

**Mestrado Integrado em Medicina Veterinária  
Ciências Veterinárias**

**Avaliação do Desempenho Desportivo em Duas Modalidades  
de Treino de Equinos**

**Teresa Rita Velez de Carvalho Rosa**

**Orientador: Professor Doutor Mário Pedro Gonçalves Cotovio  
Co-Orientador: Mestre Nuno Filipe Gomes Bernardes**



**UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO  
VILA REAL, 2014**

**Mestrado Integrado em Medicina Veterinária  
Ciências Veterinárias**

**Avaliação do Desempenho Desportivo em Duas Modalidade  
de Treino de Equinos**

**Teresa Rita Velez de Carvalho Rosa**

**Orientador: Professor Doutor Mário Pedro Gonçalves Cotovio  
Co-Orientador: Mestre Nuno Filipe Gomes Bernardes**



**UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO  
VILA REAL, 2014**

## RESUMO

Embora a utilização do cavalo como um atleta de alta competição venha de há muitos anos, a forma como se treinam cavalos por todo o mundo é ainda um pouco empírica.

Este trabalho teve o objectivo de avaliar o desempenho desportivo em condições de campo, em duas disciplinas equestres diferentes: Ensino e concurso de saltos de obstáculos. Foram utilizados dois grupos de cavalos, num total de 16 animais. Os parâmetros utilizados nesta avaliação foram a frequência cardíaca, frequência respiratória, o lactato e a creatina quinase. As medições para cada parâmetro foram feitas antes e depois do exercício.

A média da FC em repouso no grupo de ensino foi de 30,61 bpm e no grupo de saltos de obstáculos 29,3 bpm. A média da FC após o exercício foi de 55,38 no grupo de ensino e de 53,25 bpm no grupo de obstáculos. A média da FR em repouso no grupo de ensino foi de 13,1 rpm e no grupo de saltos de obstáculos 12,7 rpm. A média da FR após o exercício foi de 30,01rpm no grupo de ensino e de 39,42 rpm no grupo de obstáculos. A média do lactato em repouso no grupo de ensino foi de 1,14 mmol/L no grupo de saltos de obstáculos 1,49 mmol/L. A média do lactato após o exercício foi de 1,24 mmol/L no grupo de ensino e de 1,56 mmol/L no grupo de obstáculos. A média da CK em repouso no grupo de ensino foi de 154,78 U/L e no grupo de saltos de obstáculos 163,65 U/L. A média da CK após o exercício foi de 170,67 U/L no grupo de ensino e de 182,09 U/L no grupo de obstáculos.

Os valores encontrados foram os esperados, concluindo-se que na generalidade ambos os grupos estavam bem adaptados às disciplinas e à intensidade de esforço que lhes era exigida. Também se constatou que esta avaliação se revelou simples de realizar, obtendo parâmetros fáceis de analisar e sem interferir na rotina do conjunto cavalo/cavaleiro.

**Palavras-chave:** Cavalo, competição, Ensino, CSO, treino, Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória, Creatina quinase, Lactato

## **ABSTRACT**

Although we have been using horses as high performer athlete for many years, the way we still prepare them to exercise competition is a little bit empirical.

This work had the objective of evaluate sports performance in field conditions in two different disciplines: dressage and show jumping. We used two different groups of horses, consisting of 16 animals. The parameters we used were heart rate, breathing rate, blood lactate and creatinin kinase. The measurements for each parameter were done at rest and after exercise.

The mean of the heart rate at rest for the dressage group was 30,61 bpm and in the show jumping group was 29,3 bpm. The mean of the heart rate after exercise was 55,38 in the dressage group and of 53,25 bpm in the show jumping group. The mean of the breathing rate at rest for the dressage group was 13,1 bpm and in the show jumping group of 12,7 bpm. The mean of the breathing rate after exercise for the dressage group was 30,01bpm and of 39,42 bpm in the show jumping group . The mean of lactate values at rest in the dressage group was 1,14 mmol/L and in the show jumping group of 1,49 mmol/L. The mean values of lactate after exercise was 1,24 mmol/L in the dressage group and of 1,56 mmol/L in the show jumping group. The mean values of CK at rest in the dressage group were of 154,78 U/L and in the show jumping group of 163,65 U/L. The values of CK after exercise were of 170,67 U/L in the dressage group and of 182,09 U/L in the show jumping group.

The results we found were expected, what led us to conclude that in general both groups were well adapted to the disciplines and intensity they were subjected to. We also realized that this type of evaluation was actually very simple to perform, obtaining data that was simple to analyze without interfering in the couple rider/horse routine.

**Palavras-chave:** horse, competition, Dressage, Show jumping, training, Heart Rate, Breathing Rate, Creatin Kinase, Lactate

## AGRADECIMENTOS

Antes de chegar à elaboração desta dissertação houve todo um caminho, que eu só consegui percorrer graças a todos os que me acompanharam ao longo deste tempo.

Aos meus pais, por me terem incentivado acima de tudo a escolher como profissão algo que me fizesse feliz. Por terem abdicado tantas e tantas vezes de tantas coisas para que eu pudesse fazer aquilo que gosto e que me moldaram naquilo que sou hoje.

À minha irmã, que se mostrou sempre preocupada com o meu desempenho académico, que sem saber, me fez querer ser sempre melhor na esperança de ser um bom exemplo para ela. Aos meus avós, que me rodearam de animais, que me encheram de carinho e por toda a ajuda que sempre deram.

Ao Professor Mário Cotovio, por me ter encorajado, por sempre ter proporcionado momentos de grande humor e por ter sido um grande apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Nuno Bernardes, por ter aceite embarcar nesta aventura de me ter aceite como estagiária, por ter sido um professor, um amigo e por me deixar azucriná-lo nas nossas viagens com piadas sem fim.

À Professora Maria João pela ajuda dada no processamento das amostras em laboratório, pela prontidão em ajudar num tão curto espaço de tempo.

Ao Professor Jorge Colaço, que tão prontamente se disponibilizou para ajudar na análise estatística sempre com boa disposição.

A todo o corpo clínico da CVet Montijo, por me terem recebido sempre tão bem e por me fazerem sentir parte da casa.

Ao João e Maria João que sempre me receberam de braços abertos em sua casa e contribuíram para a recolha de dados para este trabalho. Aos tratadores Mimi e Jaime. Aos cavaleiros Mafalda, Catarina, Gonçalo, Laura, António, Pedro e Inês pela ajuda e disponibilidade.

À Dra. Teresa Abrantes pela disponibilidade e simpatia na realização deste estudo. Aos tratadores Mestre Zé, Mestre Pires, Rita, Cornélio Rafaela, Nuno e Vicente e aos cavaleiros Ruben, Carlos, Rui, Gonçalo, Paulo e Rodrigo pela disponibilidade em ajudar e em responder às minhas perguntas e pelos momentos de boa disposição.

Aos Ninja Turtles, se eu podia ter feito o curso com outro ano qualquer, podia, mas não tinha sido a mesma coisa, orgulho-me de todos vós e de ter privado convosco.

A todos os amigos que sempre me acompanharam nos momentos de descontração, nos copos, são muitos, não podendo deixar passar um em especial que já não vai estar cá para comemorar comigo o fim desta fase, a quem agradeço muitos momentos e muitas conversas.

A todas as frescas, às que me receberam era ainda eu uma criança e elas umas senhoras, e à geração que vigora a quem eu agradeço as portas sempre abertas, de quem gosto muito e a quem desejo muita sorte.

Às minhas afilhadas que foram de facto família de quem muito me orgulho.

Aos amigos Maria, Crosta, Sara, Manel e Sofia por tantas e tantas vezes terem sido alvo dos meus telefonemas para partilhar as mais variadas situações, pelo apoio, pela boa disposição, pela companhia, pelas gargalhadas, pelos conselhos, pelos almoços de Domingo, sem vocês tinha sido mais difícil.

Às amigas Margarida e Patrícia obrigada por nunca terem desistido de mim, principalmente a Margarida provavelmente a minha amiga mais antiga, com quem partilhei tantas ansiedades e que nunca me deixou ficar mal ao fim de todos estes anos.

## ÍNDICE GERAL

1. Revisão Bibliográfica.....	1
1.1. O cavalo como atleta.....	1
1.2. Fisiologia do exercício .....	2
1.2.1. As modalidades .....	2
1.2.1.1. Ensino .....	2
1.2.1.2. Concurso de Saltos de Obstáculos.....	3
1.2.2. Resposta muscular.....	3
1.2.2.1. Lactato.....	4
1.2.2.1.1. Valores de lactato em exercícios de diferentes intensidades .....	6
1.2.2.1.2. Eliminação de lactato .....	9
1.2.2.2. Creatina Quinase.....	10
1.2.3. Resposta cardíaca .....	12
1.2.3.1. Frequência cardíaca.....	12
1.2.3.2. Frequência cardíaca em exercícios de intensidades diferentes.....	13
1.2.3.3. Recuperação da frequência cardíaca após o exercício .....	15
1.2.3.4. Monitorização da frequência cardíaca.....	16
1.2.4. Resposta respiratória .....	16
1.2.4.1. Resposta respiratória em exercícios de intensidades diferentes .....	17
1.2.4.2. Frequência respiratória e a sua recuperação depois do exercício .....	19
1.2.5. Resposta metabólica .....	19
1.2.6. Maneio nutricional do cavalo atleta .....	20
1.2.7. Testes de avaliação de performance .....	21
1.2.8. Regimes de treino.....	24
2. Objectivos.....	26
3. Materiais e métodos .....	27
3.1. Duração do estudo .....	27
3.2. Caracterização da amostra.....	27
3.2.1. Constituição dos grupos.....	27
3.2.2. Alimentação.....	27
3.2.3. Peso .....	28
3.2.4. Regime de treino .....	28
3.3. Medições das frequências cardíaca e respiratória e Recolhas de sangue.....	29

3.4. Processamento de dados e análise estatística .....	31
4. Resultados .....	32
5. Discussão de Resultados .....	42
5.1. Frequência cardíaca .....	42
5.2. Frequência Respiratória .....	44
5.3. Lactato.....	46
5.4. Creatina Quinase (CK).....	48
5.5. Correlações de Pearson .....	49
6. Conclusão .....	51
7. Referências Bibliograficas .....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da FC0 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.33)

Gráfico 2 – Evolução da FC1 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.34)

Gráfico 3- Evolução da FR0 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.35)

Gráfico 4- Evolução da FR1 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.35)

Gráfico 5- Evolução do LA0 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.36)

Gráfico 6- Evolução do LA1 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.37)

Gráfico 7 - Evolução da CK 0 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.38)

Gráfico 8- Evolução da CK 1 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2 (pág.38)

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1- Representação das correlações encontradas. (pág.40)

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Média (e desvio-padrão da média) em bpm da frequência cardíaca em repouso (FC0) e após o exercício (FC1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo das 6 sessões de treino. (pág.33)

Tabela 2 – Média (e desvio-padrão da média) em rpm frequência respiratória em repouso (FR0) e após o exercício (FR1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo das 6 sessões de treino. (pág.34)

Tabela 3 – Média (e desvio-padrão da média do Lactato (mmol/L) em repouso (LA0) e após o exercício (LA1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo dos 6 momentos de recolha. (pág.36)

Tabela 4 – Média (e desvio-padrão da média da CK (U/L) em repouso (CK0) e após o exercício (CK1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo dos 6 momentos de recolha.(pág.37)

Tabela 5- Diferenças das médias totais calculadas entre os valores obtidos depois do exercício e em repouso para a frequência cardíaca (FC1-FC0), para a frequência respiratória (FR1-FR0) e a para a CK (CK1-CK0), para o Grupo 1, Grupo 2 e total dos grupos. (pág.39)

Tabela 6 – Correlações de Pearson encontradas entre os parâmetros medidos. (pág 40)

Tabela 7 – Correlações calculadas entre os parâmetros medidos antes e depois do exercício, por grupo. (pág.40)

## LISTA DE ABREVIATURAS

ATP- adenosina trifosfato

BPM- batimentos por minuto

CK- Creatina Quinase

CO<sup>2</sup>-dióxido de carbono

FC-frequência cardíaca

FEI- Federação Equestre Internacional

FR- frequência respiratória

Kg – Kilograma

LA150- Valor de lactato a 150 batimentos por minuto

LA200- Valor de lactato a 200 batimentos por minuto

LA-lactato

LAmáx-valor máximo de lactato

O<sup>2</sup>-oxigênio

PLA-pico de lactato ou valor máximo de lactato

PV-Peso Vivo

RC-rendimento cardíaco

RPM-respirações por minuto

V150-velocidade a 150 batimentos por minuto

V200- velocidade a 200 batimentos por minuto

VLA2-velocidade a que se registam 2 mmol/L de lactato

VLA4- velocidade a que se registam 4 mmol/L de lactato

VO<sub>2</sub>-consumo de oxigênio

VO<sub>2</sub>máx-velocidade a que se atinge o consumo máximo de oxigênio

VT-volume tidal

## **Introdução - nota histórica**

Em Portugal, embora a história da equitação seja quase tão antiga quanto a do início da nacionalidade, a participação de cavaleiros portugueses em provas equestres ou até a realização das mesmas em território nacional remontam apenas ao início do século XX. Foi em 1924, que pela primeira vez, uma equipa portuguesa trouxe uma medalha olímpica de Bronze nos saltos de obstáculos por equipa, nos Jogos Olímpicos de Paris do mesmo ano (Mathias, Gil, & Barros, 1980).

