

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

MATHEUS HENRIQUE SILVA SAMPAIO

FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO EM EQUINOS: IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS
NAS MODALIDADES DE TRÊS TAMBORES E ENDURO

Uberlândia,
2026

MATHEUS HENRIQUE SILVA SAMPAIO

FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO EM EQUINOS: IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS
NAS MODALIDADES DE TRÊS TAMBORES E ENDURO

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Medicina Veterinária.

Área de concentração: Equinocultura.

Orientador: Prof. Dr. Italvan Milfont
Macêdo

Uberlândia,

2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que esteve comigo desde o momento da minha aprovação no curso de Medicina Veterinária. Desde que recebi aquela notícia, passei a acreditar ainda mais que tudo acontece no tempo certo, exatamente quando precisa acontecer. Consegui concluir minha graduação anterior e, apenas quatro dias depois, já estava recebendo o resultado do vestibular. Para muitos poderia ser apenas uma coincidência, mas para mim foi a confirmação de um sonho de infância se tornando realidade um sonho que Deus preparou com perfeição.

Aos meus pais e aos meus irmãos, meu alicerce, minha base e minha força diária: obrigado por confiarem em mim, por acreditarem quando eu mesmo duvidei e por nunca medirem esforços para que eu pudesse realizar esse sonho. Cada conquista minha carrega um pedaço de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Italvan, minha profunda gratidão por aceitar me orientar e por embarcar comigo em uma área com a qual eu ainda não tinha grande familiaridade. Obrigado pela paciência, pela dedicação e pelos ensinamentos que levarei para além da graduação. Peço desculpas pelos erros cometidos ao longo do caminho, mas saiba que sua postura como professor e orientador fez toda a diferença na minha formação. O senhor é um excelente profissional, e eu lhe desejo ainda mais sucesso nessa trajetória tão inspiradora.

Ao meu namorado, Italo, meu braço direito na construção deste TCC e na vida: obrigada por estar ao meu lado em cada etapa, por cada conselho, cada correção, cada palavra de incentivo nos dias difíceis. Você foi essencial nesse processo. Saiba que eu reconheço o quanto você é gigante e o quanto sua presença tornou tudo mais leve. Tenho um amor imenso por você.

Aos meus amigos. Os de longa data, que estão comigo desde o ensino fundamental, os que fiz na minha primeira graduação e permaneceram na minha vida e aqueles que a Medicina Veterinária me presenteou, meu muito obrigado. Vocês nunca soltaram a minha mão. Vivemos tantas coisas juntos que só nós sabemos o significado. Cada risada, cada desabafo, cada madrugada de estudo e cada momento de superação não têm preço. Vocês foram, são e sempre serão essenciais na minha caminhada.

Por fim, um agradecimento não menos importante à minha Maggie e à Cacau. Maggie, hoje você não está mais entre nós, mas durante o tempo em que esteve comigo foi meu refúgio nos dias difíceis, meu conforto após longas jornadas de faculdade. Tenho

certeza de que, de alguma forma, você enviou a Cacau para iluminar nossos dias e preencher nosso coração. Saibam que farei o possível para ser sempre melhor por vocês.

RESUMO

A fisiologia do exercício constitui uma importante ferramenta para a compreensão das adaptações orgânicas dos equinos atletas submetidos a diferentes modalidades esportivas. As provas de Três Tambores e Enduro apresentam características distintas quanto à intensidade, duração e demanda metabólica, resultando em respostas fisiológicas específicas e diferentes predisposições a lesões e comprometimentos sistêmicos. O presente trabalho teve como objetivo revisar os principais aspectos da fisiologia do exercício aplicados às modalidades de Três Tambores e Enduro, destacando as alterações fisiológicas, metabólicas e musculoesqueléticas associadas à prática esportiva. A prova de Três Tambores caracteriza-se por exercício de curta duração e alta intensidade, com predominância do metabolismo anaeróbio, elevação acentuada da frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura corporal e concentração de lactato sanguíneo, além de maior ocorrência de sobrecarga musculoesquelética. Em contrapartida, o Enduro caracteriza-se por esforço prolongado e predominância aeróbia, exigindo elevada eficiência cardiovascular, respiratória e termorregulatória, estando associado principalmente à desidratação, alterações metabólicas e lesões decorrentes do desgaste físico acumulado. Verificou-se ainda que o monitoramento de parâmetros fisiológicos auxilia na avaliação do condicionamento físico, no planejamento do treinamento e na prevenção de lesões. Conclui-se que as modalidades analisadas impõem desafios fisiológicos distintos aos equinos atletas, sendo o conhecimento dessas respostas essencial para otimizar o desempenho esportivo, preservar a saúde e promover o bem-estar animal.

Palavras-chave: Medicina equina, Desempenho atlético; Condicionamento físico.

ABSTRACT

Exercise physiology is an important tool for understanding the organic adaptations of equine athletes subjected to different sporting modalities. Barrel racing and endurance riding present distinct characteristics regarding intensity, duration, and metabolic demand, resulting in specific physiological responses and different predispositions to injuries and systemic impairments. This study aimed to review the main aspects of exercise physiology applied to barrel racing and endurance riding, highlighting the physiological, metabolic, and musculoskeletal alterations associated with the sport. Barrel racing is characterized by short-duration, high-intensity exercise, with a predominance of anaerobic metabolism, a marked increase in heart rate, respiratory rate, body temperature, and blood lactate concentration, as well as a greater occurrence of musculoskeletal overload. In contrast, endurance riding is characterized by prolonged effort and aerobic predominance, requiring high cardiovascular, respiratory, and thermoregulatory efficiency, and is mainly associated with dehydration, metabolic alterations, and injuries resulting from accumulated physical exertion. It was also found that monitoring physiological parameters helps in assessing physical conditioning, planning training, and preventing injuries. It is concluded that the modalities analyzed impose distinct physiological challenges on equine athletes, and knowledge of these responses is essential to optimize athletic performance, preserve health, and promote animal welfare.

Keywords: Equine Medicine; Athletic Performance; Physical Conditioning

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Prova de Três Tambores	12
Figura 2 – Mapa da Prova de Três Tambores	13
Figura 3 – Competição de Enduro	16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCCA – Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Árabe

ABHIR – Associação Brasileira dos Cavaleiros de Hipismo Rural

ABQM – Associação Brasileira de Criadores de Cavalo Quarto de Milha

AST – Aspartato Aminotransferase

ATP – Adenosina Trifosfato

CBH – Confederação Brasileira de Hipismo

CK – Creatina Quinase

DC – Débito Cardíaco

FC – Frequência Cardíaca

FC_{máx} – Frequência Cardíaca Máxima

FEI – Federação Equestre Internacional

FR – Frequência Respiratória

HPIE – Hemorragia Pulmonar Induzida pelo Exercício

LDH – Lactato Desidrogenase

MLSS – Maximal Lactate Steady State

NBHA – National Barrel Horse Association

SNA – Sistema Nervoso Autônomo

TPC – Tempo de Preenchimento Capilar

TR – Temperatura Retal

V160 – Velocidade correspondente à Frequência Cardíaca de 160 bpm

V180 – Velocidade correspondente à Frequência Cardíaca de 180 bpm

V200 – Velocidade correspondente à Frequência Cardíaca de 200 bpm

V2 – Velocidade correspondente à concentração de lactato de 2 mmol/L

V4 – Velocidade correspondente à concentração de lactato de 4 mmol/L

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

VO_{2 máx} – Consumo Máximo de Oxigênio

VS – Volume Sistólico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	Prova de três tambores.....	12
2.2	Provas de Enduro.....	15
2.3	Fisiologia do Exercício.....	17
2.3.1	Sistema Cardiovascular: Frequência Cardíaca (FC).....	17
2.3.2	Sistema Respiratório: Frequência Respiratória (FR).....	19
2.3.3	Temperatura corporal.....	21
2.3.4	Lactato sanguíneo.....	24
2.4	Fisiologia do exercício aplicada à Prova de Três Tambores.....	25
2.5	Fisiologia do exercício aplicado às provas de Enduro.....	27
2.6	Lesões e Comprometimento Sistêmico na modalidade de Três Tambores.....	29
2.7	Lesões e Comprometimento Sistêmico na modalidade de Enduro.....	31
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
	REFERÊNCIA.....	34

1 INTRODUÇÃO

A equinocultura no Brasil é considerada a terceira maior do mundo com 5,7 milhões de animais (IBGE, 2024), atrás da China e do México (Secani; Palazzo, 2009), sendo a região sudeste onde se concentra a maior parte dos equinos, tendo pouco mais de 26% de todo o efetivo do país, sendo Minas Gerais o estado com maior quantidade representando 13,59% (Minas Gerais, 2024) e com tamanho do rebanho 775.776 cabeças (IBGE, 2024). Aproximadamente o campo de criação de equinos gera cerca de R\$16,15 bilhões anualmente para o agronegócio e sustenta 3 milhões de postos de trabalho, entre diretos e indiretos (Lima; Cintra, 2016).

Com o passar dos anos, avanços zootécnicos e adaptações funcionais ampliaram a utilização dos cavalos, inserindo-os também no contexto esportivo. Sobre essas conjunturas, houve o aprimoramento de raças, a consolidação de diferentes modalidades e a diversificação dos níveis de exigência física impostos aos animais (Pedro *et al.*, 2021). Nesse sentido, sabe-se que o exercício físico intenso, seja durante o treinamento ou em competições, promove alterações significativas nos parâmetros fisiológicos, exigindo o adequado funcionamento dos sistemas nervoso, respiratório, cardiovascular e musculoesquelético, de modo a assegurar a manutenção da homeostase e o equilíbrio orgânico frente às demandas impostas pelo esforço físico (Figueiredo *et al.*, 2021).

