



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DOS CASCOS NA SAÚDE E BEM-ESTAR DO CAVALO DE DESPORTO

Maria Inês da Franca

Escola Superior Agrária



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Maria Inês da Franca

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DOS CASCOS NA SAÚDE E BEM-ESTAR DO CAVALO DE DESPORTO

Mestrado em Zootecnia

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Joaquim Orlando Lima Cerqueira

novembro de 2023

*As doutrinas expressas neste
trabalho são de exclusiva
responsabilidade da autora*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Morfologia e anatomia do casco equino	3
2.2. Fatores que influenciam a forma do casco equino	5
2.3. Avaliação do casco equino	6
2.4. Claudicação	10
2.5. Patologias	13
2.6. Biomecânica equina	16
2.6.1. Aprumo e ferração dos cascos	17
2.6.2. Influência da conformação do casco na biomecânica equina	19
2.6.3. Biomecânica e claudicação	20
2.7. Medidas biométricas	22
2.8. Bem-estar equino	22
2.8.1. Bem-estar e ética.....	24
2.8.2. Indicadores de bem-estar equino	25
2.8.3. Relação de bem-estar e claudicações	26
2.8.4. Relação de bem-estar e cascos	27

2.8.5.	Bem-estar e ferração	27
3.	TRABALHO PRÁTICO.....	29
3.1.	Materiais e métodos	29
3.1.1.	Material animal	29
3.1.2.	Medidas de cascos.....	29
3.1.3.	Avaliação de claudicação.....	31
3.2.	Análise estatística	32
3.3.	Resultados	34
3.3.1.	Análise geral	34
3.3.2.	Análise de efeitos da origem:.....	37
3.3.3.	Análise de efeitos da idade:	39
3.3.4.	Análise de efeitos da disciplina::	40
3.3.5.	Análise de efeitos do ferrador:	41
4.	DISCUSSÃO	48
5.	CONCLUSÃO.....	51
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

AGRADECIMENTOS

Gostaria de registrar aqui nesta página o meu agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação, o qual não teria sido possível sem a colaboração e apoio destas pessoas.

Em primeiro lugar, agradeço à minha filha por toda a motivação que me trouxe para terminar este mestrado e dissertação, ao meu companheiro, por todo o apoio incondicional durante este tempo tão exigente; à minha mãe por todo o apoio incondicional que sempre deu a todos os níveis, não em relação só a este mestrado, mas a todos os meus estudos e formação e à minha irmã, com quem tanto gosto de poder debater os temas *cavalos*, *claudicações* e *patologias equinas*.

Agradeço sinceramente todo o profissionalismo e a dedicação do meu orientador, Prof. Doutor Joaquim Orlando Lima Cerqueira. O seu apoio, a sua paciência, compreensão e incentivo, foram indispensáveis, bem como todos os conselhos e ensinamentos a vários níveis que me proporcionou ao longo deste estudo e por ter aceite ser meu orientador, apesar de cavalos não ser o seu tema de eleição.

Ao Prof. Doutor José Pedro Araújo, pela disponibilidade, interesse e apoio que sempre demonstrou neste meu percurso académico e pelo auxílio ao longo desta jornada.

Agradeço ainda a estes meus orientadores pelo interesse no trabalho desenvolvido e por terem levado este trabalho ao congresso na Terceira, Açores. Ao Prof Fernando Mata agradeço o tempo e interesse dispensados, tendo sido a sua contribuição com estudos de estatística de alto valor enriquecedor para esta minha dissertação.

Aos proprietários do centro hípico onde realizei este estudo e onde tanto tempo estou, quer a trabalhar, quer a estudar, quer em lazer.

Quero expressar um profundo agradecimento à minha ex-estagiária especial e amiga Maria Leonel que esteve presente ao longo de todo este trabalho, que me acompanhou sempre que necessitei durante todo este trabalho prático, auxiliando não só com as medições e com a contenção dos cavalos, como em todos os meu momentos de dúvidas e debates teóricos.

Agradeço também à minha antiga estagiária Carolina Soares que esteve também presente no apoio à realização do trabalho prático do estudo, auxiliando com o trabalho com os cavalos.

TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO

Comunicação oral:

- Franca, M.I., Araújo, J.P., Mata, F., Cerqueira, J.L., 2023. Influência das características dos cascos na claudicação e bem-estar do cavalo de desporto. Comunicação oral no XXIII Congresso Nacional de Zootecnia, 19 a 21 de outubro de 2023, em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira - Açores.

Publicação em livro de resumos:

- Franca, M.I., Araújo, J.P., Mata, F., Cerqueira, J.L., 2023. Influência das características dos cascos na claudicação e bem-estar do cavalo de desporto. XXIII Congresso Nacional de Zootecnia, 19 a 21 de outubro de 2023, em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira - Açores. Livro de comunicações: pág. 91 e 92. ISBN: 978-989-53187-4-2.

RESUMO

Têm sido verificadas associações de conformações de cascos com maior risco de lesões. Tanto o corte e aprumo do casco quanto o ferrador que executa o trabalho têm efeitos importantes na forma da cápsula do casco. O bem-estar envolve diversos âmbitos, sendo definido como um estado de saúde mental e física global, com o animal em harmonia com seu ambiente. Claudicações são manifestações de dor, que criam anomalias biomecânicas. Podem ser originadas por inúmeras patologias ou ser simplesmente assimetrias causadas por desigualdades biológicas, não estando estas associadas a dor.

O trabalho desenvolvido investigou se existe alguma relação entre as características dos cascos e as claudicações, interligadas com a saúde e bem-estar dos equinos. Avaliaram-se 73 cavalos de desporto, nos seus 4 membros, através da medição da circunferência da coroa do casco (CCC), com recurso a fita métrica convencional e o ângulo do casco (AC) com dispositivo de telemóvel, com o cavalo em estação numa superfície plana e lisa. A claudicação foi avaliada como existente ou não sempre pelo mesmo operador. Para a análise estatística recorreu-se: ao programa SPSS (versão 22) e para a comparação de médias aplicou-se o teste Tukey; e ao uso da rotina de GENLIN do software da IBM Corp.® SPSS® Statistics, Armonk, NY, EUA. Versão 29.0.0.0 (241), para modelar variáveis dependentes, comparando assim diversos efeitos simultaneamente.

Da análise dos 292 cascos resultou uma CCC média de $38,3 \pm 2,5$ cm e um AC médio de $38,6 \pm 4,6^\circ$, para animais com idade média de $12,9 \pm 5,7$ anos. Constatou-se que 38,4% dos cavalos claudicavam, sendo destes 26,0% do grupo de cavalos de outras origens, 20,6% praticavam aulas de equitação e 20,6% eram tratados pelo ferrador 1.

Observaram-se efeitos significativos ($p < 0,05$) da idade, da origem, da disciplina e do ferrador na CCC, no AC e na frequência de claudicação. Foi possível ainda aferir que a combinação de valores mais elevados de CCC com mínimos de AC nos mesmos animais e vice-versa são fatores predisponentes para maior incidência de claudicação nos cavalos. Estas medições dos cascos podem ser utilizadas como indicadores de saúde e bem-estar de cavalos de desporto.

Palavras-chave: *Avaliação do casco, Biomecânica, Claudicação, Ferração, Equinos.*

ABSTRACT

Associations of hoof conformations with increased risk of injuries have been verified. Both the cutting and trimming of the hoof and the farrier performing the work have important effects on the shape of the hoof capsule. Welfare involves several areas, being defined as a state of global mental and physical health, with the animal in harmony with its environment. Lameness is a manifestation of pain that creates biomechanical anomalies. It can be caused by numerous pathologies, or simply be asymmetries caused by biological asymmetries, which are not associated with pain.

The work carried out aimed to investigate if there is any relationship between the characteristics of the hooves and lameness, which is linked to the health and welfare of horses. The evaluation was carried in 73 horses, in their 4 limbs, measuring the hoof crown circumference (CCC) using a conventional measuring tape and the hoof angle (AC) using a mobile phone device, with the horse standing on a flat and even surface. Lameness was assessed as existing or not, always by the same operator. For statistical analysis, the following were used: SPSS program (version 22) using the Tukey test to compare means; and the use of the GENLIN routine of the IBM Corp.® SPSS® Statistics software, Armonk, NY, USA. Version 29.0.0.0 (241), was used to model dependent variables, thus comparing several effects simultaneously.

The analysis of the 292 hooves resulted in a mean CCC of 38.3 ± 2.5 cm and a mean AC of $38.6 \pm 4.6^\circ$, for animals with an average age of 12.9 ± 5.7 years. It was found that 38.4% of the horses were lame, of which 26.0% were of other origins, 20.6% practised riding lessons and 20.6% were treated by farrier 1.

Significant effects ($p < 0.05$) of age, origin, discipline and farrier were observed on CCC, AC and lameness frequency. It was also possible to verify that the combination of higher CCC values with minimum AC values in the same animals, and vice versa, were predisposing factors for a greater frequency of lameness in horses. These hoof measurements can be used as indicators of health and welfare in sport horses.

Keywords: *Hoof assessment, Biomechanics. Lameness, Farriering, Equine.*

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1-	Escala de claudicação (AAEP, 2020).....	10
Quadro 2.2-	Manifestações de claudicação de acordo com o local afetado, (adaptado de Carver, 2016).....	11
Quadro 2.3-	Guia para avaliação do casco equino, (adaptado de O’Grady, 2013).....	20
Quadro 2.4-	Indicadores de bem-estar equino, (AWIN, 2015).....	23
Quadro 3.1-	Estatística descritiva da idade e das medições (CCC e AC) em estudo.....	33
Quadro 3.2-	Frequência de claudicação de acordo com parâmetros avaliados.....	34
Quadro 3.3	Efeito da origem na CCC.....	36
Quadro 3.4	Efeito da origem na claudicação.....	37
Quadro 3.5	Efeito da idade na CCC, no AC e na claudicação.....	38
Quadro 3.6	Efeito da disciplina na CCC, no AC e na claudicação.....	39
Quadro 3.7	Efeito do ferrador na CCC.....	40
Quadro 3.8	Efeito do ferrador na claudicação.....	41
Quadro 3.9	Parâmetros do modelo binomial ajustado para claudicação como referência.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1-	Escala de comprimento da parede do casco (Lazarus et al., 2022).....	4
Figura 2.2-	Imagens esquemáticas de vista frontal de cascos (Parks, 2010).....	6
Figura 2.3-	Imagens esquemáticas de vista lateral de cascos (Parks, 2010).....	7
Figura 2.4-	Imagens esquemáticas de vista distal da sola do casco (Parks, 2010).....	7
Figura 2.5-	Três imagens esquemáticas vista lateral de membros equinos, Parks (2010)....	9
Figura 3.1-	Medidas biométricas do casco equino (Malone e Davies, 2019).....	29
Figura 3.2-	Medição da CCC com fita métrica.....	30
Figura 3.3-	Medição do AC com dispositivo móvel.....	30
Figura 3.4-	Resultados da CCC avaliados nos 292 membros, em %.....	35
Figura 3.5-	Resultados do AC de 292 membros, em %.....	36
Figura 3.6-	Efeito da origem no AC (em °).....	37
Figura 3.7-	Efeito do ferrador no AC (em °).....	40
Figura 3.8-	Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de origem portuguesa, da disciplina de aulas de equitação.....	43
Figura 3.9-	Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de outras origens, da disciplina de obstáculos.....	43
Figura 3.10-	Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de outras origens, da disciplina de aulas de equitação.....	44

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

β – erro tipo II;

AAEP – *American Association of Equine Practitioners*

AC – ângulo do Casco

AIC - Critério de Informação de Akaike

CBC – circunferência da base do casco

CCC – circunferência da coroa do casco

DP – desvio padrão;

EP - erro padrão

GL – graus de liberdade

IC - intervalo de confiança

IC Wald – intervalo de confiança Wald

p-value – valor de significância

1. INTRODUÇÃO

A saúde e anatomia dos cavalos tem fama, junto dos interessados do mundo equestre por influenciar o seu bem-estar e, obviamente com isso, a sua performance desportiva, logo, por conseguinte, o seu valor comercial (Malone e Davies, 2019). Embora o cavalo seja tendencialmente cada vez mais visto como um animal de estimação, a verdade é que continua a ser um animal de valores comerciais elevados, não só na sua compra, como também na sua manutenção diária, sendo extremamente raras as pessoas que de facto os têm como animal de estimação como único propósito. A maioria utiliza, quer para lazer, incluindo passeios recreativos, ou qualquer outra disciplina desportiva.

Como tal, aquando da compra, principalmente para fins desportivos e/ou investimentos, é habitual realizarem-se exames médico-veterinários em ato de compra, para avaliar a saúde, sendo estes exames uma “avaliação clínica e física do cavalo com especial ênfase no exame locomotor. No fim é elaborado um relatório em que médico veterinário dá o seu parecer relativamente à utilização pretendida do cavalo.” (MCNeill, 2023).

Está descrito atualmente que a análise subjetiva destes exames pode ser feita de diversos modos que variam com fatores como raças e locais. Estes pareceres veterinários têm basicamente 4 etapas: recolha de informação, exame clínico, exames adicionais e conclusão. Estes pontos têm etapas objetivas e subjetivas, sendo as objetivas, exames, como raio-x, ecografias, cintigrafias, ou mesmo ressonâncias magnéticas que dependendo do valor do cavalo e valor disponível para investimento do proprietário, serão mais ou menos completos, e partes subjetivas, que dependem do médico veterinário (Sousa, 2017).

Excluindo as etapas objetivas, todos os outros pontos têm uma grande essência não exata: a informação clínica ser mais ou menos completa; a avaliação do próprio clínico, incluindo-se aqui o próprio exame de claudicação, exame no qual, em caso de claudicação o equino é avaliado de acordo com uma escala de claudicação, incluindo respostas a bloqueios anestésicos; e os próprios relatórios de leituras dos exames e conclusões. Todos estes pontos dependem da experiência e parecer pessoal no médico veterinário, havendo assim aqui grande margem para diferentes resultados (Ciantar, 2011).

Existem, atualmente, descritas outras formas de avaliação objetivas adicionais, mas, em Portugal, estas são raramente, para não dizer nunca, utilizadas, sendo exemplos destas medições com fita-métrica, goniómetros, ou fotografia e videografia, que têm sido posteriormente substituídos por sistemas de análise de movimento, que combinam métodos 2D e 3D (Sousa, 2017).

Estas avaliações visam o sistema músculo-esquelético do equino, mas dão pouca ou nenhuma relevância ao que está na base de apoio e que, por conseguinte, afeta todas as estruturas do equino: os cascos.

Conformações específicas do casco têm sido associadas a um aumento no risco de lesões (Malone e Davies, 2019). Não é ainda claro se a conformação do casco é uma causa direta (mecânica) de lesão, ou se a lesão ocorre em associação a outras complicações biomecânicas, que derivem de questões musculoesqueléticas.

O casco dos equinos é composto de um material biológico em crescimento contínuo e frequentemente sujeito à intervenção humana. Tanto o aparo do casco quanto o ferrador individual que executa o aprumo têm efeitos significativos na forma da cápsula do casco. Embora seja comum que os cavalos usem ferraduras, há uma falta de conhecimento científico básico sobre a interação entre o casco do cavalo e a ferradura. Uma ferração (aprumo mais aplicação de ferradura) pode ter efeitos significativos sobre o movimento do cavalo (Malone e Davies, 2019).