Ao longo das últimas décadas, a importância do cavalo no desporto equestre foi aumentando progressivamente. Actualmente, a pressão para que o cavalo se consiga manter saudável, motivado e com bons resultados em prova ao longo de várias competições é cada vez maior. É fulcral que todos os intervenientes, em especial o cavalo, o cavaleiro, o treinador e o médico veterinário trabalhem em equipa para um bom desempenho em prova. Num contexto desportivo em que todos os pormenores fazem a diferença é crucial acompanhar todo o processo de treino. Este acompanhamento permite avaliar a capacidade física e as respectivas limitações, bem como retirar conclusões em relação ao efeito do treino que é utilizado num determinado momento. Inclusivamente, o registo de dados, quer sobre a duração e intensidade do treino, quer sobre as respostas fisiológicas do cavalo ao mesmo, deve ser feito ao longo do tempo. Isto permitir-nos-á comparar diferentes respostas do cavalo ao exercício ao longo de uma época desportiva, e assim fazer ajustes sempre que necessário em função destes dados.

## **1. Revisão Bibliográfica**

### **1.1. O cavalo como atleta**

O cavalo que conhecemos hoje em dia é resultado de muitos anos de seleção de reprodutores, sendo que o Homem privilegiou, entre outras características, cavalos de muita força, cavalos de grande resistência e cavalos rápidos. Desta seleção surgiram várias adaptações.

De entre as referidas adaptações, é de notar que o sistema cardiovascular do cavalo evoluiu de forma a permitir um maior consumo de oxigénio por quilograma de peso vivo quando comparado com outras espécies. Esta adaptação permite-lhe ter mais oxigénio disponível para ser utilizado em metabolismos aeróbios, como o que é utilizado em primeira instância pela fibra muscular durante o exercício. O coração do cavalo é também dotado de uma grande capacidade de se adaptar às necessidades impostas pelo exercício aumentando a sua frequência cardíaca, garantindo o suporte sanguíneo que o músculo necessita. Estas oscilações na frequência cardíaca podem dar-se entre 20 bpm e os 240 bpm. Além de conseguir atingir frequências cardíacas elevadas, possui também um elevado volume de ejeção de sangue que é determinado, principalmente, pelo tamanho do seu coração (Young, 2013).

O cavalo possui ainda uma reserva esplénica de hemácias preparada para duplicar o volume celular e a distribuição de oxigénio durante o exercício máximo. Estas adaptações são de grande importância para a optimização do transporte de oxigénio (Young, 2013).

Nos cavalos, a proporção de músculo esquelético ultrapassa 50% do peso corporal e a capacidade energética do músculo equino ultrapassa a capacidade cardiovascular de distribuição de oxigénio (Young, 2013) .

A aptidão atlética superior do cavalo em relação a outras espécies resulta assim de um conjunto de factores. São de forma simplista, a sua elevada capacidade aeróbia, com as suas grandes reservas energéticas intramusculares, elevado volume mitocondrial no músculo, capacidade para aumentar o transporte de oxigénio do sangue através da contração esplénica e termorregulação eficiente (Vervuert, 2011).

## **1.2. Fisiologia do exercício**

O tratamento e manutenção de cavalos, especialmente, cavalos de desporto, são cada vez mais exigentes, pelo que é pertinente realizar um estudo cuidadoso da resposta fisiológica ao exercício. Embora tenham sido desenvolvidos vários trabalhos nos últimos anos sobre este tema, o nível actual de conhecimento não é ainda suficiente e precisa de mais investigação. A fisiologia do exercício equina, como a conhecemos hoje, compreende várias áreas de trabalho. Ou seja, além de parâmetros fisiológicos são também incluídas a nutrição, o comportamento, a biomecânica e a farmacologia.

Neste trabalho, dar-se-á particular importância às respostas muscular, cardíaca e respiratória (Hinchcliff, Geor, & Kaneps, 2008).

### **1.2.1. As modalidades**

#### **1.2.1.1. Ensino**

O Ensino é considerado a expressão máxima do ensino do cavalo, a disciplina mais artística e uma prática que remonta à Grécia Antiga. É hoje em dia uma das três disciplinas equestres Olímpicas. Nesta modalidade o cavalo tem de executar exercícios numa determinada série a passo, trote e galope (in, <http://www.fei.org/fei/disc/dressage/about-dressage>, 09/05/14, 10:50) Pode ser enquadrada em duas vertentes distintas: uma é a vertente competitiva associada ao desporto e a outra associada a exposições de exercícios de equitação clássica da qual são exemplos a Escola Espanhola de Viena e a Escola Portuguesa de Arte Equestre (Peplow, 1998).

O tempo de prova oscila, geralmente, entre 8 e 12 minutos. Este período de prova altera-se em função das séries de exercícios pedidas. Além disso, a Federação Equestre Internacional (FEI) certifica-se de que as anteriormente referidas séries de exercícios sejam alteradas com frequência para evitar que os cavalos as consigam prever (Peplow, 1998). A duração do treino é geralmente mais longa do que a de prova, estando sempre dependente da opinião do cavaleiro/treinador. Idealmente devem ser pedidos aos cavalos alguns exercícios por sessão, e não sessões longas e muito repetidas. Espera-se que em prova tenham momentos mais intensos, mas curtos no tempo.

Esta disciplina exige do cavalo flexibilidade, submissão e capacidade muscular e atlética para suportar as constantes alterações na velocidade e no tipo de exercício(FEI).

### **1.2.1.2. Concurso de Saltos de Obstáculos**

Segundo Aguilera-Tejero, o CSO é não só um desporto de nível olímpico, mas também uma popular disciplina atlética (Aguilera-Tejero, *et al.*, 2000).

Saltar a cavalo é um conceito consideravelmente novo, sendo que só na segunda metade do século XVIII é que se começou a dar atenção a esta actividade (Peplow, 1998). Talvez por essa razão, poucos progressos foram feitos na técnica de treino, o qual, convencionalmente, inclui Ensino, coordenação e força, sem que seja considerado o melhoramento das capacidades aeróbia e anaeróbia. Poderá dizer-se, que é, ainda hoje, programado de forma empírica (Barrey & Valete, 1993) .

Nesta disciplina, no recinto da prova, é montado um percurso com uma ordem indicada por números correspondente a diferentes obstáculos. Cada prova, em função do nível de competição, poderá conter obstáculos de diferentes alturas e aspecto físico.

É caracterizada como uma disciplina que exige do cavalo e do cavaleiro coragem, controlo e habilidade técnica (in, <http://www.fei.org/fei/disc/jumping/about>, 09/05/2014, 11:40).

### **1.2.2. Resposta muscular**

As fibras musculares necessitam de energia para poder levar a cabo a contração muscular, sem a qual o cavalo não consegue gerar os seus movimentos naturais e a locomoção. Esta energia é obtida a partir de ATP (adenosina trifosfato) livre, que é a forma utilizada pelo músculo. A degradação de ATP no músculo produz 75% de energia calórica e 25% de energia mecânica. Esta última é a que origina a contração muscular.

Os substratos energéticos utilizados podem ser metabolizados por diferentes vias já que os depósitos intracelulares de ATP são muito escassos e a partir de um período curto de contração muscular esgotam-se. Assim, a célula muscular durante o exercício vê-se obrigada a repor esses depósitos mínimos e essenciais de ATP para continuar a produzir energia de outras fontes metabólicas (Romero, 2010).

O glicogénio é um dos substratos para obtenção de energia. Da sua metabolização obtêm-se, além de energia, lactato e amónia, que se vão acumulando no músculo, uma vez que a corrente sanguínea não consegue removê-los à velocidade que são produzidos. Pensa-se que a fadiga muscular é consequência, em parte, dessa acumulação. Apesar da acumulação de lactato poder constituir um problema, a depleção do glicogénio muscular é sem dúvida o factor mais importante. A reposição das reservas de glicogénio pode demorar 2 a 5 dias, em função do quão foram gastas (Romero, 2010; Koho, Väihkönen, & Pösö, 2002).

O gasto de glicogénio pode ser parcialmente controlado se o plano alimentar e de exercício estiverem sincronizados (Gibbs *et al* 1995). Não obstante, as fontes calóricas necessárias ao metabolismo muscular para obtenção de energia têm de ser fornecidas pela dieta com as quantidades necessárias de energia. O glicogénio e os triglicéridos são as principais fontes que dão suporte à contração anaeróbia inicial, pelo que devem ser consideradas na formulação da dieta (Falaschini & Trombetta, 2001).

### **1.2.2.1. Lactato**

O lactato (LA) é um metabolito procedente das vias metabólicas anaeróbias. O controlo dos níveis sanguíneos de ácido láctico durante e após o esforço é uma das ferramentas de diagnóstico e prognóstico mais importante na avaliação do rendimento do treino (Romero, 2010).

Um dos metabolismos utilizados para a obtenção de energia é o dos hidratos de carbono. Os hidratos de carbono mais utilizados são o glicogénio e a glicose (Romero, 2010). No cavalo a glicose é armazenada como glicogénio no fígado e músculo esquelético, com mais de 90% das reservas corporais de hidratos de carbono armazenadas no músculo esquelético (Hinchcliff, Geor, & Kaneps, 2008). Estes, podem ser degradados pela via aeróbia (oxidativa) ou pela via anaeróbia (glicolítica). A via aeróbia necessita da presença de oxigénio para poder gerar energia, enquanto a anaeróbia não. A via oxidativa é a continuação na mitocôndria da degradação anaeróbia através do ciclo de Krebs e da cadeia de transporte de electrões mitocondrial. O produto final desta via metabólica é o piruvato. O piruvato na ausência de oxigénio é

transformado em lactato com acumulação de iões  $H^+$  (via anaeróbia). Os iões  $H^+$  retidos pelo lactato são os que realmente produzem a descida do pH intracelular (acidose láctica) e dão origem à fadiga. Por outro lado, na presença de oxigénio, entra dentro da mitocôndria e por descarboxilação oxidativa é convertido em acetil coenzima A que se integra no ciclo de Krebs (Romero, 2010).

Outra forma de obter energia é utilizando ácidos gordos. No caso dos ácidos gordos, estes constituem depósitos de alta energia que se encontram nas fibras musculares oxidativas e de baixa velocidade de contracção. A fim de serem utilizados, têm de ser oxidados na mitocôndria da fibra muscular. A  $\beta$ -oxidação visa reduzir a cadeia de acil Coenzima A em átomos de carbono e gerar acetil Coenzima A, que entra no ciclo de Krebs, da mesma forma que as moléculas geradas pela degradação dos hidratos de carbono. Em exercícios de resistência, a utilização de ácidos gordos realiza-se fundamentalmente a partir da degradação de triglicéridos armazenados no tecido subcutâneo. Quando é registado um aumento do lactato, a mobilização de ácidos gordos livres diminui, sendo este o primeiro regulador na mobilização de ácidos gordos durante o exercício submáximo de longa duração (Romero, 2010).

Outro substrato utilizado durante o exercício são as proteínas. As proteínas são sobretudo utilizadas na reparação de tecido danificado durante o exercício e na gluconeogénese durante a fase de recuperação pós-exercício. A cadeia carbonada é convertida em Acetil CoA, em Acetoacetil CoA, em piruvato ou em algum dos compostos intermediários do ciclo de Krebs para que possam ser oxidados com produção de energia.

Sabendo que o lactato é um metabolito que se acumula no músculo durante o exercício, é expectável que após o exercício se observe um aumento do seu valor, em relação ao valor basal. O valor obtido após o exercício permite-nos retirar informações em relação ao esforço realizado. Uma opção a considerar será observar o tempo que o lactato demora a voltar aos valores basais como um índice da capacidade do indivíduo de recuperar e utilizar este catabolito como um substrato oxidável para os desempenhos muscular e cardíaco (Falaschini & Trombetta, 2001).

Por um lado, o lactato permite enquadrar o exercício realizado num tipo de metabolismo aeróbio, anaeróbio ou numa transição de aeróbio para anaeróbio. Por outro

lado, podemos tentar avaliar o nível de treino de um animal, em função do aumento registado do lactato e fazer uma previsão da capacidade atlética de um indivíduo. Este valor estará sempre dependente não só de outros factores, como termos oportunidade de ver mais à frente neste trabalho, mas também dos metabolismos utilizados e dos substratos energéticos de que dispõe o organismo (Romero, 2010).

A intensidade do esforço pode também ser considerada como limiar do lactato, isto é, tendo conhecimento desse limiar podemos estar a caracterizar a intensidade do esforço num determinado momento. Existem várias definições para este limiar, uma delas inclui a concentração de lactato quando alcança os 4 mmol/litro ou então a velocidade a que a Frequência Cardíaca (FC) atinge os 200 bpm ou o ponto de interrupção da curva de lactato durante um exercício em crescendo (Romero, 2010). O treino aumenta a capacidade oxidativa do músculo esquelético e melhora a utilização do lactato pelos músculos que trabalham. O efeito das adaptações de treino é um atraso no começo da acumulação de lactato (Sexton, Erikson, & Coffman, 1987).

