



U N I V E R S I D A D E

LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONDICIONAMENTO FÍSICO DE EQUINOS USADOS EM PROVAS DE LIDE

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de mestre em Medicina Veterinária, orientada por Professora Doutora Clárisse Coelho.

Manuel Amendoeira Martins de Oliveira, nº 21703118

2025

www.ulusofona.pt

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONDICIONAMENTO FÍSICO DE EQUINOS USADOS EM
PROVAS DE LIDE

Manuel Amendoeira Martins de Oliveira

VERSÃO FINAL

Dissertação defendida por Manuel Oliveira em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa no dia 24/11 de 2025, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: 511/2025, de 27 de outubro de 2025, com a seguinte composição:

Presidente: Professor Doutor Rui Pedro Faísca (Universidade Lusófona)

Vogal: Professora Doutora Joana Simões (Universidade Lusófona) - arguente

Orientador: Professora Doutora Clarisse Coelho

Este trabalho também foi orientado por Doutor Ole Heinzelmann.

Manuel Amendoeira Martins de Oliveira

2025

Agradecimentos

Agradecer primeiro á Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, por me ter possibilitado um local repleto de conhecimento e respostas, excelente para saciar a minha curiosidade sobre o mundo animal, que acabou, ironicamente, também por a fazer crescer. A todos os docentes que me acompanharam ao longo do curso e estiveram dispostos a partilhar o que sabem a uma nova geração de futuros veterinários, sempre com uma paixão e interesse genuíno pela matéria.

Um agradecimento especial á Professora Doutora Clarisse Coelho, minha orientadora, cujo qual esta tese deve a sua existência, desde a criação até ao produto final. Obrigado por ter acreditado neste projeto, no tempo que demorou a fazer, por estar sempre disponível a ajudar em cada fase do trabalho, pela simpatia e por ter acreditado em mim. Agradecer também á Professora Doutora Joana Simões e a toda a equipa que se mostrou disponível para realizar a prova com os cavalos, obrigado por terem passado o dia connosco e possibilitarem este estudo.

Ao doutor Ole Heinzelmann por me ter acolhido noutro país e ter aceitado um estrangeiro que não falava a língua, mas que ainda assim insistiu em levar para todo o lado, manter a par e atualizado em todos os casos e possibilitar experiência prática em situações em que lhe seria mais cómodo simplesmente não o fazer. Obrigado á equipa Heinzelmann Tierarztpraxis por me terem acolhido no grupo, por me terem posto á vontade num sítio novo e por me terem ensinado a perceber e falar um pouco do alemão que sei hoje.

Obrigado á minha namorada, Marie, por me ter dado a hipótese de estagiar na Alemanha e por todo o apoio que me tem fornecido, o qual tornou tudo possível. Obrigado também aos Streicher por me terem “adotado” e tomarem conta de mim naquela aventura, prometo que agora terei mais cuidado com a neve.

Á minha família, por todo o apoio neste desafio. Desde que decidi envergar em medicina veterinária sempre me puxaram para nunca desistir e continuar. Obrigado por estarem sempre lá por mim.

Aos meus companheiros de batalha César, Bioso, Macara, Mariana, Luís e Palha, por todas as conversas na trincheira, pela camaradagem e pela amizade que estimo muito. Um obrigado especial á Dona Ana Paulo.

Resumo

A avaliação da condição física relativamente a todas as disciplinas equestres tem vindo a ganhar uma importância crescente. Os testes de simulação de campo podem ajudar a determinar o nível de aptidão de cavalos atletas e as suas condições de bem-estar durante o período de treino. Dada a escassez de estudos em cavalos de trabalho com toiros bravos, este estudo teve como objetivo examinar as alterações de biomarcadores num teste de campo, efetuado com cavalos PSL (Puro Sangue Lusitano). Para este propósito, 5 cavalos treinados, com ~9,8 anos de idade, foram examinados através de um teste de simulação a campo (TSL), onde o exame físico (frequência cardíaca-FC; frequência respiratória-FR; temperatura corporal-BT) e amostras de sangue foram obtidos antes e sequencialmente após o exercício. Foram determinados hemograma completo, lactato, glicose, AST e CK. Os dados foram analisados usando ANOVA para medições repetidas e teste de Tukey ($p < 0,05$). O teste de exercício alterou significativamente alguns dos parâmetros fisiológicos estudados (FC, FR, BT, lactato, contagem de hemácias, PCV e concentração de hemoglobina), com valores mais elevados registados imediatamente após o esforço. A partir de 30 minutos de recuperação, houve retorno aos valores basais. Os cavalos trabalharam a uma velocidade média de 3,8 m/s, com uma FC de ~99 batimentos/min. Foi possível concluir que o teste de simulação proposto levou a modificações significativas dos biomarcadores dos equinos estudados, compatíveis com o nível de esforço imposto. Os animais apresentaram bom condicionamento físico, visto o rápido retorno aos valores basais. Tais dados podem orientar a avaliação a campo de atletas equinos utilizados nesta disciplina equina específica, visando melhorias de performance desportiva e de práticas de bem-estar animal.

Palavras-chave: equinos, teste de campo, biomarcadores.

Abstract

The physical condition assessment in all equestrian disciplines has been gaining increasing importance. Field simulation tests can help determine the fitness level of athletic horses and their well-being conditions during the training period. Given the lack of studies on bull-running horses, this study aimed to study biomarker changes in a field test conducted with Lusitano Purebred horses (PSL). For this purpose, 5 trained horses, ~9.8 years old, were examined through a simulation field test (SFT), when physical examination (heart rate-HR; respiratory rate-RR; body temperature-BT) and blood samples were obtained before and sequentially after exercise. CBC, lactate, glucose, AST, and CK were determined. Data was analysed using ANOVA for repeated measurements and Tukey's test ($p < 0.05$). The exercise testing significantly altered some of the studied physiological parameters (HR, RR, BT, lactate, RBC count, PCV, and hemoglobin concentration), with higher values recorded immediately after the effort. After 30 minutes of recovery, there was a return to baseline values. The horses worked at an average speed of 3.8 m/s, with a HR of ~99 beats/min. It was possible to conclude that the proposed simulation test led to significant changes in the biomarkers of the studied horses, compatible with the level of effort imposed. The animals presented good physical conditioning, given the rapid return to baseline values. Such data can guide the field evaluation of equine athletes used in this specific equine discipline, aiming at improving sports performance and animal welfare practices.

Keywords: equine, field test, biomarkers.

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
et al.,	E outros, do latim <i>et alli</i>
FC	Frequência Cardíaca
FCpico	Frequência Cardíaca Pico
FR	Frequência Respiratória
g	Gramas
GPS	Sistema Global de Posicionamento, do inglês <i>Global Positioning System</i>
h	Hora
kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
km/h	Quilômetros por hora
m	Metro
min	Minuto
mmol/L	Milimole por litro
mrpm	Média de ritmo de pulso por minuto
ms	Metros por segundo
C.C.E.	Concurso completo de equitação
PSI	(Puro Sangue Inglês)
ADN	(ácido desoxirribonucleico)
rpm	(respirações por minuto)
°C	(graus Celsius)
ATP	(adenosina trifosfato)
g/L	(gramas por litro)
Hb	(hemoglobina)
RBC	(Red blood cells)
WBC	(white blood cells)
mg/dL	(miligramas por decilitro)
CK	(creatinina quinase)
AST	(aspartato aminotransferase)
ADP	(adenosina trifosfato)
U/L	(unidades por litro)

N	(norte)
W	(oeste)
m	(metros)
%	(percentagem)
TSL	(teste de simulação de uma prova e lide)
TC	(temperatura corporal)
ml	(mililitros)
PTN	(proteínas totais)
ALB	(albumina)
P	(probabilidade de significância)
NADH2	(nicotinamida-adenina-dinucleotídeo)
H2	(hidrogénio)
Ne	(neutrófilos)
Leuco	(leucócitos)
Linfo	(linfócitos)
He	(eritrócitos)
VG	(volume de eritrócitos)
VCM	(volume corpuscular médio)
CHCM	(concentração de hemoglobina corpuscular média)
CEBEA-FMV-ULHT	(Comissão de Ética e Bem-estar Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona)
GLUT	(transportador de glicose)
FAO	(Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)

Índice

Casística de Estágio.....	10
I. Introdução.....	16
1. O cavalo atleta e a sua versatilidade	16
2. O cavalo de lide	18
3. Testes de campo: avaliação do desempenho desportivo e indicador de bem-estar animal.....	20
4. Biomarcadores utilizados na avaliação de exercício em equinos	21
5. Parâmetros físicos	22
5.1 Frequência Cardíaca	22
5.2 Frequência Respiratória	23
5.3 Temperatura corporal	24
5.4 Hemograma	25
5.5 Glicose sanguínea	26
5.6 Lactato sanguíneo	27
5.7 Enzimas musculares	28
II. Material e Métodos	30
1. Animais	30
2. Teste de simulação de uma prova de lide	31
3. Análise estatística	32
III. Resultados.....	33
IV. Discussão.....	36
V. Conclusão.....	40
VI. Referências Bibliográficas.....	41

Índice de Tabelas

Tabela 1- Parâmetros físicos, glicemia e lactato sanguíneo (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).	33
Tabela 2- Parâmetros hematimétricos (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).....	34
Tabela 3- Parâmetros bioquímicos (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).	34
Tabela 4- Dados registados pelo sistema PolarSync nos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).	35

Índice de Figuras

Figura 1- Casos de clínica de pequenos animais por espécie.	10
Figura 2- Casuística da clínica de pequenos animais	11
Figura 3- Procedimentos na clínica de pequenos animais.	12
Figura 4- Casos de equinos por raça.....	13
Figura 5- Casuística de regime ambulatorio em equinos.....	13
Figura 6- Procedimentos em regime de ambulatorio de equinos.....	14
Figura 7- Regime ambulatorio de outras espécies para além de equinos	15
Figura 8- Cavalo em prova de dressage	16

Casuística de Estágio

O estágio curricular do autor teve lugar na clínica veterinária Tierarztpraxis Heinzelmann em Marbach Am Neckar, Alemanha. Teve início em 14 de outubro de 2024 e durou até 14 de fevereiro de 2025, num total de 4 meses (720 horas de trabalho). Foram acompanhados, aproximadamente, 1722 casos clínicos, em clínica de pequenos animais e em visitas ao domicílio de grandes animais, sob a mentoria de Dr. Ole Heinzelmann.

Na clínica de pequenos animais, os pacientes tratados eram frequentemente cães e gatos, com consultas ocasionais a animais exóticos (Figura 1). Quando em atendimento ambulatorio de animais de companhia, as visitas foram todas efetuados ao domicílio.

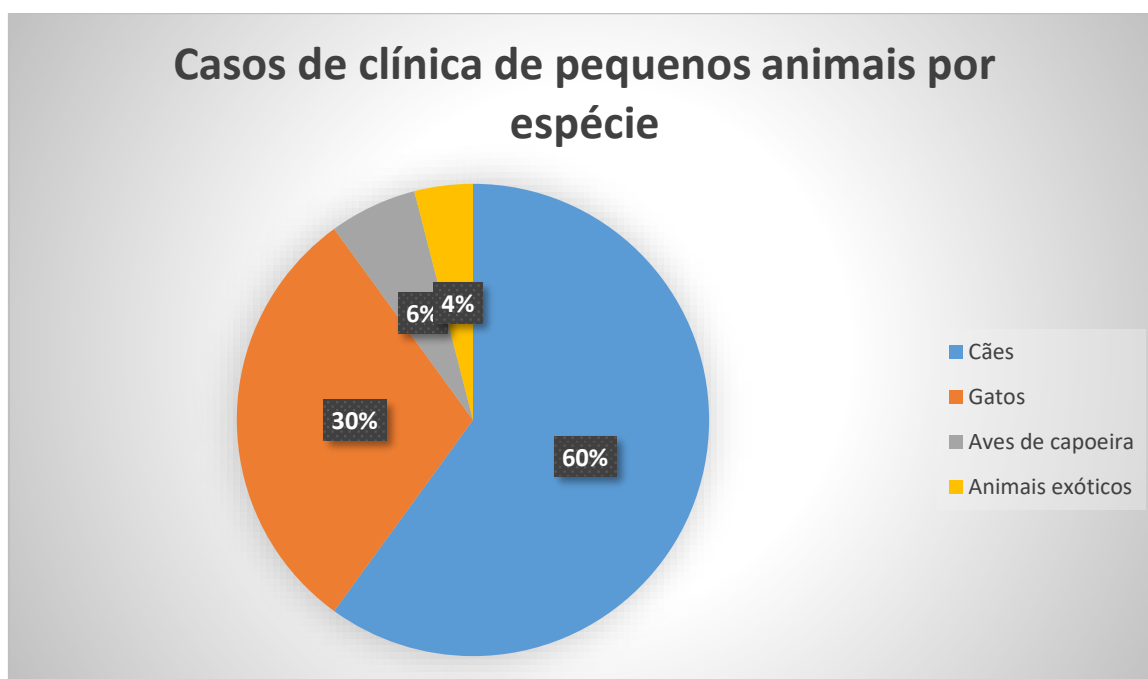


Figura 1- Casos de clínica de pequenos animais por espécie.