Foi investigada a relação entre as características dos cascos e as claudicações, que são indicativas da a saúde e bem-estar dos equinos. O objetivo deste estudo consistiu na avaliação de algumas mensurações dos cascos dos cavalos, de testar a sua relação com fatores externos e os efeitos na problemática da claudicação. Isto pode levar ao desenvolvimento de metodologias de avaliação da saúde podal dos cavalos, permitindo a sua utilização, quer no dia-a-dia para melhoria e manutenção do seu bem-estar, quer também nos próprios exames médico-veterinários em ato de compra, auxiliando os proprietários e todos os envolvidos neste processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Morfologia e anatomia do casco equino

O formato do casco está relacionado com a sua mecânica de contacto e moldagem dos tecidos durante a locomoção, sendo considerado um fator importante associado a patologias que causam claudicações, e crucial na *performance* e robustez do equino. Por conseguinte, é uma área de grande interesse dentro do campo da saúde equina (Riggs, 2008).

Podem ser medidos vários parâmetros da forma do casco para estudar a sua conformação, inclui-se aqui a circunferência da coroa do casco (CCC), um parâmetro primário desta conformação, e o ângulo da terceira falange, ou ângulo do caso (AC). Estas avaliações podem ajudar a reconhecer as fases iniciais de problemas geradores de alterações na morfologia do casco ou de maus aprumos do casco (Shahkhosravi *et al.*, 2022).

A avaliação deste formato pode fornecer informações sobre forças mecânicas externas e fatores ambientais, que estão associados ao risco de lesões e alterações na saúde, logo que se refletem no desempenho dos equinos (Shahkhosravi *et al.*, 2022). As mudanças na forma do casco, que podem ser causadas por vários fatores, podem influenciar a sua forma (Pollitt, 2004).

A parede do casco equino apresenta ótima resistência de impacto e permite reduzir o impacto interno ao casco (devido ao rápido relaxamento viscoelástico). Tal ocorre devido à sua estrutura hierárquica complexa. Cada escala de comprimento da parede do casco contém seu próprio design característico que contribui para a funcionalidade mecânica do material do casco como um todo (Figura 2.1).

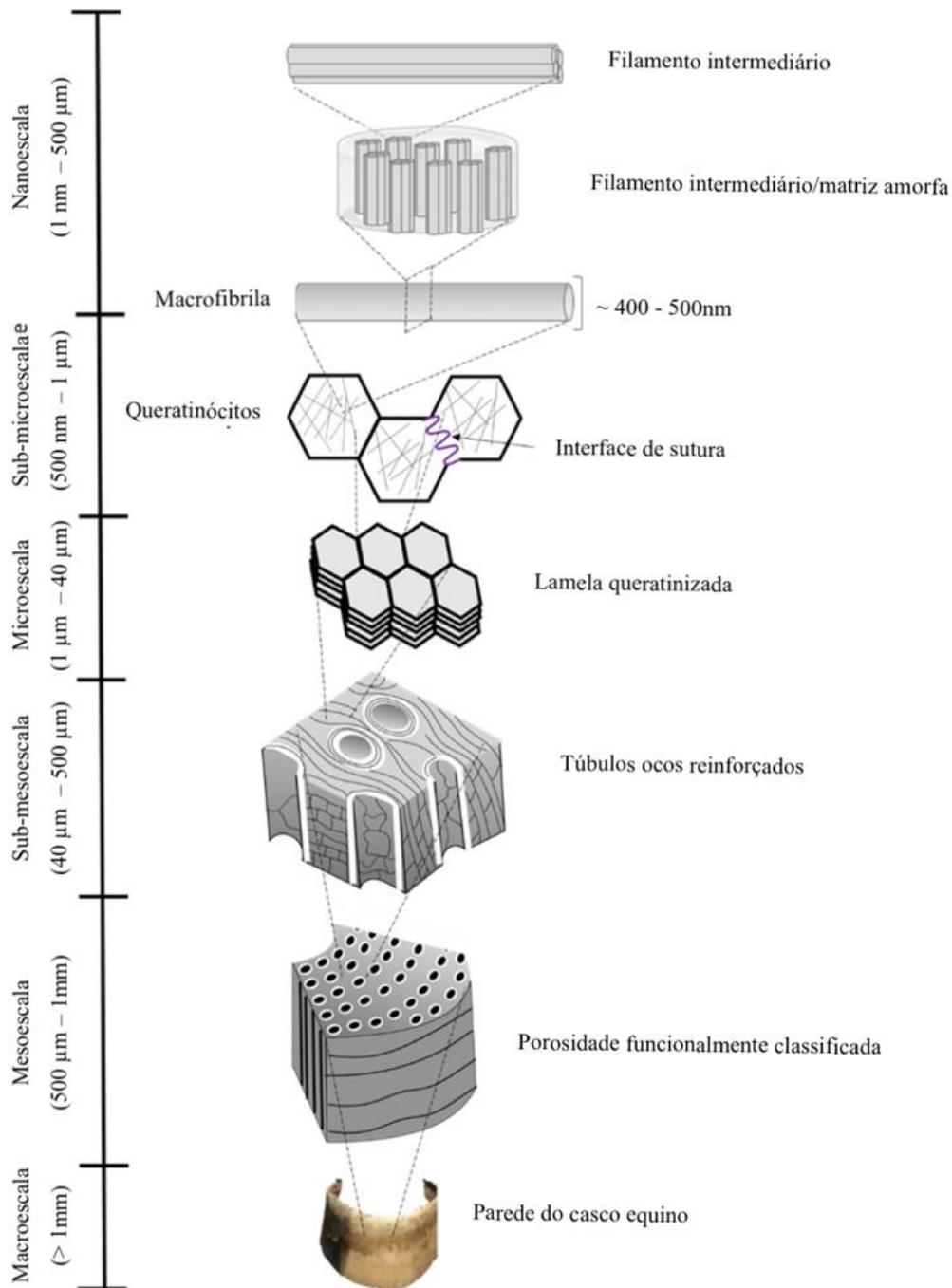


Figura 2.1– Escala de comprimento da parede do casco (Lazarus *et al.*, 2022)

2.2. Fatores que influenciam a forma do casco equino

Compreender os fatores determinantes da forma do casco é imperativo para prevenir distúrbios do membro, ou melhorar os seus tratamentos (Lesniak *et al.*, 2019).

Um estudo realizado por Lesniak *et al.* (2019) chegou às seguintes conclusões em relação a esses fatores:

- a) Massa corporal e circunferência do casco: relações de proporcionalidade direta entre a massa corporal do equino e os parâmetros da CCC e da circunferência da base do casco (CBC), ou seja, quando a massa corporal aumenta, aumenta a circunferência tanto da coroa como da base do casco equino;
- b) Altura: o estudo indica não haver uma relação entre a altura do animal e as variáveis do casco, a não ser pelo facto de um animal mais alto tender a ser mais pesado;
- c) Variação entre os lados esquerdo e direito: o AC tende a ser maior do lado direito do animal, mas tem uma relação moderada entre os dois lados, isto é, aumentando um dos AC, o contralateral aumenta também, sendo que normalmente o direito é ligeiramente maior;
- d) À medida que o AC esquerdo aumentou, a extensão do casco esquerdo diminuiu, o que indica o desenvolvimento de uma geometria do casco mais ereta. Tanto a extensão do casco esquerdo quanto a do direito aumentaram à medida que a da CBC correspondente aumentou;
- e) Os cascos tenderam a uma conformação mais ereta à medida que a altura do cavalo e a massa corporal aumentavam. No entanto, as assimetrias observadas sugerem um casco esquerdo aberto (CCC menor que a CBC) em comparação com um casco direito “quadrado” (CCC e CBC semelhantes).

Tais ajustes morfológicos podem indicar variação na orientação dos túbulos em resposta a uma maior carga estrutural (Lesniak *et al.*, 2019).

2.3. Avaliação do casco equino

A avaliação adequada dos cascos é fundamental para a sua saúde e subsequente desempenho. Os cascos desempenham um papel crucial na locomoção e distribuição do peso corporal, e protegem as estruturas internas das extremidades dos membros. Assim, a identificação precoce de problemas e a implementação de medidas corretivas são passos essenciais que garantem o bem-estar e a longevidade do equino (O’Grady, 2013).

Os cascos equinos devem ser avaliados de várias perspectivas, revelando estas diferentes anomalias, tal como visível nas Figura 2.2, Figura 2.3 e Figura 2.4.

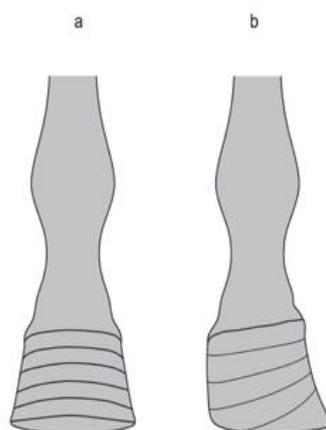


Figura 2.2– Imagens esquemáticas de vista frontal de cascos (Parks, 2010)

Na Figura 2.2 é possível ver, de forma esquemática:

- (a) um casco normal, com anéis nivelados entre si e mantendo a mesma distribuição e distância;
- (b) um casco submetido a carga excessiva de peso num dos lados, sendo possível observar alargamento de um lado e anéis de crescimento mais próximos no lado com maior carga; o lado com menos carga torna-se mais vertical do que o normal.

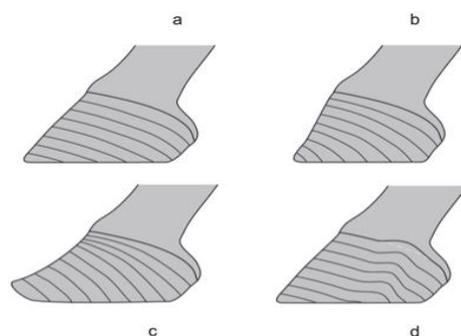


Figura 2.3– Imagens esquemáticas de vista lateral de cascos (Parks, 2010)

A Figura 2.3 exemplifica a vista lateral de casco, sendo:

- (a) um casco normal, com anéis nivelados entre si e mantendo a mesma distribuição e distância;
- (b) um casco com deformidade flexural, o que se traduz numa cápsula do casco mais vertical e espaçamento maior dos anéis de crescimento nos talões;
- (c) um casco com laminite crónica, manifestando-se por uma concavidade na superfície dorsal da cápsula do casco e maior espaçamento dos anéis de crescimento nos talões em comparação com a pinça;
- (d) um casco com distorção local da cápsula, secundária à sobrecarga com deslocamento proximal no local afetado da cápsula do casco, refletido depois numa na posição anormal da coroa e num padrão anormal dos anéis de crescimento.

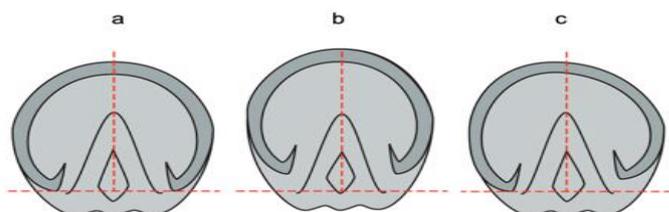


Figura 2.4– Imagens esquemáticas de vista distal da sola do casco (Parks, 2010)

A Figura 2.4 demonstra, esquematicamente:

- (a) um casco normal, com distribuição simétrica;
- (b) casco mais estreito do que o normal, com aumento da distância da ponta da rasilha aos talões;
- (c) casco assimetricamente distorcido, com alargamento na junção pinça-quarto de um lado e um talão deslocado dorsalmente do outro.

Qualquer uma das deformações descritas acima será indicativa ou de alguma patologia, ou de alguma anomalia biológica (Parks, 2010; O'Grady, 2013).

Qualquer exame deve iniciar com uma boa anamnese, recolhendo, entre outras informações, o histórico de saúde do animal e a queixa principal. Devem ser colocadas questões ao proprietário/responsável do cavalo que revelem a duração do problema; a natureza do início do problema (se é agudo ou crônico; se seguiu um evento específico); a sua progressão; tratamentos já realizados e o seu efeito; o quanto o problema afeta o quotidiano e rotina de trabalho do equino; rotina de ferração e se houveram mudanças neste sentido (Parks, 2010).

Uma avaliação completa do casco inclui:

- a) exame físico geral do equino;
- b) observação da distribuição de peso;
- c) avaliação da qualidade e textura da parede do casco;
- d) avaliação da sola, rasilha e palpação dos tecidos moles circundantes;
- e) verificação da presença de lesões ou infeções;
- f) manipulação dos membros (extensão e flexão dos membros de modo a avaliar os grupos musculares e *end feel* das articulações);
- g) compressão e precursão do casco;
- h) exame morfológico do casco (que inclui a medição do AC, da CCC, relação entre a largura e comprimento da sola, entre outras);
- i) observação da simetria;

- j) avaliação dos cascos em relação ao resto do membro;
- k) avaliação do padrão de andamento do equino.

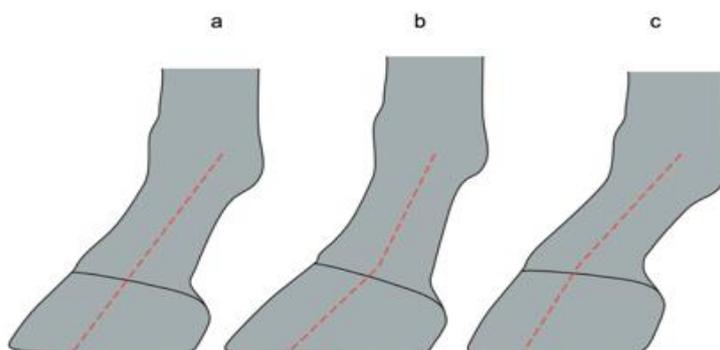


Figura 2.5– Três imagens esquemáticas da vista lateral de membros equinos, Parks (2010)

A Figura 2.5 esquematiza:

- (a) um eixo boleto-quartela correto;
- (b) um eixo boleto-quartela inclinado para trás;
- (c) um eixo boleto-quartela inclinado para a frente.

Ao avaliar a deformação da cápsula do casco, a conformação do membro deve ser considerada. A conformação anormal dos membros afeta o padrão e a fase de apoio da passada. É raro cavalos terem uma conformação ideal dos membros, qualquer mudança na conformação vai alterar a distribuição de forças dentro da cápsula do casco, levando à sua deformação (O'Grady, 2013).

Deformações como as observadas na Figura 2.5, nos membros, resultarão em deformações como as vistas anteriormente, nas Figuras 2.2, 2.3 e 2.4 na cápsula do casco ou vice-versa. O garantido é que ambas têm influência umas nas outras pois exercem forças desigualmente nas estruturas do membro (Parks, 2010; O'Grady, 2013).

Já quanto à avaliação da morfologia da cápsula do casco, esta por um lado indicará onde existe tensão indevida na parede do casco; por outro lado verifica-se que uma distribuição anormal de forças leva à deformação da cápsula do casco. O aumento da carga por uma parte da parede pode ter três consequências: pode causar desvio da parede para fora ou para dentro da sua posição normal; pode levar a que a parede se mova proximalmente; ou pode diminuir o crescimento da parede do casco. Uma redução na carga tem, geralmente, o efeito oposto (O'Grady, 2013).