O lactato é também um metabolito intermediário importante na gluconeogénese hepática (ciclo de Cori) e pode ser utilizado pelo músculo cardíaco ou esquelético como substrato energético durante a contração muscular. A formação do lactato depende da disponibilidade de oxigénio, do tipo de fibra, da velocidade da gluconeogénese muscular, da alimentação, do nível de treino e do nível de catecolaminas circulante.

O facto de lactato apresentar, geralmente valores mais elevados após o exercício demonstra que a obtenção de energia por via anaeróbia é essencial para a manutenção dos exercícios de máxima intensidade quando a demanda de ATP por unidade de tempo supera a velocidade com que pode ser produzido de forma aeróbia (Romero, 2010; Hinchcliff, Geor, & Kaneps, 2008; Sexton, Erikson, & Coffman, 1987).

#### **1.2.2.1.1. Valores de lactato em exercícios de diferentes intensidades**

As medições de LA servem para guiar e melhorar os programas de treino (Lindner, *et al.*, 2012). O lactato contribui para a fadiga ao diminuir o pH sanguíneo, que interfere com o processo de contracção muscular. Os valores de lactato no sangue em cavalos em repouso oscilam entre 0,38 e 2 mmol/L (Romero, 2010)

independentemente do grau de treino que possuam. Outros intervalos são indicados como  $0,48 \pm 0,02$  mmol/L (Baker, *et al.*, 2001). Quando o cavalo é sujeito a intensidades de esforço baixas, a concentração de LA no plasma aumenta de forma linear. Quando o exercício é de intensidade crescente este aumento torna-se exponencial. É ainda interessante constatar que a concentração de LA em cada sessão de esforço se vê afectada pela sessão precedente, podendo considerar-se como uma acumulação resultante do trabalho. A acumulação plasmática de LA produzido pelo músculo segue uma evolução exponencial que deu lugar à definição dos limiares metabólicos, considerando que concentrações plasmáticas de 2 mmol/L são referência para o limiar aeróbio e 4 mmol/L é referência para o limiar anaeróbio. Assim podem considerar-se três situações. VLA2 (velocidade à qual o cavalo regista um valor de lactato sanguíneo de 2 mmol/L) é o limiar do potencial oxidativo, abaixo de 2mmol/L LA existe actuação preferencial das fibras tipo I (oxidativas), utilizando-se o metabolismo das gorduras como substrato energético preferencial. Outra situação será a zona metabólica entre 2 e 4 mmol/L de LA, que é considerada uma zona de transição aeróbia-anaeróbia, com maior participação de mecanismos oxidativos. Por fim, a zona superior a 4 mmol/L que indica que se produziu um aumento na intensidade do esforço, com um incremento gradual de lactacidemia, assinalando o momento em que o LA começa a acumular-se de forma brusca. Assim, a concentração de 4 mmol/L representa um equilíbrio entre a génese e a degradação deste metabolito. Uma elevação mínima sobre o limiar anaeróbio conduz à utilização das vias glicolíticas, estimulando a actividade das fibras tipo IIB ou anaeróbias com utilização do glicogénio como fonte energética. Consequentemente, a concentração de LA dispara, chegando a alcançar valores que triplicam os previamente referidos, pelo que a actividade acima dos 4 mmol/L vê-se gravemente comprometida. O VLA4 (velocidade à qual o cavalo regista um valor de lactato sanguíneo de 4 mmol/L) é um indicador da capacidade atlética, do estado da forma física. Aumenta em resposta ao processo de treino (segundo a intensidade, duração e frequência), à idade (sendo que a partir dos 5 anos o efeito da idade não parece influenciar as variações de VLA4) e uma dieta rica em gordura. O limiar anaeróbio está relacionado com as capacidades cardiovasculares e com as características musculares (Romero, 2010). Além disso, a acumulação de lactato está exponencialmente relacionada com a intensidade do exercício. Uma concentração plasmática de 4 mmol/L é considerada como o limite acima do qual o lactato começa a acumular-se rapidamente, pelo que pode ser adoptado como uma referência para o limiar anaeróbio. Uma concentração

plasmática de lactato de 2 mmol/L é considerada como um valor estável durante o exercício aeróbio. A velocidade à qual é atingido este valor pode ser considerada como uma medida para o limiar aeróbio (Castejón, Rubio, Tovar, Vinuesa, & Riber, 1994). Quando este limiar é ultrapassado, os cavalos ficam mais suscetíveis à depleção de energia e fadiga (Gibbs *et al* 1995).

Durante os exercícios de intensidade crescente existe uma relação exponencial entre o esforço cardiovascular expressado em função da FC e da acumulação plasmática de LA. Desta forma, surgiram os índices LA150 (valor de lactato medido quando o cavalo apresenta uma FC de 150 bpm) e LA200 (valor de lactato medido quando o cavalo apresenta uma FC de 200 bpm). Como já foi referido anteriormente, a quantidade de LA acumulado durante o exercício está relacionada com a tipologia fibrilar do músculo. Assim, a elevação substancial da concentração de LA nos exercícios máximos deve-se à intervenção de fibras tipo IIB. Desta forma, os cavalos com maior percentagem deste tipo de fibras apresentam valores de menores de VLA4. O treino aumenta os quocientes entre as percentagens de fibras I/II, IIA/IIB e a capacidade oxidativa das três populações fibrilares. Durante o exercício de saltos de obstáculos é produzida uma acidose metabólica de intensidade moderada com valores de LA pós-exercício de  $9,09 \pm 9$  mmol/L. Embora possa parecer que a duração e a intensidade do esforço durante um concurso de saltos de obstáculos são baixas, a lactacidemia presente no sangue evidencia que o metabolismo é mantido de forma parcial através dos mecanismos glicolíticos. Já foi sugerido que as contrações dinâmicas e periódicas durante os saltos podiam actuar como fatores determinantes do aporte sanguíneo ao músculo dando lugar a uma acidose metabólica. No caso do concurso completo de equitação, as diferenças verificadas entre autores para valores médios de LA devem-se a diferenças nas características do terreno, no nível da competição e nas dificuldades técnicas associadas. Nos exercícios submáximos de longa duração, os valores médios de lactato são inferiores a 4 mmol/L, uma vez que a via metabólica predominante é a via aeróbia e a produção deste metabolito se equilibra com a sua eliminação. Deduz-se que em qualquer tipo de exercício se produz algum LA no interior da fibra muscular já que existe um mínimo de metabolismo anaeróbio sempre presente. É ainda importante referir que é durante o exercício de intensidade máxima onde se observam concentrações mais elevadas de LA no músculo. A concentração máxima de LA nos equídeos é superior à do Homem, uma vez que estes possuem uma concentração

de glicogénio intrafibrilhar mais elevada e os seus músculos têm mais capacidade anaeróbia. Quando analisado em intensidades de esforço elevadas o LA não parece ser um bom indicador de rendimento desportivo, pelo que se demonstra um melhor indicador em exercícios submáximos. Cavalos treinados têm menores valores de LA em exercício submáximo em relação aos não treinados devido ao aumento de actividade das enzimas citrato sintase, 3-OH-acilCoA desidrogenase e hexoquinase (Romero, 2010). Cavalos de performance superior mostraram, em estudos anteriormente feitos, valores mais baixos de lactato em repouso depois de um teste feito na passadeira rolante (Evans, 2007). Dos programas de treino condicionado já realizados que avaliam a intensidade do exercício orientada pelas concentrações séricas de LA, o mais eficaz foi aquele em que se trabalhavam os cavalos 3 vezes por semana durante 45 minutos no seu V2 (velocidade a que o cavalo regista 2mmol/L de lactato no sangue) individual (Lindner *et al* 2009) .

#### **1.2.2.1.2. Eliminação de lactato**

O lactato produzido na miofibrilha experimenta uma difusão até à corrente sanguínea e até às fibras musculares adjacentes. Existem diversos mecanismos de eliminação do LA produzido no músculo. Entre estes, destacam-se a libertação no sangue, a captura pelas hemácias, a oxidação nas fibras com metabolismo oxidativo, a gluconeogénese no fígado e perda pela urina e pelo suor. É ainda de referir que o LA sanguíneo está condicionado pelo pH sanguíneo, pela existência de um transportador de membrana, pela concentração de adrenalina, pelo hematócrito e pela hemoglobina. A intensidade da lactacidemia durante o exercício e a importância quantitativa dos mecanismos de eliminação do LA condicionam o tempo necessário para o retorno das concentrações aos valores basais. O ácido láctico pode atravessar as membranas biológicas por difusão, mas no pH fisiológico, dissocia-se e necessita de um transportador determinado por um gradiente de concentração. Este gradiente entre o músculo e o plasma mantém-se durante os 10 minutos iniciais do período de recuperação após o exercício. Não obstante, este transportador parece estar condicionado pela concentração muscular de LA e podia ser saturável. Assim, até cerca de 812 mmol/L a difusão passiva seria suficiente para remover o lactato, mas ao ultrapassar este nível sérico seria necessário o recurso a um transportador. A importância do sequestro intraeritrocitário de LA aumenta com a intensidade do

exercício, servindo de modelo à sua elevação plasmática mantendo o gradiente músculo-plasma. Foi calculado que a eliminação de LA por parte dos eritrócitos sequestrados pelo baço no final do exercício representa cerca de 5% do LA total. As perdas de LA no suor e na urina aparentemente são mínimos. Um factor importante que influencia a velocidade de eliminação do LA muscular é o nível de exercício efectuado durante a recuperação. Uma recuperação activa, em que o animal efectua exercício de intensidade leve, favorece a eliminação do LA até 50% quando comparado a uma recuperação passiva sem qualquer actividade física. As fibras tipo I são as que contraem durante o exercício submáximo e usam o LA como substrato energético, pelo que são as responsáveis por este facto. O pico de LA, ou PLA ou LAmáx identifica o valor mais elevado de lactacidemia. Assim, os exercícios que produzem níveis de LA inferiores ao limiar anaeróbio apresentam PLA no final exercício. Quando a concentração plasmática após o exercício é superior a 8 mmol/L o PLA foi alcançado entre o primeiro e o décimo minuto após o esforço (Romero, 2010).

#### **1.2.2.2. Creatina Quinase**

As isoenzimas Creatina Quinase (CK) catalizam a fosforilação reversível da creatina para a forma creatina fosfato, disponibilizando a adenosina trifosfato para a contração pela fosforilação da adenosina difosfato a partir de creatina fosfato. A conversão da creatina em creatinina é um processo não enzimático e irreversível. A quantidade de creatinina formada a cada dia depende do conteúdo do corpo em creatina, o qual depende da ingestão através da dieta, da taxa de síntese de creatina e da massa muscular. A CK é maioritariamente proveniente do músculo esquelético e os seus níveis dependem da idade, sexo, raça, massa muscular, actividade física e condições climáticas. A CK pode também ter valores diferentes ao longo do dia em função do seu ritmo circadiano (Piccione, Giannetto, Fazio, Casella, & Caola, 2009).

As alterações na actividade plasmática de uma enzima podem ocorrer por várias razões incluindo necrose celular, síntese diminuída ou aumentada da enzima e alterações na permeabilidade da membrana celular que a encerra. Uma das enzimas mais utilizadas para avaliar o sistema muscular é a creatina quinase (CK).

A CK é relativamente específica para o músculo, atinge o pico de concentração algumas horas depois de um esforço, sendo removida do sangue rapidamente, com um

tempo de semivida de cerca de 2 horas. A medição da actividade sérica da CK antes e depois de um período controlado de exercício foi sugerida como sendo uma ajuda no diagnóstico de alterações musculares tanto no homem como no cavalo. Ainda assim, tem havido algumas reservas em relação ao que pode ser considerado resposta normal ao exercício, ou pelo menos em parte, devido às diferenças nos protocolos usados e à inclusão de indivíduos que possam apresentar problemas musculares prévios. No cavalo saudável, o efeito do exercício na actividade da CK depende da forma física do animal, da intensidade e da duração desse exercício, bem como do ambiente em que este decorre. Num estudo efectuado por Harris *et al* (1998) foi sugerido que a recolha de amostras a um maior número de animais, antes e depois do exercício durante toda a época desportiva, poderia facilitar a diferenciação entre os animais que mostravam uma resposta fisiológica normal e os que mostravam uma resposta anormal ou patológica. Além disso, a influência de efeitos tais como a idade, o género, a preparação física e altura do ano na resposta da CK, ao exercício, não tinha sido estudada anteriormente. Nesse estudo, que efectuou uma comparação entre um grupo de cavalos de 2 e de 3 anos, observaram que a idade não teve efeito na actividade de CK nas poldras, no entanto, teve efeito na maioria dos outros parâmetros medidos no caso dos poldros, com tendência para que os de 2 anos tivessem valores de CK mais elevados do que os de 3 anos. Assim, a variável género apresentou efeitos diferentes consoante a idade. Para o grupo de animais com 3 anos o único efeito significativo foi a diferença entre os valores obtidos em repouso e duas horas depois do exercício. Neste caso sofriram maiores aumentos no grupo das fêmeas do que no grupo dos machos, principalmente em Junho. No grupo de animais com 2 anos a tendência foi para que as poldras registassem maiores valores de CK nas 3 recolhas que eram feitas de cada vez: antes do exercício, duas horas após e ainda 24 horas depois deste. No geral, as fêmeas pareceram apresentar mais facilmente o dobro dos valores de CK na recolha antes do exercício do que os machos às 2 horas após (Harris, Marlin, & Gray, 1998). Através do estudo da actividade da CK, podemos obter informação sobre o estado do músculo durante o exercício. Níveis séricos elevados de CK podem ser relacionados com um estado de treino físico em animais saudáveis, por outro lado, níveis elevados desta enzima de forma persistente em repouso podem refletir uma doença muscular subclínica (Eades & Bounous, 1997).

