral (AA).

O que motivou a seleção dos parâmetros pertencentes à porção proximal dos membros foi o facto de estes serem considerados uns dos mais significativos na distinção de cavalos com diferentes aptidões (Beeman, 2008), e pelo facto de a maioria dos trabalhos realizados em conformação focarem maioritariamente a porção distal dos membros.

Encontrou-se uma força de relação média para as correlações PT e a altura saltada (AS), C/AG e a AS, P e a AS, o AO e a AS, a IC e os pontos em prova (Pts) e uma força de relação alta para PT/AG e a AS, AA e a AS e o AO e os Pts. Contudo, apenas a correlação entre o AO e os Pts apresentou uma significância abaixo de 0,05.

Neste estudo, para os parâmetros relacionados com a AG, AGp e AG/AGp a relação com o desempenho desportivo foi muito baixa, mas não apresentou significância.

4.1. Recolha e análise de dados

Neste trabalho apenas se recolheram parâmetros biométricos do lado esquerdo do cavalo não só pelo facto de os cavalos serem mais tolerantes a aproximações realizadas por este lado, como também pelo curto espaço de tempo para recolha dos dados. De qualquer forma, acredita-se que as diferenças entre o lado direito e esquerdo do cavalo em relação aos seus ângulos articulares, sejam da responsabilidade de uma postura assimétrica, e não de uma verdadeira assimetria (Weller *et al.*, 2006).

Weller *et al.* (2006), num estudo de coorte em cavalos de corrida com obstáculos, identificou que a maioria das distribuições do comprimento de segmentos e de ângulos dos membros, seguiram uma distribuição normal, com a média e a mediana praticamente idênticas. Contudo, a distribuição da inclinação da escápula e do coxal era enviesada (Weller *et al.*, 2006). Neste trabalho, apenas os resultados da AGp e AA se apresentam em concordância com o detetado por Weller *et al.* (2006).

4.2. Raça

Os cavalos dos livros de origem Hanoveriana, Oldenburger, Westphalian e puro-sangue Holandês foram os primeiros a concursar a nível internacional na disciplina de ensino (Barrey *et al.*, 2002). Nos programas reprodutivos destes cavalos, o desempenho desportivo no ensino era o maior objetivo de seleção (Barrey *et al.*, 2002). Já os cavalos de raça Sela Francês, também utilizados comumente em ensino, eram usualmente selecionados pela sua habilidade em saltar (Barrey *et al.*, 2002).

Ao analisar os resultados do *ranking* de melhor conjunto na disciplina de obstáculos no *site* oficial da FEI, pode-se observar que 80% dos cavalos do *Top 20* estão inscritos nos livros genealógicos Belga, Holandês e Alemão, sendo que os cavalos de origem alemã representam 40% deste *Top 20* (FEI, 2015b). Dentro do grupo dos cavalos de origem alemã, faziam parte os Westphalian (n=3), Holstein (n=3), Hanoveriano (n=1) e Oldenburger (n=1) (FEI, 2015b). Os restantes 20% eram dois cavalos Anglo europeus, um Sela Francês e um de origem Sueca (FEI, 2015b).

Estes resultados enquadram-se com os dados do *World Breeding Federation Sport Horse Ranking* para as melhores raças em competição na disciplina dos saltos de obstáculos. No *Top 10* deste *ranking*, colocam em primeiro lugar os cavalos da raça alemã Holstein; em segundo, com origem Holandesa, o Puro-sangue Real dos Países Baixos, mais conhecido por KWPN; em terceiro lugar o Cavalo de Desporto Belga; em quarto a raça cavalo de Sela Francês; em quinto o cavalo Anglo Europeu; seguido pelas raças, de origem alemã, Hanoveriano, Westphalian e Oldenburger; e pela raça belga Zangersheide (WBFSH, 2015).

Verifica-se, desta forma, que os cavalos de origem alemã são aqueles com um desempenho desportivo na disciplina de obstáculos bastante favorável. Este acontecimento é também verificado a nível internacional no ensino, onde os cavalos de origem alemã ou cruzados com raças de origem alemã são aqueles que apresentam um melhor desempenho (Barrey *et al.*, 2002; Solé *et al.*, 2013).

Neste trabalho, as raças dos cavalos analisados enquadram-se com as raças consideradas indicadas para a disciplina de saltos de obstáculos.

4.3. Idade

A média e desvio padrão da idade dos cavalos do *Top 20* é de $12,45 \pm 1,669$, sendo que as idades estão compreendidas entre os 10 e os 16 anos de idade (FEI, 2015b).

A amostra deste estudo apresenta uma média de idades ligeiramente inferior, com um valor de 10,23. Este resultado pode explicar-se pelo facto de a amostra recolhida não englobar apenas conjuntos que participam nas provas de cavalos adultos, mas também indivíduos que participam nas provas de cavalos novos, assim como cavalos que competem em provas de níveis muito distintos, quer pelo nível do cavalo, quer pelo nível do cavaleiro.

4.4. Altura ao garrote e à garupa

Num estudo realizado em cavalos de origem Ibérica, verificou-se que a média das suas alturas ao garrote estava compreendida entre 1,61m e 1,63m, e que a sua conformação se adaptava melhor ao ensino clássico (Solé *et al.*, 2013).

Nesta pesquisa, a média das alturas foi de 1,67 m, resultado superior ao recolhido por Solé *et al.* em cavalos de ensino, algo que se esperava. Segundo Dalin & Jeffcott, quando comparados com cavalos de ensino, os cavalos de obstáculos são mais altos ao garrote (Dalin & Jeffcott, 1994).

No estudo de Barrey *et al.* (2002), a média e o desvio padrão da altura ao garrote e ao sacro era, respetivamente, de $1,68 \pm 0,04$ m e $1,65 \pm 0,05$ m nos cavalos de origem alemã, e de $1,68 \pm 0,05$ m e $1,66 \pm 0,06$ m nos cavalos da raça Sela Francês (Barrey *et al.*, 2002).