2.4. Claudicação

A claudicação é dos principais problemas que afetam os cavalos e a sua *performance*, sendo responsável por perdas económicas significativas na indústria equina (Kelleher *et al.*, 2021).

Quadro 2.1- Escala de claudicação (AAEP, 2020)

Grau de claudicação	
0	Claudicação não perceptível em qualquer circunstância.
1	Claudicação difícil de visualizar e não consistentemente evidente (independentemente das circunstâncias).
2	Claudicação difícil de visualizar a passo ou trote em linha reta, mas consistentemente evidente em circunstâncias específicas.
3	Claudicação consistentemente observável a trote em todas as circunstâncias.
4	Claudicação evidente a passo.
5	Claudicação cria suporte mínimo de peso em movimento e/ou repouso, ou incapacidade completa de movimento.

Visto serem possíveis diferentes graus de claudicação, é possível utilizar uma escala concreta para a avaliação do nível de claudicação (Quadro 2.1). Isto permite não só comparar a evolução (pela positiva ou negativa) do estado de saúde do equino, mas também assiste na comunicação entre profissionais e até mesmo com proprietários (AAEP, 2020).

Esta escala, que é universalmente utilizada, permite distinguir uma claudicação extremamente evidente, de um equino que terá uma patologia grave e/ou grau de dor elevado, que terá um nível 4 ou 5, de outra claudicação que passará facilmente despercebida a pessoas não profissionais na área, nível 1 ou 2.

Quadro 2.2: Manifestações de claudicação de acordo com o local afetado, (adaptado de Carver, 2016)

Claudicação	
	Elevação da zona do glúteo de modo a retirar peso do membro dorido (transferência do peso ou para o membro anterior diagonal, ou para o membro posterior contralateral).
Membro pélvico	Padrão de andamento em “saltos de coelho”: redução da força nos membros, ou redução da amplitude articular coxofemural.
	Displasia coxofemural– passada curta (na impossibilidade de extensão da articulação coxofemoral) e abdução do membro afetado.
Membro torácico	Displasia de espádua-úmero: abdução do membro afetado (piso duro) vulgarmente associada a um “chicotear” da articulação do carpo como mecanismo de compensação.
Rutura de ligamentos cruzados	Passada curta (por dificuldade da extensão e flexão do joelho); cliques no movimento da articulação se houver lesão de menisco.

No Quadro 2.2 podemos distinguir diferentes sinais de dor dos cavalos e associar estes ao local de dor (Carver, 2016).

Poucos problemas de saúde têm o potencial de afetar todos os cavalos, independentemente da idade, raça, sexo ou uso, como acontece com a claudicação (Kane *et al.*, 2000).

Num estudo realizado em cavalos dos Estados Unidos da América, a claudicação foi o problema de saúde mais frequentemente relatado e teve o segundo maior número de dias de perda de desempenho de todos os problemas de doenças relatados entre todos os tipos de cavalos acompanhados durante um período de dois anos (Kane *et al.*, 2000).

Neste mesmo estudo, foi verificado que problemas nos membros foram a causa mais comum de claudicação na primavera e no inverno. Problemas nos cascos (incluindo laminite) eram a causa mais comum de problemas de claudicação no verão. Laminite, doença do navicular e hematomas ou abscessos nas solas dos cascos foram as causas mais comuns de problemas nos cascos e, em conjunto, explicaram 70 a 80% dos problemas nos cascos relatados em qualquer estação (Kane *et al.*, 2000).

A claudicação causa mudanças significativas na conformação do casco, no entanto, cavalos sem claudicação normalmente não têm os seus andamentos avaliados antes, ou após o corte e reaplicação de ferraduras pelo ferrador, pelo que é difícil comparar grupos claudicantes com indemnes (Kelleher *et al.*, 2021).

Segundo Ross e Dyson (2010), se o cavalo claudica na espádua, devemos tira-lhe as ferraduras, justificando isto pois, profissionais jovens e inexperientes são muito adeptos a cometer o erro de negligenciar o exame do casco, vendo-o como um aspeto de importância secundária e fazendo-o como algo de rotina e de formalidade apenas (Ross e Dyson, 2010).

A conformação das extremidades distais e, no sentido menos extenso, da conformação corporal geral tem um papel fundamental no desenvolvimento de claudicações quer de membros anteriores, quer de posteriores. Quando um profissional examina um jovem poldro ou potro com má conformação, prever quando e onde ocorrerá a claudicação poderá ser difícil, mas muitas falhas de conformação bem conhecidas podem levar diretamente a claudicações. Embora as expectativas existam, no caso de má conformação, claudicação previsível condiciona o desenvolvimento de cavalos mal conformados. Logo, por conseguinte, o exame da conformação é uma parte essencial de um exame (Ross e Dyson, 2010).

Informar proprietários e treinadores de cavalos pode ser difícil, mas a claudicação é o problema de saúde mais prevalente entre todos os cavalos (Kane *et al.*, 2000).

Os exames de claudicação devem ser feitos de forma ordeira e passo a passo, mas muitos fatores podem alterar o curso destes exames. Restrições financeiras do proprietário, restrições a medicamentos de acusem *doping*, os clientes não compreenderem a razão dos exames com recurso a anestésicos são exemplos das dificuldades encontradas por

profissionais durante a realização destes exames. O próprio piso em que estes exames são feitos pode condicionar o exame (Ross e Dyson, 2010).

O estudo realizado por Kane *et. al* (2000) associa a maior intensidade de trabalho com maior incidência de claudicação, logo predispondo cavalos de desporto a claudicar (Kane *et al.*,2000).

A ideia de que a conformação de um cavalo condiciona a maneira como se move é bem aceite. A relação entre claudicação e conformação, especialmente das extremidades distais é bem reconhecida. Muitas vezes o profissional veterinário tem que responder se pensa que o equino que está a avaliar será adequado para tal tarefa ou desporto, tal como em exames de ato de compra (Ross e Dyson, 2010).

A avaliação de conformação e da sua influência na claudicação é baseada largamente em observação, experiência e reconhecimento de padrões. Reconhecer características conformacionais desejáveis e adequadas para determinada atividade desportiva e aprender quando ignorar uma falha menor que seja clinicamente irrelevante é extremamente importante. A conformação é uma peça do puzzle de um cavalo claudicante, apesar de má conformação não condenar um cavalo a claudicação, pois má conformação não é doença, mas sim um sinal de aviso (Ross e Dyson, 2010).

2.5. Patologias

A maioria dos processos patológicos originários do membro que causam claudicação estão associados a processos inflamatórios, geralmente relacionados com traumas ou infeções (Parks, 2010).

Os processos patológicos associados a um foco acentuado de inflamação, tipicamente associados ao início agudo de claudicação, são mais prováveis de serem identificados com um exame básico, enquanto os processos patológicos associados a sintomas subtis e de duração mais longa podem exigir um exame muito mais extenso do membro e testes auxiliares de diagnóstico (Parks, 2010).

2.5.1. Laminite

A laminite é considerada uma síndrome clínica associada a doença sistémica ou a alteração do suporte do peso corporal, e pode ser dividida em três formas: associada a

sépsis, endocrinopática ou associada a alterações da carga do peso. É uma patologia que provoca graus extremos de dor, levando em muitos casos à eutanásia do animal. Adicionalmente, os sobreviventes tendem a permanecer com alguma alteração biomecânica e grau de claudicação (Mitchell *et al.*, 2015; Menzies-Gow, 2018).

Laminite aguda pode ser dividida em três estágios: (1) fase de desenvolvimento ou prodrômica, que se inicia com o contacto com o gatilho fisiopatológico e termina com o aparecimento da claudicação (até 72 horas depois); (2) fase aguda; manifestação dos sinais clínicos (dor, rubor local, pulso digital), que só se tornam aparentes após os tecidos lamelares terem sofrido alterações metabólicas e degenerativas significativas; (3) resolução da patologia ou entrada na fase crónica (Mitchell *et al.*, 2015; Menzies-Gow, 2018).

O diagnóstico é realizado através da avaliação dos sinais clínicos. O tratamento deve ser iniciado o mais rápido possível após o aparecimento dos sinais clínicos e passa por alteração da dieta (se a causa for por doença endócrina), suporte mecânico do casco (para limitar o deslocamento da terceira falange e aumentar o conforto do paciente), analgesia e crioterapia, assim como corrigir possíveis fatores de risco à doença (piso da cama, ou obesidade, entre outros). A prevenção da sépsis passa por iniciar o tratamento o mais rapidamente possível e pelo uso de antibióticos (Mitchell *et al.*, 2015; Menzies-Gow, 2018).

A nível do casco, a laminite pode resultar no deslocamento rotacional ou distal (afundamento) da terceira falange dentro da cápsula do casco. Uma vez ocorrido o deslocamento, a claudicação tornar-se persistente e significativa. Em casos superagudos pode ocorrer vazamento de soro e/ou sangramento da banda coronária (horas a alguns dias) após o início da claudicação, sinalizando uma separação laminar generalizada. O deslocamento da terceira falange pode ser percebido pela sola caída ou pela palpação de uma depressão localizada ao nível da banda coronária. Radiografias lateromediais do membro são usadas para determinar se ocorreu deslocamento rotacional ou distal. Uma vez ocorrido este deslocamento da terceira falange, o cavalo é considerado na fase crónica da doença (Mitchell *et al.*, 2015).

2.5.2. Abscesso de casco, doença da linha branca

Abscesso é definido como uma acumulação focal de exsudato purulento entre as camadas queratinizada e germinativa do epitélio. Está frequentemente associado a um defeito na linha branca (Cole *et al.*, 2019).

O diagnóstico de um abscesso de casco é frequentemente feito com base no grau de claudicação apresentado (moderada a grave), na sensibilidade focal aos avaliadores de casco e melhora ou resolução da claudicação com analgesia digital palmar. Além dos referidos, frequentemente os sinais clínicos também incluem aumento da temperatura focal, da amplitude do pulso digital e, em alguns casos, da temperatura retal. O tratamento de um abscesso subsolar geralmente inclui a drenagem/remoção do abscesso e o uso de cataplasma para promover a drenagem. Anti-inflamatórios não esteroides e antibióticos também são usados em muitas circunstâncias (Cole *et al.*, 2019).

2.5.3. Síndrome do Navicular

A síndrome navicular, caracterizada como uma doença crônica progressiva, afeta o osso navicular, a bursa, o tendão flexor digital profundo e as estruturas de tecidos moles associadas ao navicular. É uma das causas mais comuns de claudicação (Waguespack e Hanson, 2010).

O osso sesamoide distal, ou osso navicular, localiza-se no aspeto palmar/plantar do dígito equino, entre a porção distal do tendão flexor digital profundo e a articulação interfalângica distal. A sua principal função é promover/disponibilizar um ângulo constante para a introdução do tendão flexor digital profundo (Reis, 2017).

A patogenia é desconhecida, mas existem três etiologias para a interpretação da patogenia da síndrome navicular: alterações vasculares, inflamação crônica, forças biomecânicas repetitivas. Os sinais clínicos incluem: passada curta, com as pinças a constituírem a primeira região do casco a tocar no solo; anormalidade dos cascos, tamanho da pinça diminuído, ponta estreita, talões elevados; claudicação e/ou dor aquando aplicada pressão com pinças de casco (Waguespack e Hanson, 2010; Reis, 2017).

O diagnóstico é conseguido por uma boa avaliação de exame geral, avaliação da claudicação e imagiologia. Como meios complementares de diagnóstico temos: raio-x, ultrassonografia, tomografia computadorizada, cintigrafia nuclear e ressonância magnética. O objetivo do diagnóstico deve ser identificar a origem da lesão (Waguespack e Hanson, 2010; Reis, 2017).

O tratamento pode ser cirúrgico (neurectomia digital palmar, bursoscopia do osso navicular, desmotomia dos ligamentos colaterais do osso navicular) ou não cirúrgico (repouso, aparo de cascos e ferração corretiva; analgesia e medicação anti-inflamatória não esteróide ou infiltração local) sendo os principais objetivos controlo da dor e redução das complicações associadas à patologia (Waguespack e Hanson, 2011; Reis, 2017).

2.6. Biomecânica equina

O estudo da biomecânica incide sobre os eventos biológicos que utilizam métodos mecânicos. Combina biologia e física (Clayton, 2016).

A avaliação e o estudo da biomecânica equina são um ponto chave para a melhoria de *performance* nos cavalos de desporto, o que inclui a prevenção da maioria das lesões musculoesqueléticas. Fazer avaliações biomecânicas regulares aos equinos, estudando-os e detetando pequenas anomalias poderá potencialmente evitar claudicações. A biomecânica avalia o movimento do cavalo, incluindo isto o tamanho da passada, o tempo de suspensão da mesma, a técnica de salto, no caso dos obstáculos, o tempo de reação a estímulos e permite detetar claudicações impercetíveis aos olhos humanos não treinados. Estas avaliações podem ser usadas para detetar mudanças em função do tempo, por exemplo, se o tamanho da passada é alterado com o treino ou se há assimetrias no peso carregado pelos membros, que podem indicar o início de uma claudicação, que poderá ser causada por uma patologia e deverá ser logo tratada, ou pode vir apenas de uma desigualdade biológica que necessita de ser corrigida (Clayton, 2016).

Durante o apoio, o membro é submetido a uma força de impacto externa, do solo. Esse impacto externo é chamado de força de reação do solo, cuja magnitude depende do peso do cavalo e da velocidade de movimento. O principal efeito da força de reação ao solo faz estender a articulação interfalângica distal. Para facilitar os cálculos matemáticos,

considera-se que a esta força actua em um ponto do casco. Este ponto é denominado ponto de momento zero, ou ponto de força (Eliashar, 2007).

2.6.1. Aprumo e ferração dos cascos

Os cavalos são comumente usados como atletas de alto desempenho. Originalmente, o principal motivo para a aplicação de ferraduras em cavalos era proteger os cascos contra o desgaste excessivo. Ao longo dos anos, vários tipos de material e técnicas corretivas de ferração foram desenvolvidos na tentativa de influenciar o desempenho ou como auxílio terapêutico no tratamento da claudicação (Eliashar, 2007).

Além de ajustar e colocar a ferradura, uma das principais funções do ferrador é equilibrar o casco do cavalo. Os ferradores têm uma oportunidade única de manter o equilíbrio dos cascos através do seu aparo regular e, conseqüentemente, minimizar o risco de claudicação (MCNeill, 2023).

Ferraduras e cortes inadequados, como ferraduras com ajuste inadequado, quer sejam pequenas, curtas ou largas, e ferraduras que foram deixadas por demasiado tempo, podem exercer pressão na sola, causando hematomas e claudicação (MCNeill, 2023).

As formas como os cavalos são ferrados, no entanto, ainda são muito semelhantes às técnicas de há séculos atrás, independentemente da finalidade das ferraduras. A maioria destas técnicas baseia-se em grande parte no conhecimento empírico tradicional, e não em evidências científicas. Isto deve-se principalmente ao facto de haver relativamente pouca investigação sobre os aspetos fundamentais do casco e da ferração, resultando na falta de conhecimentos científicos fundamentais (Eliashar, 2007).