### **1.2.3. Resposta cardíaca**

#### **1.2.3.1. Frequência cardíaca**

O cavalo dispõe de um sistema cardiovascular com grande capacidade para o transporte de oxigénio desde os pulmões até aos tecidos periféricos. O consumo de oxigénio ( $VO_2$ ) em relação com o peso corporal do cavalo é superior ao que têm outras espécies. O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx}$ ) define-se como o volume máximo de oxigénio que o organismo é capaz de captar do meio ambiente. O cavalo apresenta valores de 130-135 ml  $O_2$ /Kg/min. Os principais factores que condicionam o  $VO_2$  são as capacidades funcionais do sistema respiratório, cardiovascular e músculo-esquelético. O sistema cardiovascular caracteriza-se por possuir uma parte funcional, determinada pelo rendimento cardíaco (RC) e uma parte dimensional, representada pelo volume sanguíneo e variáveis relacionadas. Estes dois componentes são determinantes na entrega de oxigénio aos tecidos metabolicamente activos. Por sua vez, a funcionalidade cardiovascular está condicionada pela frequência cardíaca e pelo volume de contração, cujo produto dá lugar ao RC. Este rendimento influencia directamente o consumo de oxigénio já que segundo a equação de Fick, o consumo de oxigénio é igual ao produto entre o rendimento cardíaco e a diferença arteriovenosa de oxigénio. Conhecer a frequência cardíaca de um cavalo pode dar-nos uma ideia fiável da sua condição física, uma vez que as suas variações nos permitem saber como responde ao exercício, bem como a sua recuperação posterior, e com estes dados podemos obter um indicador de saúde deste animal. Não obstante, são vários os factores que podem modificar a FC como seja a dor, a excitação, o estado hídrico ou estimulação do sistema nervoso simpático que pode induzir aumentos de 110 batimentos por minuto (bpm), quando comparado com os 25 a 40 bpm de valor basal. Assim, recomenda-se uma monitorização no princípio do exercício já que pode revelar um excesso de trabalho nos dias precedentes ou ser o preâmbulo de diferentes patologias (Romero, 2010).

O sistema cardiovascular é responsável pela distribuição de sangue aos músculos, sendo as fontes de energia e o oxigénio dois componentes do sangue necessários à actividade muscular. É igualmente necessário que este sistema seja capaz de remover dos músculos produtos do metabolismo como o dióxido de carbono e o lactato. Sem estas funções o sistema músculo-esquelético do cavalo não é capaz de funcionar apropriadamente. A frequência a que o sangue chega até aos tecidos é em

grande parte regulada pelo número de vezes que o coração bate por minuto, sendo esta regulada em função dos níveis de dióxido de carbono e oxigénio no sangue. Outros factores podem afectar a frequência cardíaca como a dor ou a excitação. A frequência cardíaca normal do cavalo em repouso é de 30 a 40 batimentos por minuto, podendo ver-se aumentada se o cavalo se encontrar mais excitado, no entanto, pode também acontecer o contrário. À semelhança do que se passa no ser humano, o condicionamento físico pode diminuir a frequência cardíaca no cavalo em repouso, embora em alguns estudos isso não tenha sido demonstrado de forma apreciável. Em relação ao limiar anaeróbio, as frequências cardíacas a abaixo deste limiar, entre 150 e 170 bpm, caracterizam uma grande percentagem de exercício praticado aerobicamente. O exercício aeróbio utiliza formas de obtenção de energia que exigem o consumo de oxigénio e usam ácidos gordos e glicose sanguínea como combustível. Quando a duração e a intensidade do exercício aumentam, as exigências para o sistema cardiovascular aumentam também, o que resulta numa frequência cardíaca mais elevada. As frequências cardíacas abaixo do limiar anaeróbio caracterizam taxas de metabolismo que excedem a capacidade das vias que utilizam oxigénio para fornecer oxigénio, pelo que frequências cardíacas superiores a 170 bpm caracterizam uma grande percentagem do metabolismo que ocorre anaerobicamente, Este metabolismo anaeróbio é em primeiro lugar suportado por glicose e glicogénio como combustível. A FC máxima para cavalos adultos é estimada entre 220 e 260 bpm, é variável entre indivíduos e não parece ser influenciada pelo treino, porém deve ser tida em linha de conta como uma zona de perigo durante o treino (Gibbs *et al* 1995).

#### **1.2.3.2. Frequência cardíaca em exercícios de intensidades diferentes**

O exercício físico supõe o aumento da actividade metabólica nos tecidos (sobretudo no músculo esquelético). O aumento da actividade metabólica requer adaptações do sistema cardiovascular que, por um lado, garantam o aporte correcto de oxigénio à fibra muscular e, por outro, a remoção dos produtos residuais do metabolismo. Esse aporte extraordinário de oxigénio consegue-se com um incremento da FC, proporcional à intensidade metabólica muscular, se bem que FC superior a 200 bpm indica-nos uma limitação no transporte e utilização de oxigénio pela miofibrilha e por consequência, um metabolismo predominantemente anaeróbio. O aumento metabólico muscular produz diversos reajustes nos tecidos activos com aumentos do RC de 68% para o sistema respiratório, 98,5% para o muscular e 50% para o cardíaco. A

frequência cardíaca alcança o seu valor máximo 30-45 segundos após o início do exercício. Devido à estimulação simpática e à mobilização do reservatório sanguíneo esplênico que provoca uma hipervolemia e portanto um ajuste cardiovascular. Este ajuste varia em função da intensidade do exercício, do temperamento do cavalo, do grau de treino, estado cardiorrespiratório ou das características do período de aquecimento, estabilizando-se a FC aos 2-3 min sempre que a intensidade do exercício se mantenha. Nos exercícios de intensidade crescente a FC eleva-se de forma linear com a velocidade entre 120 e 210 bpm. Abaixo deste intervalo a FC é mais afectada pelas variações do tónus simpático, enquanto que acima deste intervalo estaremos perto do valor da frequência máxima. Esta relação pode ser afectada por factores fisiológicos como a forma física do animal, o nível de treino, a superfície de trabalho ou patológicos como fibrilação atrial, despolarizações prematuras ventriculares e processos obstrutivos recorrentes de vias respiratórias inferiores (Romero, 2010).

Desta relação linear derivam índices de funcionalidade como V150 e V200 (velocidades de exercício a 150 e 200 bpm). V150 é uma expressão da capacidade circulatória do cavalo, como revela a sua correlação com o volume de contração cardíaco e com a diferença arteriovenosa de oxigénio. Sabe-se que 150 bpm se aproxima do nível máximo de FC em estado constante, no entanto, observou-se que os níveis plasmáticos de Lactato não aumentam de modo significativo sobre os valores basais até 158 bpm. Isto indica que uma carga de esforço a 150 bpm devia ser realizada de um modo totalmente aeróbio pela maioria dos cavalos. Assim, V150 representa também a capacidade aeróbia do indivíduo. V200 está relacionado com o volume total de sangue e com o número absoluto de eritrócitos. Reflete o potencial oxidativo máximo, aumentando com a melhoria da forma física e reduzindo com o desenvolvimento de patologias cardiorrespiratórias e músculo-esqueléticas. Há que ter em conta que 200 bpm se aproxima da FC<sub>máx</sub> (denominado o momento em que aumentos adicionais de velocidade não aumentam a frequência cardíaca). Nos exercícios de intensidade submáxima a FC depende, entre outros factores, da intensidade e duração do esforço. Assim devemos diferenciar entre actividades de curta duração, concurso de saltos de obstáculos, segundo dia em concurso completo de equitação, actividades submáximas prolongadas e provas de resistência. Nos exercícios de intensidade máxima em vez de se observar uma relação linear, alcança-se um valor máximo geralmente 220 e 240 bpm que não se modifica com o treino (Romero, 2010).

No que diz respeito aos valores de frequência cardíaca em repouso, vários autores como Sexton *et al* (1987) encontraram diminuições neste parâmetro com o decorrer do estudo, o que pode ser consequência da familiarização com os procedimentos do estudo ou uma verdadeira adaptação fisiológica. Na verdade, um aumento no volume de contração concomitante com a diminuição da frequência cardíaca pode manter o output cardíaco e ser energeticamente mais favorável (Sexton, Erickson, & Coffman, 1987).

A frequência cardíaca sendo utilizada como indicador, quando aumentada sem motivo aparente ou em exercício inferior àquele a que o cavalo está habituado pode ser indicação de claudicação ou outra condição que provoque dor, desidratação, exercício praticado em condições climáticas quentes, perda de preparação física associada a falta de treino ou treino inapropriado, doença respiratória, doença cardiovascular ou anemia, aumento da massa muscular ou maior percentagem de peso corporal como gordura ou água, ou, cavalo fisiologicamente inferior, possivelmente devido a um coração de pequenas dimensões (Evans, 2007).

### **1.2.3.3. Recuperação da frequência cardíaca após o exercício**

A maioria dos trabalhos de pesquisa focam-se no treino, enquanto a recuperação tem recebido pouca atenção (Boffi, *et al.*, 2011). No início do período de recuperação após o exercício, a diminuição da FC é muito rápida. Assim, depois de uma diminuição mais marcada, reduz-se de uma forma mais gradual até alcançar os valores basais. Esta recuperação pode ver-se afectada por qualquer estímulo que excite o animal, pela intensidade e pela duração do exercício realizado e por factores extrínsecos como a humidade relativa e a temperatura ambiental. A dor e o estado metabólico também podem influenciar o tempo de recuperação. Já foi proposto um teste para avaliar uma correcta recuperação da FC pós-esforço, aceite pela Federação Equestre Internacional (FEI), consistente em determinar a FC à chegada do percurso, posteriormente faz-se trotar o animal sobre uma distância de 80 m e leva-se a cabo uma segunda medição de FC, um minuto depois do início do trote. Um aumento de 4 ou mais batimentos sobre a FC basal considera-se um indício da presença de dor, exaustão e/ou toxémia (Romero, 2010). A frequência cardíaca em recuperação fornece informação que permite saber quando um cavalo atingiu um nível de fadiga relevante para parar o exercício (Gibbs *et al* 1995). Se considerarmos trabalho lento, mas demorado, espera-se que a velocidade e

duração do exercício permitam que a FC se situe abaixo dos 150 a 170 bpm, que é o limiar anaeróbio. Um animal em boa condição aeróbia terá recuperado para os 100 bpm, 2 minutos depois do fim do exercício, e que 10 minutos depois do exercício seja inferior a 60 bpm. Quando os cavalos trabalham a cerca de 170 a 190 bpm, espera-se que FC em recuperação seja aproximadamente de 100 bpm, quando estão a trabalhar perto do limiar anaeróbio, 2 minutos após o exercício e menos de 60 bpm 10 minutos depois (Gibbs *et al* 1995).

#### **1.2.3.4. Monitorização da frequência cardíaca**

A tecnologia para monitorizar a frequência cardíaca tem rapidamente vindo a progredir à medida que treinadores e proprietários descobrem este componente valioso dos programas de treino. Uma das formas mais simples e menos dispendiosas é sentindo o pulso digital. Embora fácil e barato é impraticável durante o exercício. O estetoscópio pode ser um método mais consistente, uma vez que permite ouvir os batimentos cardíacos, é também impossível de usar enquanto o cavalo está em exercício. O método mais fiável durante e na recuperação do exercício é a monitorização electrónica. Este sistema mede os impulsos eléctricos do coração e converte-os num número digital. Um dos modelos mais populares consiste em electrodos que se colam à pele do cavalo e que se colam por debaixo da almofada da cela e na cilha. Um relógio que se trata na verdade de um computador é usado pelo cavaleiro e capta os sinais eléctricos do transdutor anexado aos dois eléctrodos, converte-os em batimentos por minuto e armazena esses dados para posterior análise. Independentemente do método utilizado é recomendado, sempre que possível, que sejam registados dados para observação de alterações (Gibbs, Potter, Nielsen, Householder, & Moyer, 1995).

#### **1.2.4. Resposta respiratória**

A informação que possa ser interpretada a partir das alterações que se produzem no sistema respiratório durante o esforço, é obtida pelo veterinário mediante auscultação e medição da frequência respiratória (FR). O sistema respiratório actua como um factor limitante do rendimento máximo no cavalo de desporto. Qualquer disfunção respiratória, ainda que subclínica, condiciona uma perda de funcionalidade e uma redução do potencial aeróbio máximo (Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012; (Evans, 2007; Bohák, Kutasi, Csepi, Harnos, & Szenci, 2013).