Dentre os casos atendidos, destacam-se otites, otohematomas, remoção de fibromas, castrações, tratamento de artroses, espondiloses, dermatites, parasitoses e eutanásias. De um total de cerca de 1484 casos, o autor acompanhou artroses (445), otite (178) (a maior parte destes que desenvolviam otohematoma por consequência), tumores (133), castrações (14) (seja cirurgia, por via química, ou por complicações relacionadas), dermatites (118) (sendo os mais comuns casos de pododermatite ou relacionados a parasitoses), parasitoses (74), eutanásias (80), feridas (76; lacerações, acidentes ou consequência de abscessos), diabetes (74), cálculos

renais e urinários (77), abscessos (71), queratites e outras afeções oculares (30), piômetras (13), insuficiência cardíaca (14), fraturas ósseas (10) e rinite (4). Ainda, ajudou no processamento de 79 análises laboratoriais (hemograma, bioquímicas, urianálise). Esta contagem inclui diferentes consultas nos mesmos pacientes (Figura 2).

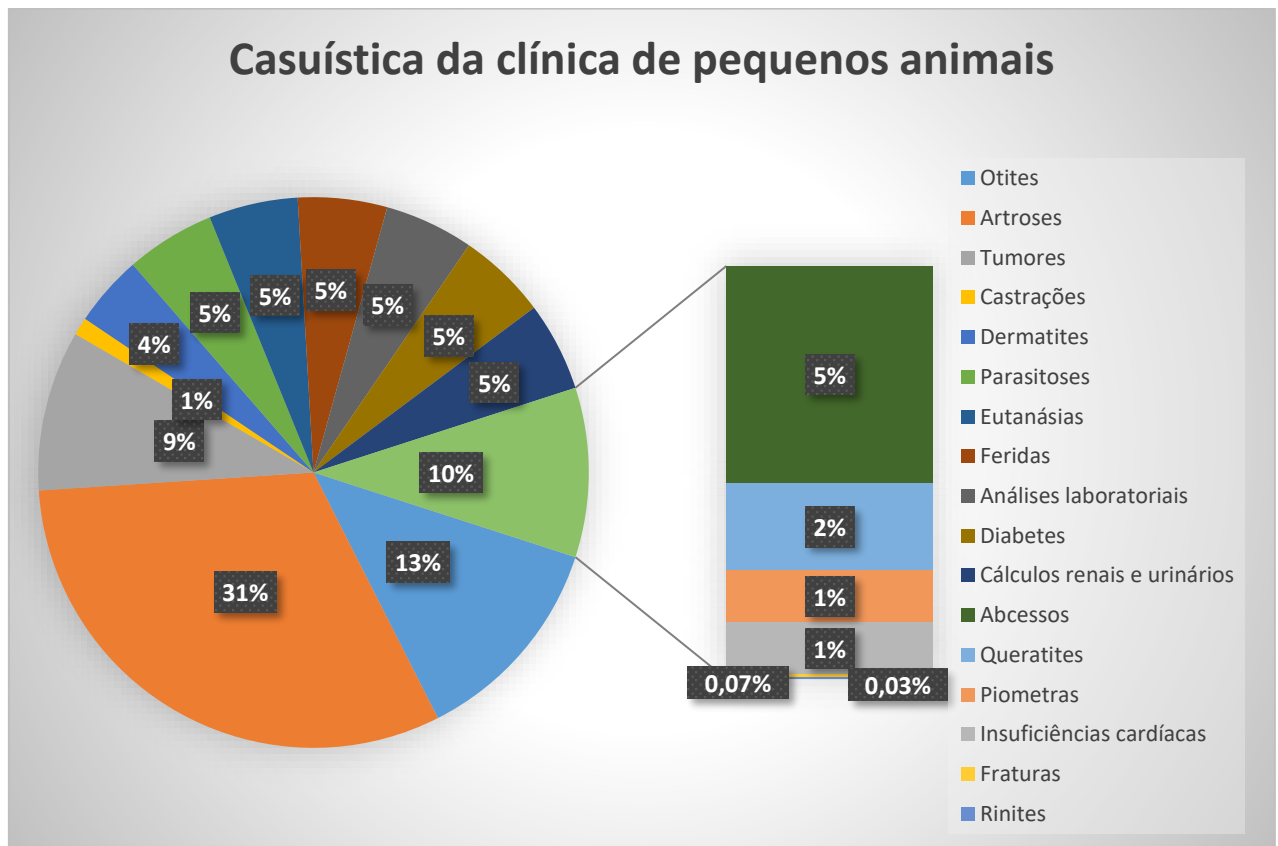


Figura 2- Casuística da clínica de pequenos animais

As práticas mais frequentemente realizadas incluíram protocolos de vacinação, colheita de sangue, exame de estado geral, exames de radiografia e ultrassonografia, lavagem articular, diagnóstico de claudicação, acupuntura a ouro e acupuntura tradicional, entre outros procedimentos mais comuns na prática de clínica mundana (Figura 3).

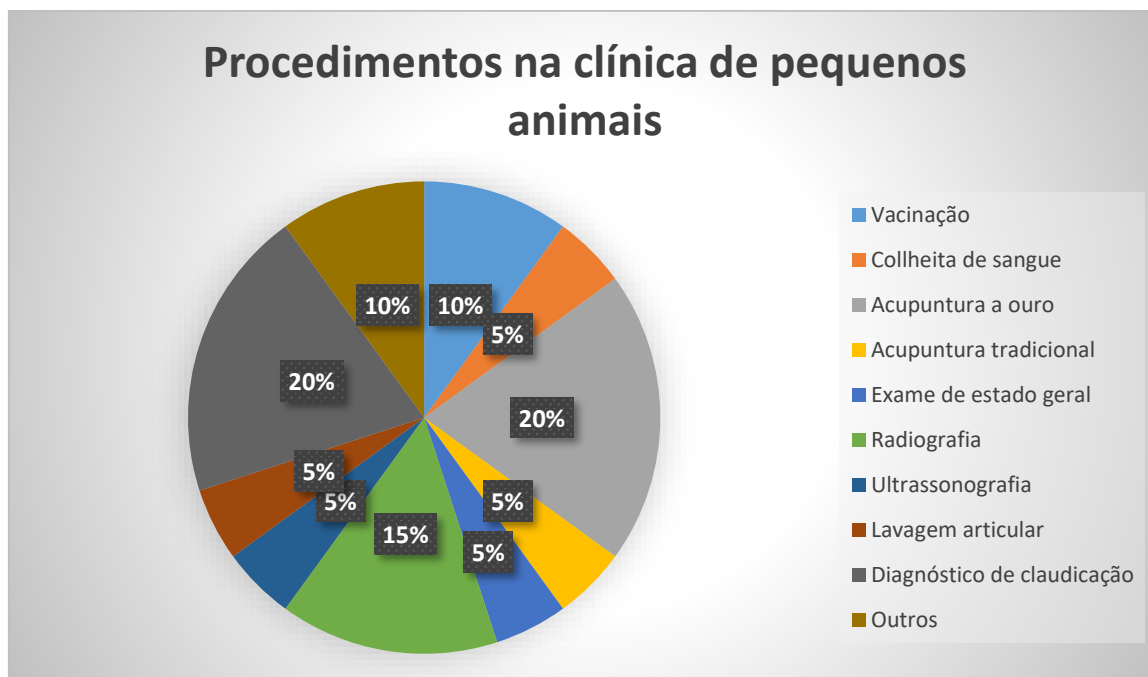


Figura 3- Procedimentos na clínica de pequenos animais.

Em regime ambulatorio, foi composto quase na sua totalidade por casos de equídeos, em picadeiros privados e públicos ou no domicílio dos tutores (quintas e estábulos anexados). Relativamente à quantidade de casos por raça, os casos atendidos de *Warmblood* constituíram 85%, islandeses 10% e Quarto-de-Milha cerca de 5%, sendo esta informação apresentada na Figura 4. Cavalos do tipo *Warmblood* (mais comuns na Alemanha e países vizinhos) são utilizados para desporto, em modalidades como dressage, salto de obstáculos e atrelagem. Ocasionalmente, eram tratados animais de lazer, quer para equitação casual ou meramente de estimação. Os equinos de raça islandesa eram usados para lazer e os da raça Quarto-de-Milha utilizados em aulas de equitação.

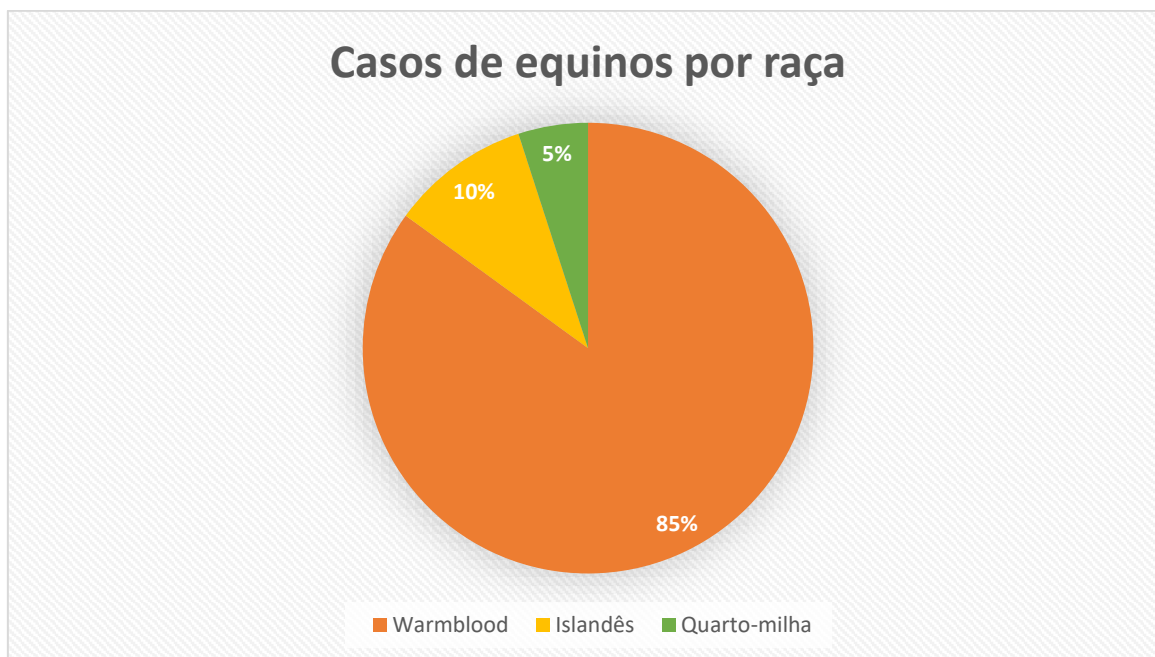


Figura 4- Casos de equinos por raça

Em relação a casuística de equinos, foram acompanhados casos de artroses, *kissing spines* (sobreposição dos processos espinhosos da coluna vertebral), bronquites, problemas de dentição, dermatites e eutanásias, sendo os casos relacionados ao sistema músculo-esquelético os mais comuns (Figura 5).

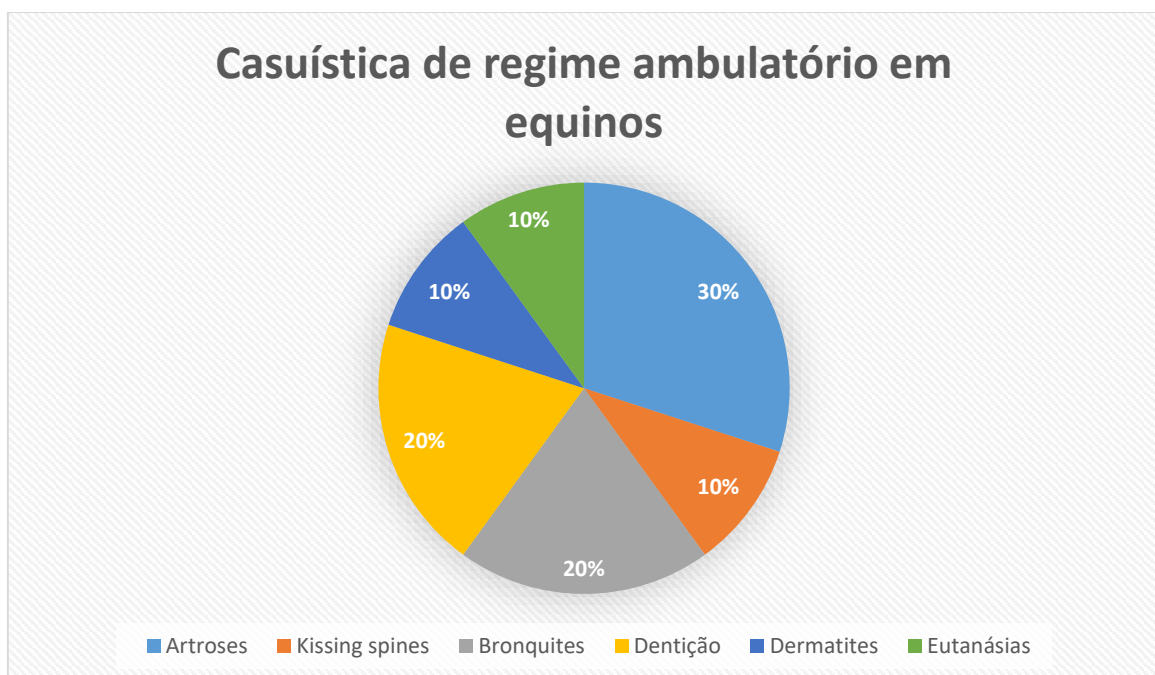


Figura 5- Casuística de regime ambulatorio em equinos

Os procedimentos realizados incluíram diagnósticos de claudicação (76), castrações (3), protocolos de vacinações (45), procedimentos odontológicos (24), colocações de pensos (29), acupuntura tradicional (41), terapia neural (19) e avaliações radiografias (3), num total de cerca de 238 casos, incluindo consultas de acompanhamento (Figura 6).