No entanto, as últimas duas décadas forneceram aos profissionais veterinários equinos novas informações relacionadas à biomecânica dos membros e aos efeitos de vários métodos de ferração, incluindo os chamados *corretivos*. A obtenção de muitas dessas informações tornou-se possível quando os computadores, combinados com placas de metal, passadeiras de pressão e sistemas de análise de movimento, passaram a estar disponíveis. Isso permitiu uma análise mais detalhada dos efeitos de várias intervenções de ferrações em estudos biomecânicos prospetivos. Embora estejam disponíveis estas novas ferramentas de medição objetivas, a avaliação do equilíbrio do casco permanece maioritariamente subjetiva (Eliashar, 2007).

Isto resulta numa variabilidade significativa tanto entre ferradores individuais como entre ciclos consecutivos de ferração do mesmo operador. A falta de evidências científicas em torno de diferentes modelos de corte e equilíbrio dos cascos inibe as profissões ferradora e veterinária de avançar com protocolos baseados em evidências científicas (Kummer *et al.*, 2009).

O equilíbrio adequado do casco é definido como o formato do casco que melhora o desempenho e interfere minimamente na capacidade atlética a longo prazo. Elementos importantes da preparação do casco incluem o AC, o comprimento do casco, a orientação mediolateral do casco, a espessura da sola e a da ranilha (Kummer *et al.*, 2009).

A distância entre desempenho máximo e lesões por sobrecarga é mínima. Quando há sobrecarga, ocorre lesão e o sinal clínico observado é claudicação. A tentativa do cavalo de aliviar o membro dorido cria a claudicação que observamos mas, devido à sua conformação anatômica, o cavalo tem pouca capacidade de compensar e redistribuir o peso (Eliashar, 2007).

O ferrador influencia o equilíbrio do casco tanto pelo procedimento de aparo, quanto pela ferração (Kummer *et al.*, 2009).

Um estudo de Malone e Davies explorou durante um intervalo de sete semanas, período do estudo, mudanças no formato do casco relacionadas com a ferração. Entre as descobertas mais importantes verificou-se que a CCC diminuiu mais quando os cavalos estavam ferrados em comparação com os não ferrados, não diferindo aqui o nível nem disciplina de exercício que praticavam. Já o AC diminuiu quando os cavalos foram ferrados, mas aumentou quando os cavalos não estavam ferrados (Malone e Davies, 2019).

Kummer *et al.* (2009), ao estudar o efeito de 6 ferradores no aprumo dos cascos concluem que houve diferenças significativas para a maioria dos parâmetros medidos dos cascos e também entre aprumos consecutivos feitos pelo mesmo ferrador. A forma e o tamanho do casco dependem em grande parte das suas estruturas internas, mas influências externas como o método de aparo e a habilidade pessoal dos ferradores têm uma influência predominante no equilíbrio geométrico do casco (Kummer *et al.*, 2009).

A mudança na conformação do casco, devido ao aprumo de rotina e à ferração, não altera o padrão de andamento em cavalos não claudicantes; no entanto, algumas medidas de características do casco estão correlacionadas com mudanças imediatas nos parâmetros da passada (Kelleher *et al.*, 2021). Os hábitos de ferração afetam a cinética do casco na fase de impacto da marcha a passo, tanto nos membros anteriores como posteriores. Em relação a outras fases do movimento, é possível que a ferração tenha certo grau de influência na biomecânica de cada fase (Faramarzi *et al.*, 2022).

O uso de medições de cascos pode ser útil para ferradores e profissionais veterinários a empregar cuidados de rotina com os cascos. Em casos de claudicação, na tentativa de prevenir ou resolver, os profissionais veterinários e ferradores têm por hábito ajustar os ângulos e equilíbrio dos cascos, bem como as próprias ferraduras (Kelleher *et al.*, 2021).

2.6.2. Influência da conformação do casco na biomecânica equina

Estudos apontam que as diferenças de conformação entre os membros anteriores de equinos são mais importantes para as características de distribuição de peso e do que a conformação individual do membro. As diferenças entre membros contralaterais na força vertical exercida podem ser um sinal subclínico precoce de claudicação a desenvolver-se no membro anterior com mais inclinação, isto porque essas diferenças foram menores do que aquelas encontradas para claudicações subtis e clinicamente evidentes (Wiggers *et al.*, 2014).

Quadro 2.3– Guia para avaliação do membro e do casco equino, (adaptado de O’Grady, 2013)

Plano frontal	Os membros anteriores devem ter o mesmo comprimento e tamanho e suportar o mesmo peso.
Plano dorsal	O casco deve ser aproximadamente simétrico, com linhas imaginárias paralelas ao solo.
Perfil	O ângulo que a parede dorsal do casco forma com o solo é variável e tipicamente relacionado à conformação da terceira falange. Os talões são avaliados pelo aspeto palmar quanto à sua largura e altura total, para comparar as alturas relativas dos dois talões.
Aspeto palmar	Quando vista da superfície distal, a superfície da sola do pé deve ser aproximadamente tão larga quanto longa. O casco deve ser aproximadamente simétrico em relação ao longo eixo medial da rasilha.

Um exame biomecânico detalhado do membro deve começar com a observação dos membros do cavalo tal como descrito no Quadro 2.3. Posteriormente o cavalo deve ser avaliado em movimento, afastando-se e aproximando-se do examinador, numa superfície firme e plana para observar o padrão de movimento. O membro deve ser visto de todos os lados enquanto está em contacto com o chão. A superfície da sola é examinada com o membro fletido. Pequenas mudanças no formato da cápsula do casco podem ser melhor avaliadas por palpação cuidadosa do casco (O’Grady, 2013).

2.6.3. Biomecânica e claudicação

Cavalos claudicantes são ilustrações vivas de anatomia funcional e biomecânica. O trote é frequentemente considerado o andamento de referência para avaliação de claudicação e para avaliar a analgesia diagnóstica. Muitas informações podem ser obtidas quando o cavalo é examinado a passo, algumas das quais (como protração dos membros anteriores ou suspensão do boleto) tornam-se menos claras ou até mesmo desaparecem em andamentos mais rápidos. Olhar para o cavalo em diferentes situações, à mão, em grupo, em padoque, combinar diferentes superfícies e diferentes exercícios de treino e até de competição permite uma avaliação clínica e atlética completa do cavalo e a compreensão das suas alterações de andamentos, sendo uma melhor e mais completa avaliação biomecânica (Denoix, 2021).

A identificação das melhores e piores situações para o cavalo não é apenas essencial do ponto de vista diagnóstico, mas também fornece informações adequadas para estabelecer o melhor programa de reabilitação para cada paciente individual (Egenvall *et al.*, 2022).

Atualmente, tecnologias cinemáticas e cinéticas estão a ser desenvolvidas para fornecer dados objetivos para avaliar a claudicação em cavalos; esses dispositivos são bem adaptados para avaliação de andamentos simétricos como o trote. Na prática, a avaliação dos diferentes andamentos e condições de exercício pode ser feita através de gravações de vídeo no campo. A sua análise permite uma avaliação global e detalhada da locomoção do cavalo, uma vez que cada articulação pode ser avaliada de forma independente. Além disso, com base nestes registos, um acompanhamento mais objetivo da locomoção do cavalo pode ser feito em maiores intervalos de tempo, permitindo uma avaliação mais precisa da evolução do processo da patologia, da eficácia de um tratamento e /ou de um programa de reabilitação (Denoix, 2021; Egenvall *et al.*, 2022).

Não há dúvida de que a análise instrumental da locomoção em cavalos trará novos dados sobre as manifestações de dor, distúrbios mecânicos e neurológicos no futuro. Devemos ter em mente que poucos cavalos apresentam andamentos simétricos, portanto o novo desafio é determinar qual é o grau aceitável de assimetria. Como a locomoção é a expressão de um número infinito de fatores biológicos, a resposta varia de acordo com cada cavalo e o diagnóstico e prognóstico de variações e problemas locomotores não depende apenas de figuras, gráficos ou análises estatísticas, mas deve considerar a capacidade individual de cada um de tolerância à dor, bem como à assimetria física e funcional (Denoix, 2021; Egenvall *et al.*, 2022).

Na maioria dos casos, a claudicação é uma expressão clínica de dor, com o cavalo redistribuindo a carga entre os membros (aspeto cinético) e isso resulta em andamentos ou movimentos assimétricos (aspeto cinemático). A assimetria a passo ou a trote é comum e pode ser objetivada por meio de sistemas de análise de andamentos. Ao contrário da maioria das claudicações, a assimetria não está relacionada à dor. A assimetria não melhora com repouso, não piora com o nível de exercício ou quando aumenta a exigência atlética; pode ser compatível com desempenho adequado e às vezes melhora com o exercício. É assim importante fazer a distinção entre ambas (Denoix, 2021).

2.7. Medidas biométricas

A saúde e o desempenho dos cavalos são significativamente afetados pela conformação do casco (Shahkhosravi *et al.* 2021).

Existem várias opções para a obtenção de medidas biométricas do casco equino. Estas incluem técnicas mais complexas, como através de *scans* de três dimensões, radiografia, fotografias em escalas ou fotogrametria, e técnicas mais simples, como o uso de fitas métricas convencionais maleáveis. Estudos comparativos entre estas técnicas de medição concluem que a técnica de medição com uso de fitas métricas convencionais (ou de medições diretas), quando realizada por um especialista, produz maior precisão do que a fotogrametria, fotografias em escalas ou radiografia e confiabilidade e rigor comparáveis em comparação com o *scanner* de três dimensões (Shahkhosravi *et al.*, 2022; Sellke *et al.*, 2023).

A medição do AC torna-se uma tarefa mais complexa visto poder ser influenciada por pequenas irregularidades na superfície ou base do casco. Uma vez que pode ser complicada a utilização de níveis, réguas ou outros materiais de medição, uma sugestão para ultrapassar esta limitação é a utilização a ferramentas tecnológicas como *MicroScribe* (Sellke *et al.*, 2023).

2.8. Bem-estar equino

A adaptabilidade de cavalos e burros a diferentes tipos de atividades fez com que a indústria equina europeia se tornasse num sector económico importante, dando origem a uma preocupação crescente relativamente ao bem-estar dos equinos (Dalla Costa *et al.*, 2023). Para manter e criar cavalos saudáveis, de qualidade e com bons desempenhos, é imperativo existir um elevado nível de bem-estar animal. Isto obtém-se por oferecer condições ambientais e de manejo que favoreçam o bem-estar equino. Assim, a avaliação do bem-estar é um dos pilares das boas práticas de criação e manutenção de cavalos. O bem-estar infere um conceito multidimensional definido como um estado de saúde holística, ou seja mental e física completas, em que o animal está em harmonia com seu ambiente. Deste modo, são avaliados aspetos desde o ambiente em que o animal se insere, até indicadores fisiológicos do próprio indivíduo. O Quadro 2.4 resume a avaliação do bem-estar equino (AWIN, 2015).

Quadro 2.4- Indicadores de bem-estar equino, (AWIN, 2015)

Bem-Estar Equino		
Princípios	CrITÉRIOS	Indicadores
Boa alimentação	Nutrição adequada	Condição de massa corporal Disponibilidade de água
	Ausência de sede prolongada	Teste do balde: encher um balde de água e verificar a água ingerida após um certo período de tempo (10 minutos)
Boa estabulação	Conforto durante o descanso	Cama Dimensão da <i>boxe</i>
	Conforto térmico	Não mensurável em cavalos
	Facilidade de movimento	Exercício Alterações intestinais
	Ausência de lesões	Articulações com edema Claudicação Prolapso Condição do pelo Descargas
Boa saúde	Ausência de doença	Consistência das fezes Alteração da respiração Tosse
		Escala de Grimace para equídeos (escala de dor através de expressões faciais)
	Ausência de dor	Sinais de negligência na condição dos cascos Lesões nas extremidades da boca
Comportamento adequado	Expressão de comportamento social	Interação social
	Expressão de outros comportamentos	Estereótipos Teste do medo
	Boa relação com humanos	Teste da relação Humano-Animal
	Estado emocional positivo	Avaliação comportamental qualitativa

Como o bem-estar é uma experiência individual subjetiva, a comunidade científica do bem-estar animal passou progressivamente de medidas baseadas em recursos, como o tipo de alojamento ou a quantidade de alimento fornecida ao animal, em direção a mais avaliações baseadas em animais, que não apenas avaliam a qualidade do ambiente em que um animal é mantido, mas também a sua condição física e psicológica, assim como a sua capacidade de expressar o repertório completo de comportamentos apropriados à sua espécie (Auer *et al.*, 2021).

2.8.1. Bem-estar e ética

Os cientistas são treinados para avaliar medições quantitativas e objetivas (por exemplo, valores de frequência cardíaca, níveis de cortisol e pontuações de condição corporal), mas a ciência não é sempre objetiva e imparcial. Mesmo escolhendo mais pontos para serem examinados, os cientistas inevitavelmente transmitem as suas preferências ou valores às suas pesquisas. Assim que um cientista decide quais são seus objetivos e que medidas utilizará, já existem pressupostos de valor que ocorreram. Embora muitas das preferências possam não ser morais ou éticas, algumas são. Além disso, é comumente afirmado nas ciências animais e na indústria animal que as políticas devem ser baseadas na ciência. A implicação aqui é que as considerações éticas são emocionais ou meramente uma questão de opinião e, portanto, talvez sem mérito, enquanto a ciência é racional, objetiva e livre de valores. Avaliar o bem-estar dos animais em geral e avaliar o bem-estar dos cavalos em particular, ao mesmo tempo que visa a objetividade e utiliza medidas quantitativas, não é totalmente isento de valores. O bem-estar animal é um conceito que admite valores morais e outras preferências não científicas (Heleski e Anthony, 2012).

Embora a ciência tenha um papel importante no fornecimento de informações sólidas e justificadas sobre como os animais respondem a um conjunto de práticas, em última análise, é uma decisão ética da comunidade em geral que determinará os padrões de bem-estar aceitáveis. Pode ser discutido que criar e treinar cavalos de desporto é mais um luxo do que uma necessidade. Deve entender-se aqui que a comunidade equina pode ter um padrão de bem-estar mais elevado para os cavalos do que para criadores de produtos animais para consumo, que podem ser considerados bens essenciais. Não se discute se é certo ou errado, simplesmente que o público pode considerar para a indústria equestre um

padrão mais elevado de bem-estar, porque a utilização de cavalos para competição e lazer pode ser vista pela maioria como uma atividade de luxo (Heleski e Anthony, 2012).

2.8.2. Indicadores de bem-estar equino

Avaliar o bem-estar de um indivíduo não-verbal, em particular, num contexto interespecífico, é um verdadeiro desafio. Por serem considerados animais de produção, de trabalho, de desporto, de lazer e de companhia, os cavalos são submetidos a uma ampla gama de condições ambientais e sociais, mais ou menos adaptadas, o que influenciará muito o seu bem-estar. O interesse científico no bem-estar animal foi inicialmente impulsionado por preocupações emocionais, éticas e políticas populares. Tornou-se agora uma questão social importante e todas as partes interessadas concordam que existe a necessidade de confiar em provas científicas inequívocas para avaliar e tomar decisões em relação a estes animais (Lesimple, 2020).