A resposta respiratória pode ser diferente em função do tipo de exercício. (Romero, 2010) O número de respirações por minuto em repouso no cavalo é geralmente entre 8 e 16, no entanto, assim como no caso da frequência cardíaca é necessário estabelecer o valor normal para cada indivíduo. A contagem deste valor pode ser feita pela observação das narinas do cavalo, pelo que é uma forma fácil e acessível para um cavaleiro atento poder identificar possíveis problemas. As alterações na temperatura e na humidade ambiente podem influenciar por si só a frequência respiratória, mas, ainda que estas sejam estáveis a respiração alterar-se-á em resposta ao movimento associado à actividade física (Gibbs et al 1995; Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012).

O oxigénio tem de ser captado da atmosfera até à mitocôndria. Para que isto aconteça é necessário que este seja transportado na corrente sanguínea até à célula. Assim, é aceite que o limite para a quantidade máxima de oxigénio a ser absorvida, é estabelecido pela capacidade do coração em bombear o sangue. Pensa-se que a função pulmonar não é limitada desde que o conteúdo arterial em oxigénio seja constante durante todas as intensidades de exercício. Nos atletas humanos e em várias espécies, a oxigenação do sangue arterial durante o exercício é reduzida e pode limitar o metabolismo oxidativo. No cavalo, a frequência respiratória está diretamente ligada à frequência da passada. Uma hipótese considerada é que a hipoxia induzida pelo exercício poderia ser resultado do ciclo respiratório ser demasiado curto para gerar um volume suficiente para manter uma ventilação pulmonar adequada. Nos cavalos em exercício a 74% do  $VO_2$ máx houve uma diminuição da hipoxia com o tempo, a qual foi associada à ventilação a 35% ser maior ao sexto minuto comparada ao primeiro minuto de exercício (Hodgson *et al*, 1990). Embora a FR aumente durante o exercício, a resposta respiratória é insuficiente para prevenir o desenvolvimento de hipoxia arterial. A capacidade do sistema respiratório não pode ser melhorada com nenhum tipo de treino, pelo que este sistema no cavalo é o factor mais limitante do desempenho atlético (Bohák, Kutasi, Csepi, Harnos, & Szenci, 2013).

#### **1.2.4.1. Resposta respiratória em exercícios de intensidades diferentes**

O aumento progressivo da FR é normal nos exercícios de intensidade crescente, observando-se taquipneia mais intensa na última carga de esforço. A elevação segue uma correlação linear com a velocidade (Romero, 2010).

Nos exercícios de intensidade submáxima e de curta duração, encontramos modificações leves nas concentrações dos gases sanguíneos, pelo que se pode afirmar que a ventilação aumenta de forma paralela às necessidades metabólicas impostas por este tipo de esforço. A taquipneia durante esta intensidade de actividade física pode ser consequência da actuação conjunta de vários factores. Entre os quais, um certo grau de variação da pressão parcial de  $\text{CO}^2$  no sangue arterial ou venoso, no pH sanguíneo, a estimulação dos receptores medulares pelos  $\text{H}^+$ , o efeito no sistema cardiovascular face às alterações na pressão parcial de  $\text{O}^2$  (Romero, 2010).

Nos exercícios de intensidade submáxima prolongada como é o caso das provas de resistência, a elevação da FR depende das necessidades energéticas que o exercício impõe e da função termorreguladora do organismo. Sabemos que este mecanismo termorregulador, mediante a evaporação no sistema respiratório, ao aumentar a temperatura ambiental sem alterações na temperatura corporal, aumenta-se a FR e reduz-se o volume tidal ( $\text{VT}$ = medida do ar inspirado ou expirado numa respiração normal). Assim, as modificações da temperatura na pele e na mucosa respiratória podem provocar respostas na mecânica da ventilação. Foi estabelecido que a FR aumenta 1,9 resp/min por cada grau centígrado a mais de temperatura no exterior. Portanto, a resposta respiratória ao exercício de resistência consiste em taquipneia (influenciada pela temperatura ambiental, entre outros factores), redução do VT e aumento do quociente entre o espaço morto fisiológico e o VT (Romero, 2010).

Nos exercícios de intensidade máxima, a pressão arterial parcial de  $\text{O}^2$  e o pH sanguíneo diminuem, ao mesmo tempo que aumenta a pressão arterial parcial de  $\text{CO}^2$ . Estas alterações actuam como estímulo para a ventilação, produzindo taquipneia e hiperpneia (Romero, 2010).

A intervenção dos quimiorreceptores para catecolaminas no cavalo no centro aórtico e carotídeo (Lekeux P, 1994) que estimulam a ventilação durante o exercício, parece insuficiente para manter a homeostase dos gases sanguíneos ao contrário do que ocorre em atletas humanos. Segundo estes dados, o cavalo não adota uma hiperventilação que compense as alterações nas trocas gasosas que se produziram pelas limitações na perfusão e pelos desequilíbrios entre a ventilação e a perfusão. Existem quatro hipóteses para explicar esta particularidade dos cavalos: existência da estreita relação entre a respiração e a locomoção durante o exercício, menor sensibilidade dos

receptores de catecolamina, características dos músculos ventilatórios, perda de funcionalidade dos mecanismos de retroalimentação por fadiga muscular (Romero, 2010).

#### **1.2.4.2. Frequência respiratória e a sua recuperação depois do exercício**

No final do exercício a frequência respiratória vai retomando o seu valor basal. A velocidade da recuperação está sujeita a diferentes factores como são a intensidade e a duração do exercício, o estado físico e o nível de treino do animal e as condições climáticas. Imediatamente após o final do exercício, as necessidades metabólicas de  $O_2$  aumentam, o que se chama débito de oxigénio, e é consequência da sua implicação na síntese de Adenosina trifosfato (ATP), e de creatinina fosfato nos músculos que intervieram no esforço, do catabolismo e anabolismo do lactato, da persistência da hipertermia e da restauração das reservas hormonais. Desta forma, a FR servirá para restabelecer a normalidade numa série de parâmetros alterados durante e como consequência do exercício. Assim, a taquipneia pós-exercício, relaciona-se com o papel termorregulador do sistema respiratório ou como indicador da necessidade ventilatória. No entanto esta FR pode não ser muito fidedigna se a temperatura e a humidade estiverem elevadas (Romero, 2010).

#### **1.2.5. Resposta metabólica**

Ao abordarmos os aspectos relacionados com a resposta metabólica ao exercício, verificamos que este está associado a alterações no estado ácido-base. Os cavalos exercitados mostram tendência tanto para a acidose metabólica (devido à acumulação de lactato), como para a alcalose respiratória como consequência da hiperventilação. Estão também associadas ao exercício o conteúdo em água do plasma e modificação da composição iónica do sangue. (Aguilera-Tejero, *et al.*, 2000) O gasto de energia em cavalos em exercício aumenta de acordo com o custo do trabalho dos músculos e dos sistemas respiratório e cardiovascular. O aumento rápido na ventilação, a capacidade de bombear do coração e o rápido aumento da hemoglobina (pela contração esplénica) permitem um  $VO_2$  rápido, implicando que os processos de produção de energia dependentes de oxigénio dentro do músculo são capazes de o utilizar. Em condições de exercício mais intensas, principalmente em condições de calor ou humidade, as reservas

de energia são gastas mais depressa. Neste caso, também é maior a perda de água e electrólitos. A reserva, absorção e utilização de substratos para a produção de energia são componentes essenciais ao exercício físico. As fontes primárias de produção de energia no cavalo são os hidratos de carbono e a gordura, e em muito menor quantidade a proteína. A quantidade utilizada depende da intensidade e duração do exercício, disponibilidade das fontes de energia e da influência das hormonas (Vervuert, 2011).

#### **1.2.6. Maneio nutricional do cavalo atleta**

A fadiga muscular, entre outros fatores, pode dever-se ao gasto das reservas de glicogénio muscular. Assim, um programa alimentar em consonância com o exercício pode ajudar a controlar a forma como ocorre este gasto. O exercício aeróbio permite que os músculos do cavalo utilizem oxigénio para a degradação de hidratos de carbono ou gordura como fonte de energia. A uma baixa frequência de trabalho o cavalo em exercício pode mobilizar gordura armazenada e pode gastar a gordura obtida na dieta. As misturas de cereais podem conter até 10 % de gordura adicionada, oferecendo vantagens para o cavalo, uma vez que a gordura possui mais do dobro da energia que o hidrato de carbono mais comum, o que significa que a mesma quantidade de energia pode ser fornecida em menos porções da alimentação total. A gordura é utilizada de forma diferente dos hidratos de carbono e pode contribuir diretamente para as necessidades energéticas do cavalo durante o trabalho lento mas demorado. Assim, a gordura pode contribuir de forma indireta para as necessidades que o cavalo possa ter de energia rápida, poupando o uso de glicogénio durante exercício de rotina. A gordura obtida na dieta pode também ajudar na regulação térmica diminuindo a produção de calor, e conseqüentemente reduzindo o calor que tem de ser removido do corpo. Se um cavalo não tem reservas de gordura ou se não a recebe na sua alimentação, o exercício aeróbio vai ter como consequência o uso de glicose sanguínea e glicogénio muscular como principais fontes de energia. À medida que a glicose e o glicogénio são usados neste tipo de trabalho, menor quantidade ficará disponível para utilizar durante o exercício anaeróbio. Em exercício de alta intensidade e curta duração, estamos perante uma situação em que já parte das reservas de glicogénio sofreram uma redução. Quando está disponível uma fonte de gordura, esta pode ser utilizada como fonte de energia durante o exercício de baixa intensidade e o músculo pode utilizar oxigénio através das

vias aeróbias. Quando a gordura está a ser utilizada, menos glicogénio está a ser removido do músculo. Assim, a gordura sendo uma fonte energia mais rápida é gasta primeiro e o glicogénio fica mais disponível quando for necessário para trabalho mais exigente. A utilização de gordura na alimentação aumenta o tempo para a fadiga. Em cavalos de corrida foi inclusivamente demonstrado que podem correr mais depressa a uma frequência cardíaca constante se as suas dietas forem suplementadas com gordura Gibbs *et al* (1995). Em relação ao tempo ideal para alimentar o cavalo antes do exercício, alguns estudos são inconclusivos. Parece que a alimentação fornecida 1,5 horas antes do exercício ajuda a prevenir uma maior redução das reservas musculares de glicogénio. O acesso livre a água antes de uma competição provavelmente ajuda o cavalo a equilibrar o metabolismo da água e dos electrólitos durante o esforço (Gibbs *et al* 1995).

### **1.2.7. Testes de avaliação de performance**

Para conhecer as alterações que ocorrem durante o exercício devemos seleccionar parâmetros fisiológicos que nos possam dar uma ideia aproximada das alterações ou adaptações que ocorrem no indivíduo. Estes devem ser de fácil medição, fiáveis e representativos das modificações que ocorrem durante o exercício. São exemplos a frequência cardíaca e a concentração do lactato no sangue (Romero, 2010). A maioria destes testes envolve a relação entre FC, velocidade e produção de lactato. A velocidade e a FC a concentrações de lactato de 2 e 4 mmol/L podem ser determinados através dos resultados destes testes. A velocidade pode ser utilizada como um indicador de intensidade. Foi sugerido que para cavalos Standardbred a velocidade a 4 mmol/L é a velocidade de treino ideal para os metabolismos aeróbio e anaeróbio. O maior objectivo é determinar o potencial de performance e de capacidade física de cavalos de sela *in situ* (Agüera, et al., 1995; Sloet-Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, Wensing, & Breukink, 1987). Os stresses físico e fisiológico experienciados pelo cavalo durante o seu desempenho atlético desportivo são, de tal forma grandes, que a hipótese de se lesionar são superiores num animal que não é treinado de forma apropriada. Uma das doutrinas básicas da fisiologia do exercício é a especificidade, pois o conceito de treino físico para um atleta em particular deve refletir as exigências da actividade não só em intensidade e duração, mas também no modo de trabalho. Um melhor entendimento das exigências fisiológicas e metabólicas das provas são essenciais para a escolha de um regime de