Nesta amostra, a média de alturas dos cavalos da raça sela francês foi de 164 cm ao garrote, valor próximo ao referido por Barrey *et al.*, mas 2 cm inferior. Contudo, o valor obtido não é representativo da população de cavalos da raça sela francês, pois o número de indivíduos que entrou para esta média é muito reduzido.

Chamberlain diz que cavalos de CCE²² devem ter 15 mãos e 3 polegadas, ou seja, cerca de 1,60m (Jones, 1989). Apesar disso, os concorrentes costumam optar por cavalos maiores, ignorando o facto destes apresentarem uma maior propensão para problemas músculo-esqueléticos e, geralmente, menor capacidade atlética (Jones, 1989).

²² Concurso completo de equitação. Disciplina que compreende três provas: ensino, *cross* e saltos de obstáculos.

Os cavalos de obstáculos deste estudo apresentam uma altura superior à referida por Chamberlain nos cavalos de CCE. Apesar de em CCE os cavalos terem de realizar uma prova de obstáculos e outra de *cross*, onde têm de superar obstáculos soltos e fixos, respetivamente, na prova de *cross* e ao longo dos dias de competição, os cavalos têm que apresentar algum grau de resistência ao esforço físico prolongado, tal como em endurance.

Cavalos de endurance de alto nível têm, geralmente alturas compreendidas entre as 14 e 15 mãos, ou seja, entre os 1,42m e 1,52m sendo que em cavalos puro-sangue árabe com mais de 15 mãos, mais de 1,52m, a habilidade para endurance diminui (Jones, 1989).

Poderá ser por este facto que os cavalos de obstáculos são, geralmente, mais altos que os cavalos de CCE.

Weller *et al.* obtiveram, para cavalos de corrida, valores para altura ao garrote de $162 \pm 3,6$ cm, como um mínimo e um máximo de 154 cm e 173 cm, respetivamente (Weller *et al.*, 2006). Langlois, 28 anos antes, mediu cavalos puro-sangue inglês e trotador francês, cavalos muito utilizados em corridas, e obteve uma média da altura ao garrote muito semelhante a Weller *et al.*, sendo o valor obtido por este de 162,3 cm ao garrote (Langlois *et al.*, 1978). Para a altura medida na garupa, o valor obtido por Langlois *et al.* foi de 159,6 cm (Langlois *et al.*, 1978).

Quando comparados cavalos de corridas planas com cavalos de corridas com saltos, num estudo de Weller *et al.*, os cavalos que têm de ultrapassar os obstáculos apresentaram uma maior altura do seu membro anterior que os de corridas planas (Weller *et al.*, 2006). No entanto, não faz referência se a maior altura do membro tem influência na altura ao garrote destes cavalos.

Ao comparar com os cavalos de corridas com os de obstáculos deste estudo, pode observar-se que os de obstáculos são mais altos.

Os resultados obtidos para a altura ao garrote encontram-se em concordância com o constatado por Dalin & Jeffcott (1994) e Clayton (1994 e 2001), que dizem que os cavalos da disciplina de obstáculos costumam ser mais altos que os de outras disciplinas (Clayton, 1994, Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton, 2001).

Alguns autores descobriram a existência de uma correlação positiva entre a altura ao garrote e o desempenho desportivo em cavalos de ensino e de obstáculos (Jones, 1989; Lawrence, 2006; Weeren, 2006).

No entanto, tal como Janczarek *et al.* (2013) no seu estudo, os resultados obtidos no presente trabalho não coincidem com o esperado por Lawrence (2006) e Weeren, (2006), com, apesar de a significância ser muito superior a 0,05, correlações baixas, indicativas de que a altura não influencia o desempenho desportivo.

No estudo de Janczarek *et al.* (2013), os resultados não se encontram em concordância possivelmente pelo facto de a amostra ser constituída por cavalos seleccionados previamente para a disciplina de obstáculos. Já neste trabalho, a discrepância de resultados pode explicar-se por se estarem a comparar cavalos e conjuntos com níveis diferentes de experiência e que participam em provas de diferentes dificuldades, sendo que cavalos com um maior potencial desportivo, podem estar a competir em níveis abaixo do que realmente são capazes.

Idealmente, e de forma a evitar este resultado que poderá induzir em erro, a amostra recolhida para este estudo deveria incluir apenas cavalos que participassem em provas com as mesmas dificuldades, como por exemplo, provas a 1,50 m ou mais de CSIO5* FEI.

Na correlação entre a altura à garupa e a altura saltada, o valor da relação foi positivo, mas fraco. O mesmo ocorreu entre a altura à garupa e a pontuação em prova. Deste modo, nesta amostra, tal como a altura ao garrote, a altura à garupa não parece influenciar o desempenho desportivo. No entanto, a significância destes resultado é muito superior a 0,05.

Santamaria *et al.* (2002) dizem que a inclinação do tronco é de extrema importância em obstáculos. Para cavalos de concurso completo de equitação, deseja-se que os cavalos sejam mais altos no garrote do que na garupa, sendo que a diferença deverá ser no mínimo 2,54cm, promovendo um melhor balanço (Jones, 1989). Cavalos de corrida geralmente são mais baixos 0,93 cm no garrote que na garupa, com um máximo de diferença individual de 4,6 cm (Eeller *et al.*, 2006). Para cavalos desta disciplina que são mais altos ao garrote, Weller *et al.*, detetaram uma maior diferença individual de 5,4 cm (Weller *et al.*, 2006).

Os cavalos analisados neste estudo eram majoritariamente mais altos ao garrote que à garupa, sendo que a média da diferença entre uma altura e outra foi de 4,10 cm. Nesta amostra, apenas dois cavalos apresentavam a garupa mais alta que o garrote, com uma diferença de 1 e 2 cm, conformação que é mais comum em cavalos de corridas. Apenas um cavalo possuía uma altura idêntica entre o garrote e a garupa. Este resultado é idêntico ao encontrado para cavalos de CCE e o oposto do que se observa em cavalos de corrida. Como os cavalos de obstáculos se assemelham aos de ensino e em CCE estão englobadas duas disciplinas de saltos e a de ensino, era de esperar que este parâmetro biométrico se assemelhasse ao de cavalos de CCE, onde os cavalos têm de ter uma frente ligeira e ser capazes de suportar o seu peso com os posteriores; ao invés do parâmetro dos cavalos de corridas, onde o importante é transmitir o máximo de velocidade de uns membros para os outros.