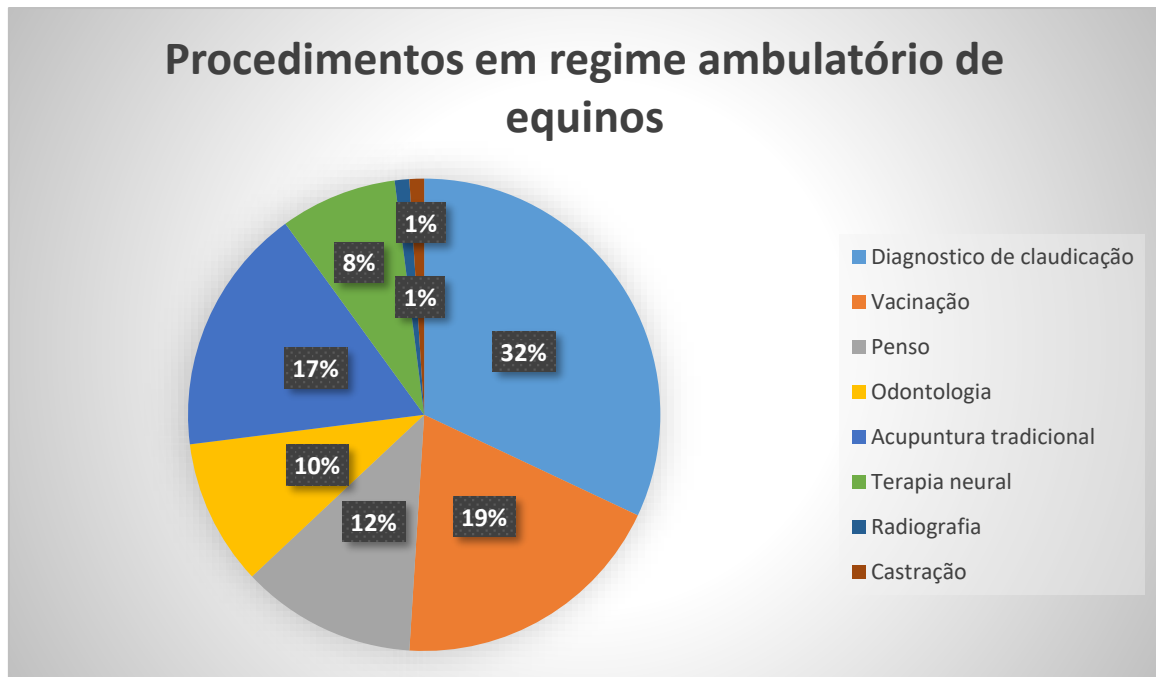


Figura 6- Procedimentos em regime de ambulatorio de equinos

Nos casos de atendimento ambulatorial de outras espécies, a maioria foram eutanásias, vacinações, administrações de medicamentos e colheitas de sangue a cães e gatos (supramencionados) e ovelhas (Figura 7), sendo que estes dados incluem consultas de acompanhamento.

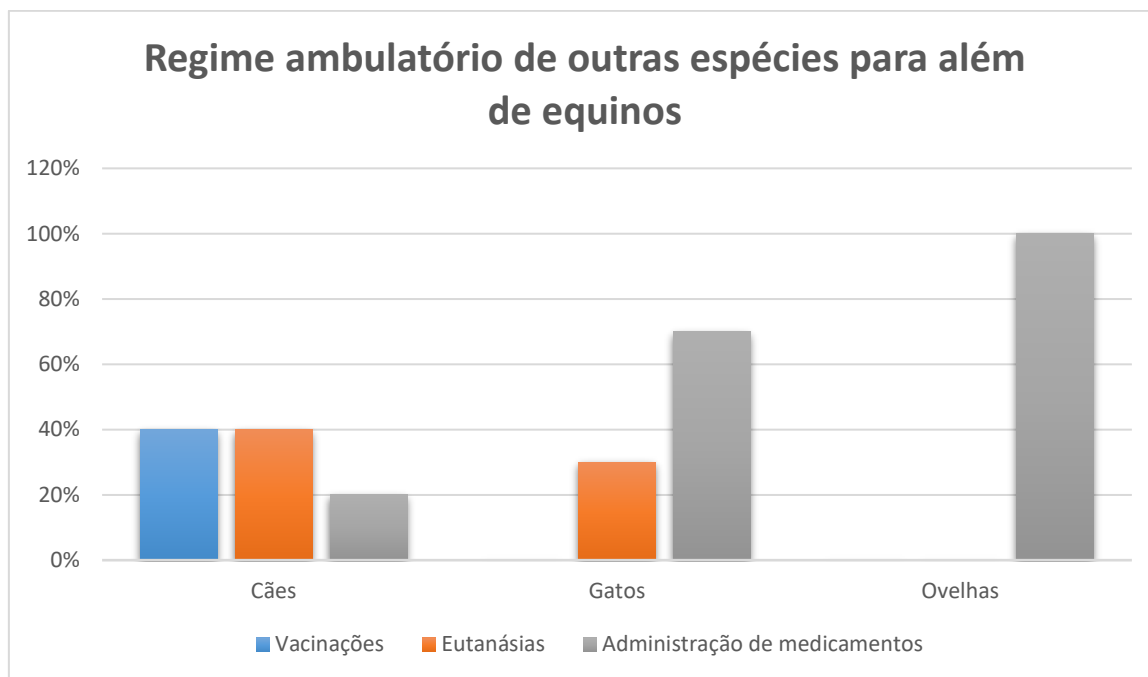


Figura 7- Regime ambulatorio de outras espécies para além de equinos

A experiência proporcionou uma prática extensa e aquisição de conhecimento em áreas como a radiologia, cirurgia e clínica de campo e provou ser, no geral, enriquecedora a nível profissional e pessoal.

I. Introdução

1. O cavalo atleta e a sua versatilidade

O cavalo tem sido um dos maiores aliados da espécie humana desde o início da sua história. Desde o início da sua doma, nos primórdios da civilização, durante a sua criação e seletividade de raça para diversos fins, até ao expoente máximo do seu potencial nos dias de hoje (Figura 1). O cavalo e o mundo equestre têm sido um dos alicerces sobre quais o mundo moderno se ergueu (Forrest, 2017).



Figura 8- Cavalo em prova de dressage. Retirado a 20 de agosto de 2025 de <https://www.equisport.pt/noticias/lusitano-alcaide-continua-a-encantar-nas-pistas-internacionais/>.

A introdução da domesticação de cavalos e da equitação no mundo provou ser uma das maiores inovações na História. A sua integração na sobrevivência e proliferação das primeiras civilizações teve um impacto profundo em aspetos como comunicação entre povos, estabelecimento de rotas de comércio, padrões de colonização e tecnologias bélicas (Anthony & Brown, 1991).

As primeiras provas de domesticação do cavalo apareceram pela descoberta de ferramentas equestres, nomeadamente freios arcaicos, que remontam da Idade do Bronze e foram descobertas no atual território da Ucrânia. Só após esse período histórico é que o desenvolvimento da equitação foi avançando, avanço creditado, muito provavelmente, a pastores (Bokovenko, 2000). A partir daí, o cavalo foi, então, deslocado dos ambientes dos quais evoluiu, para ser criado e reproduzido, com o objetivo de selecionar e melhorar certas características por seleção artificial (Waran, 2007).

Após a seleção de características desejáveis no equino, distintas linhas genéticas foram aproveitadas para diversos fins. Para colmatar atividades que requeriam mais força e esforço

físico foram criados cavalos de maiores dimensões, para uma maior adaptação a trabalhos agrícolas como o puxar de arados a meios de transporte como atrelagem a coches, carruagens e transporte de mercadorias, bem como para utilização em conflitos militares. Em contraste, cavalos de porte mais leve foram criados com objetivos de melhoramento de performance, permitindo deslocamentos em maior velocidade, auxílio no pastoreio, manejo de gado e, com mais frequência nos tempos modernos, desporto (Hinchcliff, Kaneps & Geor, 2008).

A industrialização e urbanização do mundo levou a um aumento rápido no número de cavalos domesticados e, em proporção inversa, a uma diminuição de cavalos selvagens na natureza (Forest, 2017). No século XXI, a população mundial de cavalos, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) ronda os 60 milhões, diversificados em várias raças e funções. Este número foi crescendo com o passar das décadas até aos dias de hoje (Levine, 2005).

Com a revolução industrial, o papel do cavalo no mundo evoluiu. Deixou de ser indispensável ao quotidiano e ao trabalho e passou, então, a desempenhar um papel mais especializado e recreacional (Waran, 2007). O homem passou de “necessitar do cavalo para o seu trabalho” a “trabalhar o cavalo para seu benefício”, melhorando a sua condição física, musculatura e temperamento para diversas modalidades desportivas e artísticas (Forrest, 2017).

O cavalo moderno é, de facto, um atleta de alta competição. A sua capacidade atlética deve-se a várias adaptações fisiológicas, algumas inatas (como dimensões pulmonares que permitem uma respiração eficiente e de grande volume) e outras obtidas através de treino (como uma maior irrigação sanguínea). Uma das maiores vantagens atléticas da espécie equina deve-se à sua alta capacidade aeróbia (derivada a vários fatores como uma concentração alta de hemoglobina e elevado débito cardíaco), amplo armazenamento de substratos energéticos (como o glicogénio), alta capacidade de termorregulação, entre outros. Os cavalos têm adaptações estruturais, fornecendo-lhes uma grande capacidade de oxigenação de sangue e transporte do mesmo para os tecidos musculares, permitindo-o suportar taxas metabólicas extenuantes, resultantes de exercício físico elevado (Hinchcliff *et al.*, 2008). A habilidade de aumentar o volume sanguíneo durante o exercício representa uma das maiores vantagens da fisiologia equina (Hinchcliff, Kaneps & Geor, 2004).

Todas as características supracitadas devem-se à evolução do cavalo selvagem, forçado a sobreviver em campo aberto onde a velocidade, resistência e forma física eram fundamentais à fuga de predadores. Estes atributos evolutivos permitiram ao cavalo viajar grandes distâncias

para encontrar comida e água, atributos estes partilhados com outras espécies herbívoras e unguladas, como os antílopes (Hinchcliff *et al.*, 2008).

Entretanto, apesar de todas essas características, a pesquisa sobre desporto equino não se encontra tão desenvolvida e explorada quando comparada com estudos em medicina humana, (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013).

Dentro da categoria de modalidade desportiva na Europa podemos considerar as provas de salto de obstáculos, endurance, corrida, atrelagem, concurso completo de equitação (C.C.E) e *horseball*. Nestas modalidades, os parâmetros mais importantes são equilíbrio, flexibilidade e força. Na categoria artística inclui-se a *dressage*, volteio, equitação de trabalho e outras vertentes. O critério de categorização destas disciplinas varia de acordo com diferentes fontes. A tauromaquia (provas de lide) pode encontrar-se entre estas duas categorias, sendo possível considerar-se um pseudo-desporto. No geral, em todas estas modalidades, a forma física do cavalo é o principal fator para um bom desempenho (Dyson, 2002).

Sendo o cavalo um atleta de alta competição, o perigo de lesões está sempre presente, especialmente aquando de má condição física ou de erros no exercício, treino e maneio por parte do cavaleiro ou criador, que podem incluir fatores como má nutrição, ferração incorreta ou até mesmo uma cruz incorreta de genes, que podem desencadear problemas futuros (Hinchcliff *et al.*, 2008).

Em suma, todas as modalidades equestres dependem da condição física do cavalo e do optimização da mesma, tornando o cavalo num autêntico atleta de alta performance.