No campo esportivo, os equinos estão inseridos em um conjunto diversificado de modalidades institucionalizadas. Atualmente, a Federação Equestre Internacional (FEI) (2026) reconhece sete modalidades oficiais a nível global: Saltos, Adestramento, Paradestramento, Concurso Completo de Equitação, Atrelagem, Enduro Equestre e Volteio. Essas atividades são marcadas pela ênfase na interação técnico-desportiva entre humano e cavalo, demandando aptidão física, conhecimento técnico e normas específicas de regulamentação.

A prática esportiva equestre exige do cavalo atleta respostas fisiológicas altamente especializadas, que variam de acordo com a intensidade, duração e características específicas de cada modalidade, como as competições de Três Tambores e Enduro. A fisiologia do exercício permite compreender como o organismo equino responde ao esforço físico, especialmente no que se refere à produção de adenosina trifosfato (ATP), fundamental para a contração muscular, que pode ocorrer por vias anaeróbias, ou por via aeróbia, por meio do metabolismo oxidativo. Essas adaptações bioquímicas e orgânicas

são determinantes para o desempenho e para a manutenção da homeostase, além de serem essenciais para o planejamento adequado do treinamento e para a prevenção de lesões em equinos atletas, conforme discutido por Secani e Palazzo (2009).

A via anaeróbia predomina em exercícios de alta intensidade e curta duração, como na prova de três tambores, devido à limitação do aporte de oxigênio ao músculo durante esforços intensos. Nessas condições, ocorre maior recrutamento de fibras de contração rápida e a produção de ATP passa a depender principalmente da glicólise anaeróbia. Esse processo leva à conversão do piruvato em lactato, reação mediada pela enzima lactato desidrogenase. Quando a produção de lactato excede sua capacidade de remoção para o plasma, pode haver acúmulo e consequente desenvolvimento de acidose metabólica, cuja recuperação adequada depende do desaquecimento ativo (Gomiero; Coelho, 2020; Bueno *et al.*, 2012; Gomes *et al.*, 2019; Mota, 2016). Além disso, o sistema respiratório constitui importante fator limitante do desempenho, estando relacionado à ocorrência de Hemorragia Pulmonar Induzida pelo Exercício (HPIE), especialmente em esforços máximos (Hilgert, 2021).

A competição de enduro caracteriza-se como modalidade esportiva de natureza predominantemente aeróbia, com intensidade variável e esforço de longa duração. Em virtude da extensão do exercício, a sudorese constitui o principal fator responsável por alterações hidroeletrólíticas e do equilíbrio ácido-base, podendo os animais apresentarem perdas de 4 a 6% do peso corporal ao término das provas. Além disso, a elevada exigência física imposta pelo esforço contínuo compromete especialmente o sistema locomotor, sendo a claudicação a principal causa de desclassificação em diferentes países, seguida por distúrbios metabólicos (69,2 e 23,5%), respectivamente (Nagy, Dyson e Murray., 2012; Sales *et al.*, 2013).

Dessa forma, a presente revisão de literatura busca compreender os efeitos fisiológicos da prática das modalidades de três tambores e enduro na integridade fisiológica e biomecânica dos equinos, a fim de investigar as principais alterações fisiológicas e lesões musculoesqueléticas associadas às respectivas modalidades.

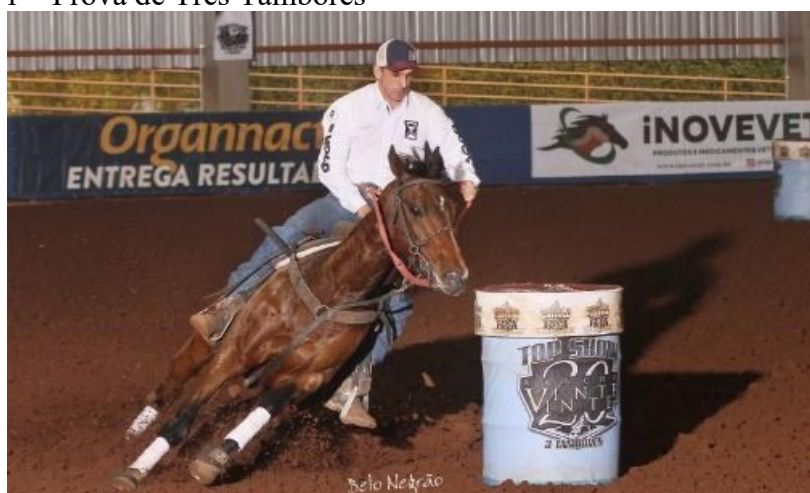
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Prova de três tambores*

Segundo a Confederação Brasileira de Hipismo (CBH¹), a Prova de Três Tambores (Figura 1), conhecida internacionalmente como Barrel Racing, consolidou-se nos Estados Unidos ao longo do século XX como uma modalidade equestre de velocidade associada ao universo do rodeio. Sua estrutura competitiva está diretamente relacionada ao desenvolvimento da raça Quarto de Milha, selecionada geneticamente para aceleração rápida, potência muscular e eficiência em manobras de curta duração. Nesse contexto, a modalidade configura-se como prática esportiva que articula técnica, explosão muscular e controle direcional, organizando-se em torno da busca pela otimização do tempo e da precisão na execução do percurso (CBH, 2015).

No Brasil, a introdução da modalidade ocorreu no início da década de 1970, período que coincide com a expansão da criação do Quarto de Milha no país. Os primeiros campeonatos organizados no interior do estado de São Paulo, especialmente nas regiões de Presidente Prudente e Bauru, marcaram o início da consolidação da prova em território nacional. Sua difusão esteve vinculada tanto ao crescimento do mercado equestre quanto à estruturação de circuitos competitivos regionais, que progressivamente ampliaram a visibilidade da modalidade (CBH, 2015).

Figura 1 – Prova de Três Tambores

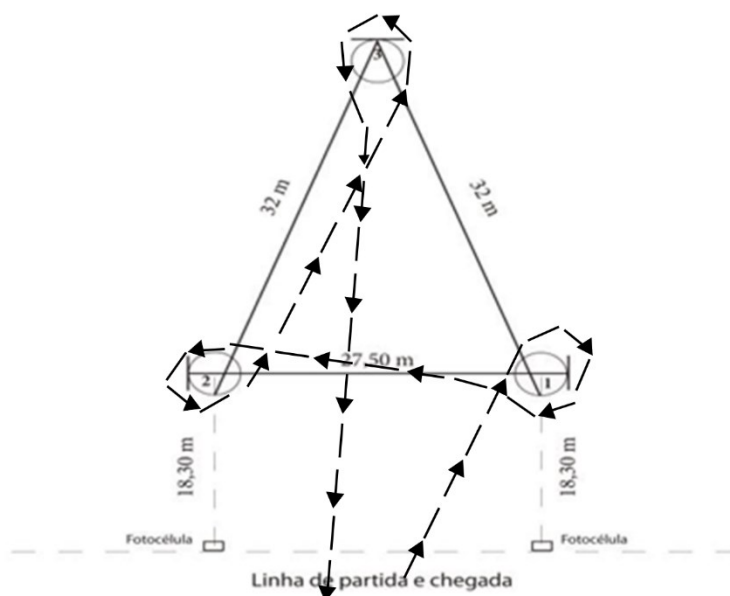


Fonte: ABQM, 2022

¹ CBH – CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. Histórico – Tambor. Disponível em: <https://cbh.org.br/index.php/historico-tambor>. Acesso em: 13 fev. 2026.

Do ponto de vista técnico, a prova consiste na realização de um percurso triangular delimitado por três tambores dispostos na arena (Figura 2). O conjunto formado por cavalo e cavaleiro ou amazona, deve contornar os tambores obedecendo ao traçado oficial e completar o percurso no menor tempo possível. O cronômetro é acionado quando o focinho do cavalo cruza a linha de partida e é encerrado na linha de chegada. A derrubada de um tambor implica penalização temporal, geralmente com acréscimo de cinco segundos por tambor derrubado (ABQM, 2025) ao tempo final, o que evidencia que o desempenho não depende exclusivamente da velocidade máxima, mas da eficiência técnica na execução das curvas e no controle da trajetória (CBH, 2015).

Figura 2 – Mapa de prova.



Fonte: Adaptado de ABQM, 2025.

Embora a configuração espacial da prova seja relativamente simples, sua execução exige elevada coordenação entre aceleração, desaceleração e reorganização do equilíbrio corporal do animal. A dinâmica competitiva revela uma combinação entre força explosiva e precisão biomecânica, elementos que tornam a modalidade especialmente exigente sob o ponto de vista fisiológico e técnico.

A organização competitiva contempla diferentes categorias estruturadas principalmente por faixa etária e nível técnico. Nas competições regulamentadas pela ABQM, as categorias jovens podem ser subdivididas em diferentes grupos etários, incluindo as categorias Mirim (até 8 anos), Infantil (9 a 11 anos), 12 a 14 anos e 15 a 18

anos, permitindo que os competidores sejam agrupados de acordo com seu estágio de desenvolvimento e experiência esportiva. Tal organização favorece a equidade competitiva e amplia as possibilidades de participação de crianças e adolescentes na modalidade (ABQM, 2025). Essa segmentação contribui para o equilíbrio competitivo e favorece a permanência prolongada dos praticantes na modalidade. No que se refere ao gênero, a Prova de Três Tambores é aberta à participação masculina e feminina. Entretanto, destaca-se historicamente pela expressiva presença de mulheres, configurando-se como uma das modalidades equestres com maior protagonismo feminino no contexto do rodeio brasileiro. Diferentemente de outras práticas tradicionalmente masculinizadas no universo equestre, os Três Tambores consolidaram-se como espaço de visibilidade e reconhecimento da atuação feminina, aspecto que se tornou elemento estruturante da identidade da modalidade.