Ao contrário do que foi encontrado na revisão bibliográfica, a correlação entre o desempenho desportivo e o *ratio* entre altura ao garrote e altura à garupa foi negativa. Apesar de uma fraca relação, os indivíduos analisados neste estudo obtiveram melhores resultados quando a linha imaginária que une a garupa ao garrote tende em ser horizontal ou mais elevada do lado dos posteriores.

4.5. Comprimento

Tal como Weller *et al.* detetaram num estudo da conformação em cavalos de corridas, também neste trabalho o desvio padrão do parâmetro comprimento é maior do que o desvio padrão dos outros parâmetros de medida de comprimento (Weller *et al.*, 2006).

Num estudo de cavalos destinados para o ensino, detetou-se que os cavalos da Raça Sela Francês eram mais compridos que os cavalos de origem alemã (Barrey *et al.* 2002). Neste trabalho os cavalos de Sela Francês são mais curtos cerca de 10 cm que os restantes cavalos Holandeses e Belgas, mas também são mais baixos. Deste modo, comparando os *ratios* entre a altura ao garrote e o comprimento de cada raça analisada, os cavalos apresentam uma proporcionalidade entre altura e comprimento muito similar.

Não se detetaram evidências de existir correlação entre desempenho desportivo e o parâmetro biométrico comprimento. Contudo o resultado não apresenta significância.

Os cavalos da raça Polaca *Half-bred*, considerada uma raça com aptidão para os obstáculos, apresentam uma forma quadrática (Komosa *et al.*, 2014). Neste estudo, a média das alturas e de comprimento apontam para uma conformação mais retangular, sendo os cavalos mais altos do que compridos. No entanto, nenhum pertencia à raça Polaca *Half-bred* e o cavalo que apresentou a forma mais quadrática era puro-sangue holandês. Para além disso, ao efetuar o *ratio* C/AG e correlacionando com o desempenho desportivo, observa-se uma relação de força média entre este *ratio* e a altura saltada, existindo, aparentemente, uma tendência para participar em provas mais altas cavalos mais altos que compridos. Contudo, esta relação não apresenta significância.

Cavalos de corrida também apresentam ma conformação mais retangular, contudo, ao invés de cavalos de obstáculos, são geralmente, mais compridos que altos (Weller *et al.*, 2006).

4.6. Perímetro Torácico

Von Lengerken e Werner, 1969, identificaram que a largura do tórax era o único parâmetro biométrico que apresentava uma correlação positiva significativa com a velocidade (Weeren, 2006).

Em cavalos de corrida, observou-se que os cavalos de origem irlandesa e francesa apresentavam diferenças significativas em relação ao perímetro torácico (Weller *et al.*, 2006). Esta caraterística pode dever-se à preferência dos franceses por cavalos mais elegantes (Weller *et al.*, 2006). Também neste estudo, os cavalos de origem francesa apresentaram um perímetro torácico menor do que o dos restantes cavalos. Mas, novamente, ao realizar um *ratio* entre a altura ao garrote e o perímetro torácico, todos os indivíduos da amostra apresentam proporções idênticas.

Cavalos com um tórax largo podem ter uma fase posterior da passada mais curta, pela interferência do cotovelo com o tórax (Jones, 1989). Pretende-se que o tórax seja fundo, de forma a melhorar a capacidade torácica (Jones, 1989). Neste estudo, não existe distinção entre tórax mais ovais, ou seja, mais fundos, ou circulares, ou seja, mais largos. Deste modo, cavalos com perímetro torácico idêntico podem ter conformações de tórax diferentes. No entanto, para a altura saltada, apesar de não apresentar significância, a relação com o perímetro torácico foi positiva e de força média, indicando que quanto maior o perímetro

torácico, maior a altura saltada. Também para as pontuações em prova, apesar de a relação ser muito fraca, quanto maior o perímetro torácico, menor a pontuação em prova, o que poderá ser indicativo de um melhor desempenho desportivo para cavalos com tórax maior.

Ao efetuar um *ratio* entre o perímetro torácico e a altura ao garrote e comparando o valor com o desempenho desportivo, pode observar-se uma relação forte para a altura saltada, sendo que os cavalos com um perímetro torácico maior, comparativamente a cavalos com a mesma altura, entraram em provas com obstáculos mais altos.

Apesar de, em 1994, Clayton referir que cavalos bons saltadores apresentam valores do *ratio* entre o PT e a AG baixos, Jones (1989) e a mesma autora em 2001, defendem que cavalos bons saltadores são mais largos e compactos quando comparados com cavalos com a mesma altura, tal como observado neste estudo. Em cavalos de corrida, também corre a opinião que cavalos mais largos são melhores para corridas com saltos e que cavalos mais ligeiros são melhores para as corridas planas (Weller *et al.*, 2006). Mas ainda não foi confirmado este facto em relação ao desempenho desportivo (Weller *et al.*, 2006). Apenas se verificou que geralmente são mais largos os cavalos utilizados nas corridas com saltos (Weller *et al.*, 2006).

4.7. Peso

Neste trabalho encontrou-se uma relação positiva de força média entre o peso e a altura do salto, e uma relação negativa fraca entre o peso e a pontuação em prova, que pode indicar uma tendência de melhor desempenho desportivo por parte de cavalos mais pesados.