2. O cavalo de lide

O cavalo de lide, no vasto panorama de cavalos atletas, pode ser categorizado como polivalente. Para a lide tauromáquica, tem de ter a condição física necessária para acompanhar e responder ao movimento imprevisível do toiro, sendo a sua condição física aprimorada para movimentos rápidos em terrenos apertados e tempos de resposta curtos face às indicações do cavaleiro (Macnab, 1959).

De modo a entender a prática atual convém entender-se a sua história. O espetáculo tauromáquico tem a sua origem na Roma Antiga, há cerca de dois mil anos atrás, numa prática ritualista chamada de “taurobolium”, que resumidamente consistia no sacrifício religioso de um toiro. Eventualmente, o sacrifício passou a espetáculo na mesma altura em que as demonstrações em coliseu passaram a ser comuns. O toiro passou de ser meramente sacrificado a ser colocado frente a um gladiador, armado de lança e escudo, numa luta até a morte. Os toiros

escolhidos para a demonstração eram dos mais agressivos e fortes da casta disponível que, após a popularidade do espetáculo, passaram a ser selecionados e reproduzidos para esse fim. Foi este o início da chamada “festa brava” (Fulton, 1971).

No século XII, o cavalo foi introduzido com mais regularidade por cavaleiros na luta contra o toiro, mas somente no século XVI foram introduzidas “bandarilhas” (pequenas farpas) como arma no espetáculo. A sua introdução exigiu um nível de equitação mais avançado por parte dos cavaleiros, devido às dimensões significativamente mais reduzidas que a das lanças de outrora, obrigando a uma maior aproximação do cavalo e do cavaleiro ao toiro e, por consequência, um afastamento mais rápido do mesmo após a colocação da bandarilha. No século XVIII, a corrida de toiros propriamente dita, mais semelhante à dos dias de hoje, nasceu na cidade de Ronda, Espanha, contendo no seu programa os elementos que ainda existem nos dias de hoje como bandarilheiros (a pé com o capote), matadores (a pé com a ‘muleta’, uma capa vermelha) e cavaleiros tauromáquicos ou “rejoneadores” como são conhecidos em Espanha (a cavalo) (Erik, 1964).

Atualmente, o cavalo de lide tem de estar fisicamente apto para acompanhar o passo do toiro e desviar-se das suas investidas enquanto se mantém perto dele, executando autênticas esquivas aos seus ataques. Para além do treino atlético de tauromaquia, o cavalo de lide é também treinado em alta-escola, sendo ensinado passes de *dressage* e derivados como *piaffe*, *passage*, passe espanhol, levadas, cabriolas, ajoelho, pirueta e movimentos laterais como galope em contra-espádua e espádua adentro (Macnab, 1959). Enquanto a maior parte dos movimentos de alta-escola servem para embelezar a lide com coreografia para agradar ao público, movimentos como a pirueta e galopes laterais são fulcrais para a performance do cavalo ao sair de terrenos apertados entre o toiro e as tábuas da arena (Fulton, 1971).

O cavalo de lide costuma ser, em Portugal, de raça Lusitano, com utilização também frequente de cavalos de raça Árabe e cruzados de Puro Sangue Inglês. Para a lide do toiro, raças *Coldblood* de grande porte não são utilizadas devido a sua maior dimensão, que dificulta movimentos rápidos e precisos, e temperamento mais dócil. Da mesma forma, raças de equinos de dimensão reduzida, como a raça de cavalos islandesa, por exemplo, não são utilizadas na lide devido a sua incapacidade de movimentos laterais complexos, comprimento de membros reduzido e estatura física, especialmente em comparação com a do toiro bravo (Macnab, 1959).

O cavalo Lusitano é a maior e mais importante raça autóctone de equino em Portugal, sendo também popular pelo resto do mundo. Em 2023, existiam 44.504 cavalos da referida raça em Portugal e 69.086 pelo resto do mundo, segundo o Annual Insight Report de Horse

Economic Forum. Em Portugal, foi e continua a ser utilizado em diversas práticas equestres, sendo selecionado pela sua morfologia forte e ágil (Vicente, Carolino & Gama, 2012).

3. Testes de campo: avaliação do desempenho desportivo e indicador de bem-estar animal

Normalmente, os testes de avaliação de condicionamento físico em equinos podem ser efetuados em ambientes controlados (com uso de passadeira ergométricas) ou a campo (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013).

Embora ambos os métodos tenham as suas vantagens e desvantagens, os testes de campo têm a mais-valia de permitir a avaliação mais fidedigna do exercício efetuado pelo equino, pois permitem analisar a sua performance no ambiente em que o exercício é efetuado. Detalhes como as características da superfície onde o cavalo se movimenta, a inclinação e o tipo de terreno afetam o esforço físico realizado pelo equino, exigindo, portanto, a ação de variados grupos de músculos e tendões, cuja avaliação em passadeira é incapaz de reproduzir tão fielmente. Para além das condições de terreno, os testes de campo também têm em consideração outro fator importante na performance de cavalos atletas, o efeito do cavaleiro no exercício em si, e a sua influência em termos físicos, considerando o efeito do peso do cavaleiro na própria montada. Nessa linha, considera-se também a parte mental do trabalho, nomeadamente em relação à direção dada pelo cavaleiro ao cavalo, o treino e condição efetuada ao mesmo e a exigência de performance, assegurada pelo equitador. Apesar das vantagens deste tipo de teste, existe em contrapartida a falta de controlo ambiental, sendo feito à mercê das condições meteorológicas (Powers & Harrison, 2002; Hinchcliff *et al.*, 2008; Byström *et al.*, 2021).

O teste efetuado por Fercher *et al.* (2023) é um bom exemplo da vantagem de testes efetuados a campo, permitindo avaliar a cinemática de um cavalo de saltos no momento da superação ao obstáculo. Testes como o de Bruijn *et al.* (2016) e o de Coelho *et al.* (2021) demonstram a dinâmica deste tipo de testes aplicado em períodos de treino e em treinos de alta intensidade, respetivamente.

Os testes em passadeira são utilizados para analisar parâmetros físicos de equinos de competição e a sua cinemática. Têm várias vantagens, pois permitem um maior controlo de variáveis como temperatura ambiente, humidade do ar, vento e velocidade de deslocamento, além de possibilitar a utilização de equipamentos avançados e mais complexos que os que são possíveis utilizar a campo, para avaliação durante o ato do trabalho propriamente dito (Nankervis, Launder & Murray *et al.*, 2017). Podem ser utilizados para avaliar fatores como o

gasto energético, biomecânica, frequência respiratória e frequência e ritmo cardíaco em exercício (Allen, Young & Franklin, 2016), entre outros. Em certas medidas, para se aproximar da simulação pretendida de exercício, a passadeira permite ajustar certos parâmetros, como a inclinação, possibilitando a obtenção de resultados equivalentes aos de campo (Courouce *et al.*, 2000). O teste efetuado por Springer *et al.* (2025), por exemplo, conseguiu reproduzir a demanda cardiovascular de exercício a campo em passadeira, com uma alteração na inclinação do tapete de três graus.

Testes em diferentes tipos de passadeira são utilizados para a avaliação de parâmetros específicos de estudo, bem como para treino localizado. Por exemplo, o teste em passadeira aquática, efetuado por Greco-Otto *et al.* (2019), permitiu aferir a velocidade de movimentos dos membros durante a locomoção submersa.

Testes em passadeira são mais frequentemente utilizados em cavalos de modalidades como a endurance e corrida, entre outros (Chanda & Petchdee, 2022).

Apesar de este controlo mais preciso, foram encontradas diferenças de performance entre passadeira e terreno natural. Por exemplo, o uso de passadeira pode levar, em certos casos, a lesões nos tendões por protração excessiva na fase final do passo, com possíveis lesões ao tendão flexor digital profundo. Requer também um monitoramento mais rigoroso das características do exercício imposto, sendo que níveis diferentes de inclinação podem levar a assimetrias no movimento por parte da ação muscular e adaptações do ambiente controlado ao exercício prolongado (Nankervis, Launder & Murray *et al.*, 2017). O tipo de andamentos em diferentes modalidades, como o salto de obstáculos, também é difícil de recriar em passadeira, sendo apenas possível no terreno com aparelhos desenhados para esse propósito (Guyard *et al.*, 2023). A comparação de resultados obtidos a campo com resultados obtidos em passadeira prova também ser uma ferramenta a discernir e filtrar o efeito que o tipo de teste tem nos resultados obtidos (Courouce *et al.*, 2000).

4. Biomarcadores utilizados na avaliação de exercício em equinos

O termo “biomarcador” é utilizado para descrever uma ampla subcategoria de sinais clínicos que dão indicações objetivas de estados observados em pacientes (Offord, Van Poppel & Tyrrell, 2000; Strimbu & Tavel, 2010).

É utilizado para descrever produtos derivados de lípidos, proteínas e ADN e medidos para analisar a condição biológica de um ser-vivo (Griffiths *et al.*, 2002). A sua medição serve de diagnóstico, monitorização e caracterização de doenças, bem como de indicador de

prognóstico, efeitos de medicamentos e dosagens dos mesmos e identificador de células. Têm como grande vantagem a facilidade e rapidez de medição e obtenção de resultados (Aronson & Ferner, 2017).

Os principais biomarcadores no exercício físico equino são, entre outros, os indicadores de parâmetros físicos (frequências cardíaca e respiratória, temperatura corporal), hemograma (eritrograma, leucograma, hematócrito e contagem de plaquetas) e outras enzimas e metabólitos; no entanto, a sua medição não deve ser tida em conta de forma isolada, mas sim enquanto conjunto, de forma a aferir melhor a condição desportiva (Lee *et al.*, 2017).

5. Parâmetros físicos

5.1 Frequência Cardíaca

A medição da frequência cardíaca é utilizada para avaliar e determinar o nível de preparação física de um animal. Em teoria, quanto melhor a preparação física de um cavalo, mais depressa o seu batimento cardíaco normaliza após exercício e menor o risco de possíveis doenças cardiovasculares (Allen, Young & Franklin, 2016). A medição tem de ser sensível o suficiente para determinar a condição física durante o exercício, de forma fidedigna (Bitschnau *et al.*, 2010).

Por norma, o batimento cardíaco de um cavalo em repouso ronda os 25-40 bpm (batimentos por minuto) (Evans, 2007).

A frequência cardíaca aumenta no momento inicial de exercício de intensidade constante, estabilizando 2 a 3 minutos após o início da atividade (Poole & Erickson, 2004). Esse aumento deve-se à resposta natural do coração frente ao exercício físico, para atender a demanda aumentada de oxigénio por parte dos músculos e órgãos em funcionamento. No início do exercício é normal que a frequência cardíaca aumente rapidamente, por redução da ação parassimpática, seguido de um aumento mais lento por ação do sistema nervoso simpático e libertação de catecolaminas (Poole & Erickson, 2004). O tempo médio até atingir os níveis máximos de frequência cardíaca varia de cavalo para cavalo, tendo o tipo de treino, exercício e raça uma grande influência sobre esses parâmetros (Firshman, 2010).

Durante o exercício, o ritmo cardíaco do cavalo passa, em média, dos 35-40 bpm em repouso aos 200-215 bpm no pico da atividade física, em cavalos *Standardbred* submetidos a esforço máximo, segundo o estudo efetuado por Betros *et al.* (2013). Foi demonstrado que o treino não afeta o ritmo cardíaco máximo em exercício intensivo, mas sim o tempo em que este é alcançado em esforço (Vermeulen & Evans, 2006).

O ritmo cardíaco máximo em exercício foi demonstrado alterar ligeiramente consoante o condicionamento físico dos cavalos de acordo com Betros *et al.* (2002), estudo este também realizado em exemplares da raça *Standardbred*. O estudo efetuado por Barratt *et al.* (2010) comparou a média de frequência cardíaca entre vários cavalos submetidos a diferentes tipos de exercício (em picadeiro com guia, salto de obstáculos e cavalos de raide), sendo que os cavalos de corrida no exterior apresentaram uma frequência cardíaca em exercício mais elevada, em comparação com os de outros exercícios.

Exames feitos em diferentes alturas no mesmo exercício, como o efetuado por Williams, Chandler & Marlin (2009), demonstram a diferença de batimento cardíaco em diversas etapas da mesma modalidade, neste caso numa prova de *dressage*, em que a frequência cardíaca provou ser mais reduzida no exercício em comparação com o aquecimento, demonstrando o condicionamento do cavalo ao exercício.

Em exercício, o ritmo cardíaco do equino revela informações acerca do seu estado de condição física e pode ser medido durante a atividade por medidores de frequência cardíaca portáteis, acoplados ao animal, que permitem a leitura posterior do eletrocardiograma digital (Young, 2004).

Após o exercício, o tempo de recuperação de frequência cardíaca normal é um dos fatores de avaliação da capacidade física do cavalo (Bitschnau *et al.*, 2010; Zobba *et al.*, 2011). Por norma, acontece muito rapidamente, no primeiro minuto pós-exercício (Evans, 2007). A recuperação de ritmo cardíaco é controlada pelo sistema nervoso simpático e parassimpático, num sistema de correlação negativa (Hada *et al.*, 2006).