O bem-estar animal é definido como um estado crónico que reflete a perceção subjetiva de um indivíduo sobre a sua própria situação. Dado que é possível estar num bom estado de bem-estar e, no entanto, sentir medo ou dor agudos e, inversamente, emoções positivas de curto prazo podem ser experimentadas durante estados de bem-estar deficientes, o bem-estar como um estado crónico tem de ser claramente distinguido dos estados temporários relacionados com emoções, dor ou stress. As observações comportamentais afirmam que os animais devem viver de acordo com a sua natureza e devem ser capazes de realizar, ou pelo menos não serem impedidos de realizar a longo prazo, todos os comportamentos naturais, sem aversão ou privação. Desde que os animais foram reconhecidos como seres sencientes, a presença ou ausência de emoções foi incluída nos pontos de avaliação de bem-estar animal. Assim, para garantir um bom nível de bem-estar, os animais devem ser protegidos de emoções negativas, como por exemplo, medo ou dor e devem ser capazes de experimentar emoções positivas (Lesimple, 2020).

Avaliar o bem-estar de um equino requer a definição de indicadores visíveis fiáveis que reflitam a perceção subjetiva de um indivíduo sobre a sua situação crónica. Para que sejam válidos, os indicadores de bem-estar têm de fornecer informações sobre a perceção subjetiva de um indivíduo sobre a sua própria situação e, conseqüentemente, têm de basear-se no próprio animal e não no seu ambiente. Na verdade, a descrição do ambiente

de um animal só pode apontar riscos de comprometimento do bem-estar, e não o estado real de bem-estar de um animal e, portanto, não pode ser considerado como um indicador de bem-estar (Dalla Costa *et al.*, 2023).

Para avaliar com precisão o estado de bem-estar de um animal, é portanto essencial basear-se em múltiplos indicadores cientificamente validados, abrangendo todas as facetas do bem-estar (comportamental, psicológico e fisiológico) e refletindo o estado crónico de um indivíduo (Lesimple, 2020; Dalla Costa *et al.*, 2023).

Estes indicadores devem basear-se nas características e necessidades da espécie e refletir a percepção do animal, idealmente não influenciada pela opinião humana. Por fim, ao avaliar o bem-estar de um grupo de animais deve ter-se em consideração a proporção de indivíduos que apresentam sinais de comprometimento de bem-estar (Lesimple, 2020).

O termo indicadores é utilizado apenas para medidas fiáveis e cientificamente estabelecidas, ou seja, cientificamente relacionadas com outros sinais de deterioração do bem-estar e que fornecem resultados consistentes entre observadores, relativas ao bem-estar dos cavalos. O termo sinal é utilizado para outras medidas, relacionadas a estados agudos, descrições ambíguas ou vagas. Tal como mencionado acima, como a única forma de avaliar o bem-estar de um indivíduo é considerar o próprio indivíduo, as medidas ambientais não serão aqui tidas em consideração. Existem assim em indicadores de bem-estar relacionados com a saúde, fisiológicos, posturais e comportamentais, e sinais, potencialmente relacionados com estados de bem-estar, mas que requerem investigação mais aprofundada (Lesimple, 2020; Dalla Costa *et al.*, 2023).

2.8.3. Relação de bem-estar e claudicações

A claudicação, potencialmente relacionada com dor ou desconforto agudo, pode revelar problemas crónicos e, assim, tornar-se um problema de bem-estar. A avaliação clínica da claudicação é geralmente baseada na avaliação visual. No entanto, as escalas e metodologias utilizadas variam muito entre estudos, envolvendo diferentes escalas de deteção, incluindo pontos de avaliação que são mais ou menos bem descritos. Além da claudicação evidente, ou seja, quando o cavalo não consegue apoiar o membro, ou tem um claro movimento desequilibrado do pescoço, a concordância entre observadores varia bastante, dependendo do método de avaliação, do andamento, do tipo de movimento e

da experiência dos observadores. Além de estar potencialmente relacionada à dor ou desconforto agudo e à falta de bem-estar crônico, a presença de claudicação parece ser difícil de avaliar com segurança (Lesimple, 2020).

2.8.4. Relação de bem-estar e cascos

Da mesma forma, a avaliação da condição do casco é frequentemente incluída nos protocolos de avaliação do bem-estar clínico, juntamente com a presença de sintomas médicos, como tosse ou corrimento, todos prováveis de ocorrer tanto em situações agudas como crônicas, podendo mesmo não estar relacionados ou ter qualquer impacto no bem-estar do animal. A condição inadequada do casco provavelmente aumentará a incidência de problemas nos membros, como claudicação e pode estar relacionada com a estabulação inadequada, má alimentação ou patologias (Lesimple, 2020).

2.8.5. Bem-estar e ferração

A ferração é um componente crítico dos serviços de saúde para equinos de trabalho. No entanto, em países com menor capacidade econômica, a mão-de-obra informal, a falta de instalações de formação estruturadas e a não implementação de regulamentos relativos à ferração representam desafios para que esta seja feita com qualidade (Mohite *et al.*, 2019).

A condição do casco tem sido reconhecida há muito tempo como diretamente relacionada com a performance desportiva e com o bem-estar dos equinos; portanto, é necessário estabelecer atitudes atuais em relação aos cuidados rotineiros com os cascos e suas potenciais implicações (Kummer *et al.*, 2009; Thirkell e Hyland, 2017).

O papel de manter a saúde dos cascos cabe principalmente ao ferrador, com relatos que 96% dos cavalos no Reino Unido recebem cuidados com os cascos, por parte de um ferrador a cada 6–8 semanas (Thirkell e Hyland, 2017).

É responsabilidade do ferrador, não apenas avaliar e ferrar os cavalos adequadamente, mas também trabalhar ao lado do médico veterinário no fornecimento de ferração terapêutica para lidar com certas anormalidades do casco (Thirkell e Hyland, 2017; Mohite *et al.*, 2019).

O equilíbrio do casco em si é frequentemente um tema de controvérsia, uma vez que ainda não foi definido cientificamente. Os ferradores individuais, portanto, muitas vezes têm

opiniões divergentes sobre a definição do equilíbrio do casco e como ele pode ser melhor alcançado. A ferração convencional deve levar em consideração fatores como carga de trabalho, manejo, conformação e biomecânica do cavalo ao avaliar os cascos para a ferração (Riggs, 2008; Thirkell e Hyland, 2017; Malone e Davies, 2019).

O equilíbrio é convencionalmente alcançado trabalhando tanto para o equilíbrio mediolateral, onde a carga deve ser igual nos talões ao apoiar o membro, quanto para o equilíbrio dorsopalmar, sendo este o alinhamento o do eixo casco-quartela (Riggs, 2008; Thirkell e Hyland, 2017; Malone e Davies, 2019).

Mau equilíbrio dorsopalmar é comumente observado em puros-sangues e pode causar tensão excessiva em estruturas como o tendão flexor digital profundo, resultando isto numa das mais frequentes patologias, síndrome do navicular. No entanto, a conformação e o padrão de carga de um cavalo devem ser avaliados individualmente e o seu casco equilibrado em conformidade. Pode não ser possível equilibrar alguns cavalos de acordo com os parâmetros ideais devido à sua conformação biológica, ou pode levar algum tempo para atingir o equilíbrio ideal, sendo este equilíbrio ideal o que melhor funcione na sua própria biomecânica individual (Thirkell e Hyland, 2017).

Thirkell e Hyland (2017) constataram uma alta prevalência no Reino Unido (89%) de problemas de saúde dos cascos na população da amostra durante o período de 5 anos anterior ao questionário. A prevalência de anomalias nos cascos relatada pelos proprietários neste estudo foi significativamente maior do que a relatada em estudos anteriores, sugerindo um aumento no conhecimento e atenção dos proprietários, o que é encorajador para a manutenção da saúde ideal dos cascos.

3. TRABALHO PRÁTICO

3.1. Materiais e métodos

3.1.1. Material animal

A componente prática deste estudo decorreu entre janeiro e maio de 2022 e foi efetuada num centro hípico, em 73 cavalos. Esta amostra foi aleatória, havendo assim cavalos de diversas origens, tamanhos, que praticam várias disciplinas equestres, têm variadas idades e que são ainda ferrados e têm os seus cascos aparados por diferentes ferradores.

Foram registadas as idades dos 73 cavalos e divididos em 2 grupos: um nomeado de origem portuguesa outro nomeado de outras origens. Nos cavalos designados de origem portuguesa foram englobados os cavalos de raças de origem nacional, incluindo Lusitanos, Cruzados Portugueses e 1 Garrano; nos cavalos designados de outras origens foram englobados cavalos de diversas raças: francesa, alemã, holandesa, inglesa e 2 de raça sueca, incluindo cruzados entre estas mesmas.

Estes 73 cavalos foram também agrupados de acordo com a disciplina equestre que praticam, sendo estas ensino, obstáculos ou aulas de equitação.

Registou-se ainda e foram agrupados de acordo com os 3 ferradores que efetuam trabalho de aprumo e ferração, neste centro hípico.

Para efeitos de avaliação estatística, estes cavalos foram ainda agrupados de acordo com as idades: <5 anos; [5;10] anos;]10;15[anos; ≥ 15 anos.

3.1.2. Medidas de cascos

Cada um dos 4 membros foi avaliado, resultando assim em 292 medidas de ângulo do casco (AC) e 292 medidas de circunferência da coroa do caco (CCC).

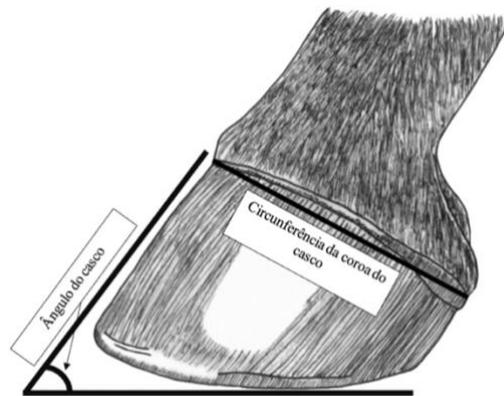


Figura 3.1 – Medidas biométricas do casco equino (Malone e Davies, 2019).



Figura 3.2 – Medição da CCC com fita métrica

A CCC foi avaliada com recurso à fita métrica tradicional, com o cavalo calmo, com o membro totalmente apoiado e em estação, em solo plano, de borracha rígida, envolvendo o bordo coronário do casco do cavalo com a fita métrica maleável e registando a medição, tal como é possível ver um exemplo na Figura 3.2.

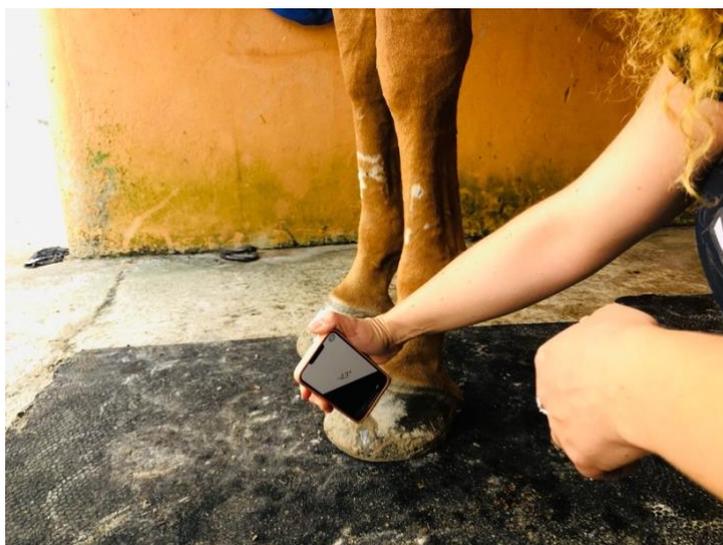


Figura 3.3 –Medição do AC com dispositivo móvel

O AC foi avaliado recorrendo à aplicação de nível do iPhone, igualmente com a cavalo calmo, com o membro completamente apoiado, em estação e em solo plano, de borracha rígida e encostando o aparelho cranialmente na parede do casco, como demonstrado na Figura 3.3.

3.1.3. Avaliação de claudicação

Foram feitas avaliações biomecânicas, sendo os cavalos observados sem recurso a anestésicos locais nas diferentes situações do seu dia-a-dia: na boxe; em descanso quando contidos; em estação; a passo à mão e montado, em ambas as direções; a trote montado, em ambas as direções; a galope montado, em ambas as direções e no decorrer da sua atividade desportiva regular, variando esta com a disciplina equestre praticada.

A análise de claudicação foi registada apenas como existente ou não. Todas estas medições e a avaliação de claudicação foram realizadas pela autora deste trabalho.

3.2. Análise estatística

A análise estatística foi numa primeira fase feita com recurso ao SPSS (versão 22) e os dados foram analisados por ANOVA, tendo sido aplicado o teste de comparação de médias Tukey.

Determinaram-se os efeitos de algumas características dos animais e fatores associados, que se apresentam de seguida:

- I. o efeito da origem na na CCC, no AC e na claudicação;
- II. o efeito da idade na na CCC, no AC e na claudicação;
- III. o efeito da disciplina na CCC, no AC e na claudicação;
- IV. o efeito do ferrador na CCC, no AC e na claudicação.

Numa segunda fase, foi feita uma análise estatística recorrendo ao uso da rotina GENLIN do software IBM Corp.® SPSS® Statistics, Armonk, NY, EUA. Versão: 29.0.0.0 (241).

Usando o cavalo como unidade de análise, testaram-se vários modelos lineares generalizados da família binomial, usando diversas funções de ligação. O objetivo foi modelar a variável dicotómica dependente ‘claudicação’. As variáveis independentes consideradas foram os fatores ‘disciplina’ (com os níveis ‘obstáculos’, ‘ensino’ e ‘aulas’), ‘origem (com os níveis ‘portuguesa’ e ‘outras), ‘casco’ (‘anterior direito’, ‘anterior esquerdo’, ‘posterior direito’ e ‘posterior esquerdo’) e ‘ferrador’ (com os níveis 1, 2 e 3), e as covariáveis ‘CCC’ e ‘AC’.

Uma vez que existem quatro observações por animal para as variáveis ligadas a cada um dos membros dos cavalos, verifica-se a existência de dados emparelhados ao nível da variável ‘casco’ e, como tal, o modelo usado é um modelo de equações generalizado (caso particular dos modelos lineares generalizados).

Testado o modelo para dados emparelhados verificou-se a inexistência de significância na variável ‘casco’. Como tal, os modelos testados de seguida foram modelos lineares generalizados para dados independentes e sem considerar a variável ‘casco’.

Testaram-se modelos fatoriais com as restantes variáveis. Usou-se um procedimento passo-a-passo reverso para seleção de variáveis e/ou interações significativas, usando para tal o teste de qui-quadrado de Wald. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$.

O grau de ajustamento dos diversos modelos testados foi avaliado pelo teste qui-quadrado do rácio da verossimilhança. A comparação do ajustamento dos diversos modelos foi feita através do Critério de Informação de Akaike (AIC).

3.3. Resultados

3.3.1. Análise geral

Os resultados obtidos nos diversos parâmetros avaliados estão abaixo descritos e categorizados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1- Estatística descritiva da idade e das medições (CCC e AC) em estudo.

Parâmetro	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Idade (anos)		12,9±5,7	3,0	24,0	44,1
CCC (cm)	292	38,3±2,5	32,2	45,0	6,5
AC (°)		38,9±4,6	20,0	54,0	11,9

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; CCC – circunferência da coroa do casco; AC – ângulo do casco.

O valor médio da idade registada foi de 12,9±5,7 anos. Constatou-se assim que havia uma grande variabilidade de idade, sendo a mínima de 3 anos e a máxima de 24, mostrado isto por um coeficiente de variação de 44,1%. A CCC média foi de 38,3±2,5 cm, demonstrando uma variação de 12,5cm entre mínimo e máximo, espelhado num CV de 6,5%. Para o AC obteve-se um valor médio de 38,9±4,6°, com um CV, de 11,9% (Quadro 3.1).