Contudo, ao efetuar um *ratio* entre o peso e a altura ao garrote e correlacionar com o desempenho desportivo, para cavalos com a mesma altura, os mais pesados apresentam um pior desempenho. Este resultado deveria ser acompanhado pela condição corporal do cavalo, pois poderá ser indicativo de que cavalos com peso a mais, tenham um pior desempenho desportivo. Por este raciocínio e pela técnica utilizada para calcular o peso, provavelmente o melhor desempenho desportivo em cavalos com mais peso, é um dado enganoso, e o peso representar um cavalo maior e não um cavalo mais pesado, quando comparado com outro da mesma altura.

4.8. Inclinação da escápula e do coxal

Na presente análise de dados os valores das médias das inclinações da escápula e osso coxal foram, respetivamente, $66,5^\circ$ e 15° . Este resultado difere dos encontrados por Barrey *et al.* (2002) em cavalos de ensino e por Jones em cavalos de CCE e de endurance. No estudo de Barrey *et al.* (2002), a média e desvio padrão da inclinação da escápula em cavalos de origem alemã e da raça Sela Francês selecionados para a disciplina de ensino, eram de $58^\circ \pm 3,26$ e de $59^\circ \pm 2,46$, respetivamente (Barrey *et al.* 2002). Os valores da inclinação do osso coxal, nesta mesma população, foram de $26^\circ \pm 3,94$ para os cavalos de origem alemã, e de $23^\circ \pm 4,02$ para os Sela Francês (Barrey *et al.* 2002). Já os cavalos de raça Sela Francês deste estudo apresentaram uma média de inclinações da escápula e do osso coxal de $65,83^\circ$ e de $16,92^\circ$, valores díspares dos encontrados por Barrey *et al.* (2002). No entanto, os pontos anatómicos utilizados para realizar as medições, não foram os mesmos, e as discrepâncias entre os resultados podem dever-se a tal. Pelos pontos anatómicos utilizados neste trabalho e no trabalho de Barrey *et al.* (2002), e olhando para um esqueleto de cavalo, compreende-se que os ângulos obtidos no neste estudo sejam maiores para o membro anterior e menores para o membro posterior.

Jones diz que nos cavalos praticantes de CCE, a inclinação da escápula deverá localizar-se entre os 60° e os 55° , ou menos, com a horizontal e que em cavalos de *endurance* a escápula deverá ter uma inclinação de 47° a 54° (Jones, 1989). Este autor não refere os pontos anatómicos que utilizou para as medições dos ângulos articulares, deste modo a comparação com os resultados obtidos não seria absolutamente correta. Não obstante, esperar-se-ia que os valores deste estudo se aproximassem dos valores dados para cavalos de ensino e de CCE, pela proximidade de parâmetros biométricos entre cavalos de obstáculos e de ensino e pelo facto de na disciplina de CCE as disciplinas que a caracterizam são precisamente os obstáculos, fixos ou não, e o ensino (Wardrope, 2005a; Weeren, 2006).

Diversos autores referem que escápulas que se apresentem numa posição menos vertical são necessárias para atingir um alto nível em cavalos de ensino (Weeren, 2006; Solé *et al.*, 2013). A correlação obtida neste trabalho para a inclinação da escápula e a altura do salto, foi fraca, mas negativa, indicando que quanto menor o ângulo de inclinação com a horizontal, maior a altura saltada, ou seja, melhor é o desempenho desportivo do cavalo, tal como se observa em cavalos de ensino (Weeren, 2006; Solé *et al.*, 2013). No entanto, quanto

menor a inclinação com a horizontal obtida, maior foi o número de pontos em prova, apontando para um mau desempenho. No entanto, o valor da significância foi abaixo de 0,553.

Seria interessante correlacionar a inclinação deste osso com a cinemática de um cavalo a saltar, visto na passada de aproximação 1, passada muito influente na correta abordagem a um salto, o cavalo tentar alcançar o solo com os membros anteriores numa posição mais cranial (Clayton & Barlow, 1991; Clayton, 1994; Clayton, Colborne, Lanovaz & Burns, 1996; Clayton, 2001). Este movimento poderá ser mais notório com escápulas menos inclinadas, que promovem uma maior protração dos membros anteriores (Solé *et al.*, 2013).

Holmström (2001) e Weeren (2006) consideram a inclinação do osso coxal de grande importância em cavalos de elite, sendo que uma grande inclinação do ílio está associada a um bom desempenho desportivo (Jones, 1989; Dalin & Jeffcott, 1994; Clayton, 2001; Weeren, 2006). Os resultados obtidos vão de encontro com o considerado por Holmström (2001), sendo a relação entre a inclinação do coxal com a pontuação em prova média, com uma maior inclinação a favorecer um menor número de pontos obtidos em prova.

Aqui, tanto para a altura saltada como para a pontuação em prova, quanto maior a inclinação do coxal, melhor o desempenho desportivo do cavalo em prova. Este resultado pode associar-se ao facto de uma maior inclinação do coxal permitir ao cavalo que coloque os seus membros bem debaixo do seu tronco, possibilitando uma maior coleção nos andamentos e uma boa propulsão para saltar (Baxter *et al.*, 2011).

4.9. Ângulo escapulo-umeral e coxofemoral

Weller *et al.*, determinaram que dentro dos ângulos medidos sobre as articulações dos membros, os da porção proximal do membro posterior eram os que apresentavam um maior desvio padrão (Weller *et al.*, 2006). Neste trabalho, o desvio padrão para as articulações do ombro e anca foram de 7,945 e de 6,730, respetivamente, mas não foram analisados outros ângulos articulares nos membros para comparar. Jones (1989) diz que o ângulo da articulação do ombro deve ser de 90° (Jones, 1989). Já Baxter *et al.* referem que a articulação do ombro ronda os 120° a 130° (Baxter *et al.*, 2011). Contudo, os resultados desta população diferiram bastante do apresentado por Jones e Baxter *et al.*, aproximando-se mais dos valores obtidos por Barrey *et al.* em cavalos de ensino de descendência alemã e francesa. Este autor encontrou

uma média e desvio padrão do ângulo articular escapulo-umeral em cavalos de origem alemã e da raça Sela Francês selecionados para a disciplina de ensino, de $105^{\circ} \pm 6,26$ e de $104^{\circ} \pm 5,36$, respetivamente (Barrey *et al.* 2002), cerca de 8° de diferença para a média obtida neste estudo. Os cavalos de obstáculos de Sela Francês analisados apresentam um ângulo cerca de 5° maior que os Sela Francês de ensino analisados por Barrey *et al.* (Barrey *et al.*, 2002). No entanto, e mais uma vez, estas discrepâncias podem ser devidas aos diferentes pontos anatómicos utilizados na realização das medições.