No plano institucional, segundo a National Barrel Horse Association Brasil (NBHA), entidade filiada à National Barrel Horse Association, evidencia o processo de regulamentação e padronização técnica da modalidade em âmbito nacional. A realização de campeonatos organizados, a definição de critérios classificatórios e a inserção de conjuntos brasileiros em competições internacionais indicam um movimento de crescente formalização esportiva.

O reconhecimento oficial da modalidade pela Confederação Brasileira de Hipismo (CBH), em 2015, representa marco relevante nesse processo de institucionalização. Conforme a CBH (2015), a criação de uma diretoria específica para os Três Tambores integrou a modalidade ao sistema esportivo regulado nacionalmente e vinculado à Federação Equestre Internacional (FEI), ampliando sua legitimidade no cenário esportivo formal. Tal reconhecimento evidencia uma transição da prática associada predominantemente ao circuito de rodeios para um modelo organizacional alinhado às estruturas federativas do hipismo.

Conforme a NBHA, a Prova de Três Tambores ocupa posição de destaque em eventos agropecuários e competições equestres no Brasil, movimentando significativo número de inscrições e premiações expressivas. Mais do que uma disputa de velocidade, a modalidade configura-se como fenômeno que articula mercado, cultura rural e racionalização do desempenho atlético. Compreender seu percurso histórico, seu funcionamento técnico e sua consolidação institucional permite situá-la no interior das transformações contemporâneas do esporte equestre, marcadas pela especialização técnica, profissionalização e crescente integração ao circuito competitivo global.

2.2 *Provas de Enduro*

O Enduro Equestre é uma modalidade que, em sua denominação em inglês, se refere a uma competição de longa duração onde a velocidade deve ser adequada à resistência do cavalo. Os princípios são bastante claros, e a prática permite uma interação entre o homem e o cavalo, além de ambos com o meio ambiente, ao longo de trilhas que apresentam distâncias entre 35 e 160 quilômetros. Tradicionalmente, desde que os equinos foram domesticados, as corridas de longa distância a cavalo fazem partes da história, mas o Enduro como conhecemos hoje é fruto de quase duzentos anos de evolução, com o "Pony Express", um serviço de entrega americana que operou entre 1860 e 1861, atravessando o país de leste a oeste, como um de seus precursores (CBH², 2026).

No Brasil, o Enduro Equestre surgiu na década de 80, trazido pela Associação Brasileira dos Cavaleiros de Hipismo Rural (Abhir), que implementou competições de resistência com distâncias de 12 a 20 km, com o objetivo de demonstrar a eficiência do cavalo Árabe para a entidade representativa da espécie. No entanto, a "Maristela Cup" em Tremembé (SP) em 1989 marcou o início da modalidade no país, reunindo 25 equipes de diversos estados. No ano seguinte, em 1990, a Confederação Brasileira de Hipismo (CBH) oficializou e reconheceu a modalidade de acordo com as normas internacionais. Desde então, a modalidade tem se destacado no cenário nacional, acumulando participações notáveis em competições internacionais e nos Jogos Equestres Mundiais (CBH, 2026).

As competições de Enduro Equestre se dividem em duas categorias principais: Velocidade Controlada, trajetos de 15 a 60 km e com a velocidade estipulada pelos organizadores, e Velocidade Livre, onde a disputa ocorre contra o tempo em percursos de 40 a 160 km (CBH³, 2026).

Na categoria de velocidade controlada, a competição não é vencida pelo conjunto mais rápido, mas sim por aquele que consegue percorrer o trajeto dentro de uma faixa de velocidade previamente estabelecida pela organização. As provas são realizadas em trilhas compostas por estradas, caminhos, matas, rios e montanhas, sendo necessário

² CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO (CBH). Histórico | Enduro. Disponível em: <https://cbh.org.br/historico-enduro/>. Acesso em: 8 jun. 2026.

³ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. Regulamento de Enduro de Velocidade Controlada. Versão 1.0. Rio de Janeiro: CBH, jan. 2026.

completar cada etapa dentro dos tempos mínimo e máximo determinados para o percurso. Caso o conjunto ultrapasse os limites de velocidade estipulados, poderá ser penalizado ou desclassificado. Além do controle do tempo, os cavalos passam por inspeções veterinárias obrigatórias, nas quais são avaliadas suas condições fisiológicas e capacidade de recuperação. Assim, essa modalidade valoriza a regularidade, o conhecimento do cavaleiro sobre seu cavalo, o gerenciamento do esforço durante a prova e a manutenção da saúde e do bem-estar do animal ao longo de todo o percurso (CBH, 2026).

Complementando os aspectos técnicos da modalidade, o Regulamento de Enduro da categoria Velocidade Livre (2025) estabelece que o objetivo é percorrer a distância estabelecida no menor tempo possível, sem limites pré-definidos de velocidade, desde que sejam respeitadas todas as exigências técnicas e veterinárias da competição. O percurso é dividido em etapas (loops), intercaladas por controles veterinários obrigatórios (Vet Checks), nos quais os cavalos são avaliados quanto à frequência cardíaca, condição metabólica e integridade locomotora. Apenas os conjuntos que completam todas as etapas e são aprovados em todas as inspeções veterinárias permanecem classificados. A colocação final é determinada pelo menor tempo total gasto para concluir a prova, considerando que o conjunto tenha cumprido integralmente o percurso e mantido as condições de bem-estar animal exigidas pelo regulamento. Dessa forma, a modalidade exige não apenas velocidade, mas também estratégia de condução, condicionamento físico do cavalo e capacidade de recuperação ao longo da competição (CBH⁴, 2025).

Figura 3 – Competição de Enduro



Fonte: ABCCA, 2023.

⁴ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. Regulamento de Enduro de Velocidade Livre. Versão 1.0. Rio de Janeiro: CBH, fev. 2025.

Em ambas as categorias, o bem-estar dos animais é um fator determinante para a eliminação, sendo obrigatório que o cavalo passe por verificações veterinárias ao final de cada fase. Nos dias de hoje, o Enduro é considerado o esporte equestre que mais se expande globalmente, com a participação de 61 países e mais de 40 mil competidores (CBH, 2026).

2.3 *Fisiologia do Exercício*

A fisiologia do exercício equino é uma ferramenta indispensável para avaliar a espécie nos programas de treinamento. Se iniciou com Sune Persson, um professor sueco que deu início na década de 60 a esses estudos utilizando esteiras de alto desempenho para avaliar as respostas cardiovasculares (Figueiredo *et al.*, 2021).

Cada cavalo responde ao exercício de maneira única, essas respostas devem ser comprovadas e monitoradas individualmente. Durante a atividade física, além de alterações nos parâmetros fisiológicos como frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), os equinos podem ter mudanças físicas, neurológicas, metabólicas, cardiovasculares e isso é ocasionado por conta do esforço exercido durante um exercício, sendo ele de longa ou curta duração (Araújo, 2014).

2.3.1 *Sistema Cardiovascular: Frequência Cardíaca (FC)*

O sistema cardiovascular tem um papel fundamental na fisiologia do exercício, pois é responsável por levar oxigênio e nutrientes de forma eficaz aos tecidos que consomem mais energia, além de remover os resíduos gerados durante a atividade muscular. Nos cavalos, o coração representa cerca de 0,7% a 1,1% do peso total do corpo, sendo proporcionalmente maior em animais destinados a atividades esportivas de alta intensidade, como as corridas. Anatomicamente, o coração do cavalo apresenta um leve deslocamento para a esquerda e está situado dentro da cavidade torácica, sendo possível a sua ausculta até o sexto espaço entre as costelas. Além disso, não está totalmente coberto pelos pulmões, o que permite um maior contato direto com a parede torácica, facilitando a avaliação clínica (Feitosa, 2025).

A circulação do sangue nos cavalos se divide em dois principais circuitos: a circulação sistêmica (ou grande circulação) e a circulação pulmonar (ou pequena

circulação). A circulação sistêmica tem a função de transportar o sangue oxigenado do ventrículo esquerdo para os tecidos do corpo e levar o sangue venoso de volta ao átrio direito. A circulação pulmonar leva o sangue do ventrículo direito para os pulmões, onde acontece a troca gasosa, retornando em seguida ao átrio esquerdo com o sangue devidamente oxigenado (Feitosa, 2025).

A atividade cardiovascular é controlada principalmente pelo sistema nervoso autônomo (SNA). Em estado de descanso, nota-se a predominância do tônus parassimpático (vagal), que é responsável por manter uma frequência cardíaca relativamente baixa. Em cavalos adultos saudáveis, a frequência cardíaca em repouso geralmente está entre 28 e 44 batimentos por minuto (bpm) (Yonezawa, Barbosa e Kohayagawa, 2014). Durante a atividade física, há um aumento significativo na necessidade metabólica dos músculos esqueléticos. Para atender a essa demanda, o organismo aumenta o débito cardíaco (DC), que é definido como o resultado da frequência cardíaca multiplicada pelo volume sistólico (VS) (Sotero, 2014).

Nesse contexto, a FC é um parâmetro crucial para o acompanhamento durante o treinamento, sendo frequentemente utilizada como feedback para a avaliação do desempenho e da intensidade do exercício. Em cavalos atletas, utiliza-se parâmetros como V160, V180 e V200, que se referem à velocidade necessária para alcançar certas frequências cardíacas. Destaca-se a relevância de um aquecimento prévio apropriado, uma vez que a FC aumenta gradualmente conforme a intensidade do exercício se intensifica, podendo atingir valores entre 210 e 240 bpm, o que caracteriza a FC máxima (FC_{máx}) (Figueiredo *et al.*, 2021).

Análises comparativas entre o treinamento e a competição mostram diferenças significativas na resposta do sistema cardiovascular. Serrano *et al.* (2002) notaram que as frequências cardíacas médias obtidas durante as sessões de treinamento (138 bpm) foram consideravelmente menores do que as registradas em situações de competição (195 bpm), indicando que o treinamento tradicional pode não refletir completamente a exigência fisiológica imposta durante a competição.