Quadro 3.2- Frequência de claudicação de acordo com parâmetros avaliados

Parâmetro	N	Nº claudicantes	%Parcial	% Total
Total	73	28	38,4	
Origem				
Portuguesa	35	9	25,7	12,3
Outras	38	19	50,0	26,0
Disciplina				
Obstáculos	19	9	47,4	12,3
Ensino	25	4	16,0	5,5
Aulas de equitação	29	15	51,7	20,6
Ferrador				
1	28	15	53,6	20,6
2	26	11	42,3	15,1
3	19	12	63,2	16,4

Da totalidade dos cavalos observados, verificou-se que, 38,4% apresentavam claudicação. Constatou-se também que 50,0% dos cavalos de outras origens claudicavam, correspondendo a 26,0% do total dos cavalos avaliados. Dos cavalos avaliados que praticavam aulas de equitação, 51,7% claudicavam. Observou-se ainda que 63,2% dos cavalos intervencionados pelo ferrador 3 claudicavam.

Verificou-se que o ferrador 3 teve uma percentagem de 63,2% dos seus cavalos a claudicar, mas na globalidade a maior percentagem total de cavalos a claudicar pertenceu ao ferrador 1 (Quadro 3.2).

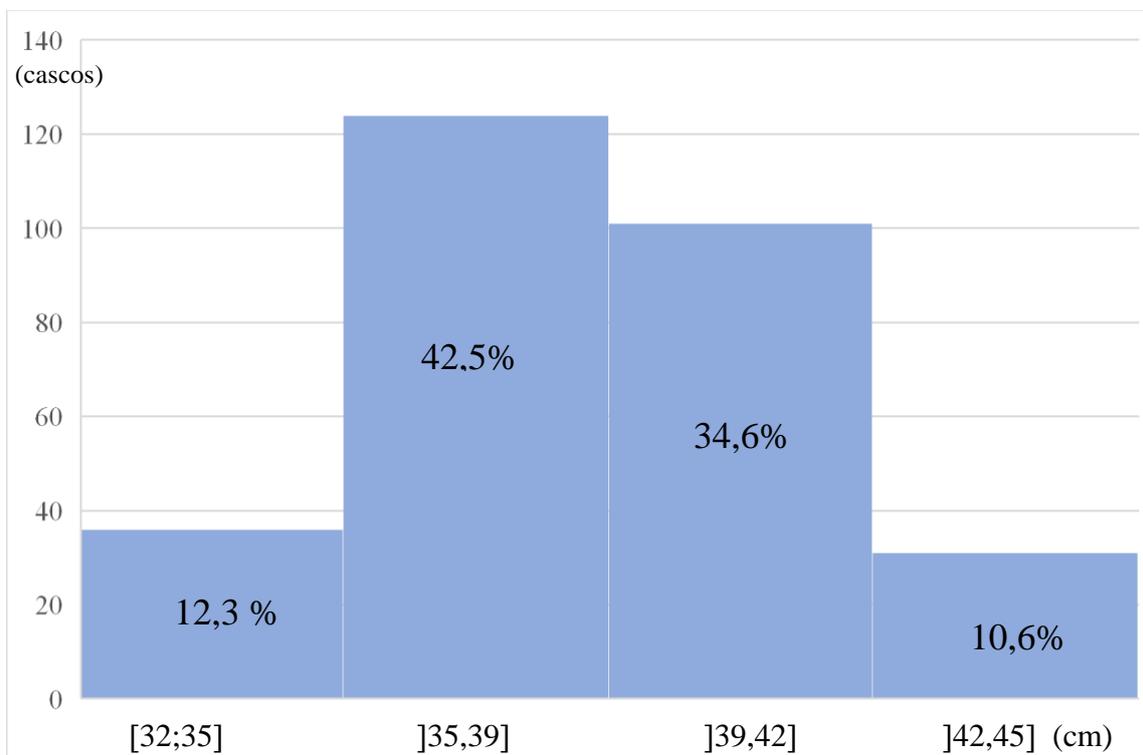


Figura 3.4- Resultados da CCC avaliados nos 292 membros, em %.

A maioria das medidas observadas da CCC encontravam-se entre os valores]35;42] cm e este intervalo corresponde a 77,1% dos resultados (Figura 3.4).

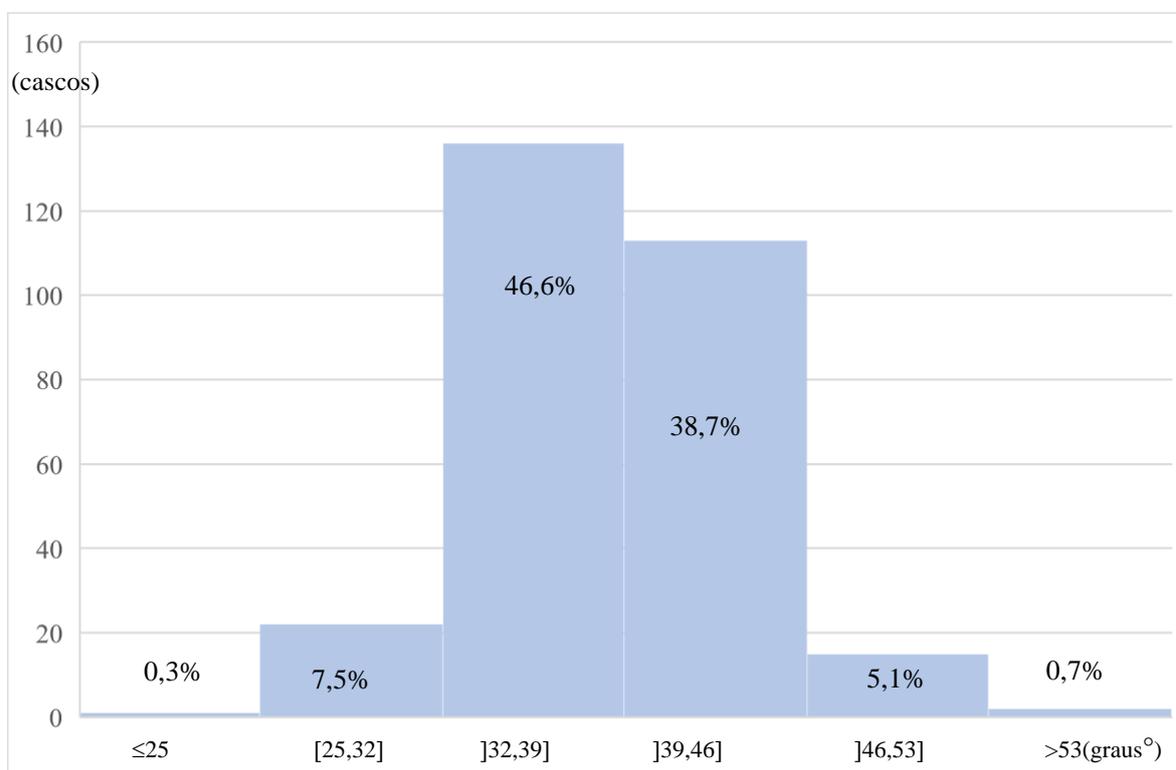


Figura 3.5- resultados do AC de 292 membros, em %

A maioria (85,3%) dos resultados do AC observados encontrava-se no intervalo [32;46]° (Figura 3.5).

3.3.2. Análise de efeitos da origem:

Quadro 3.3 – Efeito da origem na CCC

Origem	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Portuguesa	140	37,9±2,4	32,2	45,0	6,3
Outras	152	38,7±2,5	34,0	44,0	6,5
Significância		p<0,05			
Total	192	38,3±2,5	32,2	45,0	6,5

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância.

Como exposto no Quadro 3.3, observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) da CCC entre a origem dos animais, registrando os cavalos de origem portuguesa uma CCC média significativamente inferior (37,9cm).

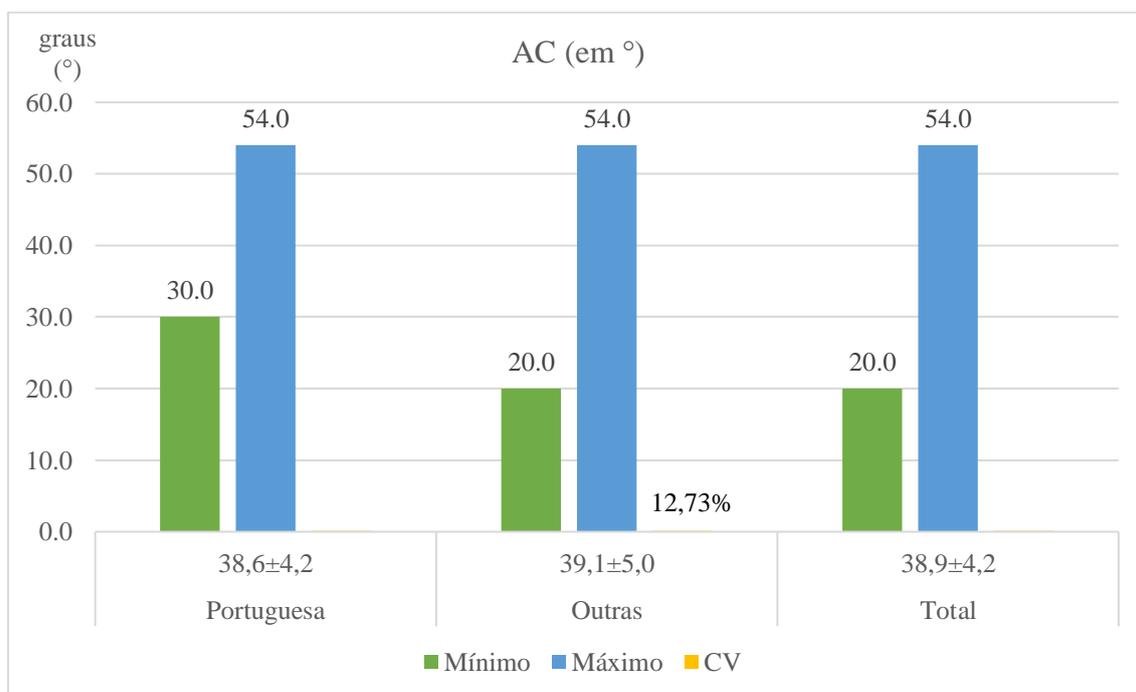


Figura 3.6– Efeito da origem no AC (em °)

Não foram encontradas diferenças relacionadas com a origem estatisticamente significativas nos resultados do AC dos cavalos avaliados (Figura 3.6).

Quadro 3.4– Efeito da origem na claudicação

Origem	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Portuguesa	140	1,09±0,3	1	2	27,5
Outras	152	1,18±0,4	1	2	33,9
Significância		$p < 0,05$			
Total	192	1,14±0,34	1	2	29,8

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância.

Em relação ao parâmetro claudicação, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre cavalos de diferentes origens. Os cavalos de origem portuguesa registaram significativamente menor incidência de claudicação, tal como é visível no Quadro 3.4.

3.3.3. Análise de efeitos da idade:

Quadro 3.5– Efeito da idade na CCC, no AC e na claudicação

Idade (anos)	Parâmetro	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
<5	CCC (cm)	32	36,7 ^a ±2,5	32	42,9	6,8
[5;10[		68	38,6 ^b ±2,6	34	45,0	6,7
[10;15[		60	37,8 ^b ±2,1	34	42,5	5,6
≥ 15		132	38,8 ^b ±2,4	34	43,5	5,2
Significância				$p < 0,05$		
Total		292	38,3±2,5	32,0	45,0	6,5
<5	AC (°)	32	39,5±4,3	31,0	49,0	10,9
[5;10[		68	39,1±4,2	29,0	52,0	10,7
[10;15[		60	39,3±4,1	29,0	52,0	10,4
≥ 15		132	38,4±5,1	30,0	49,0	13,3
Significância				$p > 0,05$		
Total		292	38,9±4,6	20,0	45,0	11,8
<5	Claudicação	32	1,1 ^{ab} ±0,3	1,0	2,0	27,3
[5;10[		68	1,0 ^a ±0,2	1,0	2,0	20,0
[10;15[		60	1,1 ^{ab} ±0,3	1,0	2,0	27,3
≥ 15		132	1,2 ^b ±0,4	1,0	2,0	33,3
Significância				$p < 0,05$		
Total		292	1,1±0,4	1,0	2,0	30,7

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; valores de letra distinta ($a \neq b$) são significativamente diferentes.

Verificaram-se diferenças significativas na CCC: cavalos com idade <5 tiveram diferença significativa ($p<0,05$) de todos os outros grupos, sendo a média destes cavalos mais jovens (38,8cm) significativamente inferior.

Em relação ao AC não se verificou efeito da idade em qualquer dos grupos. Quanto à claudicação, os cavalos mais velhos, com idade ≥ 15 anos, registaram diferenças significativas ($p<0,05$) em relação aos cavalos com idades do grupo [5;10[anos, tendo os mais velhos mostrado significativamente maior incidência de claudicação (Quadro 3.5).

3.3.4. Análise de efeitos da disciplina::

Quadro 3.6- Efeito da disciplina na CCC, no AC e na claudicação

Disciplina	Parâmetro	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Obstáculos		76	38,8 ^a ±2,3	34,0	43,2	5,9
Ensino	CCC (cm)	100	38,1 ^a ±2,6	32,2	45,0	6,8
Aulas		112	38,3 ^a ±2,4	34,0	44,0	6,3
Significância		p<0,05				
Total			38,4±2,5	20,0	45,0	6,5
Obstáculos		76	41,1 ^a ±4,6	31,0	52,0	11,2
Ensino	AC (°)	100	38,8 ^b ±3,8	31,0	49,0	9,8
Aulas		112	37,4 ^b ±4,8	20,0	54,0	12,8
Significância		p<0,05				
Total			38,9±4,6	20	45	11,8
Obstáculos		76	1,2 ^a ±0,4	1,0	2,0	33,3
Ensino	Claudicação	100	1,0 ^b ±0,2	1,0	2,0	20,0
Aulas		112	1,2 ^a ±0,4	1,0	2,0	33,3
Significância		p<0,05				
Total			1,1±0,3	20,0	45,0	27,3

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes.

Tal como exposto no Quadro 3.6, a disciplina produziu diferenças significativas ($p < 0,05$): o AC dos cavalos que praticam a disciplina de obstáculos foi superior e os cavalos da disciplina de ensino registaram significativamente menor incidência de claudicação que ambas as outras disciplinas.

3.3.5. Análise de efeitos do ferrador:

Quadro 3.7- Efeito do ferrador na CCC

Ferrador	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
1	112	39,0 ^a ±2,5	34,0	45,0	6,4
2	104	37,7 ^b ±2,2	32,2	42,9	5,8
3	76	38,2 ^{ab} ±2,7	34,0	44,0	7,1
Significância			$p < 0,05$		
Total	292	38,3±2,5	32,2	45,0	6,5

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; valores de letra distinta ($a \neq b$) são significativamente diferentes

Como visível no Quadro 3.7, em relação à CCC, o ferrador 1 foi significativamente diferente do 2 ($p < 0,05$), não havendo diferenças significativas do ferrador 3 com nenhum dos outros.