Para o ângulo da anca, Baxter *et al.* referem um valor de cerca de 115° (Baxter *et al.*, 2011). Mas, mais uma vez, os ângulos neste estudo aproximam-se mais dos valores obtidos por Barrey *et al.* (2002). Os valores do ângulo da articulação coxofemoral, na população analisada por Barrey *et al.*, foram de $95^{\circ} \pm 5,87$ para os cavalos de origem alemã, e de $94^{\circ} \pm 5,00$ para os Sela Francês (Barrey *et al.* 2002). Nesta população o valor para articulação coxofemoral foi de $81,75^{\circ}$, valor mais baixo que o encontrado por Barrey *et al.* (2002). Conforme Wardrope (2005b), este resultado é o esperado, pois deseja-se que os cavalos de obstáculos, apesar de semelhantes aos cavalos de ensino, sejam mais angulados que estes, de forma a conseguirem comprimir-se o máximo possível antes de saltarem por cima de obstáculos (Wardrope, 2005b). As grandes diferenças entre os resultados deste estudo e do estudo de Barrey e os referidos por Jones (1989) e Baxter *et al.* (1962), podem dever-se não só à utilização de métodos de obtenção diferentes, como também pela intensa seleção que tem ocorrido ao longo dos anos, sendo os estudos de Jones e Baxter *et al.*, já foram realizados há mais de 27 anos.

Langlois (1978), diz que estes ângulos são de extrema importância no desempenho desportivo de cavalos de obstáculos (Weeren, 2006). Neste trabalho, apesar da única relação com significância ser a da correlação entre o ângulo articular do ombro e a pontuação em prova, os resultados obtidos apontam para a mesma ideia, existindo correlações de força média entre o ângulo articular do ombro e a altura saltada e o ângulo da articulação da anca e os pontos obtidos em prova e correlações de força alta o ângulo articular do ombro e a pontuação obtida em prova e o ângulo articular da anca e a altura saltada. Para além disso, os resultados também se encontram em concordância com o referido por Baxter *et al.* (2011) e Dyce *et al.* (2010), no que diz respeito a que ângulos menores estão associados a um melhor desempenho. Baxter *et al.* (2011) dizem que uma escápula mais próxima da horizontal promove uma maior extensão do cotovelo (Baxter *et al.*, 2011) e Dyce *et al.* (2010) dizem que

a orientação do osso coxal é importante, pois se apresentar uma inclinação acima dos 30° com a horizontal, os músculos que o envolvem são mais curtos, o que leva a uma diminuição da ação de alavanca que estes poderiam proporcionar se o ângulo fosse menor (Dyce *et al.*, 2010). Desta forma, a correlação existente entre os ângulos articulares e o desempenho desportivo, pode dizer-se que era a esperada.

4.10. Importância dos resultados

Este trabalho preliminar leva a acreditar que o estudo da influência da conformação no desempenho desportivo é importante e que a sua avaliação pode fornecer dados relevantes que se poderão incluir nos parâmetros de seleção de cavalos da disciplina de salto de obstáculos.

Talvez a utilização de parâmetros de conformação com grande influência no desempenho desportivo possa evitar a seleção de cavalos, principalmente de poldros, com base na técnica de salto sobre obstáculos saltados em liberdade, onde o risco de ocorrência de acidentes é maior que na avaliação da conformação. Para além disso, já são conhecidas bastantes técnicas de avaliação da conformação de cavalos de forma quantitativa, sustentada em factos científicos e não na subjetividade da avaliação realizada por juízes (Sánchez-Guerrero *et al.*, 2016), e muito pouco invasiva, como a avaliação dos parâmetros biométricos em 3D descrita por Kristjansson *et al.* (2013).

4.11. Limitações

4.11.1. Local e modo de recolha de dados

Como a recolha de dados foi realizada em campo e num ambiente de competição, o seu processo tinha que ser feito num curto espaço de tempo e com as condições de terreno disponível. Este factor, juntamente com temperamentos mais difíceis de certos cavalos, levou a que ocasionalmente o posicionamento dos cavalos fosse sub-ideal

4.11.2. Tamanho da amostra

Para valores acima de CV 30%, considera-se que existe uma dispersão de dados muito elevada, o que ocorreu para os parâmetros inclinação do osso coxal e pontuação em prova (Bakhtiari & Heshmat, 2009). Os restantes parâmetros deste estudo apresentam CV

abaixo de 15%, considerando-se que os dados são pouco dispersos (Bakhtiari & Heshmat, 2009). Com uma dispersão tão elevada, para o presente estudo deveriam ter entrado 1483 indivíduos, e não apenas 13. Será interessante repetir o estudo com um número de indivíduos superior.

4.11.3. Análise bidimensional

Como os cavalos não se cingem a duas dimensões, mas a digitalização e transformação das fotografias os toma como tal, os dados recolhidos por este método sofrem uma deformação ótica, sendo valores aproximados do real. Para dados mais precisos, a opção de uma análise em três dimensões, medições *in situ* ou uma correção matemática da deformação ótica forneceria dados mais próximos do real.

5. CONCLUSÕES

A conformação tem um papel fundamental no desempenho desportivo equestre, apresentando uma grande importância não só na saúde do sistema músculo-esquelético, como na aptidão para determinada disciplina e previsão de cavalos de elite e sem ser de elite.