5.2 Frequência Respiratória

Alterações na frequência respiratória são esperadas no exercício, no entanto, o seu grau de variabilidade indica a preparação física de um cavalo. Aumenta pela ventilação em exercício, em resposta à exigência metabólica dos músculos. O nível a que esta resposta chega depende da magnitude da exigência do exercício (Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012).

O sistema respiratório, para além da troca básica de oxigénio e dióxido de carbono pelo organismo, desempenha funções variadas, tais como humedificação, aquecimento e filtração de ar inalado, regulações ácido-base e a modificação e síntese de substâncias bioativas como a histamina e a serotonina (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013).

A frequência respiratória em repouso num cavalo saudável é de 8-14 rpm, aumentando rapidamente no começo do exercício. Durante exercício físico intenso, o ritmo respiratório pode

chegar aos 120 rpm (Scott & Martin, 2020). O aumento da frequência respiratória ocorre também para efeitos de termorregulação durante o esforço (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013). Após exercício, o cavalo absorve oxigénio em excesso, por hiperpneia, num mecanismo de compensação de temperatura corporal, homeostasia hormonal, síntese de lactato e creatinina (Rose *et al.*, 1988).

Como é o caso em atletas humanos, o treino condicional melhora também a respiração em esforço físico do equino. O estudo de Fitzharris *et al* (2023) provou que cavalos que tinham passado por treino de condicionamento físico adquiriram um maior grau de força inspiratória muscular, garantindo assim um suplemento adicional e mais eficiente das funções pulmonares em exercício e uma melhoria no seu desempenho por aumento da eficiência respiratória.

5.3 Temperatura corporal

A termoregulação é vital para uma boa performance física, em qualquer animal. No cavalo, devido à sua vertente atlética, é ainda mais importante (Verdegaal *et al.*, 2023). Trata-se do processo fisiológico pelo qual o organismo equilibra calor corporal (metabólico) com o calor do meio ambiente. Nos cavalos, a temperatura corporal em estado normal varia entre os 37,5-38 °C (Ewart, 2020).

Durante o exercício, a temperatura corporal aumenta, devido ao calor acumulado pela atividade muscular, que é dissipado para o exterior, da corrente sanguínea até à superfície da pele por radiação, por transpiração, ventilação e perfusão cutânea (Verdegaal *et al.*, 2023).

A subida de temperatura durante o exercício ocorre devido ao facto de a frequência de produção de calor por parte dos músculos em movimento exceder bastante a quantidade de calor que o organismo é capaz de dissipar por convecção, através da corrente sanguínea. Como estão em exercício, os músculos recrutam mais fluxo sanguíneo, o que aumenta o aporte de oxigénio, a remoção de subprodutos metabólicos e, por consequência, a dissipação de calor (Kang *et al.*, 2023).

Em média, o cavalo recupera a sua temperatura corporal base cerca de 60 minutos pós-exercício; no entanto, este tempo de recuperação varia com a raça do cavalo e o tipo de exercício, sendo que cavalos de endurance, por exemplo, demonstram tempos de recuperação térmica mais longos que cavalos de exercício de curta duração e alta intensidade (Verdegaal *et al.*, 2021).

Após o exercício, a temperatura corporal pode ser reduzida propositalmente, para auxiliar a recuperação do animal, sendo o arrefecimento através de água o mais eficaz na diminuição de temperatura muscular (Springer *et al.*, 2025).

O estudo de Munsters et al (2024) concluiu que a aclimatização térmica prévia, durante o treino, é capaz de auxiliar o equino na termorregulação corporal durante o esforço físico, reduzindo o stress térmico e melhorando o bem-estar.

5.4 Hemograma

O sangue é constituído por vários componentes essenciais às exigências metabólicas do exercício. Tem um papel na movimentação de nutrientes, hormonas, água, oxigénio e eletrólitos para os músculos e na filtração de resíduos resultantes da ação muscular. É composto por componentes celulares (eritrócitos, leucócitos e plaquetas) e plasma (água, proteínas, hormonas, enzimas e eletrólitos). A avaliação do hemograma é, então, uma ferramenta para aferir o funcionamento e performance desportiva (Hinchcliff, 2008).

Os valores normais de hemograma de um equino em repouso, com mais de 4 anos de idade e treinado há mais de 6 meses, tendem a ser (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013):

- Hemoglobina (Hb) - 152 g/L
- Hemácias (RBC) - $10,9 \times 10^{12}/L$
- Hematócrito (Ht) - 45%

Os valores do hemograma de um mamífero em exercício, em condições saudáveis, aumentam. Isto ocorre devido, principalmente a dois fatores: Contração esplénica (que aumenta a concentração de hemácias em circulação) e hemoconcentração (diminuição do volume plasmático por perda de fluídos em exercício, através da transpiração e respiração) (Maško *et al.*, 2021).

Outros fatores como a atitude do cavalo, a alimentação e o exercício influenciam os valores do hemograma em repouso, alterando a contagem de leucócitos e eritrócitos. A contagem de eritrócitos no sangue é diretamente influenciada pela libertação de catecolaminas. Aquando do exercício físico, a concentração de catecolaminas no organismo aumenta, aumentando assim o hematócrito. A capacidade de armazenamento de hemácias no baço também influencia, portanto, os valores de hemograma. Esta capacidade varia de acordo com a raça do cavalo e idade (Hodgson, McGowan & McKeever, 2013).

O estudo elaborado por Maško *et al.* (2021) demonstrou semelhanças entre o hemograma de cavalos de *dressage*, endurance e de corrida. Os cavalos de endurance demonstraram aumentos semelhantes de RBC e Hb aos de *dressage*, enquanto que os cavalos de corrida apresentaram valores de leucócitos, entre outros, semelhantes a cavalos de endurance.

Piccione *et al.* (2025) realizaram um estudo comparativo entre os valores hematológicos de cavalos da raça *Saddlebred* e *Standardbred*, evidenciando níveis mais elevados de RBC e Hb nos cavalos *Standardbred*, próprios da diferença de raças.

5.5 Glicose sanguínea

Glicose é utilizada pelo organismo como a fonte de energia primária para a ativação muscular. Os grandes reservatórios de energia, além do músculo, são o tecido adiposo (fonte de lípidos) e o fígado (fonte de glicose). A glicose, como os lípidos, é recrutada por epinefrina (adrenalina) e libertada por via hepática pela glicose-6-fosfatase, uma enzima, que integra a glicose na corrente sanguínea, disponibilizando-a para funções corporais. Glicose adicional é produzida no fígado, sintetizada a partir de glicerol (Hinchcliff, Kaneps & Geor, 2008).

Os valores normais de glicose num cavalo em repouso rondam o intervalo de 65-135 mg/dL (Velineni *et al.*, 2024).

Um cavalo com boa forma física tem uma tolerância de glicose melhorada, em comparação com um cavalo sedentário. Períodos curtos de exercício intenso aumentam a utilização e os níveis de glicose sanguínea, porém esses valores podem variar consoante a alimentação do animal e o período entre refeições. Variações independentes desses fatores podem indicar alterações metabólicas (Ralston, 2002).

Através de treino físico, o estudo elaborado por Vidal Moreno de Vega *et al.* (2023) em éguas *Standardbred*, demonstrou que o organismo diminui a utilização de glicose por possível adaptação de outras fontes de energia, como os ácidos gordos, em exercício prolongado, de forma a aumentar a resistência do cavalo a esforço físico continuado. Esta redução ocorre nomeadamente por uma redução da expressão de algumas proteínas transportadoras de glicose (GLUT) em certos músculos durante exercício agudo, bem como por uma adaptação dos músculos locomotores a outras fontes de energia que não a glicose.

De forma geral, em exercícios prolongados ou de longa duração, pode observar-se uma diminuição da glicose sanguínea, resultado do consumo contínuo pelo músculo esquelético ao

longo da atividade. Um exemplo é o estudo de Larsson *et al.* (2013) em cavalos de endurance, no qual foi registada uma redução significativa da glicose no pós-prova.

5.6 Lactato sanguíneo

O lactato é utilizado para medir o nível de atividade metabólica anaérobica e a intensidade de exercício físico no organismo (Lehnhard *et al.*, 2010). Produzido a partir de piruvato, no metabolismo da glicose, a concentração de lactato no organismo aumenta consoante a intensidade do exercício, em proporção direta (Ferraz *et al.*, 2009).

Durante o exercício de alta intensidade, a limitação da disponibilidade de oxigénio devido a curta duração do exercício compromete a oxidação completa do piruvato nas mitocôndrias (processo mais lento). Nestas condições, o piruvato é reduzido a lactato pela ação da enzima lactato desidrogenase (LDH), processo no qual o NADH é oxidado a NAD⁺, permitindo a continuidade da glicólise e a produção de ATP. O lactato formado pode ser transportado para o fígado, onde é reconvertido em glicose através do ciclo de Cori, embora este mecanismo implique um elevado consumo energético hepático. Assim, durante esforço de elevada intensidade, a glicólise anaeróbia assegura a produção rápida de ATP, tendo como subproduto o lactato, cuja acumulação no sangue é observada em concentrações elevadas imediatamente após o exercício (Bartoloni *et al.*, 2024).

Cavalos de corrida apresentam valores que podem subir até aproximadamente, 23 mmol/L. O estudo de Kitaoka *et al.* (2014) comprovou a acumulação de lactato no organismo após exercício intenso de curta duração em passadeira, em cavalos Puro Sangue Inglês.

Em exercícios de longa duração, como em cavalos de endurance, os valores de lactato sanguíneo não têm aumentos significativos, dado ao facto de, por se tratar de um exercício de longa duração e intensidade constante, o metabolismo energético dar-se principalmente por via aeróbia. Casos em que os níveis de lactato aumentem em esforço físico de período prolongado representam uma condição física ou treino inadequados. Tais valores são comprovados pelo estudo de Maško *et al.* (2021).

Os valores normais de lactato sanguíneo no cavalo em repouso, segundo Evans (2000), rondam os 0,5 mmol/L. Em exercícios intensivos, estes valores normalmente aumentam significativamente, aumentando para entre 20 ou 30 mmol/L.

5.7 Enzimas musculares

A creatinina quinase (CK) e o aspartato aminotransferase (AST) são utilizados, juntamente com outras enzimas, para medir o nível de alteração muscular nos cavalos em exercício, permitindo concretamente, avaliar o nível de esforço muscular efetuado pelo animal. A CK desempenha um papel importante a nível muscular, tornando o ATP disponível para a contração muscular, através da fosforilação de adenosina trifosfato (ADP), a partir de creatinina fosfato. A AST é menos específica ao músculo, sendo encontrada em diversos tecidos. Tem como função a síntese de oxaloacetato a partir de aspartato para o ciclo de Krebs (Hinchcliff, Kaneps & Geor, 2008).

Após exercício, as concentrações de CK aumentam, especialmente com exercício intenso ou prolongado, como demonstrado por Buckley et al (2022) em cavalos de endurance. O estudo de Giers *et al.* (2023), em cavalos *cross-country*, também comprovou o aumento das enzimas referidas após o exercício. Entretanto, qualquer lesão a nível de tecidos musculares pode levar ao aumento da CK, sendo a medição das mesmas em circulação uma forma de monitorizar a saúde do animal (Eckersall & Bell, 2010).

Os valores de AST tendem a aumentar com o exercício também, mas de forma menos pronunciada e mais lenta que a CK, como evidenciado por Sikorska *et al.* (2025).

Os valores de concentração de enzimas muscular variam com a intensidade e duração do exercício. O estudo de Mack *et al.* (2014) demonstrou, por exemplo, que as concentrações de AST e CK aumentaram em cavalos não acostumados ao exercício efetuado pelos mesmos e em exercício acumulado. Em repouso, os valores de referência destas enzimas são de 0-348 U/L para a CK e de 228-366 U/L para a AST (Larsson *et al.*, 2013).

Devido à escassez de evidência científica, e à necessidade de melhor compreender como diferentes modalidades equestres alteram os biomarcadores fisiológicos de equinos atletas, podendo dessa forma utilizá-los no seu potencial máximo, mas com garantias de práticas de bem-estar animal, este projeto estudou os efeitos de uma prova de simulação de lide em relação a biomarcadores físicos e sanguíneos de equinos.

A hipótese formulada pelo grupo de estudos é a de que as alterações observadas estão correlacionadas com o nível de intensidade imposto. Ainda, espera-se a recuperação dos valores basais dentro dos primeiros 30 minutos de recuperação, sinalizando o bom condicionamento físico dos animais avaliados.

Um dos objetivos principais do estudo é o de estabelecer um valor de referência para equinos de lide, caracterizando o tipo de exercício e esforço efetuado na modalidade para comparação futura.

II. Material e Métodos

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo CEBEA-FMV, Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, sendo registrado sob o número 32-2022 (aprovado em 06/01/2023). Os dados foram obtidos no âmbito de uma consulta de rotina aos animais incluídos.