Com o avanço das tecnologias de monitoramento, a avaliação cardíaca passou a incorporar a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e a detecção de arritmias. A VFC é uma ferramenta não invasiva que reflete a modulação autonômica do coração, sendo útil para avaliar o equilíbrio entre os componentes simpático e parassimpático do SNA. Durante o exercício, observa-se redução da VFC em decorrência do predomínio simpático, enquanto, na fase de recuperação, ocorre aumento dos índices

de VFC, refletindo a reativação vagal (Hammond *et al.*, 2023).

Sendo assim, é relevante ressaltar que as arritmias cardíacas ocorrem com frequência em cavalos atletas, mesmo entre aqueles que são considerados clinicamente saudáveis e que apresentam bom rendimento nas competições. Yonezawa, Barbosa e Kohayagawa (2014) informam que a frequência de arritmias em equinos saudáveis pode oscilar entre 25% e 30%, sendo que muitas dessas arritmias são consideradas fisiológicas durante o repouso.

No entanto, a presença de arritmias durante exercícios intensos ou na fase de recuperação necessita de um cuidado clínico mais rigoroso. Hammond *et al.* (2023) realizou estudos que mostraram que, em cavalos de corrida da raça Puro-Sangue Inglês, a ocorrência de arritmias teve um impacto considerável nos níveis de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) durante todas as etapas do exercício e da recuperação. De maneira análoga, Solis *et al.* (2025) foi notada uma alta ocorrência de arritmias (detectadas em 74% das gravações) em cavalos que participaram de Concurso Completo de Equitação na fase de cross-country.

Dessa forma, a análise da frequência e do ritmo cardíaco em cavalos atletas deve levar em conta, de maneira conjunta, o ambiente do treinamento, a intensidade do exercício, o momento da análise e as adaptações cardiovasculares relacionadas ao fenômeno conhecido como “coração de atleta”, que visam melhorar o desempenho hemodinâmico e a eficiência funcional do sistema cardiovascular (Yonezawa, Barbosa e Kohayagawa, 2014).

2.3.2 Sistema Respiratório: Frequência Respiratória (FR)

O sistema respiratório dos cavalos é formado por narinas, cavidade nasal, laringe, traquéia, brônquios e os alvéolos pulmonares, sendo que os pulmões estão situados na cavidade torácica. A principal função do sistema respiratório é a troca de gases, processo chamado hematose, no qual o sangue recebe oxigênio e elimina gás carbônico nos alvéolos. Do aspecto anatômico, os pulmões dos cavalos possuem uma divisão lobar clara: o pulmão direito é constituído pelos lobos cranial, caudal e acessório, enquanto o pulmão esquerdo é composto pelos lobos cranial e caudal. A irrigação dos pulmões é realizada pelas artérias pulmonares, que são responsáveis pela circulação funcional, e pelas artérias brônquicas, que atendem o tecido pulmonar. A inervação é controlada pelo

sistema nervoso autônomo (SNA), que regula reflexos respiratórios importantes e mecanismos de defesa contra partículas e substâncias irritantes das vias aéreas (Feitosa, 2025).

A frequência respiratória (FR) nos equinos apresenta variações fisiológicas relevantes ao longo do desenvolvimento e conforme características individuais. Nesse sentido, em cavalos recém-nascidos, com até sete dias de idade, a frequência respiratória se situa entre 20 e 40 movimentos respiratórios por minuto (mrm), diminuindo gradualmente à medida que crescem, atingindo valores entre 10 e 25 mrm aos seis meses de idade. Nos cavalos adultos, a frequência respiratória se mantém, em situações de descanso, entre 12 e 20 movimentos respiratórios por minuto. Adicionalmente, nota-se que animais menores costumam ter frequências respiratórias mais altas, assim como há um aumento gradual da frequência respiratória em éguas gestantes, resultado das adaptações fisiológicas necessárias durante a gestação (Feitosa, 2025).

O cavalo é reconhecido como um atleta de alto desempenho quando comparado a outras espécies, principalmente em razão de sua elevada capacidade aeróbica e de adaptações fisiológicas específicas que favorecem o transporte e a utilização de oxigênio durante o exercício (Franklin, Van Erck-Westergren e Bayly, 2012). Os equinos são respiradores nasais obrigatórios, não sendo capazes de realizar respiração oronasal, diferentemente da maioria das outras espécies. Considerando que aproximadamente 50% da resistência das vias aéreas está localizada nas fossas nasais, essa característica assume grande relevância durante o exercício. Ainda assim, o organismo equino apresenta mecanismos compensatórios eficientes, como a dilatação acentuada das narinas, a abdução completa da laringe e a ocorrência de broncodilatação, mesmo em condições fisiológicas, contribuindo para a redução da resistência ao fluxo aéreo e para a otimização da ventilação pulmonar (Franklin, Van Erck-Westergren e Bayly, 2012; Mazan, 2022).

Durante o exercício, o sistema respiratório é intensamente exigido, sendo frequentemente considerado um dos principais fatores limitantes do desempenho atlético em equinos. Observa-se aumento significativo da FR e da ventilação pulmonar; entretanto, mesmo diante dessas adaptações, animais submetidos a exercícios de alta intensidade podem desenvolver hipoxemia, dessaturação de oxigênio e hipercapnia. Embora o treinamento físico promova aumento do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), tais adaptações estão predominantemente relacionadas aos sistemas cardiovascular e muscular, uma vez que as propriedades estruturais e funcionais dos pulmões e das vias aéreas sofrem pouca modificação. Nesse contexto, os músculos respiratórios assumem

papel central na adaptação ao exercício, com destaque para o diafragma (Fitzharris *et al.*, 2022).

O diafragma constitui o principal músculo respiratório e exerce função essencial durante o exercício. As pressões transdiafragmáticas aumentam progressivamente com a elevação da intensidade do esforço, sendo acompanhadas pelo aumento da atividade elétrica do músculo, o que reflete maior geração de força inspiratória. Ademais, a espessura e o comprimento do diafragma equino são adequados para a produção de forças significativas durante a inspiração (Franklin, Van Erck-Westergren e Bayly, 2012). Fitzharris *et al.* (2022), realizou um estudo sobre o treinamento da musculatura respiratória equina, e afirmou que o exercício físico com duração de 12 semanas promoveu aumento na espessura do diafragma, entretanto, a manutenção de treinos em níveis competitivos resultou na redução subsequente dessa espessura, sendo que os mecanismos responsáveis por essa alteração ainda não foram completamente elucidados.

A ventilação pulmonar durante o exercício aumenta proporcionalmente à demanda metabólica dos músculos em atividade, sendo diretamente influenciada pela intensidade e duração do esforço. Nesse sentido, a ventilação por minuto pode elevar-se de valores inferiores a 100 L/min em repouso para mais de 1800 L/min durante exercícios extenuantes, sendo esse incremento promovido, principalmente, pelo aumento da FR, que pode variar para até 120–148 respirações por minuto (Franklin, Van Erck-Westergren e Bayly, 2012).

Além das trocas gasosas, o sistema respiratório exerce uma função significativa na regulação da temperatura corporal. A perda de calor através da evaporação no sistema respiratório é um mecanismo relevante para a perda de calor, especialmente em locais com altas temperaturas e alta umidade do ar, onde a contribuição da respiração para o esfriamento do corpo é ainda mais relevante (Figueiredo *et al.*, 2021). Assim, após a realização da atividade física, é essencial realizar um acompanhamento cuidadoso da FR, da profundidade dos movimentos respiratórios, da FC e da temperatura retal para analisar a recuperação fisiológica do animal e evitar situações de hipertermia e estresse térmico (Figueiredo *et al.*, 2021).

2.3.3 *Temperatura corporal*

A termorregulação é um processo fisiológico essencial para a manutenção da

homeostase em equinos, especialmente quando esses animais são submetidos ao esforço físico. A temperatura corporal dos mamíferos pode ser dividida em temperatura central e periférica. A temperatura central, geralmente aferida pela via retal, reflete com maior precisão o estado térmico das regiões profundas do organismo, enquanto a temperatura periférica corresponde às variações observadas nos tecidos intramusculares, subcutâneos e na superfície cutânea, sendo influenciada pela circulação sanguínea e pelas condições ambientais (Verdegaal *et al.*, 2023).

A transferência de calor entre as áreas centrais e periféricas permite o equilíbrio entre a produção interna e a perda de calor para o ambiente, contribuindo para a regulação da temperatura corporal (Verdegaal *et al.*, 2023). A temperatura corporal considerada fisiológica em equinos adultos varia entre 37,2 °C e 38,3 °C, enquanto em potros recém-nascidos os valores normais são discretamente superiores, situando-se entre 37,8 °C e 38,9 °C (Reed, 2021), com valor médio em torno de 38,0 °C, sendo amplamente utilizada como parâmetro confiável para a avaliação do equilíbrio térmico corporal (Figueiredo *et al.*, 2021).

Em equinos, a temperatura central é mantida dentro de limites fisiológicos estreitos por mecanismos termorregulatórios coordenados pelo hipotálamo. Esse centro neurofisiológico recebe informações de termorreceptores periféricos localizados na pele e de receptores centrais presentes nos órgãos internos. A integração desses estímulos permite ajustar a produção e a dissipação de calor, garantindo a estabilidade térmica do animal (Wallsten, Olsson e Dahlborn, 2012; Verdegaal *et al.*, 2023).

Durante a atividade física, o aumento da temperatura corporal resulta da interação de diversos fatores, entre os quais se destacam a duração e a intensidade do exercício, as condições ambientais e o estado de hidratação do animal (Figueiredo *et al.*, 2021). Esse desequilíbrio térmico ocorre principalmente em razão da conversão da energia química em energia mecânica durante a contração muscular, processo que gera grande liberação de calor. Estima-se que cerca de 80% da energia metabolizada durante o exercício seja transformada em calor, o que impõe a necessidade de mecanismos fisiológicos altamente eficientes para sua dissipação (Hodgson, Davis e McConaghy, 1994).