Este estudo preliminar permitiu calcular o tamanho da amostra necessário para realizar a análise da influência da conformação em cavalos de obstáculos, utilizando os parâmetros biométricos altura ao garrote, altura à garupa, comprimento, peso, perímetro torácico, inclinação da escápula, ângulo escapulo-umeral, inclinação do coxal e ângulo coxofemoral, no desempenho desportivo, através dos parâmetros de desempenho desportivo altura saltada e prova e pontuação obtida em prova.

Apesar do tamanho diminuto da amostra, pode observar-se a possibilidade de influência média dos parâmetros perímetro torácico, peso, comprimento/altura ao garrote, inclinação do coxal, e ângulo articular do ombro e influência alta do perímetro torácico/altura ao garrote, ângulo do ombro e ângulo da anca no desempenho desportivo dos cavalos que constituíram esta amostra.

Seria interessante realizar o estudo numa amostra maior. No caso de existirem parâmetros de conformação que influenciem o desempenho desportivo, estes poderão ser incluídos na seleção de cavalos para a disciplina de salto de obstáculos.

No entanto, apesar de importante no desempenho desportivo, a conformação por si só não é determinante (Weeren, 2006). O treino, carácter, linhagem hereditária, o estado de saúde geral de um cavalo, entre outros fatores são fundamentais para bons resultados desportivos (Weeren, 2006).

BIBLIOGRAFIA

Anderson, T.M.; McIlwraith, C.W.; & Douay, P. (2004). The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing thoroughbred. *Equine veterinary journal*, 36 (7) 571-575.

Ashdown, Raymond R.; Done, Stanley H. (1987). The horse: Color atlas of veterinary anatomy. Mosby-wolfe (Eds.), volume 2. England.

Bakhtiari, J.; & Heshmat, G. (2009). Estimation of genetic parameters of conformation traits in Iranian Thoroughbred horses. *Livestock Science* 123, 116–120.

Barr, Bonnie (2010). Support of respiratory function. In: Saunders Elsevier (3th Eds.), *Equine internal medicine* (pp. 265 – 268). USA.

Barrey, E. (2001). Inter-limb coordination. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp.77 – 94). UK.

Barrey, E.; Desliens, F.; Poirel, D.; Biau, S.; Lemaire, J.; Rivero, L.; & Langlois, B. (2002). Early evaluation of dressage ability in different breeds. *Equine Veterinary Journal*, 34 (319 – 324).

Bartolomé, E.; Menéndez-Buxadera, A.; Valera, M.; Cervantes, I.; & Molina, A. (2013). Genetic (co)variance components across age for show jumping performance as an estimation of phenotypic plasticity ability in Spanish horses. *Journal of animal breeding and genetis*, 130, 190 - 198.

Baxter, Gary M.; Stashak, Ted S.; & Hill, Cherry (2011). Conformation and movement. In: Blackwell Publishing Ltd. (6th Eds.), *Adam's lameness in horses*, (pp. 73 – 107). UK.

Becker, A.C., Stock, K.F. & Distl, O. (2012). Correlations of unfavorable movement characteristics in warmblood foals mares with routinely assessed conformation and performance traits. *The animal consortium*, doi:10.1017/S1751731112001322.

Beeman, G.M. (2008). Conformation of the horse: relationship of form to function. Em: 54th annual convention of the American association of equine practioners – AAEP, 2008 – San Diego, CA, USA.

Belvedere, Claudio; Leardini, Alberto; Ensini, Andrea; Bianchi, Luca; Catani, Fabio; & Giannini, Sandro (2009). Three-Dimensional Patellar Motion at the Natural Knee during Passive Flexion/Extension. An In Vitro Study. *Journal of orthopedic research*, November, pp. 1426 – 1431.

Bobbert, Maarten F.; Santamaria, Susana; Weeren, P. René van; & Barneveld, Albert (2005). Can jumping capacity of adult show jumping be predicted on the basis of submaximal free jumps at foal age? A longitudinal study. *The veterinary journal* 170, 212 – 221.

Brooks, S.A.; Makvandi-Nejad, S.; Chu, E.; Allen, J. J.; Streeter, C.; Gu, E.; McCleery, B.; Murphy, B.A.; Bellone, R.; Sutter, B. (2010). Morphological variation in the horse: defining complex traits of body size and shape. *Animal genetics*, DOI:10.1111/ j.1365-2052.2010.02127.x.

Caspar, Georgina L.; Dhand, Navneet K.; & McGreevy, Paul D. (2015). Human preferences for conformation traits and head and neck positions in horses. PLoS ONE 10(6): e0131880. doi:10.1371/journal.pone.0131880

Clayton, H. M. (1990). Gait evaluation: making the most of your home video system. *Proceedings of the 36th American Association of Equine Practitioners*, 447-55.

Clayton, H.M. (1994). Training show jumpers. In: W. B. Saunders Company (1st Ed.), *The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine* (Chapter 17). USA.

Clayton, H.M. (2001). Performance in equestrian sports. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp.193 - 226). UK.

Clayton, H.M., & Barlow, D.A. (1991). Stride characteristics of four grand prix jumping horses. *Equine exercise physiology*, 3: 151 – 157.

Clayton, H.M.; Colborne, G.R.; Lanovaz, J.; & Burns, T.E. (1996). Linear kinematics of water jumping in olympic show jumpers. *Pferdeheikunde* 12, 4, July/August, 657 – 660.

Clayton, H.M; Schamhardt, Henk C. (2001). Measurement techniques for gait analysis. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp.55 – 76). UK.

Cumming, Brian (2009). Estimating a horse's condition and weight. *Primefacts*, primefact 928, September.

Dalin, G. & Jeffcott, B. (1994). Biomechanics, gait and conformation. In: W. B. Saunders Company (1st Eds.), *The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine* (pp. 27 – 44). USA.

Denoix, Jean-Marie; Audigié, Fabrice (2001). The neck and back. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp.179 - 191). UK.

Dyce, K.M.; Sack, W.O.; Wensing, C.J.G (2010). Membro torácico cavalo e Os membros pélvicos do cavalo. In: Elsevier (4th Eds.) *Tratado de anatomia veterinária* (4. ed., pp. 586 – 638). Rio de Janeiro.