treino que se molde às necessidades da disciplina em questão. Ao longo destes anos têm vindo a ser feitos melhoramentos no conhecimento das exigências metabólicas das provas em várias disciplinas de competição, tais como corrida de galope, concurso completo de equitação, polo, saltos de obstáculos e resistência (Sexton, Erickson, & Coffman, 1987). No entanto, o Ensino sendo uma disciplina praticada à escala mundial tem um número de estudos de performance muito limitado, sendo necessária mais investigação (Williams, Chandler, & Marlin, 2009). Na tentativa de descrever as respostas fisiológicas ao exercício, muitos estudos examinaram os efeitos do exercício agudo e o exercício a longo-prazo e portanto mais aproximado da realidade do treino de um cavalo em competição (Sexton, Erickson, & Coffman, 1987). Exercitar ou treinar os cavalos de forma eficaz está dependente de vários fatores, como a genética, o processo de treino, as condições ambientais, o maneio, a nutrição, entre outros. A genética deve ser sempre tida em conta na seleção para provas específicas, pois a percentagem relativa dos tipos de fibras musculares varia de raça para raça. Como já foi referido neste trabalho, os tipos de fibras musculares utilizam preferencialmente um determinado tipo de metabolismo que poderá ser de maior interesse para uma disciplina em particular. O treino, enquanto modificação comportamental e de aprendizagem, é um fator importante que tem de ser considerado quando condicionamos um cavalo. É importante conseguir um equilíbrio com o aumento da aprendizagem. Prevenir a fadiga e o aparecimento de claudicações ajudará a não afetar de forma negativa a vontade de aprender do cavalo. Assim, prevenir o excesso de treino é extremamente importante para que o espírito competitivo do cavalo não seja afetado. A base genética é adquirida individualmente e de forma particular. A aprendizagem é influenciada pela capacidade do treinador, pelo que através da alimentação e do programa de treino é possível potenciar ao máximo o potencial genético de cada indivíduo (Gibbs *et al* 1995). A capacidade atlética individual de um cavalo é o resultado da interação de vários sistemas do corpo e das relações entre os parâmetros fisiológicos que os integram. Parâmetros histoquímicos, morfométricos e/ou bioquímicos foram obtidos por biópsias musculares em cavalos de provas de resistência em diversas raças. Mais tarde foi proposto um sistema de avaliação de acordo com o potencial atlético através das funcionalidades cardiovascular e metabólica (Escribano, et al., 2011). Posto isto, Escribano *et al* (2011) realizaram um estudo em que analisaram o hematócrito, a hemoglobina, as biópsias musculares e os parâmetros mais representativos das principais vias metabólicas. Concluíram que a análise de vários parâmetros é importante para categorizar os cavalos e adequar o plano

de treino a cada cavalo. Vários testes de avaliação de forma física e tolerância ao exercício no cavalo envolvem a medição da resposta ao exercício através da FC e dos níveis séricos de lactato durante o exercício e a recuperação. Foi estabelecida uma relação entre a FC e a velocidade como um índice de performance. O autor usou como referência uma FC de 200 bpm acima da qual os níveis de lactato no plasma começam a aumentar bruscamente. Aparentemente, o nível de exercício utilizado coincidiu com o limiar anaeróbio (Castejón, Rubio, Tovar, Vinuesa, & Riber, 1994). A capacidade e a preparação física são de máximo interesse tanto para proprietários como para treinadores. O conhecimento destas capacidades permite saber como condicionar o treino físico e o conhecimento precoce de condições clínicas que limitem o desempenho desportivo. Frequentemente, torna-se mais prático para o proprietário, treinador ou veterinário levar a cabo avaliações de rotina na pista/picadeiro. Existe uma certa dificuldade em reproduzir de forma consistente as condições normais do treino na passadeira rolante uma vez que existem variações diárias na superfície do picadeiro, temperatura, humidade e outros factores ligados ao ambiente. Assim, a avaliação *in situ* simula de forma mais fidedigna as condições reais de competição, do que a passadeira rolante (Erikson, Lundin, Erikson, & Coffman, 1991). Testes padrão proporcionam a possibilidade de trabalhar o cavalo segundo condições controladas, embora os dados recolhidos durante o trabalho na passadeira rolante não sejam um reflexo real das condições de prova (Vincze, *et al.*, 2010). A condição resultante do treino é muito importante para os atletas. Vincze *et al.*, 2010 são de opinião que, em geral, apenas o nível de LA e a FC depois do exercício são bons indicadores de condição física e outros parâmetros bioquímicos e de actividade enzimática são de utilidade limitada (Vincze, *et al.*, 2010).

Os testes de avaliação de performance no campo envolvem muitas vezes a recomendação de um estímulo durante o qual são feitas medições ao lactato sanguíneo e à FC. Estas avaliações podem fornecer informação relacionada com a predição da capacidade atlética, alterações da mesma ou até reflectir alterações tais como a presença de doenças respiratórias ou de claudicações. É essencial que estas avaliações sejam fáceis de fazer, relativamente não invasivas, repetíveis e facilmente interpretáveis. Recentemente, as tecnologias de posicionamento global têm sido usadas para dar indicações precisas de velocidade durante um teste permitindo uma correlação directa com as respostas cardíacas. É de referir o desenvolvimento progressivo de máscaras

leves que permitem a medição por telemetria da respiração avaliando a função respiratória sem impedimento do fluxo de ar (Hodgson, 2008). Zobba *et al*, 2011 estabeleceram correlações entre variáveis medidas durante um jogo de Pólo encontrando excelente correlação entre a FC e o LA (Zobba, *et al.*, 2011).

Evans (2007) refere que não existe um protocolo padrão que seja uma referência para avaliação da performance desportiva, no entanto, indica dois tipos básicos que podem ser efectuados na passadeira rolante: um em que a velocidade é incrementada ao longo do teste, e outro em que a velocidade é escolhida e mantida após um período de aquecimento. É evidenciada também a importância de avaliar o cavalo como um todo, sendo que uma perda de performance pode dever-se a alterações clínicas subdiagnosticadas. Boffi *et al* (2011) faz referência a uma técnica, também utilizada em atletas humanos, que consiste em reduzir a intensidade do treino antes de uma competição, com o objectivo de evitar o treino excessivo e aumentar os efeitos positivos do treino (Boffi, *et al.*, 2011). O desempenho atlético é resultado da coordenação entre múltiplos sistemas incluindo o musculo-esquelético, cardiovascular e respiratório. Alterações nestes sistemas podem e resultam em perda de performance. Ainda assim pensa-se que as causas de má performance possam ser multifactoriais (Franklin & Allen, 2008). Pode ser difícil provar que as alterações encontradas sejam a causa de um desempenho desportivo fraco. O tipo de investigação conduzido depende do tipo de equipamento e instalações disponíveis. Além dos sistemas corporais, também o funcionamento pleno das vias metabólicas é fulcral para fornecer a energia para gerar força muscular durante o exercício (Couroucé-Malblanc, 2009).

#### **1.2.8. Regimes de treino**

O Treino é necessário para preparar o organismo para a atividade atlética. O treino pouco exigente não permite atingir um potencial atlético, enquanto o treino demasiado intenso pode ultrapassar a capacidade de adaptação levando a lesões e danos irreversíveis. Contudo, existe um equilíbrio entre o treino ideal para as diferentes estruturas do corpo, pelo que o treino deve ser focado em preparar o cavalo para um tipo de competição particular. O exercício repetitivo pode ser associado a lesões por sobrecarga de forma repetida. Assim, é importante desenvolver programas de treino que permitam maximizar a performance, reduzindo o risco de lesão. Devem ser tidos em consideração o desporto praticado pelo cavalo e o nível a que compete, pois as

exigências são diferentes entre disciplinas e entre níveis de competição, assim como as lesões que delas poderão decorrer. Um programa de treino deve incluir treino fisiológico, treino de perícia, treino de força muscular e treino de resistência (Murray, 2011).

## 2. Objectivos

Com a realização deste trabalho foi pretendido efectuar uma abordagem prática, o mais real e possível à avaliação do desempenho desportivo em cavalos, utilizando meios acessíveis e passíveis de serem utilizados em condições de campo, em duas modalidades diferentes e em diferentes fases de treino. Assim, os objectivos deste trabalho são:

- Avaliar a frequência cardíaca e respiratória antes e depois do exercício e analisar a sua resposta ao longo de um período de treino;
- Medição de lactato sérico antes e depois do exercício e analisar a sua resposta ao longo de um período de treino;
- Enquadrar os cavalos num metabolismo aeróbio ou anaeróbio através dos valores de lactato sérico após o exercício;
- Medir os níveis séricos de Creatina Quinase antes e depois do exercício e analisar a sua resposta ao longo de um período de treino;
- Relacionar os valores de Creatina Quinase com a adaptação dos cavalos ao presente regime de treino do grupo.
- Mostrar que é possível, com ferramentas simples, em ambiente de campo, caracterizar o esforço a que um cavalo é submetido, assim como a sua capacidade de adaptação ao mesmo.

### **3. Materiais e métodos**

#### **3.1. Duração do estudo**

De forma a cumprir os objectivos propostos, 2 grupos de cavalos com actividade desportiva diferente foram acompanhados ao longo de 17 semanas de treino (Dezembro 2013 a Março de 2014). Todos os cavalos eram acompanhados regularmente pelo mesmo médico veterinário, não apresentando alterações clínicas visíveis que os impedissem de ser incluídos no estudo. Todos estavam em perfeitas condições de salubridade no início do estudo.

#### **3.2. Caracterização da amostra**

##### **3.2.1. Constituição dos grupos**

A amostra deste estudo teve como base 16 indivíduos da espécie equina, com idades compreendidas entre os 4 e os 15 anos, sendo 2 elementos do sexo feminino e os restantes, 5 machos castrados e 9 cavalos inteiros. Os cavalos foram divididos em dois grupos. Um grupo constituído por 8 cavalos de Ensino de raça lusitana, todos eles de linhagem Alter Real e 8 cavalos de saltos de obstáculos, todos eles de raças de desporto incluindo Sela Francês, KWPN, Sela Argentino, HolsteinxWarmblood, Anglo europeu e Warmblood Holandês. A média de idades no grupo 1 foi de 7,1 anos e de 9,5 anos no grupo 2.

##### **3.2.2. Alimentação**

No grupo 1 todos os animais estavam alojados em boxe, com cama feita de palha. Eram alimentados às 7:00, às 12:00 e às 17:00. Às 7:00 e às 17:00 eram alimentados com feno (cerca de 5 Kg) e com um concentrado da marca Intacol (cerca de 1-1,5 Kg), e às 12:00 cerca de 4 Kg de cenouras. O alimento concentrado tinha como matérias primas: luzerna, cevada micronizada, milho micronizado, óleo de soja, alfarroba, melação, minerais e vitaminas. Apresentava sensivelmente 13% de proteína

bruta, 2,5% de gordura bruta, 13% de fibra bruta, 5,5% de cinza, vitamina A (9700.0 UI), vitamina D<sub>3</sub> (9700.0 UI), vitamina E (150.0 UI) e cobre (45 mg).

No grupo 2 todos os animais estavam alojados em boxe, cinco dos quais tinham cama de aparas e três, cama de palha. Eram alimentados às 7:00, às 13:00 e às 19:00. Às 7:00 e às 19:00 eram alimentados com feno (cerca de 3,5-4 Kg) e com um concentrado da marca Gosipol (cerca de 1,8 Kg), e às 13:00 cerca de 3 Kg de cenouras. O alimento concentrado tinha como matérias primas: aveia flocada, aveia granulada, milho flocado, cevada, alfarroba, fava laminada, sêmea granulada, melação, carbonato de cálcio, sal, vitaminas e minerais. Apresentava sensivelmente 13% de proteína bruta, 5% de gordura bruta, 11% de fibra bruta e 9% de fibra bruta.

### **3.2.3. Peso**

De forma a controlar a peso dos animais ao longo do estudo, foi usada uma fita métrica de conversão para peso da Equimax®. Usando a fita referida, na quarta semana de estudo e na última semana, a cada cavalo foi medido o perímetro torácico passando a fita ao nível do garrote e do cilhadouro e registando o valor para análise posterior.

### **3.2.4. Regime de treino**

O grupo de Ensino (Grupo1- animais I a VIII) tinha um tipo de treino ligeiramente diferente em função do cavaleiro, as sessões duravam entre 30 minutos a uma hora. Geralmente se a sessão fosse mais curta era um pouco mais intensa. Todos os cavalos trabalhavam a passo, trote, galope, e faziam exercícios, sobretudo a trote e galope como passagens de mão, piaffer, cedência à perna, ladear e transições entre os diferentes andamentos. Trabalhavam geralmente todos os dias úteis e descansavam ao fim de semana. Durante os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, devido às condições climáticas adversas as sessões de treino podiam ser menos regulares durante a semana, ou então de menor duração. À semelhança do que se passou com o grupo de obstáculos (grupo2) em Março com a melhoria das condições atmosféricas e com a

preparação para os espectáculos que se iniciariam no mês seguinte as sessões de treino passaram a ser mais regulares.

O grupo de obstáculos (Grupo 2 – animais IX a XVI) trabalhava todos os dias da semana excepto à terça-feira, para que os cavalos pudessem descansar. O treino tinha uma duração de cerca de 45 minutos com trabalho no plano e alguns saltos por sessão. O estudo começou em Dezembro, altura em que a época estava a terminar. No período de Janeiro a Fevereiro, o treino incidiu mais sobre o trabalho no plano e os cavalos saltavam muito menos. Em Março voltaram a saltar durante a maior parte do tempo do treino.

### **3.3. Medições das frequências cardíaca e respiratória e Recolhas de sangue**

Quer as recolhas, quer as medições foram sempre feitas nos locais habituais onde é efectuado o maneio aos cavalos e onde são habitualmente montados. As mesmas, decorreram no período entre Dezembro de 2013 e Março de 2014. A primeira recolha foi efectuada no início de Dezembro, a seguinte um mês depois e a partir daí em intervalos de duas em duas semanas até ao fim do estudo, num total de 6 momentos de recolha. Em seguida serão enumeradas as medições feitas por ordem de realização:

- Frequência cardíaca em repouso (FC0) - a frequência cardíaca em repouso foi medida na boxe de cada cavalo, antes de ser aparelhado. Os batimentos cardíacos eram contados em 15 segundos (utilizando um estetoscópio *Littmann® Classic*) e multiplicados por quatro obtendo os batimentos por minuto.
- Frequência respiratória em repouso (FR0) - a frequência respiratória em repouso foi medida na boxe de cada cavalo, antes de ser aparelhado. Foi medida contando os movimentos respiratórios abdominais ao nível do flanco durante 15 segundos e multiplicando por quatro, obtendo as respirações por minuto.
- Recolha de sangue em repouso – a recolha de sangue em repouso foi feita dentro da boxe do animal, antes de ser aparelhado, depois de já serem medidas as frequências cardíaca e respiratória. O sangue foi obtido por punção jugular, utilizando agulhas de 20G de polegada e meia *Sterican®* da *B.Braun®* e seringas descartáveis esterilizadas de 5 mL da *B.Braun®*.