Após exercícios intensos, a temperatura dos equinos pode alcançar picos entre 39 °C e 40°C, com uma diminuição nos minutos seguintes (Figueiredo *et al.*, 2021). Verdegaal *et al.*, (2021) confirma em seu estudo que durante o exercício cavalos de enduro podem atingir uma temperatura média máxima de 39,0°C.

Os mecanismos fisiológicos envolvidos na dissipação de calor são determinantes para o desempenho adequado do cavalo durante o exercício (Figueiredo *et al.*, 2021). O principal meio de perda de calor em equinos é a evaporação do suor, responsável por até dois terços ou mais da carga térmica metabólica produzida durante o esforço. Em situações extremas, as taxas de sudorese podem ultrapassar 10 a 15 litros por hora, refletindo a elevada eficiência, mas também a alta exigência desse mecanismo (Hodgson, Davis e McConaghy, 1994). Além disso, a dissipação de calor por meio do trato respiratório desempenha papel relevante, podendo contribuir com aproximadamente 25% da perda térmica total (Hodgson, Davis e McConaghy, 1994).

Além dos mecanismos fisiológicos, respostas comportamentais também participam do processo de termorregulação. Após o exercício, equinos frequentemente utilizam o rolamento como estratégia auxiliar de resfriamento corporal. Observou-se que cavalos tendem a preferir substratos como a grama, enquanto muare apresentam maior preferência pela areia, sendo essa prática associada à redução da temperatura da superfície corporal após o esforço físico (Luz, Maia e Filho 2022).

Os fatores ambientais exercem influência direta sobre a eficiência da termorregulação, especialmente a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. Em climas frios, mecanismos iniciais de conservação de calor, como a vasoconstrição periférica, são ativados, contudo, o calor produzido pelo trabalho muscular tende a superar esses efeitos, promovendo elevação tanto da temperatura cutânea quanto da temperatura central. Portanto, práticas de manejo, como a tosa da pelagem, podem facilitar a dissipação térmica, prevenindo o superaquecimento e a sudorese excessiva que umedece a pelagem de inverno, tornando o processo de termorregulação mais eficiente durante o exercício (Wallsten, Olsson e Dahlborn, 2012).

Diante disso, os principais sinais clínicos de estresse térmico em equinos incluem a elevação da temperatura retal, associada a manifestações físicas como sudorese intensa e maior visibilidade dos vasos sanguíneos periféricos, decorrente da vasodilatação cutânea. Nesse sentido, o monitoramento contínuo da temperatura retal torna-se fundamental para avaliar a capacidade dos cavalos de regular a temperatura corporal dentro dos parâmetros fisiológicos, especialmente durante e após períodos de estresse térmico induzido pelo exercício (Figueiredo *et al.*, 2021).

2.3.4 *Lactato sanguíneo*

Na medicina esportiva equina, a avaliação da concentração de lactato no sangue tem sido amplamente aplicada como um parâmetro auxiliar para a análise do condicionamento físico de cavalos atletas (Pereira, 2015). Esse indicador auxilia na determinação da aptidão física, no monitoramento da intensidade do treinamento e na identificação de adaptações fisiológicas desenvolvidas em resposta à realização contínua de exercícios (Figueiredo *et al.*, 2021). Secani e Palazzo (2009) trazem que equinos em repouso, os valores médios de lactato sanguíneo aproximam-se de 0,5 mmol/L, podendo atingir 20 a 30 mmol/L em exercícios intensos.

Durante a atividade física, a eficiência da musculatura do equino atleta está diretamente relacionada à capacidade do organismo em produzir e utilizar energia. Nesse processo, a glicose destaca-se como uma das principais fontes energéticas e, conforme a intensidade do esforço se eleva, parte significativa dessa energia passa a ser obtida pela glicólise anaeróbica, mecanismo que leva à formação de ácido láctico (Pereira, 2015; Figueiredo *et al.*, 2021).

A produção de energia durante o esforço está diretamente relacionada ao tipo de fibra muscular recrutada. Fibras do tipo I, de contração lenta e elevada capacidade oxidativa, predominam em exercícios de baixa intensidade, com metabolismo essencialmente aeróbio. Em contrapartida, com o aumento da intensidade do exercício, ocorre maior recrutamento das fibras do tipo II, de contração rápida, favorecendo a geração de energia pela via anaeróbia (Pereira, 2015).

A dinâmica metabólica do lactato pode apresentar variações entre os animais, porém sua concentração tende a elevar-se conforme a intensidade do exercício aumenta (Figueiredo *et al.*, 2021). A monitoração das concentrações de lactato sanguíneo em equinos atletas permite a identificação de diferentes zonas de transição metabólica, essenciais para a prescrição de treinamento. Enquanto o limiar aeróbio (V2) é definido pela intensidade de exercício onde o lactato atinge 2 mmol/L, servindo como um indicador da capacidade aeróbia (Miranda *et al.*, 2012), o limiar anaeróbio (V4) representa a intensidade correspondente a 4 mmol/L, ponto caracterizado por uma inflexão ascendente na curva de lactato e maior participação do metabolismo anaeróbico (Azevedo *et al.*, 2012). Esse limiar pode ser medido de vários modos, porém, normalmente utiliza-se o maximal lactate steady-state (MLSS) (Soares *et al.*, 2014).

Sendo assim, a concentração de lactato sanguíneo é amplamente utilizada como indicador do condicionamento físico, auxiliando na prescrição da intensidade do treinamento e na avaliação das adaptações ao exercício crônico. A determinação do limiar de lactato, frequentemente denominado limiar anaeróbio, constitui parâmetro relevante para estimar a capacidade aeróbia e a aptidão para exercícios de resistência (Araujo, 2014).

Contudo, a resposta lactacidêmica ao exercício não deve ser vista apenas como um dado isolado, mas como um indicador fisiológico importante da capacidade atlética. Em equinos com maior capacidade aeróbica, há uma redução no acúmulo de lactato para uma mesma intensidade de esforço ou uma remoção mais eficiente no período pós-exercício. Esse comportamento sugere uma maior eficiência oxidativa muscular, um melhor uso das vias aeróbicas para a produção de energia e uma maior capacidade de tamponamento, diminuindo os efeitos da acidose metabólica induzida pelo exercício (Araujo, 2014).

2.4 *Fisiologia do exercício aplicada à Prova de Três Tambores*

A prova de Três Tambores é uma modalidade equestre de alta intensidade e curta duração, na qual o conjunto cavalo-cavaleiro precisa percorrer um trajeto triangular ao redor de três tambores, buscando completar o percurso no menor tempo possível. Durante a prova, são recrutadas vias metabólicas específicas e parâmetros clínicos vitais são alterados para manter a homeostase, sendo necessário um grande esforço cardiovascular, respiratório e térmico.

A FC é um dos indicadores mais sensíveis da carga de trabalho e da resposta do sistema cardiovascular ao exercício. Em repouso, os valores basais de FC nos equinos variam entre 30 e 40 batimentos por minuto (bpm). Contudo, durante a prova de Três Tambores, observa-se uma elevação abrupta desses valores, refletindo a alta exigência cardiovascular da atividade. Carvalho (2015) relatou que o pico de FC durante a prova atingiu uma média de 211 bpm, com uma média geral de 195 bpm, evidenciando o esforço intenso exigido para completar o percurso. Estudos complementares, como os de Capelletto, Angeli e Graff (2009), também observaram picos de FC elevados, como 208 bpm, e correlacionaram valores mais altos de FC com menores tempos de prova, sugerindo uma relação positiva entre a capacidade cardíaca e o desempenho atlético.

Estudos comparativos entre momentos pré e pós-prova reforçam essa alteração aguda na FC. Rodrigues (2013) também observou aumento considerável, com a FC atingindo 111 bpm logo após a prova. Já Gomes *et al.* (2019) verificaram uma elevação de 40 bpm em repouso para 84 bpm pós-percurso, retornando gradualmente aos níveis basais após 40 minutos de descanso. Silva *et al.* (2023) observaram um aumento substancial, com uma média basal de 39 bpm indo para 106 bpm imediatamente após o exercício.

O sistema respiratório também é fortemente exigido para suprir a demanda de oxigênio e colaborar com a termorregulação durante a prova de Três Tambores. Gomes *et al.* (2019) relataram um aumento semelhante, com a FR subindo de 20 mpm para 51 mpm pós-exercício. Silva *et al.* (2023) observaram um aumento significativo na FR, que passou de 29 mpm em repouso para 53 mpm após a prova. Esse aumento na ventilação não só é crucial para garantir a troca gasosa necessária para a continuidade do exercício, como também desempenha um papel fundamental na dissipação do calor gerado pela contração muscular, ajudando a evitar o estresse térmico.

A temperatura retal (TR) dos equinos também se eleva após o exercício devido ao alto gasto energético. Gomes *et al.* (2019) reportaram valores semelhantes, com a TR subindo para 38,9°C pós-exercício, retornando aos valores basais de 38,6°C após 40 minutos de recuperação. Silva *et al.* (2023) notaram um aumento da TR de 37,2°C para 38,8°C imediatamente após a prova. O aumento da temperatura corporal é um subproduto direto do metabolismo energético acelerado e, se excessivo, pode indicar estresse térmico. No entanto, nos estudos citados, os valores permanecem dentro dos limites fisiológicos aceitáveis para essa atividade intensa.