Equestrian and horse (2012). Horse gaits: walk, trot, canter and gallop. Acedido a 10 de Junho de 2016 em <http://www.equestrianandhorse.com/equus/gaits.html>.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (2003). Fotogrametria. Acedido a 9 de Abril de 2016 em http://www.fc.up.pt/lic_eg/fotogrametria.html .

Fédération Equestre Internationale (2014). Jumping Rules (25th edition). Acedido a 27 de Julho de 2015 em http://www.fei.org/sites/default/files/JumpRules_25thEd_2015_clean.pdf.

Fédération Equestre Internationale (2015a). About jumping. Acedido a 27 de Julho de 2015 em <http://www.fei.org/fei/disc/jumping/about>.

Fédération Equestre Internationale (2015b). Ranking. Acedido a 22 de Outubro de 2015 em <https://data.fei.org/Ranking/Search.aspx?rankingCode=S WR RH>.

Galisteo, A.M.; Cano, M.R.; Morales, J.L.; Vivo, J.; & Miró, F. (1998). The influence of speed and height at the withers on the kinematics of sound horses at the handled trot. *Veterinary research communications*, 22, 415 – 423.

Godoi, Fernanda Nascimento; Almeida, Fernando Queiroz; Toral, Fabio Luiz Buranelo; Miranda, Ana Luisa Soares; Kaipper, Rodrigo Ramos; & Bergmann, José Aurélio Garcia (2014). Repeatability of kinematics traits of free jumping in Brazilian sport horses. *Livestock Science* 168, 1–8.

Godoi, Fernanda Nascimento; Toral, Fábio Luiz Buranelo; Miranda, Ana Luísa Soares; Menzel, Hans-Joachim Karl; Almeida, Fernando Queiroz; & Bergmann, José Aurélio Garcia (2016). Kinematic and morphological traits and the probability of successful jumps of young Brazilian Sport Horses. *Livestock science*, 185, 8 – 16.

Graphpad (2015). Skewness and kurtosis. Acedido a 22 de Julho de 2016 em http://www.graphpad.com/guides/prism/6/statistics/index.htm?stat_skewness_and_kurtosis.htm.

Hay, J.G. (1985). The biomechanics of sports techniques. *Prentice-hall*, Engelwood Cliffs, NJ.

Hermesen, Josée (2003). Enciclopédia dos cavalos. In: Livros e Livros (1st Eds.).

Hodgson, D. R. & Rose, R.J. (1994). Evaluation of performance potential. In: W. B. Saunders Company (1st Eds.), *The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine* (Chapter 11). USA.

Holmström, Mikael (2001). The effects of conformation. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp.281 - 298). UK.

Janczarek, I.; Stachurska, A.; & Wilk, I. (2013). Correlation between kinematic parameters of the free jumping horse in the first approach stride. *Acta Agriculturae Scand Section A*, Vol. 63, No. 2, pp. 57-67.

Jones, W.E. (1989). Selecting and conditioning the equine athlete. In: Lea and Febiger (Eds.), *Equines Sports Medicine* (pp. 281 – 298). Lake Elsinore, California.

Komosa, M.; Frackowiak, H.; Purzyc, H.; Wojnowska, M.; Gramacki, A.; & Gramacki, J. (2014). Differences in exterior conformation between primitive, half-bred, and thoroughbred horses: anatomic-breeding approach. *Journal of Animal Science*, 2013.91:1660–1668, doi:10.2527/jas2012-5367.

Kristjansson, T.; Bjornsdottir, S.; Sigurdsson, A.; Crevier-Denoix, N.; Pourcelot, P.; & Arnason, T. (2013). Objective quantification of conformation of the Icelandic horse based on 3-D video morphometric measurements. *Livestock Science* 158 (2013) pp. 12–23.

Langlois, B.; Froidevaux, J.; Lamarche, L.; Legault, C.; Legault, P.; Tassencourt, Luce; & Théret, M. (1978). Analyse des liaisons entre la morphologie et l'aptitude au galop au trot et au saut d'obstacles chez le cheval. *Ann. Génét. Sélect. anim.*, 10 (3), 443 – 474.

Lawrence, L.A. (2006). Horse conformation analyses. Washington State University, *EB 1613*.

MacLeay, Jennifer M. (2010). Disorders of the musculoskeletal system. In: Saunders (3rd Eds.), *Equine internal medicine* (pp. 488-544). St. Louis, USA.

Morales, J.L.; Manchado, M.; Vivo, J.; Galisteo, A.M.; Agüera, E.; & Miró, F. (1998). Angular kinematic patterns of limbs in elite and riding horses at trot. *Equine veterinary journal* 30 (6), 528 – 533.

Nixon, Jane V.M., (1998). Evaluation of conformation. In: T.S. Mair (1st Eds.), *The pre-purchase examination* (pp. 148 – 151). Newmarket, Suffolk, UK.

Novotná, A; Bauer, J.; L. Vostrý, L.; & Jiskrová, I. (2014). Single-trait and multi-trait prediction of breeding values for show-jumping performance of horses in the Czech Republic. *Livestock Science* 169, pp. 10 – 18.

Pallotino, Federico; Steri, Roberto; Menesatti, Paolo; Antonucci, Francesca; Costa, Corrado; Figorilli, Simone; Catillo, Gennaro (2015). Comparison between manual and stereovision body traits measurements of Lipizan horses. *Computers and electronics in agriculture* 118, 408 – 413.

Pickeral, Tamsin (2005). The encyclopedia of horses & ponies. In: Parragon (1st Eds.), UK.

Posta, János; Komlósi, Istvan; & Mihók, Sándor (2009). Breeding value estimation in the hungarian sport horse population. *The journal* 181, 19 – 23.

Próchniak, Tomasz; Rozempolska-Rucińska, Iwona; Zięba, Grzegorz; & Łukaszewicz, Marek (2015). Genetic Variability of Show Jumping Attributes in Young Horses Commencing Competing. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 28, No. 8 : 1090-1094 August.