1. Animais

Foram selecionados cinco equinos de raça Lusitano, sendo estes duas fêmeas e três machos, com idade média de $9,8 \pm 4,8$ anos e pesando $537,4 \pm 30,9$ kg. A população escolhida para o estudo foi composta por uma amostra não aleatória, incluindo equinos com constituição corporal e condicionamento físico semelhantes. Os cavalos foram submetidos a exames clínicos prévios, incluindo exames de claudicação, sendo considerados clinicamente aptos para competir, sem quaisquer sinais de dor ou desconforto.

Os animais eram pertencentes a um centro de treino/coudelaria, localizado em Quinta do Açude, Cartaxo. (39°09'18.2"N 8°46'44.7"W). São submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário, sendo mantidos em boxes individuais (2,5x3,5 m). A base alimentar consiste em feno de azevém, fornecido em duas porções diárias e sendo adequado a oferta de acordo com o indivíduo (peso corporal, escore corporal, nível de esforço físico), com água sempre à disposição. Alimento concentrado é fornecido em medida de, aproximadamente, 3 kg/600 kg de peso vivo (adaptado, novamente, ao tamanho e regime de exercício de cada animal), dividido em três refeições diárias (8h00, 12h00 e 18h00), com 11,50% de proteína bruta.

Os equinos incluídos no estudo encontram-se em plena atividade física, executando treino regular e semanal para a prática de provas de lide há pelo menos seis meses. Em rotina semanal, os cavalos são trabalhados 6 vezes, sendo cumprido um programa individual de treino específico para cada animal, do qual é modificado de acordo com as necessidades de cada indivíduo. Esses programas abrangem trabalho de picadeiro nos três andamentos, exercício com a tourinha de simulação de lide, manejo montado e apeado para *piaffe* e *passage*, mobilização de espádua e garupa no picadeiro e treino de corridas real com novilhos e toiros, sendo este último efetuado com menos frequência.

2. Teste de simulação de uma prova de lide

Os equinos foram submetidos a um teste de simulação de lide (TSL), em picadeiro descoberto de 19x12 m. Previamente a execução do TSL, os animais foram aquecidos durante 10-15 minutos montados nos três andamentos, no intuito de prepará-los para o exercício e alcançar o máximo de descontração no trabalho montado.

No TSL, cavalo e cavaleiro executaram uma sequência de exercícios físicos próprios da modalidade e com a qual ambos estejam familiarizados. Os exercícios consistiram na simulação de uma lide em praça, com duração de cerca de 15 minutos, durante os quais o cavalo alterna entre galope concentrado, galope de corrida e passo, sucessivamente, mimetizando os movimentos do toiro, tal como aconteceria numa corrida real.

O protocolo foi realizado nos meses de setembro/outubro (estação de Verão), durante o período da manhã entre as 07h00 e 11h00, com registo posterior de temperatura e humidade relativa do ar e condições da pista, sendo os cavalos montados por dois cavaleiros com pesos entre os 60-90 kg, utilizando uma portuguesa com 8 kg. Todo protocolo experimental seguiu os preceitos de bem-estar animal descritos por Coelho et al. (2018).

Durante o exercício, os animais utilizaram um monitor cardíaco (sensor H10 conectado ao relógio M430, Polar Electro, Lake Success, NY, EUA) com sistema de GPS (*Global Positioning System*). Após o teste a campo, os dados contidos no equipamento foram transferidos para o computador e analisados no *Polar Flow Software* para determinação da velocidade (média e máxima), frequência cardíaca (máxima e média) e distância percorrida.

Os animais foram avaliados em quatro tempos distintos: T0 (obtida antes do exercício físico, com o animal em repouso, ainda na boxe); T1 (imediatamente após o término do exercício físico, em tempo máximo de 1 minuto); T2 (obtida com 30 minutos de recuperação); T3 (obtida com 4 horas de recuperação). Nos momentos acima descritos, foram registadas FC – frequência cardíaca, FR – frequência respiratória, TC – temperatura corporal; e foram coletadas amostras de sangue, após assepsia local com álcool a 70%, por meio de venopunção da jugular. Tais amostras foram armazenadas em tubos siliconizados contendo anticoagulante EDTA-K3 com capacidade de 2 ml para determinação do hemograma (IDEXX ProCyte Dx); e em tubos sem anticoagulante com capacidade de 9 ml para as análises bioquímicas. Esses últimos foram centrifugados por 10 minutos (Hettich Universal 320 R) a 3.000g para separação de soro e congelados em eppendorfs a -80°C (PHCbi Ultra-Low Temperature Freezer MDF-DU502VH) até ao processamento das análises clínicas.

Foram analisadas proteínas totais (PTN), albumina (ALB), creatino quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) (DxC 700 AU Chemistry Analyzer, Beckman Coulter, com kits da mesma marca). As determinações sanguíneas do lactato e glucose foram feitas no ato da colheita de sangue utilizando aparelhos portáteis (Lactate Pro 2 LT-1730, Arkray; Glucomen Areo, Menarini Diagnostics, respectivamente).

3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada em programa computadorizado (GraphPad Prism, version 10.3.0, GraphPad, Boston, USA). As variáveis foram consideradas com distribuição normal a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$). Para avaliar a influência do exercício físico, os dados foram submetidos à análise de variância para medidas repetidas (One-Way ANOVA) seguido de uma comparação entre médias (teste de Tukey) com significância estabelecida em $p \leq 0,05$ em todos os casos. Os resultados foram expressos como médias $\pm$ desvios-padrão.

III. Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados de FC, FR, TC, glicose e lactato para os cavalos submetidos ao TSL. É possível observar que a atividade física influenciou todas as variáveis, a exceção da glicemia, com pico de valores em T1 e redução dos valores basais em T2.

Tabela 1- Parâmetros físicos, glicemia e lactato sanguíneo (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).

Parâmetros	Tempos de avaliação				
	T0	T1	T2	T3	p
FC, bpm	36,8 $\pm$ 7,2 ^b	93,4 $\pm$ 7,0 ^a	35,6 $\pm$ 8,1 ^b	38,0 $\pm$ 7,0 ^b	<0,0001
FR, rpm	16,0 $\pm$ 2,8 ^b	53,4 $\pm$ 17,2 ^a	19,2 $\pm$ 5,9 ^b	16,0 $\pm$ 4,0 ^b	<0,0001
TC, °C	37,3 $\pm$ 0,3 ^c	38,3 $\pm$ 0,4 ^a	37,9 $\pm$ 0,3 ^{ab}	37,0 $\pm$ 0,4 ^c	<0,0001
Lactato, mmol/L	1,4 $\pm$ 0,1 ^b	2,2 $\pm$ 0,3 ^a	1,5 $\pm$ 0,2 ^{ab}	1,4 $\pm$ 0,2 ^b	0,0038
Glicose, mg/dL	101,2 $\pm$ 21,8	79,8 $\pm$ 10,3	87,8 $\pm$ 8,8	96,0 $\pm$ 10,2	0,1218

Nota: Letras diferentes na mesma linha sinalizam influência da atividade física (TSL) pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T0, repouso; T1, imediatamente após o exercício; T2, com 30 minutos de recuperação; T3, com 240 minutos de recuperação. FC, frequência cardíaca; FR, frequência respiratória; TC, temperatura corporal.

Em relação a análise do hemograma (Tabela 2), somente o eritrograma alterou-se com a prática da atividade física. Valores mais elevados foram observados imediatamente após o exercício, com a recuperação dos valores basais ainda dentro de 30 minutos de recuperação.

Tabela 2- Parâmetros hematimétricos (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).

Parâmetros	Tempos de avaliação				p
	T0	T1	T2	T3	
Leuco, $\times 10^3/\mu\text{L}$					
	8,0 $\pm$ 1,4	9,3 $\pm$ 2,0	8,4 $\pm$ 1,3	8,7 $\pm$ 0,7	0,1038
Ne, $\times 10^3/\mu\text{L}$					
	3,6 $\pm$ 0,4	3,7 $\pm$ 0,4	3,6 $\pm$ 0,5	4,1 $\pm$ 0,4	0,5328
Linfo, $\times 10^3/\mu\text{L}$					
	3,9 $\pm$ 1,5	5,1 $\pm$ 2,0	4,2 $\pm$ 1,4	3,7 $\pm$ 1,1	0,0844
He, $\times 10^6/\mu\text{L}$					
	8,0 $\pm$ 0,7 ^b	11,0 $\pm$ 0,7 ^a	8,2 $\pm$ 0,5 ^b	8,4 $\pm$ 0,5 ^b	<0,0001
VG, %					
	37,6 $\pm$ 1,6 ^b	53,7 $\pm$ 3,3 ^a	38,7 $\pm$ 2,1 ^b	40,0 $\pm$ 2,1 ^b	<0,0001
Hb, g/dL					
	12,9 $\pm$ 0,5 ^b	17,7 $\pm$ 0,8 ^a	13,2 $\pm$ 0,6 ^b	13,5 $\pm$ 0,7 ^b	<0,0001
VCM, fL					
	46,9 $\pm$ 2,2 ^b	48,9 $\pm$ 2,4 ^a	47,2 $\pm$ 2,6 ^b	47,6 $\pm$ 2,8 ^b	0,0020
CHCM, g/dL					
	34,3 $\pm$ 0,6 ^a	32,9 $\pm$ 0,8 ^c	34,1 $\pm$ 0,6 ^{ab}	33,7 $\pm$ 0,5 ^{ab}	0,0011

Nota: Letras diferentes na mesma linha sinalizam influência da atividade física (TSL) pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Leuco, contagem total de leucócitos; Ne, contagem total de neutrófilos; Linfo, contagem total de linfócitos; He, contagem total de eritrócitos; VG, volume globular; Hb, concentração de hemoglobina; VCM, volume corpuscular médio; CHCM, concentração de hemoglobina corpuscular média.

O exercício físico não alterou as variáveis bioquímicas estudadas (Tabela 3).

Tabela 3- Parâmetros bioquímicos (médias $\pm$ desvios-padrão) dos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).

Parâmetros	Tempos de avaliação				p
	T0	T1	T2	T3	
PTN, mg/dL					
	6,0 $\pm$ 0,4	6,5 $\pm$ 0,5	5,5 $\pm$ 1,0	6,0 $\pm$ 1,0	0,1870
ALB, mg/dL					
	3,5 $\pm$ 0,4	3,8 $\pm$ 0,3	3,2 $\pm$ 0,5	3,3 $\pm$ 0,5	0,1420
AST, UI/L					
	306,4 $\pm$ 28,4	327,2 $\pm$ 81,1	281,3 $\pm$ 43,9	292,3 $\pm$ 55,6	0,3963
CK, UI/L					
	258,0 $\pm$ 44,9	244,0 $\pm$ 72,3	214,9 $\pm$ 76,8	191,3 $\pm$ 56,7	0,1087

Nota: Letras diferentes na mesma linha sinalizam influência da atividade física (TSL) pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PTN, proteínas séricas totais; ALB, albumina; AST, aspartato aminotransferase; CK, creatina quinase.

Na Tabela 4 estão apresentadas as informações obtidas a partir do frequencímetro cardíaco.

Tabela 4- Dados registados pelo sistema PolarSync nos equinos em teste de simulação de provas de lide (TSL).

	TSL
FCpico, bpm	150,6 ± 45,6
FCmed, bpm	99,0 ± 29,2
Vpico (m/s)	15,4 ± 2,1
Vmed (m/s)	3,8 ± 0,4

Nota: FCpico, pico da frequência cardíaca; FCmed, frequência cardíaca média; Vpico, pico de velocidade; Vmed, velocidade média.

É importante ressaltar que ao longo do período de acompanhamento, os animais trabalharam sem intercorrências, sem sinais de desconforto, apresentando uma boa aptidão física. De uma forma geral, a temperatura média ambiente foi de 12,0°C, com humidade relativa do ar de 66%.

IV. Discussão

O teste de simulação de lide revelou alterações nas análises efetuadas, com a rápida recuperação dos valores após exercício, sendo esta a hipótese proposta pelo estudo.

Como demonstrado na Tabela 1, os parâmetros físicos e o lactato sanguíneo aumentaram em T1 e reduziram de forma significativa entre T2 e T3. Estes resultados eram esperados após a atividade física devido ao aumento da demanda metabólica, como também provado em estudos efetuados anteriormente por autores avaliando animais da raça Puro-Sangue-Inglês de 2 anos de idade (Massie *et al.*, 2024).

O valor registado da FC imediatamente após o exercício foi similar ao descrito por Sodré *et al.* (2020), trabalhando com cavalos Quarto de Milha em provas de campo de vaquejada, e Binda *et al.* (2016), com equinos da mesma raça em provas de 3 tambores. Isso, somado à velocidade máxima registada (~15 km/h), sugere que o TSL foi um exercício de intensidade alta. Entretanto, a FCmed de trabalho, registada pelo sistema de monitorização cardíaco durante a execução do TSL, aponta para um intervalo de trabalho dentro de uma atividade aeróbia (Manso Filho *et al.*, 2012), estando de acordo com os achados do lactato sanguíneo, a serem discutidos a seguir.