- Refrigeração e armazenamento dos sangues recolhidos em repouso - o sangue depois de ser recolhido foi colocado dentro de um tubo Deltalab Eurotubo® (cerca de 4 mL) com activador de coágulo e gel de separação e identificado com o nome do cavalo, número da recolha (1-6) e a Letra A para indicar a colheita em repouso. Depois de identificado era colocado num recipiente refrigerado com acumuladores de frio a cerca 5°C.
- Frequência cardíaca depois do exercício (FC1) - a frequência cardíaca depois do exercício foi medida assim que o cavalo chegava do picadeiro à zona onde era desaparelhado e antes de ir para o duche, cerca de 2-3 minutos depois do fim do exercício. Os batimentos cardíacos eram contados em 15 segundos (utilizando um estetoscópio *Littmann® Classic*) e multiplicados por quatro obtendo os batimentos por minuto.
- Frequência respiratória depois do exercício (FR1) - a frequência respiratória depois do exercício foi medida assim que o cavalo chegava do picadeiro à zona onde era desaparelhado e antes de ir para o duche, cerca de 2-3 minutos depois do fim do exercício. Foi medida contando os movimentos respiratórios abdominais ao nível do flanco durante 15 segundos e multiplicando por quatro, obtendo as respirações por minuto.
- Recolha de sangue depois do exercício – a recolha de sangue depois do exercício foi medida assim que o cavalo chegava do picadeiro à zona onde era desaparelhado e antes de ir para o duche. Cerca de 2-3 minutos depois do fim do exercício, depois de já serem medidas as frequências cardíaca e respiratória. O sangue foi obtido por punção jugular, utilizando agulhas de 20G de polegada e meia Sterican® da B.Braun® e seringas descartáveis esterilizadas de 5 mL da B.Braun®.
- Refrigeração e armazenamento dos sangues recolhidos depois do exercício - o sangue depois de ser recolhido foi colocado dentro de um tubo Deltalab Eurotubo® (cerca de 4 mL) com activador de coágulo e gel de separação e identificado com o nome do cavalo, número da recolha (1-6) e a Letra B para indicar a colheita em repouso. Depois de identificado era colocado num recipiente refrigerado com acumuladores de frio a cerca 5°C.

- Obtenção de soro - no final do dia, os sangues, que estavam refrigerados, foram centrifugados numa centrífuga 800 D Centrifuge 50W a 4000 rotações por minuto durante 5 minutos. Obtinha-se soro que era pipetado com pipetas de Pasteur descartáveis, para microeppendorfs de 1,5mL. Os eppendorfs eram identificados com o número do cavalo (I a XVI), número da recolha (1-6) e momento da recolha antes ou depois do exercício (A ou B) e congelados a cerca de -4°C.

No fim de Maio todas as amostras foram processadas num aparelho *RX Daytona da Randox®*, os soros foram descongelados para medir o lactato e a CK e voltaram a ser congelados e armazenados.

### **3.4. Processamento de dados e análise estatística**

Para processar os dados recolhidos durante este estudo recorreu-se ao uso do programa Microsoft© Office Excel 2007.

Para proceder à análise estatística utilizou-se o programa IBM SPSS® Statistics versão 21. Com este programa aplicou-se o Teste T, comparação de grupos independentes e emparelhados, e correlação de Pearson. Os graus de significância considerados foram para  $p < 0,05$  estatisticamente significativo, e para  $p < 0,01$  e  $p < 0,001$  muito significativo.

Com o teste de T calculou-se a diferença existente entre o mesmo parâmetro entre grupos. Através do emparelhamento de amostras calculou-se, para cada grupo, a diferença entre o antes e o depois do exercício para cada parâmetro. Este modo permitiu ainda calcular a correlação entre o antes e o depois do exercício para cada parâmetro. A correlação de Pearson permitiu calcular todas as correlações entre todos os parâmetros, considerando o total dos resultados.

#### 4. Resultados

Todos os cavalos foram pesados no início e no fim do estudo, com uma fita métrica que estima o peso em função do perímetro torácico. A média do grupo 1 no início do estudo foi de 561,1 Kg de PV e no fim do estudo 565,9 Kg de PV. No que diz respeito ao grupo 2, a média do peso no início do estudo foi de 588,3 Kg de PV e no fim do estudo de 598,1 Kg de PV.

Embora, no início do estudo tenham sido selecionados 8 animais para incluir cada grupo, no grupo 1 um dos cavalos após a segunda amostra deixou de estar disponível, pelo que os seus dados foram ignorados e foi substituído por outro da qual retiramos dados a partir da terceira recolha inclusive.

Nas tabelas seguintes encontram-se os valores da média e do desvio-padrão, para cada um dos 6 momentos de recolha efectuados para todos os cavalos e para cada grupo, para os parâmetros medidos: Frequência cardíaca antes (FC0) e depois (FC1) do exercício, frequência respiratória antes (FR0) e depois (FR1) do exercício, lactato (LA0) antes e depois (LA1) do exercício e CK antes (CK0) e depois (CK1) do exercício.

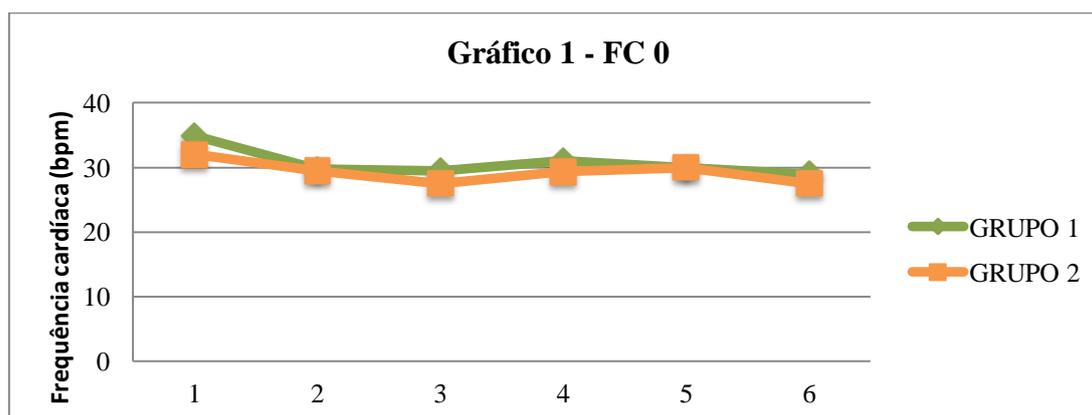
No teste de T, em que se avaliou a diferença entre os parâmetros FC0 e FC1 para cada grupo (Tabela 5), esta foi estatisticamente muito significativa ( $p < 0,001$ ) de 24,81bpm no grupo 1, e de 23,82 bpm no grupo 2. No total dos animais, independentemente dos grupos, a diferença entre estes dois parâmetros foi também estatisticamente muito significativa ( $p < 0,001$ ) com uma diferença de 24,30 bpm. No teste de T, em que se calculou a diferença entre grupos para cada parâmetro FC0 e FC1, não se encontraram resultados estatisticamente significativos.

Tabela 1 – Média (e desvio-padrão da média) em bpm da frequência cardíaca em repouso (FC0) e após o exercício (FC1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo das 6 sessões de treino.

Nº da sessão de treino	FC0		FC1	
	G 1	G 2	G 1	G 2
1	34,86 (5)	32 (6)	44,67 (3)	44 (6,4)
2	29,71 (2,1)	29,5 (3,7)	52,86(15,3)	48 (10,3)
3	29,5 (2,1)	27,5 (4)	58,5 (8,3)	54 (13)
4	31 (2,8)	29,33 (4,8)	59,33 (7,8)	57,6 (10,4)
5	30 (3,7)	30 (3)	54,29(10,5)	61 (7)
6	29 (1,9)	27,5 (2,6)	60,5 (8,9)	56,5 (9,9)
<b>Média final</b>	30,61 (0,5)	29,3 (0,6)	55,38 (1,6)	53,24 (1,6)

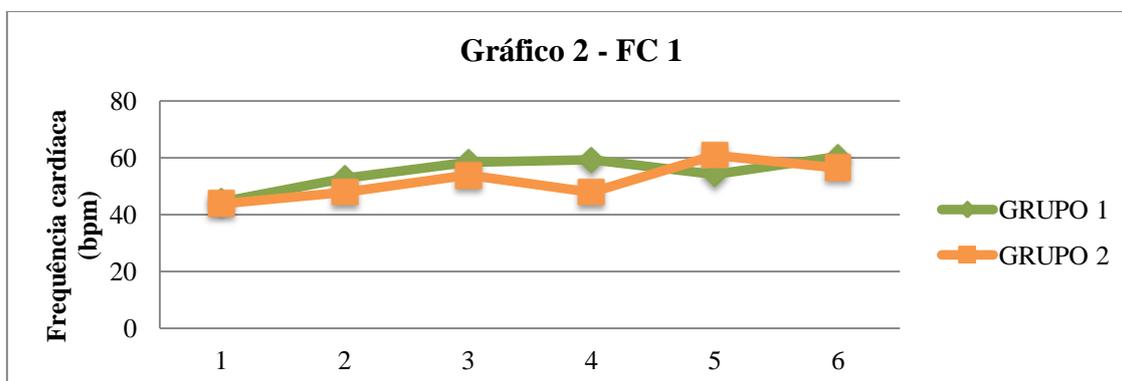
No Gráfico 1, podemos observar a evolução da frequência cardíaca em repouso nos dois grupos ao longo dos 6 momentos de recolha. Em ambos os grupos, observa-se uma variação de FC muito discreta. Os valores decrescem entre as recolhas 1, 2 e 3, aumentam nas recolhas 4 e 5, e descem novamente na recolha 6.

Gráfico 1 – Evolução da FC0 em bpm ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



Ao observarmos o gráfico 2, é possível ver a forma como as frequências cardíacas depois do exercício se alteraram ao longo do estudo. No grupo 1 registou-se um aumento entre a primeira e a quarta recolha, ligeira diminuição da quarta para a quinta, e novamente aumento da 5 para a sexta.

Gráfico 2 – Evolução da FC1 em bpm ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



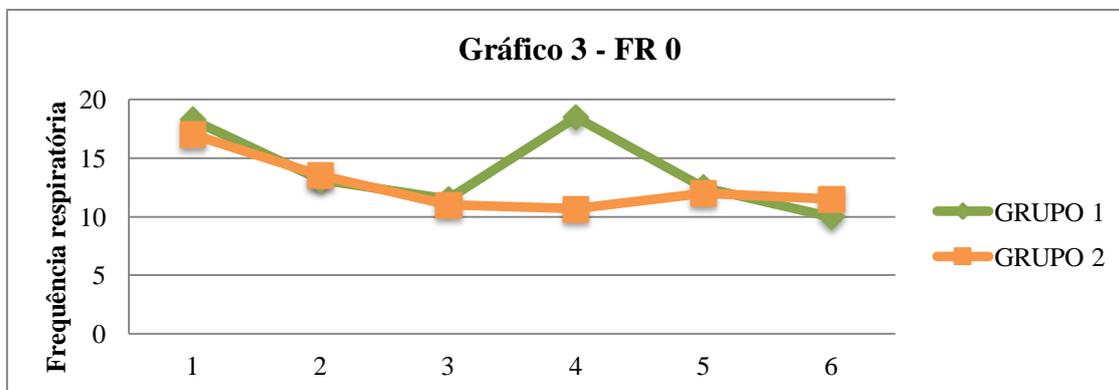
Como se pode observar na Tabela 2, a média da FR depois do exercício, apresentou uma diferença de 9,4 rpm entre o G1 e o G2 com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ). Em relação às diferenças entre as medições antes e depois do exercício, no grupo 1 registou-se uma diferença estatisticamente muito significativa ( $p < 0,001$ ) de 16,3 rpm, e no grupo 2 de 26,7 rpm.

Tabela 2 – Média (e desvio-padrão da média) em rpm frequência respiratória em repouso (FR0) e após o exercício (FR1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo das 6 sessões de treino.