Raymond, Geor J. (2010). Aspects of clinical nutrition. In: Saunders, ELSIVIER (3rd Eds.), *Equine Internal Medicine* (3^a ed., pp. 205 - 232). USA.

Robert, C.; Valette, J.-P.; & Denoix, J.-M. (2013). Longitudinal development of equine forelimb conformation from birth to weaning in three different horse breeds. *The veterinary journal*.

Ross, Mike W. & McIlwraith (2011). Conformation and lameness. In: Elsevier Saunders (2nd Eds.), *Diagnoses and management of lameness in the horse*, (pp. 15 – 21). Missouri.

Sánchez-Guerrero, M.J.; Molina, A.; Gómez, M.D.; Peña, F.; & Valera, M. (2016). Relationship between morphology and performance: Signature of mass-selection in Pura Raza Español horse. *Livestock science*, 185, 148 – 155.

Santamaria, S.; Back, W.; VanWeeren, P.R.; Knaap, J.; & Barneveld, A. (2002). Jumping characteristics of naïve foals: lead changes and description of temporal and linear parameters. *Equine veterinary journal*, suppl. 34, pp 302 – 307.

Sellon, Debra C.; & Wise, L. Nicki (2010). Disorders of the hematopoietic system. In: Saunders Elsevier (3rd Eds.), *Equine internal medicine* (3th eds, pp. 730 - 745). USA, 2010.

Solé, M.; Santos, R.; Gómez, M.D.; Galisteo, A.M.; & Valera, M. (2013). Evaluation of conformation against traits associated with dressage ability in unriden Iberian horses at the trot. *Research in veterinary science* 95, 660 – 666.

The horse magazine (2016). Michelle Strap talks about seeing a distance. Acedido a 22 de Julho de 2016 em <http://www.horsemagazine.com/thm/author/bjorn/page/2/> .

Toribio, Ramiro E. (2010). Disorders of the endocrine system. In: Saunders (3rd Eds.), *Equine internal medicine*, (pp.1249-1310), St. Louis, USA.

Wardrope, Judy (2005a). Built for the job: Dressage. *The canadian horse jornal*, July-August, pp.30 – 32.

Wardrope, Judy (2005b). Built for the job: Showjumping. *The canadian horse jornal*, September - October, pp.30 – 33.

WBFSH, (2015). Jumping studbook September final 2015 - Acedido a 26 de Outubro de 2015 em http://www.wbfs.org/files/Jumping_Studbook_September_final_2015.pdf .

Weeren, P. René (2001). History of locomotor research. In: W.B. Saunders (1st Eds.), *Equine locomotion* (pp. 1 – 35). Reino Unido.

Wejer, Janusz; Lendo, Inez; & Lewczuk, Dorota (2013). The Effect of Training on the Jumping Parameters of Inexperienced Warmblood Horses in Free Jumping. *Journal of Equine Veterinary Science* 33, pp. 483 – 486.

Weller, R., Pfau, T., May, S.A. & Wilson, A.M. (2006). Variation in conformation in a cohort of national hunt racehorses. *Equine veterinary jornal* 38 (7), 616-621.

Weeren, P.R. & Crevier-Denoix, N (2006). Equine conformation: clues to performance and soundness?. *Equine veterinary jornal* 38 (7), 591-596.

APÊNDICES

Apêndice I

Tabela com os dados obtidos para cada indivíduo.

	Idade	Raça	AG (cm)	AGp (cm)	PT (cm)	C (cm)	P (Kg)	IE (°)	IC (°)	AO (°)	AA (°)	AS (cm)	Pts
1	9	Cavalo de Desporto Holandês	170	166	200	163,67	551,07	71,00	168,67	117,67	75,00	145	2,50
2	14	Cavalo de Desporto Holandês	165	167	191	157,00	482,00	66,33	166,67	114,67	83,33	145	4,00
3	6	Cavalo de Desporto Holandês	163	161	188	160,33	477,00	68,66	167,00	118,67	86,67	110	4,00
4	11	Cavalo de Desporto Holandês	171	172	197	160,33	523,76	65,33	158,00	115,00	93,00	135	8,00
5	13	Puro Sangue Belga	172	168	200	158,67	534,24	67,00	168,00	123,00	80,00	130	0,00
6	11	Puro Sangue Belga	169	166	194	-	-	-	-	-	-	150	4,00
7	8	Puro Sangue Belga	171	167	202	166,00	570,16	66,33	173,33	120,00	78,67	135	4,00
8	7	Puro Sangue Belga	169	166	194	160,33	507,93	62,33	160,33	116,67	91,00	120	5,00
9	7	Puro Sangue Belga	170	164	194	159,00	503,71	67,67	165,33	93,67	80,00	140	8,00
10	12	Sela Francês	157	157	186	143,00	416,00	64,33	164,67	107,67	77,33	145	4,00
11	13	Sela Francês	166	159	199	151,00	503,35	68,33	158,67	105,67	83,33	140	4,00
12	8	Sela Francês	169	166	198	159,00	524,70	61,33	169,67	109,33	68,67	140	4,00
13	14	Sela Francês	169	164	167	154,67	363,10	69,33	159,33	114,33	84,00	115	4,00

ANEXOS

Anexo I

Tabela com as características temporais e espaciais das passadas precedentes e consequentes da abordagem a um salto (adaptado de Clayton, 2001).

	Approach stride 1	Approach stride 2	Jump stride	Departure stride 1
Horizontal speed (m/s)	7.3	6.3	5.9	6.5
Stride length (m)	4.1	2.4	4.9	3.3
Stride frequency (str/min)	108	157	73	116
Stance TrH (ms)	157	145	197	147
Stance LdH (ms)	179	129	195	171
Stance TrF (ms)	149	188	140	174
Stance LdF (ms)	134	159	176	168
TrH: trailing hindlimb; LdH: Leading hindlimb; Tr F: trailing Forelimb; Ld F: Leading Forelimb				