Outro aspecto crucial da fisiologia do exercício na prova de Três Tambores é o acúmulo de lactato sanguíneo, que ocorre devido à predominância do metabolismo anaeróbico. Silva *et al.* (2013) observaram um aumento substancial na concentração de lactato, que subiu de 0,39 mmol/L em repouso para 11,32 mmol/L logo após o exercício, caracterizando uma acidose metabólica. Carvalho (2015) encontrou uma concentração média de lactato de 10,12 mmol/L três minutos após o término do percurso, com valores elevados até 10 minutos pós-exercício, e redução para 6,48 mmol/L após 30 minutos de recuperação. Esses resultados indicam uma elevada contribuição da via glicolítica anaeróbica no fornecimento de energia para os músculos, o que é característico de atividades de alta intensidade e curta duração, como a prova de Três Tambores.

Gomes *et al.* (2019) reportaram picos ainda mais elevados de lactato, atingindo

14,78 mmol/L logo após o percurso. Mesmo após 40 minutos de descanso, os níveis de lactato (3,46 mmol/L) ainda não haviam retornado aos valores basais, indicando que a remoção do lactato é um processo mais lento em comparação com a recuperação de parâmetros clínicos como a FC e a FR. Gomiero e Coelho (2020) confirmam esses achados, relatando um aumento da concentração de lactato de 0,88 mmol/L (pré-exercício) para 11,70 mmol/L 10 minutos após o exercício, com retorno aos valores basais (1,13 mmol/L) somente 10 horas após a atividade. Rodrigues (2013) também identificou uma elevação significativa do lactato para 10,28 mmol/L imediatamente após a prova, evidenciando o predominante uso da via anaeróbica e os efeitos do exercício sobre a acidose metabólica.

A prova de Três Tambores é um exemplo claro de uma atividade equestre de alta intensidade que exige uma resposta fisiológica integrada do sistema cardiovascular, respiratório e metabólico dos equinos. O monitoramento dos parâmetros clínicos, como FC, FR, temperatura retal e concentração de lactato, é fundamental para entender a magnitude do esforço e otimizar o treinamento e a recuperação dos cavalos atletas. A evidência de elevações significativas em todos esses parâmetros após o exercício reflete a natureza exigente da modalidade e destaca a importância do manejo adequado para prevenir sobrecarga física e garantir o bem-estar dos animais.

2.5 *Fisiologia do exercício aplicado às provas de Enduro*

O enduro equestre distingue-se das demais modalidades hípcas por exigir a manutenção da homeostase durante esforços aeróbicos prolongados e de intensidade variável. O sucesso atlético nessa modalidade depende, sobretudo, da eficiência dos sistemas orgânicos em retardar o aparecimento da fadiga, a qual está frequentemente associada ao esgotamento das reservas energéticas, bem como a desequilíbrios hidroeletrólíticos e termorregulatórios (Bernardi, 2013). Nesse contexto, a monitoração de variáveis fisiológicas, como FC, temperatura corporal e concentração de lactato, permite quantificar o estresse imposto ao animal, além de auxiliar na identificação precoce de riscos metabólicos.

A FC constitui o parâmetro mais acessível e confiável para a avaliação da carga de trabalho e do condicionamento cardiovascular em equinos de enduro. Em repouso, animais bem treinados apresentam, com valores médios em torno de 34 a 35 bpm (Bello

et al., 2011; Bernardi, 2013), podendo alcançar até 36 bpm em cavalos da raça Puro Sangue Árabe (Dumont *et al.*, 2010). Essa adaptação reflete maior eficiência do sistema cardiovascular, característica desejável para atividades de longa duração.

Durante a competição, a FC eleva-se proporcionalmente à intensidade do exercício, grau de desidratação e condicionamento físico do cavalo. Em provas de 30 e 60 km, Teixeira-Neto *et al.* (2004) observaram que, ao atingirem os pontos de checagem veterinária, os animais apresentavam frequências médias próximas a 60 bpm, com recuperação relativamente rápida nos primeiros minutos de descanso. Entretanto, em provas de maior distância, a recuperação tende a ser mais lenta, em função da chamada deriva cardiovascular. Bello *et al.* (2011) demonstraram que, após 30 minutos de recuperação, cavalos que percorreram 90 km mantiveram média de 51,4 bpm, enquanto aqueles que completaram 120 km apresentaram média de 54,8 bpm, evidenciando o impacto direto da distância percorrida sobre a recuperação cardíaca.

Valores persistentemente elevados de FC no período de recuperação são indicativos de exaustão metabólica. Dumont *et al.* (2011) relataram que animais desclassificados por esse motivo apresentaram taquicardia sinusal ou arritmias, com frequências oscilando entre 48 e 78 bpm nos casos de arritmia sinusal, e picos entre 93 e 111 bpm na presença de complexos atriais prematuros. Esses achados sinalizam comprometimento cardiovascular significativo, associado a desequilíbrios metabólicos severos.

A eficiência termorregulatória assume papel central no enduro, uma vez que a contração muscular prolongada gera grande quantidade de calor. Em repouso, a temperatura retal dos equinos varia entre 37,1°C e 37,5°C (Bernardi, 2013; Brito, 2014); contudo, durante o exercício, ocorrem elevações expressivas. Em simulações de 80 km em esteira, Bernardi (2013) observou que a temperatura corporal acompanhou a intensidade do esforço, atingindo picos de até 39,6°C nos momentos de maior velocidade. De forma semelhante, em condições de campo, Brito (2014) registrou que, ao final de competições de 160 km, a temperatura retal média alcançou 39,4°C, evidenciando o elevado desafio térmico imposto pela distância.

É importante destacar que a dissipação desse calor ocorre predominantemente por meio da evaporação do suor, processo que resulta em perdas substanciais de fluidos e eletrólitos. Consequentemente, caso a reposição hídrica e eletrolítica não seja adequada, o animal torna-se predisposto à desidratação e à manutenção da hipertermia no período pós-exercício (Teixeira-Neto *et al.*, 2004).

Durante e após exercícios de longa duração, observa-se elevação significativa da FR. No enduro, especialmente no período de recuperação pós-esforço, é comum registrar valores entre 40 e 60 movimentos respiratórios por minuto. Essa taquipneia frequentemente persiste nos momentos iniciais da recuperação e representa uma estratégia fisiológica para auxiliar na dissipação do calor corporal acumulado, uma vez que a evaporação pelo trato respiratório complementa o mecanismo de sudorese (Bernardi, 2013).

Além de sua função termorregulatória, a resposta ventilatória exerce influência direta sobre o equilíbrio ácido-base. Brito (2014) observou que, ao final de provas de 160 km, os equinos apresentaram um quadro de hiperventilação compensatória. Esse aumento da ventilação pulmonar tem como objetivo favorecer a eliminação do excesso de dióxido de carbono, contribuindo para a manutenção do pH sanguíneo dentro de limites fisiológicos (Bernardi, 2013).

Do ponto de vista metabólico, o cavalo de enduro apresenta um perfil predominantemente aeróbico, caracterizado pela estabilidade da concentração de lactato sanguíneo, mesmo após longas distâncias. Em repouso, a lactatemia basal situa-se entre 0,48 e 0,63 mmol/L (Bernardi, 2013; Brito, 2014). Diferentemente de modalidades de explosão, como a prova de Três Tambores, na qual o lactato pode atingir médias de 13,1 mmol/L (Brito, 2014), no enduro os valores permanecem baixos ao longo da competição.

Brandi *et al.* (2010), ao avaliarem equinos submetidos a 80 km em esteira, verificaram que a concentração de lactato se manteve relativamente estável, oscilando entre 0,9 e 2,0 mmol/L, dependendo da dieta e do momento da prova. Esse padrão foi corroborado em competições de elite de 160 km, nas quais Brito (2014) observou que, mesmo ao cruzar a linha de chegada, a concentração média de lactato foi de apenas 1,59 mmol/L. Esses achados confirmam que cavalos de enduro bem condicionados utilizam predominantemente a via oxidativa, baseada na oxidação de ácidos graxos e glicose, evitando o acúmulo de lactato e, conseqüentemente, a acidose metabólica associada à fadiga muscular precoce (Brandi *et al.*, 2010).

2.6 Lesões e Comprometimento Sistêmico na modalidade de Três Tambores

A exigência física imposta pela modalidade de Três Tambores requer um bom condicionamento atlético para reduzir os riscos de lesões. Quando os equinos são

submetidos a esse esforço intenso sem o devido preparo ou adaptação, observa-se um aumento significativo de biomarcadores de lesão tecidual. Elevações na atividade sérica de enzimas como a Creatina Quinase (CK) refletem danos agudos nas fibras musculares (Gomiero; Coelho, 2020). Neste contexto musculoesquelético, cavalos da raça Quarto de Milha frequentemente apresentam afecções nos músculos da região pélvica. Por meio de avaliações termográficas, Sala, Elui e Jardim (2012) constataram um aumento expressivo da temperatura no músculo semimembranoso logo após o exercício. Esse achado indica que tal grupamento é o mais exigido para a propulsão e explosão do animal durante as manobras, superando o estresse imposto ao semitendinoso e ao glúteo superficial. Tais evidências reforçam a termografia como um excelente método não invasivo para o diagnóstico precoce de inflamação, favorecendo o prognóstico atlético.

Além do estresse biomecânico, a regulação térmica e hídrica atua como um fator limitante na performance desportiva. Silva *et al.* (2023) demonstraram que a temperatura retal se eleva logo após o percurso e pode não retornar aos valores basais nos primeiros momentos de recuperação. Embora a elevação conjunta da temperatura, FC, FR e sudorese possa sugerir um quadro de estresse térmico, animais bem condicionados conseguem manter esses parâmetros dentro de limites fisiológicos toleráveis. Contudo, a intensa perda de eletrólitos decorrente da sudorese pode culminar em uma leve desidratação, o que clinicamente se traduz no aumento do Tempo de Preenchimento Capilar (TPC). Essa alteração hemodinâmica implica diretamente em uma menor perfusão tecidual, podendo agravar a fadiga muscular (Silva *et al.*, 2023).