O estudo elaborado por Williams, Chandler & Marlin (2009) provou que cavalos de *dressage* têm um aumento generalizado de FCmed durante a prova, quando comparado com o aquecimento. Entretanto, na presente pesquisa, tal comparação não foi efetuada.

Em relação a FCmax registada pelo sistema do Polar (Tabela 4), Schrurs *et al.* (2024) revelaram um maior valor em provas de corrida quando comparado com a presente investigação, tendo em conta que nesse caso, o exercício efetuado foi mais exigente que o efetuado no TSL. Corroborando com essa informação, o estudo de Szabó, Vizesi & Vincze (2021) demonstrou que a FCmax é afetada pelo grau de exigência do exercício em si, sendo que em provas de saltos, os equinos registaram picos de FC na ultrapassagem dos saltos, sendo que o obstáculo de menor dimensão registou uma FCmax superior aos obstáculos mais elevados.

Um estudo, com equinos islandeses, relatou resultados semelhantes em relação a hipertermia em T1, entretanto com um aumento moderado de temperatura, possivelmente devido às diferentes intensidades nos exercícios efetuados (Stefánsdóttir *et al.*, 2014). Essa hipertermia justifica a taquicardia e a taquipneia registadas no mesmo momento de avaliação, visto a necessidade de dissipar o calor gerado com a prática desportiva (Muñoz *et al.*, 2017).

Apesar de reduções numéricas nas concentrações sanguíneas de glicose, tais diferenças não foram significativas, sugerindo que a glicemia se manteve estável durante a prática do exercício físico. Mais recentemente, existem trabalhos que apontam uma redução do consumo de glicose por equinos atletas em resposta ao treino, principalmente nos exercícios de longa duração quando é possível o uso de fontes energéticas mais rentáveis como a gordura (Vidal Moreno de Vega *et al.*, 2023).

Diferente da presente pesquisa, o estudo de Marlin *et al.* (2002) em cavalos de endurance registrou diminuições de glicose no pós-prova. As diferenças se devem ao fato do endurance se tratar de um exercício prolongado, quando comparado ao exercício intenso de menor duração efetuado no TSL proposto.

O consumo de glicose durante o exercício também pode ser afetado pela dieta dos animais, como provou Lashkari *et al.* (2025). A sua pesquisa revelou que cavalos alimentados com uma dieta rica em amido demonstraram uma maior queda de glicose pós-exercício, quando comparado com cavalos alimentados com mais gordura, que mantiveram esses níveis mais estáveis.

O estudo elaborado por Carvalho Filho *et al.* (2019) também demonstrou uma queda dos níveis de glicose sanguínea imediatamente após uma prova de saltos, bem como aumentos dos níveis de lactato, devido à dependência do organismo de meios de energia anaeróbios. Estes valores foram diferentes dos observados no TSL por se tratarem de dois exercícios de diferentes intensidades. Enquanto as provas de salto de obstáculos caracterizam-se por serem atividades anaeróbias intermitentes (Chanda & Petchdee, 2022), o TSL mostrou-se predominantemente aeróbio.

Diferente do que se hipotetizou, o exercício executado pelos Lusitanos no TSL mostrou-se com características aeróbias, visto que o valor de lactato sanguíneo não ultrapassou o limiar anaeróbio de 4 mmol/L (Ferraz *et al.*, 2009). Equinos de lide com bovinos geralmente têm valores após o exercício bem superiores, próximos aos 15 mmol/L, pois o trabalho executado caracteriza-se por ser explosivo, com necessidade imediata de geração de energia, e de curta duração, não passando dos 20 segundos (Sodré *et al.*, 2020). Na presente investigação, durante a atividade física, os animais tiveram momentos de rápida ação, ou mesmo de mudanças bruscas de direção, mas numa intensidade menor e, inclusive, com momentos de paradas, que podem ter influenciado o tipo de metabolismo energético predominante.

O TSL influenciou de forma significativa somente o eritrograma, com aumentos significativos em T1, seguido de recuperação de valores anteriores em T2 e T3 (Tabela 2), a

exceção do CHCM que reduziu. Tais achados condizem com uma reação transitória do organismo ao esforço físico, nomeadamente a contração esplênica, por ação conjunta das catecolaminas em resposta ao desafio (Masini *et al.*, 2000; Djokovic *et al.*, 2021). Correlacionando com bibliografia atual, estas mudanças encontram-se dentro de padrão. O estudo elaborado por Sikorska *et al.* (2025) demonstra que a contagem de hemácias e hemoglobina sanguíneas sobem no pós-exercício imediato em passadeira seca, tendo o estudo também analisado as diferenças dessas alterações aquando de exercício em passadeira aquática em diversos níveis de profundidade da água.

O CHCM mostrou uma redução significativa de seus valores, no mesmo momento em que o VCM aumentou, ou seja, o TSL induziu, de forma momentânea, a presença de hemácias de maior tamanho, com menor concentração de hemoglobina. Vários estudos prévios descreveram aumentos de Ht, He e Hb após diferentes tipos de exercício, sem influência nos VCM e/ou CHCM (Lopes *et al.*, 2009; Miranda *et al.*, 2011). Isso sugere que os índices eritrocitários não seriam dependentes somente da contração esplênica, sendo também dependentes da carga de exercício e do resultado dos fluxos hídricos e eletrolíticos (Masini *et al.*, 2000). O aumento do VCM após exercício intenso estaria relacionado com um edema celular provocado por aumentos nas concentrações eritrocitárias de potássio e cloretos e uma consequente redução da sua densidade. Tais fenômenos explicariam a redução do CHCM concomitante observada no TSL (Masini *et al.*, 2000).

Em relação a série branca do hemograma, não foram observadas alterações em decorrência do TSL. Diferentemente, o teste de Piccione *et al.* (2025) demonstrou aumento dos leucócitos e neutrófilos no pós-exercício, por consequência do esforço físico e da exigência do organismo por oxigênio. A mobilização de leucócitos ocorre por ação do cortisol e/ou de catecolaminas, ambos libertados durante o exercício com o propósito de mobilização de energia, e acionamento de músculos e sistema nervoso central (Hackney *et al.*, 2013). O estudo de Andriichuk & Tkachenko (2017) em cavalos Holsteiner demonstrou uma redução nos valores de neutrófilos, enquanto comprovou a subida de hemácias, hematócrito e hemoglobina pós-exercício.

No geral, todas as alterações encontradas nas medições pós-TSL recuperaram os seus valores basais em T3. Esta recuperação indica um restabelecimento de homeostase, indicativo de um bom condicionamento físico e bem-estar dos animais analisados (Ribeiro, 2022; Costa, 2024).

O TSL não alterou a atividade enzimática de AST e CK e as concentrações séricas de proteínas totais e albumina. Esta apresentação de valores sugere o bom condicionamento dos cavalos ao exercício, implicando uma adaptação dos músculos ao esforço provocado pela prova, com lesões mínimas às fibras musculares (Sodré *et al.*, 2020). Exercícios de intensidade maior podem alterar tais valores. Por exemplo, a colheita de dados bioquímicos efetuada em cavalos de endurance por Chang *et al.* (2025) revelou um aumento de todos os valores acima referenciados no período pós-prova imediato. Carvalho Filho *et al* (2019) também descreveram um aumento imediato de CK.

V. Conclusão

Foi possível concluir que o teste de simulação proposto levou a modificações significativas dos biomarcadores dos equinos estudados, compatíveis com o nível de esforço imposto.

Os animais apresentaram um bom nível de condicionamento físico para o exercício imposto, visto o rápido retorno aos valores basais dos biomarcadores avaliados, bem como a estabilização em certos marcadores indicativos de condição física inadequada ou lesão.

Tais dados podem orientar a avaliação a campo de atletas equinos utilizados nesta disciplina equina específica, visando melhorias de performance desportiva e do monitoramento de práticas de bem-estar animal nesse meio, servindo também como ponto de referência para outros estudos no mesmo campo.

VI. Referências Bibliográficas

Allen, K. J., Young, L. E., & Franklin, S. H. (2016). Evaluation of heart rate and rhythm during exercise. *Equine Veterinary Education*, 28(2), 99-112.

Andriichuk, A., & Tkachenko, H. (2017). Effect of gender and exercise on haematological and biochemical parameters in Holsteiner horses. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101(5), e404-e413.

Anthony, D. W., & Brown, D. R. (1991). *The origins of horseback riding*. *Antiquity*, 65(246), 22–38.

Aronson, J. K., & Ferner, R. E. (2017). Biomarkers—a general review. *Current protocols in pharmacology*, 76(1), 9-23.

Barratt, C. E. S., Litten-Brown, J. C., & Reynolds, C. K. (2010). A comparison of the response of equine heart rate to different equine exercise regimes. *Advances in Animal Biosciences*, 1(1), 55-55.

Bartoloni, B., Mannelli, M., Gamberi, T., & Fiaschi, T. (2024). The multiple roles of lactate in the skeletal muscle. *Cells*, 13(14), 1177.

Betros, C. L., McKeever, K. H., Kearns, C. F., & Malinowski, K. (2002). Effects of ageing and training on maximal heart rate and VO₂max. *Equine veterinary journal*, 34(S34), 100-105.

Betros, C. L., McKeever, N. M., Manso Filho, H. C., Malinowski, K., & McKeever, K. H. (2013). Effect of training on intrinsic and resting heart rate and plasma volume in young and old horses. *Comparative Exercise Physiology*, 9(1), 43-50.

Binda, M. B., Teixeira, F. A., Carvalho, R. S., Macedo, L. P., Conti, L. M., Manso Filho, H. C., & Coelho, C. S. (2016). Effects of 3-barrel racing exercise on electrocardiographic and on blood parameters of quarter horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 47, 71-76.

Bitschnau, C., Wiestner, T., Trachsel, D. S., Auer, J. A., & Weishaupt, M. A. (2010). Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. *Equine Veterinary Journal*, 42, 17-22.

Bokovenko, N. A. (2000). The origins of horse riding and the development of ancient Central Asian nomadic riding harnesses. *Kurgans, ritual sites, and settlements: Eurasian Bronze and Iron Age*, 870, 304-310.

de Bruijn, C. M., Houterman, W., Ploeg, M., Ducro, B., Boshuizen, B., Goethals, K., ... & Delesalle, C. (2016). Monitoring training response in young Friesian dressage horses using two different standardised exercise tests (SETs). *BMC veterinary research*, 13, 1-7.

Buckley, P., Buckley, D. J., Freire, R., & Hughes, K. J. (2022). Pre-race and race management impacts serum muscle enzyme activity in Australian endurance horses. *Equine veterinary journal*, 54(5), 895-904.

Byström, A., Clayton, H. M., Hernlund, E., Roepstorff, L., Rhodin, M., Bragança, F. S., ... & Egenvall, A. (2021). Asymmetries of horses walking and trotting on treadmill with and without rider. *Equine veterinary journal*, 53(1), 157-166.

Carvalho Filho, W. P., Fonseca, L. A., Girardi, F. M., Bento, L. D., Souto, P. C., & Orozco, A. M. (2019). Serum amyloid A and muscle activity biomarkers in horses submitted to equestrian show jumping. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(08), 668-671.

Chanda, M., & Petchdee, S. (2022). Cardiac morphology changes in horses as a response to various types of sports. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1), 453-459.

Chang, X., Zhang, Z., Yao, X., Meng, J., Ren, W., & Zeng, Y. (2025). Lipidomics and biochemical profiling of adult Yili horses in a 26 km endurance race: exploring metabolic adaptations. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1597739.

Coelho, C. S., Sodré, T. D., Sousa, L. N., Siqueira, R. F., Manso Filho, H. C., Aragona, F., & Fazio, F. (2021). How much energy vaquejada horses spend in a field simulation test?. *Animals*, 11(12), 3421.

Costa, Catarina. (2024). Impacto de um protocolo de treino com guia mecânica de 7 semanas sobre biomarcadores de aptidão física em cavalos de salto de obstáculos (Dissertação de mestrado, Universidade Lusófona). Repositório da Universidade Lusófona. <https://recil.ulusofona.pt/items/13fc20fb-6b4c-43a7-9129-9b3387049d6b>

Courouce, A., Corde, R., Valette, J. P., Cassiat, G., Hodgson, D. R., & Rose, R. J. (2000). Comparison of some responses to exercise on the track and the treadmill in French trotters: determination of the optimal treadmill incline. *The Veterinary Journal*, 159(1), 57-63.

Djoković, S., Marković, L., Djermanović, V., & Trailović, R. (2021). Indicators of exhaustion and *stress* markers in endurance horses. *Medycyna Weterynaryjna*, 77(7), 331–336. <https://doi.org/10.21521/mw.6545>

Dyson, S. (2002). Lameness and poor performance in the sport horse: dressage, show jumping and horse trials. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22(4), 145-150.