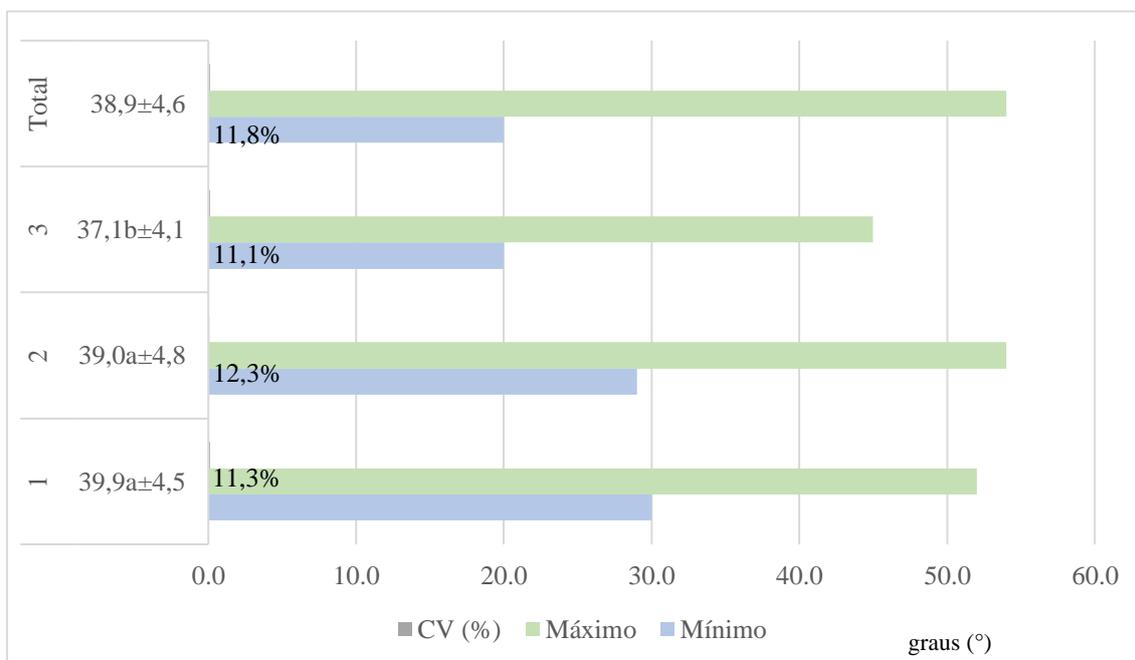


Figura 3.7- Efeito do ferrador no AC (em °)

A média do AC do ferrador 3 foi significativamente inferior à média de ambos os outros ferradores, não tendo sido registadas diferenças significativas entre ambos os outros, tal como visível na Figura 3.7.

Quadro 3.8- Efeito do ferrador na claudicação

Ferrador	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
1	112	1,2 ^a ±0,4	1,0	2,0	33,3
2	104	1,0 ^b ±0,2	1,0	2,0	20,0
3	76	1,2 ^a ±0,4	1,0	2,0	33,3
Significância			p<0,05		
Total	292	1,1±0,4	1,0	2,0	36,4

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes

No Quadro 3.8 observa-se que o ferrador 2 registou uma média de claudicação (1,0±0,4) significativamente inferior à dos outros, não tendo sido registadas diferenças significativas entre os ferradores 1 e 3 quanto ao parâmetro claudicação.

Quadro 3.9- Parâmetros do modelo binomial ajustado para claudicação como referência

Parâmetro	β	EP	IC Wald 95%		gl	p-value
<u>Origem × Disciplina**</u>						
Portuguesa × Ensino	-31,179	29,2261	-88,461	26,103	1,138	1 0,286 ^a
Portuguesa × Aulas	40,529	21,2618	-1,143	82,201	3,634	1 0,057 ^a
Outras × Obstáculos	57,590	24,4593	9,651	105,529	5,544	1 0,019 ^b
Outras × Aulas	40,601	21,2783	-1,104	82,305	3,641	1 0,056 ^a
<u>Disciplina × CCC*</u>						
Obstáculos × CCC	-1,381	0,6198	-2,596	-0,167	4,968	1 0,026 ^a
Ensino × CCC	0,038	0,6434	-1,223	1,299	0,004	1 0,952 ^b
Aulas × CCC	-1,045	0,5405	-2,104	0,014	3,737	1 0,053 ^b
<u>Disciplina × AC**</u>						
Obstáculos × AC	-1,238	0,5693	-2,354	-0,123	4,732	1 0,030 ^a
Ensino × AC	-0,191	0,5817	-1,331	0,949	0,108	1 0,742 ^b
Aulas × AC	-1,142	0,5682	-2,256	-0,029	4,042	1 0,044 ^b
<u>CCC × AC*</u>	0,031	0,0145	0,002	0,059	4,415	1 0,036 ^a

Níveis de significância dos fatores e covariáveis *p<0,05, **p<0,01

β – erro tipo II; EP – erro padrão; IC Wald – intervalo de confiança Wald; DP – desvio padrão; gl – graus de liberdade; p-value – valor de significância; valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes

Observaram-se diferenças significativas (P<0,05) para a combinação múltipla de outras origens com a disciplina obstáculos (P<0,019), para a disciplina de obstáculos com a CCC (P<0,026), para a disciplina de obstáculos com o AC (P<0,030) e ainda para a combinação de CCC com AC (P<0,036). Ou seja estas combinações de fatores revelaram maior probabilidade de claudicação nos cavalos avaliados (Quadro 3.9).

Os parâmetros identificados no Quadro 3.9 são os parâmetros constituintes da equação que permite calcular as probabilidades de não se observar claudicação no membro de um cavalo, expressa da seguinte forma:

$$\pi_c = \exp(-\exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6)) \quad (1)$$

em que:

β_1 é o parâmetro associado com a origem do cavalo, e X_1 a respetiva variável muda;

β_2 é o parâmetro associado com a disciplina, e X_2 a respetiva variável muda;

β_3 é o parâmetro associado com a CCC, e X_3 o respetivo valor;

β_4 é o parâmetro associado com o AC e X_4 o respetivo valor.

O cálculo da probabilidade de se observar claudicação no membro de um cavalo resulta, como tal, de:

$$1 - \pi_c = 1 - \exp(-\exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4)) \quad (2)$$

A figuras 3.8, 3.9 e 3.10 representam a aplicação do modelo para cálculo das probabilidades de claudicação nas diferentes combinações de nível de fator e fazendo variar as duas covariáveis.

As combinações Portuguesa \times Obstáculos e Outras \times Ensino não foram amostradas pelo que não estão representadas no modelo nem nas figuras. A combinação Portuguesa \times Ensino apresenta probabilidades que se podem considerar nulas pelo que também não é apresentada nas figuras.

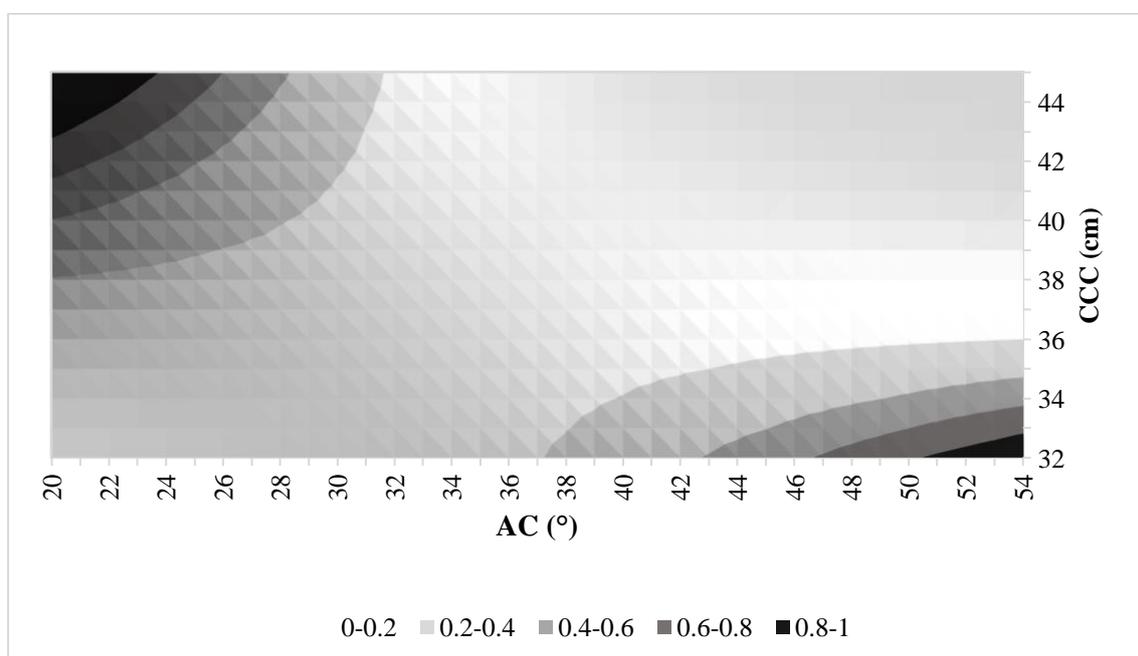


Figura 3.8– Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de origem portuguesa, da disciplina de aulas

É observado na Figura 3.8 que a maior probabilidade de claudicação de cavalos de origem portuguesa, que praticam a disciplina aulas se verifica quando os valores de AC e CCC são extremos, quer sejam extremos máximos ou mínimos.

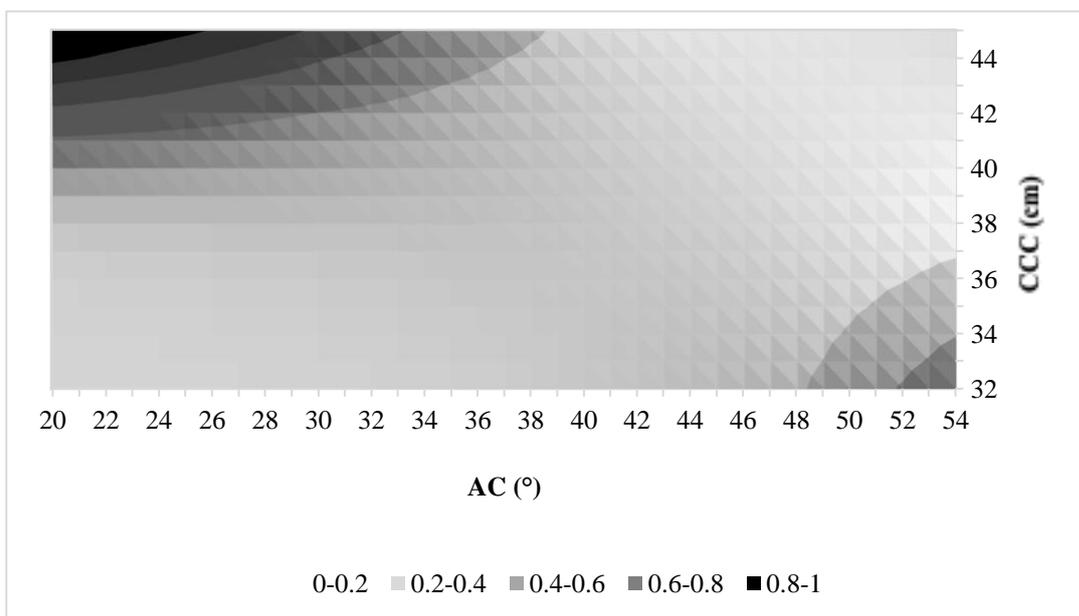


Figura 3.9– Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de outras origens, da disciplina de obstáculos

De forma semelhante verifica-se na Figura 3.9 que a maior probabilidade de claudicação ocorre quando há extremos máximos ou extremos mínimos de CCC e AC em cavalos de outras origens, que praticam obstáculos.

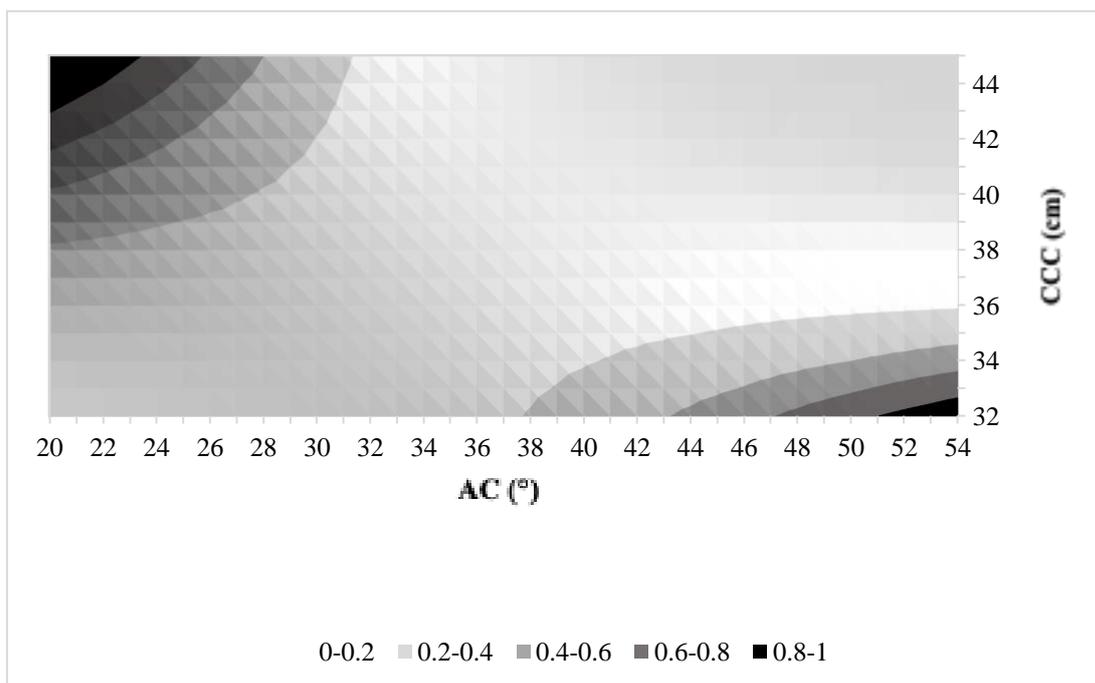


Figura 3.10– Probabilidade de claudicação no membro de um cavalo de outras origens, da disciplina de aulas de equitação

Na Figura 3.10 constata-se, de forma semelhante, que os fatores AC e CCC combinados em valores máximos ou mínimos geram maior probabilidade de claudicação em cavalos de outras origens, que praticam a disciplina aulas de equitação.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da CCC, nomeadamente a média de $38,3 \pm 2,5$ cm, que se inclui no grupo $]35,39]$ cm que contém 42,5% dos membros avaliados, é ligeiramente superior ao valor observado por Shahkhosravi *et al.* (2023). Contudo esta diferença poderá advir do material animal utilizado, sendo a média do estudo de Shahkhosravi *et al.* (2023) de 34cm, valor esse que neste estudo foi verificado apenas no grupo $]32,35]$ cm com 12,3% e, tal como verificado neste estudo, a CCC foi significativamente diferente com o efeito da origem (Quadro 3.3).

A média do AC deste estudo foi $38,9 \pm 4,6^\circ$, valor inserido no grupo $]32,39]^\circ$, com 46,6% dos cavalos e a do estudo de 7 semanas de Malone e Davies (2019) foi $55,4 \pm 3,2^\circ$ a $51,9 \pm 3^\circ$, valores que correspondem a grupos, com percentagens mínimas de frequência deste estudo, $>53^\circ$, com 0,7% e $]46,53]^\circ$, com 5,1%.