O desgaste sistêmico é fortemente influenciado pelo metabolismo energético exigido na prova. Sendo uma atividade de explosão, os Três Tambores dependem predominantemente da via anaeróbia, o que resulta em hiperlactatemia severa. Relatos apontam que, poucos minutos após a prova, as concentrações de lactato sanguíneo podem atingir picos médios entre 14,76 mmol/L e 16,6 mmol/L, instaurando um quadro de acidose metabólica pós-exercício (Bueno *et al.*, 2012). Gomes *et al.* (2019) corroboram essa constatação ao evidenciarem que um período de descanso de 40 minutos não é suficiente para restaurar a lactatemia aos valores de repouso. A permanência do lactato circulante prolonga a acidose caso o animal seja mantido inerte. Diante desse entrave fisiológico, o desaquecimento ativo no pós-prova torna-se imprescindível. Mota (2016) destaca que a transição para atividades leves, como o passo e o trote, estimula a gliconeogênese hepática, promovendo a conversão e o consumo do lactato acumulado. Essa prática minimiza os efeitos deletérios da acidose celular e garante uma recuperação

muscular mais efetiva em 24 horas, permitindo que o cavalo suporte a rotina de competições em dias consecutivos.

Embora o sistema locomotor represente a principal causa de queda de desempenho, o sistema respiratório ocupa a segunda posição, sendo responsável por aproximadamente 42% das limitações atléticas. Hilgert (2021) elucida que, ao contrário dos sistemas cardiovascular e muscular, a ventilação pulmonar não sofre adaptações expressivas com o treinamento, tornando-se o principal gargalo para a captação de oxigênio. Durante o galope máximo, a diferença abrupta entre a elevada pressão arterial sistêmica (positiva) e a pressão intra-alveolar (negativa) gera uma sobrecarga limítrofe na barreira alvéolo-capilar. A falha mecânica desses capilares resulta na Hemorragia Pulmonar Induzida pelo Exercício (HPIE), frequentemente diagnosticada por endoscopia no dia seguinte à prova, evidenciando sangue nas vias aéreas. Apesar da gravidade e da frequência dessa lesão vascular, a literatura médico-veterinária ainda carece de investigações mais sistemáticas sobre a inflamação respiratória em equinos sadios submetidos a modalidades de alta intensidade (Hilgert, 2021), como a modalidade de Três Tambores.

2.7 *Lesões e Comprometimento Sistêmico na modalidade de Enduro*

O exercício de Enduro é intrinsecamente marcado pela indução de quadros de desidratação severa, decorrentes da natureza prolongada da atividade. Segundo Brito (2014), a dissipação térmica nestes atletas ocorre predominantemente por meio da sudorese, esse processo evaporativo, embora essencial para o resfriamento corporal, acarreta uma redução expressiva no volume plasmático e consequente hemoconcentração. Estas alterações hemodinâmicas, acompanhadas por modificações nas variáveis hematológicas e metabólicas, ultrapassam frequentemente os limites fisiológicos, podendo comprometer diretamente a homeostase e o desempenho atlético do animal (Brito, 2014).

A intensidade e as velocidades impostas durante as competições de enduro figuram como determinantes críticos para as eliminações clínicas. De acordo com Bennett e Parkin (2018), o impacto cíclico sobre o sistema musculoesquelético favorece o agravamento de danos ósseos e ligamentares preexistentes. Rajão *et al.* (2019) corroboram essa premissa ao demonstrarem que velocidades superiores a 19,5 km/h,

especialmente nas etapas iniciais da prova, funcionam como gatilhos para a manifestação de lesões clínicas.

Além da velocidade, a longevidade esportiva do animal desempenha um papel fundamental na patogênese das injúrias. Cavalos veteranos, com histórico extenso de competições, apresentam maior predisposição ao desenvolvimento de alterações subclínicas. Esse fenômeno é resultado do acúmulo de microdanos teciduais que elevam a probabilidade de falhas estruturais em ossos, tendões e tecidos moles (Bennett; Parkin, 2018).

Somado aos fatores intrínsecos, Nagy, Dyson e Murray (2012) destaca causas extrínsecas de eliminação, ressaltando que injúrias na região da coluna vertebral estão frequentemente associadas ao uso de selas mal ajustada ou ao desequilíbrio e excesso de peso do cavaleiro.

O esforço físico em provas de longa distância (superiores a 90 km) promove alterações significativas no perfil enzimático muscular dos equinos. Estudos conduzidos por Michima, Mirandola e Fernandes (2010) e Sales *et al.* (2013) demonstram elevações substanciais nas atividades séricas das enzimas Aspartato Aminotransferase (AST), Creatina Quinase (CK) e Lactato Desidrogenase (LDH). Tais incrementos enzimáticos sugerem a ocorrência de processos inflamatórios agudos ou microlesões nas fibras musculares. Antunes (2013) e Mattosinho *et al.* (2017) observaram que a CK, por apresentar meia-vida inferior a 24 horas, constitui um marcador de lesão muscular aguda, alcançando seu pico sérico entre 4 e 6 horas após a injúria e normalizando-se, em geral, entre 24 e 96 horas. Em contraste, a AST apresenta meia-vida plasmática mais prolongada, de aproximadamente oito dias, com elevação gradual e pico de concentração em torno de 24 horas após a lesão. Essas diferenças tornam a mensuração concomitante de CK e AST uma ferramenta importante para a avaliação da ocorrência, da intensidade e da evolução temporal do dano muscular em equinos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos parâmetros fisiológicos, demonstrou que as modalidades de três tambores e enduro impõe exigências distintas em razão das diferenças entre intensidade, duração e tipo de esforço realizado.

Além do acompanhamento dos parâmetros fisiológicos, é necessário ampliar a atenção destinada aos períodos de recuperação entre competições. Uma vez que a repetição de esforços intensos sem tempo adequado para recuperação pode resultar em alterações fisiológicas persistentes, favorecendo o desenvolvimento de lesões musculares e distúrbios metabólicos.

Nesse contexto, o período de descanso entre provas torna-se imprescindível para o restabelecimento da homeostase, a normalização dos parâmetros fisiológicos e a adequada recuperação dos tecidos musculares, contribuindo não apenas para a longevidade esportiva dos animais, mas também para a manutenção de sua saúde e qualidade de vida.

Além disso, a avaliação periódica de programas de treinamento e condicionamento seja uma medida essencial para evitar práticas inadequadas, improvisadas ou com cargas excessivas de trabalho. O planejamento adequado de treinamento pode reduzir significativamente o risco de lesões e de quadros de *overtraining*, favorecendo um desempenho esportivo mais seguro e sustentável.

REFERÊNCIA

ANTUNES, A. D. Estresse oxidativo em equinos participantes de prova de enduro de 80 km. 2013. vi, 41 f. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista**, Jaboticabal, 2013.

ARAÚJO, A.M.S. Treinamento e desempenho atlético de equinos (Revisão). **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 18, art. 1774, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAVALO QUARTO DE MILHA (ABQM). **Regulamento Geral de Concursos e Competições**. Revisão setembro de 2025. São Paulo: ABQM, 2025.

AZEVEDO, J. F., OLIVEIRA, C. A., MIRANDA, A.C.T., RAMOS, M. T., ALMEIDA, F. Q., VIANA, M. Limiar anaeróbio (V4) e limiar de lactato mínimo (Vlacmin) em equinos de concurso completo de equitação em testes a campo e em esteira de alta velocidade. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 10, n. 1, p. 87-88, 2012.

BELLO, C. A. O., VASCONCELOS, C.E.D.S., GODOY, R.F.D., TEIXEIRA-NETO, A.R., BORGES, J.R.J., LIMA, E.M.M.D. Ecocardiografia de equinos Puro Sangue Árabe após exercício de enduro de diferentes intensidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 132-136, 2011.

BENNET, E. D.; PARKIN, T. D. H. Fédération Equestre Internationale (FEI) endurance events: Riding speeds as a risk factor for failure to qualify outcomes (2012–2015). **Veterinary Journal**, v. 236, p. 37–43, 2018.

BERNARDI, N. S. Treinamento de cavalos de enduro FEI: abordagem fisiológica. 2013. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista**, Jaboticabal, 2013.

BRANDI, R. A. FURTADO, C. E., MARTINS, E. N., FREITAS, E. V. V., QUEIROZ-NETO, A. D., LACERDA-NETO, J. C. D. Parâmetros bioquímicos de equinos submetidos à simulação de prova de enduro recebendo dietas com adição de óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 313-319, 2010.

BRITO, H. C. D. Alterações no equilíbrio ácido-base em equinos submetidos à prova de três tambores ou à competição de enduro de 160 km. 2014. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual**

Paulista, Jaboticabal, 2014.

BUENO, G. M., BERNARDI, N. S., DIAS, D. P., GOMIDE, L. M., GRAVENA, K., NETO, J. L. Curva lactacidêmica em equinos da raça Quarto-de-milha durante a realização da prova dos três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 50-51, 2012.

CAPELLETO, E. C., ANGELI, A. L., GRAFF, H. Respostas fisiológicas em quarto-de-milha após prova de tambor. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 299-304, 2009.

CARVALHO, M. G. Carga de trabalho de equinos da raça Quarto de Milha monitorados com sistema de posicionamento global (GPS) e monitor cardíaco durante exercício de Três Tambores. 2015. **Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2015.

CBH – CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. Histórico – Tambor. Disponível em: <https://cbh.org.br/index.php/historico-tambor>. Acesso em: 13 fev. 2026.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO (CBH). **Histórico | Enduro**. Disponível em: <https://cbh.org.br/historico-enduro/>. Acesso em: 8 jun. 2026.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO (CBH). **Regulamento de Enduro Equestre**. Rio de Janeiro: CBH, edição vigente. Disponível em: <https://cbh.org.br/index.php/historico-enduro>. Acesso em: 16 fev. 2026.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. **Regulamento de Enduro de Velocidade Livre**. Versão 1.0. Rio de Janeiro: CBH, fev. 2025.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. **Regulamento de Enduro de Velocidade Controlada**. Versão 1.0. Rio de Janeiro: CBH, jan. 2026.