Eckersall, P. D., & Bell, R. (2010). Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *The veterinary journal*, 185(1), 23-27.

Erik, G. (1964). *Corrida!* Arlington Books.

Evans, D.L. Training and fitness in athletic horses. Sydney: University of Sydney. Department of Animal Science, 2000.

Evans, D. L. (2007). Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine veterinary journal*, 39(4), 373-383.

Ewart, S.L. Thermoregulation. In *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*, 6th ed.; Bradley, G.K., Ed.; Elsevier: St. Louise, MO, USA, 2020; pp. 596–607.

Ferraz, G. C., Teixeira-Neto, A. R., Lacerda-Neto, J. C., & Queiroz-Neto, A. (2009). Respostas ao exercício de intensidade crescente em eqüinos: alterações na glicose, insulina e lactato. *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science*, 10(4), 1332-1338.

Fercher, C., Reiser, M., Müller, H., Joch, M., & Maurer, H. (2023). Basculing in elite show jumping horses: a motion analysis study of trunk and neck movement. *Comparative Exercise Physiology*, 19(5), 487-499.

Fitzharris, L. E., Hezzell, M. J., McConnell, A. K., & Allen, K. J. (2023). Training the equine respiratory muscles: inspiratory muscle strength. *Equine veterinary journal*, 55(2), 306-314.

Firshman, A. (2010). Heart rate and respirator rate response to exercise in horses (Proceedings).

Franklin, S. H., Van Erck-Westergren, E., & Bayly, W. M. (2012). Respiratory responses to exercise in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 44(6), 726-732.

Forrest, S. (2017). *The age of the horse: An equine journey through human history*. Open Road+ Grove/Atlantic.

Fulton, J. (1971). *Bullfighting*. The Dial Press.

Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K., Müller, S. F., Horstmann, S., & Gehlen, H. (2023). Blood-based markers for skeletal and cardiac muscle function in eventing horses before and after cross-country rides and how they are influenced by plasma volume shift. *Animals*, 13(19), 3110.

Greco-Otto, P., Baggaley, M., Edwards, W. B., & Léguillette, R. (2019). Water treadmill exercise reduces equine limb segmental accelerations and increases shock attenuation. *BMC veterinary research*, 15, 1-10.

Griffiths, H. R., Møller, L., Bartosz, G., Bast, A., Bertoni-Freddari, C., Collins, A., ... & Astley, S. B. (2002). Biomarkers. *Molecular aspects of medicine*, 23(1-3), 101-208.

Guyard, K. C., Montavon, S., Bertolaccini, J., & Deriaz, M. (2023). Validation of Alogo move pro: a GPS-based inertial measurement unit for the objective examination of gait and jumping in horses. *Sensors*, 23(9), 4196.

Hackney, A. C., & Walz, E. A. (2013). Hormonal adaptation and the stress of exercise training: the role of glucocorticoids. *Trends in sport sciences*, 20(4), 165.

Hada, T., MUKAI, H. O. K., Eto, D., Takahashi, T., & Hiraga, A. (2006). Utilisation of the time constant calculated from heart rate recovery after exercise for evaluation of autonomic activity in horses. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 141-145.

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2004). *Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete* (pp. xiv+-1364).

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (Eds.). (2008). *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences.

Hodgson, D. R., McGowan, C. M., & McKeever, K. H. (2013). *The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine*. Elsevier Health Sciences.

Kang, H., Zsoldos, R. R., Sole-Guitart, A., Narayan, E., Cawdell-Smith, A. J., & Gaughan, J. B. (2023). Heat stress in horses: a literature review. *International journal of biometeorology*, 67(6), 957-973.

Kitaoka, Y., Endo, Y., Mukai, K., Aida, H., Hiraga, A., & Hatta, H. (2014). Muscle glycogen breakdown and lactate metabolism during intensive exercise in Thoroughbred horses. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 3(4), 451-456.

Larsson, J., Pilborg, P. H., Johansen, M., Christophersen, M. T., Holte, A., Roepstorff, L., ... & Harrison, A. P. (2013). Physiological Parameters of Endurance Horses Pre-Compared to Post-Race, Correlated with Performance: A Two Race Study from Scandinavia. *International Scholarly Research Notices*, 2013(1), 684353.

Lashkari, S., Beblein, C., Christensen, J. W., & Jensen, S. K. (2025). The effect of the fat to starch ratio in young horses' diet on plasma metabolites, muscle endurance and fear responses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 109(1), 113-123.

Lehnhard, R. A., Bartlett, M., Roche, B. M., Hinchcliff, K. W., & McKeever, K. H. (2010). Variations in lactate during a graded exercise test due to sampling location and method. *Comparative Exercise Physiology*, 7(2), 81-87.

Levine, M. A. (2005). Domestication and early history of the horse. *The domestic horse: the origins, development and management of its behaviour*, 5-22.

Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(10), 2920-2937.

Lopes, K. R. F., Batista, J. S., Dias, R. D. C., & Soto-Blanco, B. (2009). Influence of "vaquejada" competitions on stress parameters in equines.

Macnab, A. (1959) *Fighting Bulls*. Harcourt, Brace and company.

Mack, S. J., Kirkby, K., Malalana, F., & McGowan, C. M. (2014). Elevations in serum muscle enzyme activities in racehorses due to unaccustomed exercise and training. *Veterinary Record*, 174(6), 145-145.

Manso Filho, H., Manso, H., Cardoso, E., Melo, R., Silva, F., & Abreu, J. (2012). Avaliação da frequência cardíaca e do esforço físico em cavalos atletas pelo uso do frequencímetro (Evaluation of heart rate and physical effort in athlete horses by the use of a frequency meter). *Cienc Vet Trop*, 15, 41–48.

Marlin, D. J., Fenn, K., Smith, N., Deaton, C. D., Roberts, C. A., Harris, P. A., ... & Kelly, F. J. (2002). Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. *The Journal of nutrition*, 132(6), 1622S-1627S.

- Massie, S., Bayly, W., Ohmura, H., Takahashi, Y., Mukai, K., & Léguillette, R. (2024). Field-training in young two-year-old thoroughbreds: investigating cardiorespiratory adaptations and the presence of exercise induced pulmonary hemorrhage. *BMC veterinary research*, 20(1), 159.
- Maśko, M., Domino, M., Jasiński, T., & Witkowska-Piłaszewicz, O. (2021). The physical activity-dependent hematological and biochemical changes in school horses in comparison to blood profiles in endurance and race horses. *Animals*, 11(4), 1128.
- Miranda, R. L. D., Mundim, A. V., Saquy, A. C. S., Costa, Á. S., Guimarães, E. C., Gonçalves, F. C., & Silva, F. O. C. (2011). Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31, 81-86.
- Muñoz, A., Castejón-Riber, C., Riber, C., Esgueva, M., Trigo, P., & Castejón, F. (2017). Current knowledge of pathologic mechanisms and derived practical applications to prevent metabolic disturbances and exhaustion in the endurance horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, 51, 24-33.
- Munsters, C., Siegers, E., & Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. (2024). Effect of a 14-Day Period of Heat Acclimation on Horses Using Heated Indoor Arenas in Preparation for Tokyo Olympic Games. *Animals*, 14(4), 546.
- Nankervis, K. J., Launder, E. J., & Murray, R. C. (2017). The use of treadmills within the rehabilitation of horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 53, 108-115.
- Offord, E., Van Poppel, G., & Tyrrell, R. (2000). Markers of oxidative damage and antioxidant protection: current status and relevance to disease. *Free radical research*, 33, S5-S19.
- Pellegrini Masini, A., Baragli, P., Tedeschi, D., Lubas, G., Martelli, F., Gavazza, A., & Sighieri, C. (2000). Behaviour of mean erythrocyte volume during submaximal treadmill exercise in the horse. *Comparative Haematology International*, 10(1), 38-42.

Piccione, G., Arfuso, F., Giudice, E., Aragona, F., Pugliatti, P., Panzera, M. F., ... & Giannetto, C. (2025). Dynamic adaptation of hematological parameters, albumin, and non-esterified fatty acids in Saddlebred and Standardbred horses during exercise. *Animals*, 15(3), 300.

Poole, D. C., & Erickson, H. H. (2004). Heart and vessels: function during exercise and response to training.

Powers, P., & Harrison, A. (2002). Show-Jumping: Effects of the rider on the linear kinematics of jumping horses. *Sports Biomechanics*, 1(2), 135-146.

Ralston, S. L. (2002). Insulin and glucose regulation. *Veterinary Clinics: equine practice*, 18(2), 295-304.

Ribeiro, Catarina (2022). Impacto de um Protocolo de Treino de 6 semanas sobre biomarcadores de aptidão física de cavalos Lusitanos no início da sua vida desportiva (Dissertação de mestrado, Universidade Lusófona). Repositório da Universidade Lusófona.

Scott, B. D., & Martin, M. (2020). Understanding vital life signs in horses. *Texas A & M AgriLife Extension*.

Schrurs, C., Dubois, G., Van Erck-Westergren, E., & Gardner, D. S. (2024). Cardiovascular Fitness and Stride Acceleration in Race-Pace Workouts for the Prediction of Performance in Thoroughbreds. *Animals*, 14(9), 1342.

Sikorska, U., Maško, M., Rey, B., & Domino, M. (2025). Heart Rate, Hematological, and Biochemical Responses to Exercise on Water Treadmill with Artificial River in School Horses. *Applied Sciences*, 15(4), 1772.

Sodré, T. D., Sousa, L. N., Silva, C. A., Santos, J. M., Sampaio, M. Q., Coni, R. O., ... & Coelho, C. S. (2020). Is There an Ideal Rest Interval Between Races During Vaquejada in Which It Would Be Possible to Associate Best Performance and Welfare?. *Journal of Equine Veterinary Science*, 91, 103141.

Springer, R. W., Dezalak, S., Erwin, V. L., Grayston, I. N., & Pagan, J. D. (2025). Comparison of cardiovascular fitness measures determined under saddle or on a high-speed treadmill. *Journal of Equine Veterinary Science*, 148, 105548.

Springer, R. W., Robinson, I. A., Robyn, E. D., Gillen, Z., & Pagan, J. D. (2025). Effects of two cooling modalities on temperature recovery of rectal, middle gluteal muscle, and pectoral muscle temperatures. *Journal of Equine Veterinary Science*, 148, 105550.

Stefánsdóttir, G. J., Ragnarsson, S., Gunnarsson, V., & Jansson, A. (2014). Physiological response to a breed evaluation field test in Icelandic horses. *Animal*, 8(3), 431-439.

Strimbu, K., & Tavel, J. A. (2010). What are biomarkers?. *Current Opinion in HIV and AIDS*, 5(6), 463-466.

Szabó, C., Vizesi, Z., & Vincze, A. (2021). Heart rate and heart rate variability of amateur show jumping horses competing on different levels. *Animals*, 11(3), 693.

Velineni, S., Schiltz, P., Chang, K. H., Peng, Y. M., & Cowles, B. (2024). Accuracy and validation of a point-of-care blood glucose monitoring system for use in horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1436714.

Verdegaal, E. L. J., Howarth, G. S., McWhorter, T. J., Boshuizen, B., Franklin, S. H., Vidal Moreno de Vega, C., ... & Delesalle, C. J. (2021). Continuous monitoring of the thermoregulatory response in endurance horses and trotter horses during field exercise: baselining for future hot weather studies. *Frontiers in physiology*, 12, 708737.

Verdegaal, E. L. J., Howarth, G. S., McWhorter, T. J., & Delesalle, C. J. (2023). Thermoregulation during field exercise in horses using skin temperature monitoring. *Animals*, 14(1), 136.

Vermeulen, A. D., & Evans, D. L. (2006). Measurements of fitness in Thoroughbred racehorses using field studies of heart rate and velocity with a global positioning system. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 113-117.

Vicente, A. A., Carolino, N., & Gama, L. T. (2012). Genetic diversity in the Lusitano horse breed assessed by pedigree analysis. *Livestock Science*, 148(1-2), 16-25.

Vidal Moreno de Vega, C., Lemmens, D., de Meeûs d'Argenteuil, C., Boshuizen, B., De Maré, L., Leybaert, L., ... & Delesalle, C. (2023). Dynamics of training and acute exercise-induced shifts in muscular glucose transporter (GLUT) 4, 8, and 12 expression in locomotion versus posture muscles in healthy horses. *Frontiers in physiology*, 14, 1256217.

Waran, N. (2007). *The welfare of horses* (Vol. 1). N. Waran (Ed.). Dordrecht, The Netherlands:: Springer.

Williams, R. J., Chandler, R. E., & Marlin, D. J. (2009). Heart rates of horses during competitive dressage. *Comparative Exercise Physiology*, 6(1), 7-15.

Young, L. (2004). Diseases of the heart and vessels.

Zobba, R., Ardu, M., Niccolini, S., Cubeddu, F., Dimauro, C., Bonelli, P., ... & Parpaglia, M. L. P. (2011). Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(9), 542-548.