Ambos os resultados analisados são coerentes com a conclusão do estudo de 7 semanas, de Malone e Davies (2019), que conclui que, com a ferração, o AC, assim como a CCC, tendem a diminuir e este estudo apenas incluiu cavalos ferrados sistematicamente, desde o início do seu trabalho, em jovens.

Empiricamente, quando um cavalo é aprumado e ferrado, o ferrador deve procurar ter um ângulo de $45-50^\circ$ nos cascos dos membros anteriores e $50-55^\circ$ nos cascos dos membros posteriores (Brooke, 2013). Estes valores estão em concordância com os valores da maioria (85,3%) do AC registados neste estudo no intervalo $]32,46]^\circ$ (Figura 3.5).

O efeito da idade teve diferenças significativas na CCC, tendo os cavalos mais jovens (<5 anos) um valor inferior a todos, o que coincide com o reportado por Kane *et al.* (2000) e por Brooke (2013), pois os cascos destes ainda não sofreram tanto impacto nem desgaste.

Ainda também em concordância com a bibliografia Kane *et al.* (2000) e Seery (2021), os cavalos mais velhos deste estudo (≥ 15 anos) registaram significativamente maior incidência de claudicação.

Assim como sugerido por Denoix (2021) e por Egenvall *et al.* (2022), as avaliações de claudicação realizadas neste estudo foram análises completas de biomecânica, tendo por isso sido registadas em alguns casos claudicações de vários membros num único

individuo e noutros casos relevadas pequenas anomalias biomecânicas que não eram representativas de dor.

A análise de valores das classes inferiores e superiores de CCC, [32,35]cm e [42,45]cm, respetivamente e das classes inferiores e superiores de AC, <25 e >53° respetivamente, poderia ser associada às claudicações verificadas, para tal terá de ser feito um estudo adicional.

É possível afirmar que se constatou neste estudo mais claudicação: nos cavalos de outras origens; nos cavalos associados à disciplina de aulas de equitação e ainda nos cavalos tratados pelo ferrador 1. Estas observações não são de interpretação linear, pois cada um dos parâmetros está associado a um contexto. Atentando na origem dos cavalos, os de outras origens são maioritariamente utilizados para as disciplinas de obstáculos e aulas de equitação, podendo isto influenciar a taxa de claudicação observada, enquanto os de origem portuguesa fazem maioritariamente ensino.

É ainda relevante que nos cavalos de outras origens se inserem os puro-sangue, o que também de acordo com Riggs (2008) e Thirkell e Hyland (2017) pode influenciar más conformações dos membros, potencialmente causadoras de claudicações.

Em relação à disciplina praticada, os resultados deste estudo são compatíveis com a bibliografia consultada (Kane *et al.*, 2000; Kelleher *et al.*, 2021), que sugere que cavalos com maior carga de trabalho e maior impacto nos cascos serão mais propensos a claudicar, mas não se pode descartar o efeito que a idade dos cavalos possa ter, pois tende a haver uma idade mais avançada nos cavalos de aulas de equitação, assim como, nos cavalos avaliados de obstáculos deste estudo, uma idade superior comparativamente aos de ensino.

A idade dos cavalos avaliados mostrou claudicação significativamente inferior nos cavalos integrados na classe de 5 a 10 anos, que estarão no topo da sua carreira desportiva, o que era expectável, pois tendem a haver mais claudicações associadas a diferentes patologias articulares em cavalos mais velhos, que também já tiveram mais esforço e, por outro lado, também tende a haver mais claudicações em cavalos muito jovens, com idade inferior a 5 anos, pois ainda se estão a adaptar a novas rotinas, de trabalho e de ferração (Kane *et al.*, 2000).

A disciplina de obstáculos registou uma diferença de AC significativamente superior, o que vai de encontro ao estudo de Malone e Davies (2019), onde é referido que cavalos de obstáculos poderão ter cascos menores, com menor comprimento, o que resulta num maior ângulo, e cascos mais eretos, possivelmente devido a esforço e carga (Seery, 2021). O efeito de ferrador registou resultados significativamente diferentes, o que está de acordo com os autores consultados, nomeadamente Kummer *et al.*, (2009) cujo estudo encontrou diferenças significativas em quase todos os parâmetros, entre 6 ferradores.

Apesar de os resultados deste estudo estarem de acordo com (Kummer *et al.*, 2009; Malone e Davies, 2019; Kelleher *et al.*, 2021) existem fatores de contexto associados que alteram um pouco os resultados. O ferrador 1, que tem uma incidência de claudicação semelhante ao 3, é um ferrador com bastante mais formação e experiência, mas por isso mesmo são-lhe atribuídos cavalos com diversos problemas de saúde, já à partida com claudicação, para que este realize ferração ortopédica corretiva, enquanto que o 3 poderia melhorar bastante os seus resultados com mais formação, tal como sugere Eliashar (2007).

Verifica-se que a combinação de extremos máximos de CCC com mínimos de AC, e vice-versa, são os fatores indutores de claudicação nas diferentes combinações disciplina × origem. Estes dados estão de acordo com a bibliografia, tanto cascos demasiado estreitos e eretos como cascos demasiado largos e com um AC muito baixo levam a, ou resultam de desequilíbrios na carga do peso do animal e consequente claudicação (O’Grady, 2013; Kelleher *et al.*, 2021; Shahkhosravi *et al.*, 2022).

Apesar da amostra parecer um número elevado e, tendo em consideração que a claudicação é um evento raro, uma amostra maior poderia ser mais conclusiva e este trabalho beneficiaria ainda de outros estudos adicionais.

5. CONCLUSÃO

Após a análise do exposto, parece claro que há interesse, não só em continuar a investigar de que forma as medidas dos cascos afetam a mecânica, saúde e, em última instância, o bem-estar dos cavalos de desporto, mas também em começar a sensibilizar os profissionais para a importância da avaliação sistemática e cuidadosa dos cascos.

Da análise dos 292 cascos resultou uma CCC média de $38,3 \pm 2,5$ cm e um AC médio de $38,6 \pm 4,6^\circ$, para animais com idade média de $12,9 \pm 5,7$ anos. Cavalos de idade superior, com idade ≥ 15 anos, registaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação aos cavalos com idades do grupo $[5;10[$ anos, demonstrando o primeiro grupo maior frequência de claudicação em comparação com o segundo, idade do topo da carreira dos cavalos de desporto.

Observou-se que 38,4% dos cavalos claudicavam, sendo destes 26,0% de outras origens, 20,6% praticavam aulas de equitação e 20,6% eram ferrados pelo ferrador 1, sendo estas as frequências mais elevadas de claudicação de cada fator.

Tanto o corte e aprumo do casco quanto o ferrador que executa o trabalho têm efeitos importantes na forma da cápsula do casco, sendo assim imperativo melhorar a formação destes profissionais. As análises de andamentos e deteção de claudicações deve fazer parte de cuidados de rotina dos cavalos de desporto, substituindo a atual chamada do médico veterinário apenas quando já existem claudicações mais graves e evidentes. Para ótimos resultados desportivos, que estão associados a ótimos estados de bem-estar é imperativo começar a trabalhar-se de forma preventiva deste tipo de problemas.

O bem-estar envolve diversos âmbitos, sendo definido como um estado de saúde mental e física global, com o animal em harmonia com o seu ambiente, logo claudicações serão sinais a ser tidos em conta e avaliados relacionados com o bem-estar.

São necessários mais profissionais habilitados, instruídos e sensibilizados para estas técnicas, pois com a sua aplicação regular, todos ganharão: os animais ganharão saúde e bem-estar, prevenindo ou resolvendo precocemente problemas; os cavaleiros, diminuirão as pausas desportivas por problemas de saúde dos cavalos e em última análise os proprietários, reduzirão problemas de saúde e despesas associadas, contribuindo ainda para uma potencialização desportiva e valorização dos seus animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAEP, 2020. Veterinarian's Guide to Equestrian Competition Official Duties. American Association of Equine Practitioners, 11pp.

Auer, U., Kelemen, Z., Engl, V. e Jenner, F., 2021. Activity Time Budgets—A Potential Tool to Monitor Equine Welfare?. *Animals*, 3, 11, 1-12.

AWIN, 2015. AWIN welfare assessment protocol for horses. *Animal Welfare Indicators*, 80pp.

Brooke, 2013. Animal Health, Hoof shape and quality. *Welfare Interpretation Manual*. 51-54.

Carver, D., 2016. *Practical Physiotherapy for Veterinary Nurses (1st Edition)*. John Wiley & Sons, Ltd., 207pp.

Clayton, H.M., 2016. Horse Species Symposium: Biomechanics of the exercising horse. *Journal of Animal Science*, 94, 10, 4076–4086.

Ciantar, P., 2011. Veterinary inspection before buying a horse for leisure purposes. *Bulletin des GTV* 60, 57-65.

Cole, S. D., Stefanovski, D., Towl, S. e Boyle, A. G., 2019. Factors associated with prolonged treatment days, increased veterinary visits and complications in horses with subsolar abscesses. *Veterinary Record*, 8, 184, 1-6.

Dalla Costa, E., Murray, L., Dai, F., Canali, E. e Minero, M., 2023. Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. *Animal Welfare*, 3, 23, 323-341.

Denoix, J. M., 2021. A Look at Lameness Through the Eyes of Functional Anatomy (and Biomechanics). *Proceedings of the 67th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 106-133.

Eliashar, E., 2007. An evidence-based assessment of the biomechanical effects of the common shoeing and farriery techniques. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2, 23, 425-442.

Egenvall, A., Byström, A., Lindsten, A. e Clayton, H. M., 2022. A Scoping Review of Equine Biomechanics Revisited. *Journal of Equine Veterinary Science*, 103920, 113, 1-3.

Faramarzi, B., Nelson, S. e Dong, F., 2022. Evaluating the Effect of Routine Hoof Trimming on Fore and Hind Hooves Impact Phase Kinetics. *Journal of Equine Veterinary Science*, 103935, 114, 1-5.

Heleski, C. R. e Anthony, R., 2012. Science alone is not always enough: The importance of ethical assessment for a more comprehensive view of equine welfare. *Journal of Veterinary Behavior*, 7, 169-178.

Kane, A. J., Traub-Dargatz, J., Losinger, W. C., Garber, L. P., 2000. The Occurrence and Causes of Lameness and Laminitis in the U.S. Horse Population. *Proceedings of the 46th AAEP Annual Convention*, 277-280.

Kelleher, M. E., Burns, T. D., Were, S. R. e White II, N. A., 2021. The Immediate Effect of Routine Hoof Trimming and Shoeing on Horses' Gait. *Journal of Equine Veterinary Science*, 103633, 102, 1-7.

Kummer, M., Gygax, D., Lischer, C. e Auer, J., 2009. Comparison of the trimming procedure of six different farriers by quantitative evaluation of hoof radiographs. *The Veterinary Journal*, 3, 179, 401-406.

Lazarus, B. S., Luu, R. K., Ruiz-Pérez, S., Bezerra, W. B. A., Becerra-Santamaria, K., Leung, V., Durazo, V. H. L., Jasiuk, I., Barbosa, J. D. V. e Meyers, M. A., 2022. Equine hoof wall: Structure, properties, and bioinspired designs. *Acta Biomaterialia*, 151, 426-445.

Lesimple, C., 2020. Indicators of Horse Welfare: State-of-the-Art. *Animals*, 294, 10, 1-19.

Leśniak, K., Whittington, L., Mapletoft, S., Mitchell, J., Hancox, K., Draper, S. e Williams, J., 2019. The Influence of Body Mass and Height on Equine Hoof Conformation and Symmetry. *Journal of Equine Veterinary Science*, 77, 43-49.

Malone, S. R. e Davies, H. M. S., 2019. Changes in Hoof Shape During a Seven-Week Period When Horses Were Shod Versus Barefoot. *Animals*, 1017, 9, 1-13.

McNeill, C., 2023. Hoof & Sole Bruises in Horses: Causes, Symptoms & Treatment. Site disponível: Mad Barn (última atualização a 24 out. 2023), URL: <https://madbarn.com/hoof-bruise-in-horses/>. Consultado em 09nov.2023.

Menzies-Gow, N., 2018. Laminitis in Horses. *In Practice*, 9, 40, 411-419.

Mitchell, C. F., Fugler, L. A. e Eades, S. C., 2015. The management of equine acute laminitis. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6, 39-47.

Mohite, D. S., Sheikh, C. S., Singh, S., Kalita, J., Williams, S. e Compston, P. C., 2019. Using Qualitative Methods to Explore Farrier-Related Barriers to Successful Farriery Interventions for Equine Welfare in India. *Animals*, 252, 9, 1-1

O'Grady, S., 2013. How to Evaluate the Equine Hoof Capsule. *AAEP Proceedings*, 59, 54-61.

Parks, A., 2010. Examination of the Equine Foot. *AAEP Proceedings*, 56, 485-493.

Pollitt, C. C., 2004. Anatomy and physiology of the inner hoof wall. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 1, 3, 3-21.

Reis, L. S. A., 2017. Síndrome PodotrocLEAR em Equinos. Tese de Doutorado, Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasil, 49pp.

Riggs, C. M., 2008. Equine Podiatry: Medical and Surgical Management of the Hoof. *The Veterinary Journal*, Eds. Floyd, A., Mansmann, R., Elsevier Saunders, 3, 176, 411-412.

Ross, M. W. e Dyson, S. J., 2010. Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. Elsevier Health Sciences, 2ª Ed., 1424pp.

Seery, S., 2021. Hoof shape and loading in sound and lame horses; how this is influenced by farriery, tese para obtenção de grau de "Doctor in Philosophy" pela University of Liverpool, 272pp.

Sellke, L., Patan-Zugaj, B., Ludewig, E., Cimrman, R. e Witter, K., 2023. Comparison of Six Different Methods for Measuring the Equine Hoof and Recording of

its Three-Dimensional Conformation. *Journal of Equine Veterinary Science*, 104195, 121, 1-17.

Shahkhosravi, N. A., Gohari, S., Komeili, A., Burvill, C. e Davies, H., 2021. Linear elastic and hyperelastic studies of equine hoof mechanical response at different hydration levels. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 104622, 121, 1-10.

Shahkhosravi, N. A., Son, J., Davies, H. M. S. e Komeili, A., 2022. An Investigation Into Different Measurement Techniques to Assess Equine Proximal Hoof Circumference. *Journal of Equine Veterinary Science*, 104028, 115, 1-6.

Sousa, A. R. C. R., 2017. Defeitos de Aprumo do Membro Anterior em Equinos. Relatório de final de estágio para conclusão de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária pela Universidade do Porto, Instituto de Ciências Abel Salazar, 39pp.

Thirkell, J. e Hyland, R., 2017. A Preliminary Review of Equine Hoof Management and the Client–Farrier Relationship in the United Kingdom. *Journal of Equine Veterinary Science*, 59, 88-94.

Waguespack, R. W. e Hanson, R. R., 2010. Navicular Syndrome in Equine Patients: Anatomy, Causes, and Diagnosis. *Compendium*, 32, 12.

Wiggers, N., Nauwelaerts, S., Bool, S., Hobbs, S. e Back, W., 2014.