DA LUZ, M. P. F.; MAIA, C. M.; PUOLI F. J. N. P. Equine Rolling Behavior: Thermoregulation Mechanism After Exercise and Substrate Preference. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 27, n. 4, 2022.

DE LIMA PEDRO, A. H., BRANDIERI, T. J. P., JUNIOR, D. P., COSTA, G. B. Bibliographic survey of the parameters used to perform evaluation and physiology of exercise in horses. Levantamento bibliográfico dos parâmetros utilizados para avaliação de desempenho e fisiologia do exercício em equinos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental**

Research, v. 4, n. 1, p. 210-220, 2021.S

DUMONT, C. B. S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos Puro Sangue Árabe submetidos a exercício prolongado de enduro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1966-1973, 2010.

DUMONT, C. B. S. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de equinos desclassificados por exaustão em competições de enduro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 20-27, 2011.

FÉDÉRATION EQUESTRE INTERNATIONALE (FEI). FEI Disciplines. **Lausanne: FEI**, 2026. Disponível em: [FEI Disciplines](#). Acesso em: 8 jun. 2026.

FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária-a Arte do Diagnóstico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2025. E-book. p. 61-79; 223-311. ISBN 9788527740883. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527740883/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FIGUEIREDO, M. D; COSTA, G. B.; RODRIGUES, V.; JUNIOR, D. P. Fisiologia do exercício uma ferramenta imprescindível na avaliação de equinos atletas: Revisão. **Pubvet**, v. 15, n. 06, a848, p. 1-10, 2021.

FITZHARRIS, L. E., HEZZELL, M. J., MCCONNELL, A. K., ALLEN, K. J. Training the equine respiratory muscles: Inspiratory muscle strength. **Equine Veterinary Journal**, v. 55, n. 2, p. 306-314, 2023.

FRANKLIN, S. H.; VAN ERCK-WESTERGREN, E.; BAYLY, W. M. Respiratory responses to exercise in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. 6, p. 726-732, 2012.

GOMES, C. L. N, FILHO, J. D. R., SILVA, L. P., ARANHA, R. M. C., MORAES, F. J., CARDOSO, J. K. M., MONTEIRO, L. C. Parâmetros fisiológicos e bioquímicos de equinos em treinamento de três tambores: pós-condicionamento, pós-percurso e pós-descanso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 631-639, 2019.

GOMIERO, R. L. S. A., COELHO, H. S. Análise de exames hematológicos e bioquímicos em equinos (*Equus caballus*) da raça Quarto de Milha submetidos à prova simulada de três tambores. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 3, n. 2, 2020.

HILGERT, A. R. Influência do esforço físico sobre o grau de inflamação no sistema respiratório de equinos atletas. 2021. **Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2021.

HODGSON, D. R.; DAVIS, R. E.; MCCONAGHY, F. F. Thermoregulation in the horse in response to exercise. **British Veterinary Journal**, v. 150, n. 3, p. 219–235, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rebanho de Equinos (Cavalos) em Minas Gerais**. IBGE Explica, [s. d.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/equinos/mg>. Acesso em: 19 fev. 2026.

LIMA, R.A.S.; CINTRA, A. G. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo. **Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**, 2016. 56 p.

MATTOSINHO, R. D. O., SAMPAIO, A. J. S. A., BALARIN, M. R. S., FIORATO, C. A., VASQUES, G. M. B., MARCUSSO, P., SILVA, A. Alterações hematológicas e bioquímica sérica de equinos atletas. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 4, n. 1, p. 82-91, 2017.

MAZAN, M. Equine exercise physiology challenges to the respiratory system. **Animal Frontiers**, v. 12, n. 3, p. 15-24, 2022.

MICHIMA, L. E. S., MIRANDOLA, R. M. S., FERNANDES, W. R. Estudo da isoenzima creatina quinase CKMB sérica em equinos de enduro após exercício físico prolongado. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 47, n. 1, p. 30-38, 2010.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Subsecretaria de Política e Economia Agropecuária. **Equideocultura**. Belo Horizonte, out. 2024. Disponível em: https://www.mg.gov.br/system/files/media/documento_detalhado/2024-10/Equideocultura_2024.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

MIRANDA, A. C. T., AZEVEDO, J. F., RAMOS, M. T., SILVA, V. P., OLIVEIRA, C. A., VIANA, M., ALMEIDA, F. Q. Limiar aeróbio (V2) e limiar de lactato mínimo (Vlacmin) em equinos de concurso completo de equitação em testes a campo e em esteira de alta velocidade. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 10, n. 1, p. 88-88, 2012.

MOTA, T. P. Tipos de desaquescimentos na recuperação de cavalos Quarto de Milha submetidos à prova de tambor. 2016. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga**, 2016.

NAGY, A., DYSON, S. J., MURRAY, J. K. A veterinary review of endurance riding as an international competitive sport. **The Veterinary Journal**, v. 194, n. 3, p. 288-293, 2012.

NATIONAL BARREL HORSE ASSOCIATION BRAZIL (NBHA Brazil). NBHA trabalha pela expansão dos Três Tambores no Brasil. 2022. Disponível em: **NBHA trabalha pela expansão dos Três Tambores no Brasil**. Acesso em: 7 jun. 2026.

NAVAS DE SOLIS, C., RAMSEYER, A., STEFANOVSKI, D., HAUGHAN, J., SOLOMON, C. J., KIRSCH, K. Association of heart rate variability, exercise intensity and exercising arrhythmias with competition results in eventing horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 57, n. 6, p. 1446-1456, 2025.

PEREIRA, M. A. D. A. J. S. Avaliação das concentrações séricas de lactato, creatina quinase, aspartato aminotransferase, lactato desidrogenase, parâmetros clínicos e hematológicos de equinos Quarto de Milha submetidos à prova de laço em dupla. 2015.

RAJÃO, M. D., LEITE, C. S., NOGUEIRA, K., GODOY, R. F., LIMA, E. M. M. The bone response in endurance long distance horse. **Open Veterinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 58-64, 2019.

REED, S. M.; BAYLY, WARWICK M.; SELLON, D. C. **Medicina interna equina. 4. ed.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. E-book p 232. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788527738262>.

RODRIGUES, I. M. S. M. M. Perfil bioquímico e oxidativo de cavalos em prova simulada de três tambores. 2013. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, 2013.

SALA, L. C. C.; ELUI, M. C.; JARDIM, M. C. Avaliação termográfica da musculatura pélvica de equinos da modalidade esportiva de três tambores. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 29, art. 1437, 2012.

SALES, J. V., DUMONT, C. B., LEITE, C. R., MORAES, J. M., GODOY, R. F., LIMA, E. M. Expressão do Mg²⁺, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 105-110, jan. 2013.

SECANI, A., PALAZZO, E. L. Fisiologia do exercício em equinos. **Nucleus Animalium**, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2009.

SERRANO, M. G.; EVANS, D. L.; HODGSON, J. L. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition. **Equine Veterinary Journal**, Suppl. 34, p. 135-139, 2002.

SILVA, D. P., RIBEIRO, B. P., DE ALMEIDA, A. C. S., FRIAS, D. F. R. Avaliação do Perfil Fisiológico e Hematológico de Equinos Submetidos a Provas de Três Tambores. **Ensaio e Ciências**, v. 27, n. 2, p. 204-208, 2023.

SILVA, M. A. G. GOMIDE L.M.W., DIAS D.P.M., MARTINS C.B., ALBERNAZ R.M., BERNARDI N.S., QUEIROZ NETO A., LACERDA NETO J.C. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça Quarto de Milha participantes da prova dos três tambores. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, n. 2, p. 188-192, 2013.

SOARES, O. A. B., FERRAZ, G. C., MARTINS, C. B., DIAS, D. P. M., LACERDA-NETO, J. C., QUEIROZ-NETO, A. Comparação da máxima fase estável do lactato com a V2, V4, o limiar anaeróbio individual e lactato mínimo em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 39–46, 2014.

SOTERO, R. C. Predição de parâmetros de aptidão aeróbia a partir do custo metabólico e da frequência cardíaca em humanos e equinos. 2014. **Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Católica de Brasília**, Brasília, 2014.

TEIXEIRA-NETO, A. R., FERRAZ, G.D.C., MATAQUEIRO, M.I., LACERDA-NETO, J.C.D., QUEIROZ-NETO, A.D. Reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro de 30 e 60 km. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1505-1511, 2004.

VERDEGAAL, E.-L. J. M. M., HOWARTH, G. S., MCWHORTER, T. J., DELESALLE, C. J. Thermoregulation during Field Exercise in Horses Using Skin Temperature Monitoring. **Animals**, v. 14, n. 1, p. 136, 2023.

VERDEGAAL, E.-L. J. M. M., HOWARTH, G.S., MCWHORTER, T. J., FRANKLIN, S., BOSHUIZEN, B., VEGA, C. V. M., JONAS, S.E., FOLWELL, L. E., DELESALLE, C. Continuous Monitoring of the Thermoregulatory Response in Endurance Horses and Trotter Horses During Field Exercise: Baselineing for Future Hot Weather Studies. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 708737, 2021.

WALLSTEN, H.; OLSSON, K.; DAHLBORN, K. Temperature regulation in horses during exercise and recovery in a cool environment. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 54, n. 42, 2012.

YONEZAWA, L. A.; BARBOSA, T. S.; KOHAYAGAWA, A. Eletrocardiograma do equino. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v. 13, n. 1, p. 84-93, 2014.