Nº da sessão de treino	FR0		FR1	
	G 1	G 2	G 1	G 2
1	18,29 (4,5)	17 (6)	27,33(10,3)	35,25(17,7)
2	13,14 (3,8)	13,5 (4,2)	25,86(10,2)	35,5 (11,8)
3	11,5 (4)	11 (1,9)	33,75(11,6)	36 (14,8)
4	18,5 (5,2)	10,67 (2,1)	36,67 (4,7)	48 (22,8)
5	12,5 (3,3)	12 (3)	27,14 (9,4)	51,5 (18,4)
6	10 (3,7)	11,5 (2,6)	29,5 (10,2)	33,5 (9,8)
<b>Média total</b>	13,91 (0,8)	12,7 (0,6)	30,02 (1,5)	39,42 (2,5)

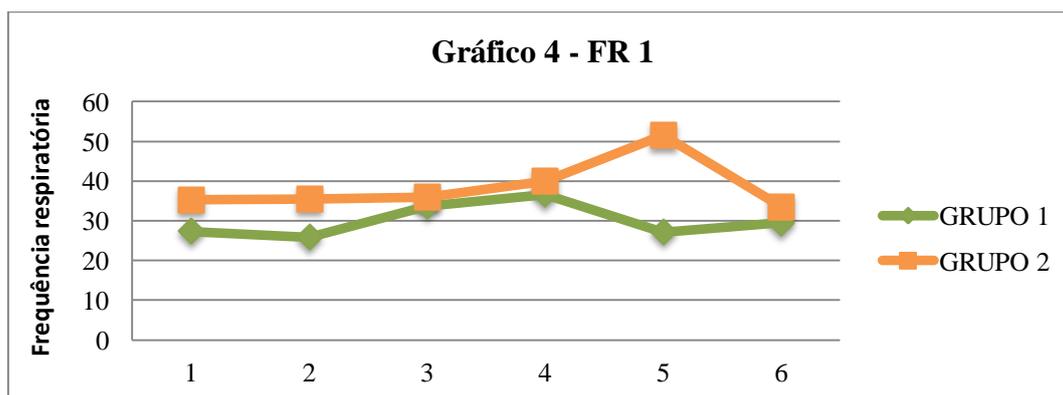
No gráfico 3 observa-se as alterações na frequência cardíaca ao longo das recolhas. No grupo 1 observou-se uma descida entre a primeira e a 3 recolha, um pico na recolha 4 e novamente o retorno a valores mais baixos.

Gráfico 3- Evolução da Frequência respiratória em repouso (FR0) ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



No gráfico 4 observam-se as alterações na frequência respiratória após o exercício. No grupo 1 registou-se um aumento gradual da primeira até à quinta recolha e diminuição da quinta para a sexta. No grupo 2 registou-se um aumento da primeira até à quarta recolha, descida da quarta para a quinta recolha e aumento da quinta para a sexta.

Gráfico 4- Evolução da Frequência respiratória após o exercício (FR1) ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



A média do valor de lactato em repouso do grupo 1 foi de 1,14mmol/L, enquanto a média do grupo 2 foi de 1,49mmol/L, com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

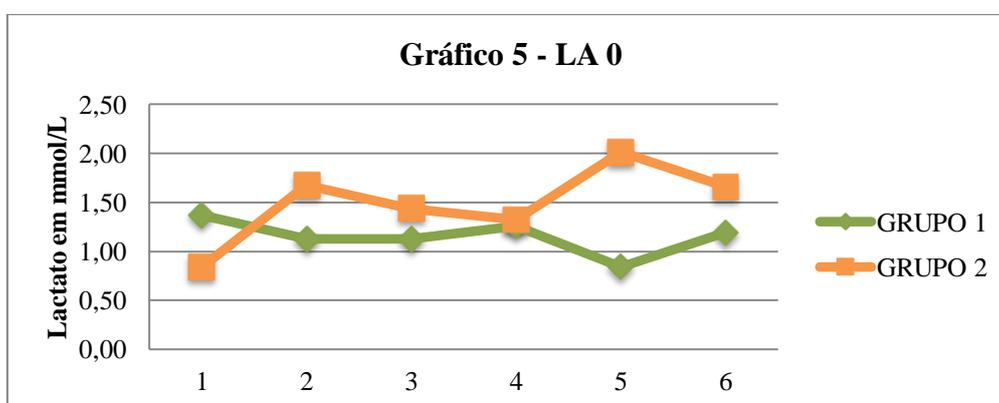
Quando se comparou o valor médio do lactato depois do exercício entre os dois grupos, o grupo 1 apresentou uma média de 1,22 mmol/L e o grupo 2 uma média de 1,56 mmol/L, registando-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ). As restantes comparações não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 3 – Média (e desvio-padrão da média do Lactato (mmol/L) em repouso (LA0) e após o exercício (LA1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo dos 6 momentos de recolha.

Nº da sessão de treino	LA 0		LA 1	
	G 1	G 2	G 1	G 2
1	1,37(0,5)	0,84(0,2)	1,21(0,9)	0,79(0,4)
2	1,13(0,2)	1,67(0,3)	1,30(1,1)	1,81(0,4)
3	1,13(0,1)	1,43(0,2)	1,3 (1)	1,54(0,3)
4	1,29(0,2)	1,32(0,2)	1,05(0,2)	1,29(0,5)
5	0,81(0,1)	2,08(0,5)	0,89(0,1)	2,08(0,7)
6	1,17(0,2)	1,66(0,3)	1,49(0,4)	1,73(0,5)
<b>Média total</b>	1,14 (0,0)	1,49 (0,1)	1,22 (0,1)	1,56 (0,1)

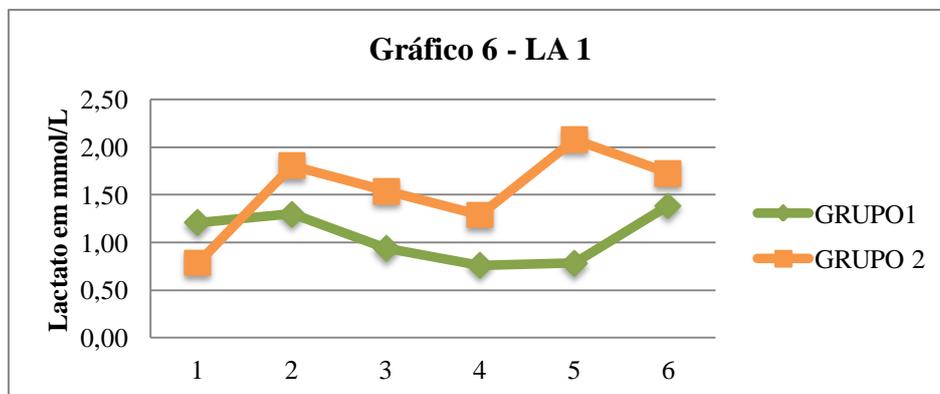
No gráfico 5, no grupo 1 registou-se uma ligeira diminuição entre a primeira a segunda recolha, aumento entre a segunda e a quarta, diminuição entre a quarta e a quinta e aumento entre a quinta e a sexta recolha. No grupo 2 houve um aumento entre a primeira e a segunda recolha, diminuição entre até à quarta, e novamente um aumento entre a quarta e a quinta e descida da quinta para a sexta.

Gráfico 5- Evolução do Lactato em repouso (LA0) ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



No gráfico 6, após o exercício, as alterações no grupo 1 foram de aumento da primeira para a segunda recolha, descida entre a segunda e a quarta e aumento desde aí até à última recolha. No grupo 2 as alterações foram semelhantes às observadas em repouso.

Gráfico 6- Evolução do Lactato após o exercício (LA1) ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



Em relação às médias do valor de CK (Tabela 4) antes do exercício, o grupo 1 apresentou uma média de 154,78 e o grupo 2 uma média de 163,65 com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ). Depois do exercício, os valores médios de CK no grupo 1 foram de 170,67 e no grupo 2 de 182,09 também com diferenças estatisticamente muito significativas ( $p < 0,01$ ).

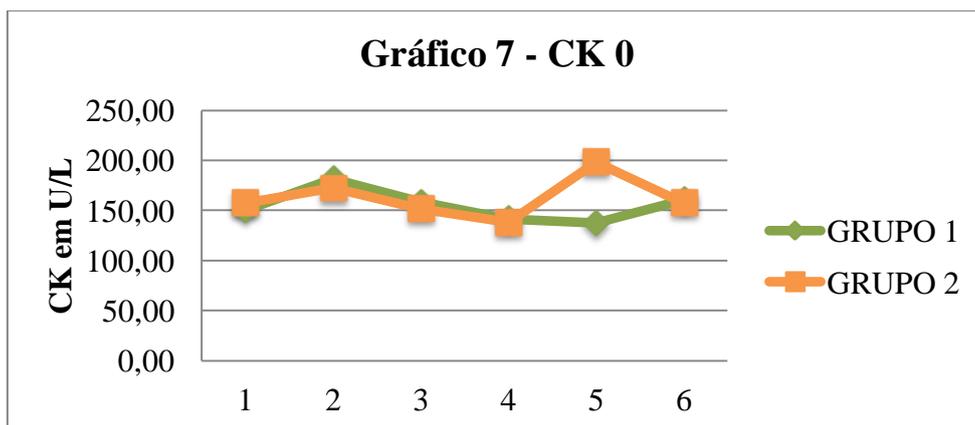
Em relação às diferenças entre os valores medidos antes do exercício e depois do exercício no grupo 1 foram estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ), e no grupo 2 estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4 – Média (e desvio-padrão da média da CK (U/L) em repouso (CK0) e após o exercício (CK1) nos grupos 1 (G 1) e 2 (G 2) ao longo dos 6 momentos de recolha.

Nº da sessão de treino	CK 0		CK1	
	G 1	G 2	G 1	G 2
<b>1</b>	150,57 (27)	157,57(30,1)	166,43(31,9)	172,00(43,8)
<b>2</b>	181,57(40,8)	172,38(112,5)	199,57(53,1)	162,63(43,8)
<b>3</b>	158,88(32,6)	151,75(47,6)	191,13(43,7)	171,13(46,5)
<b>4</b>	141,57(21,5)	138,00(29,3)	160,00(19,8)	150,00(45,3)
<b>5</b>	140,38(16,4)	198,38(70,4)	155,14(18,2)	219,13(83,2)
<b>6</b>	158,13(33,7)	157,38(31,5)	150,25(34,3)	205,63(79,5)
<b>Média total</b>	154,78 (4,6)	163,65 (9,1)	170,67 (5,9)	182,09 (9,2)

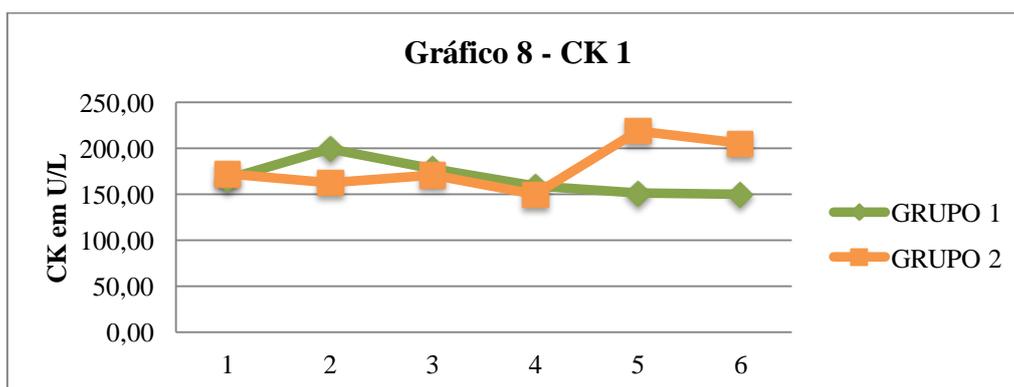
No gráfico 7 verificamos que a CK em repouso em ambos os grupos aumentaram entre a primeira e a segunda recolha, diminuíram no grupo 1 até à 5. No grupo 2 houve uma diminuição entre a segunda e a quarta recolha, aumento até à 5 e depois novamente uma diminuição da quinta para a sexta.

Gráfico 7 - Evolução da CK 0 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



No gráfico 8 observa-se que no grupo 1 houve um aumento dos valores após o exercício entre a primeira e a segunda recolha, e depois uma ligeira descida desde aí até à última recolha. No grupo 2, os valores oscilaram ligeiramente entre a primeira e a quarta recolha, aumentando entre a quarta e a quinta, decrescendo entre a quinta e a sexta.

Gráfico 8- Evolução da CK 1 ao longo das recolhas nos grupos 1 e 2



No teste de T, em que se calculou a diferença entre grupos para cada parâmetro (FC0, FC1, FR0, FR1, LA0, LA1, CK0, CK1) não se encontraram mais resultados estatisticamente significativos além dos supramencionados.

Em relação às diferenças entre as medições antes e depois do exercício por grupos (Tabela 5), no grupo 1 registaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ( $p < 0,001$ ) para as frequências cardíaca (24,8 bpm) e respiratória (16,3 rpm), e diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) para a CK (2,9 U/L). No grupo 2, registaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ( $p < 0,001$ ) para as frequências cardíaca (23,8 bpm) e respiratória (26,7 rpm), e diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para a CK (17,5 U/L). As outras diferenças calculadas não foram estatisticamente significativas. Nesta tabela apenas são apresentadas as diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5- Diferenças das médias totais calculadas entre os valores obtidos depois do exercício e em repouso para a frequência cardíaca (FC1-FC0), para a frequência respiratória (FR1-FR0) e a para a CK (CK1-CK0), para o Grupo 1, Grupo 2 e total dos grupos.

GRUPO 1			GRUPO 2			TOTAL GRUPOS		
	Diferença da Média	Sig.		Diferença da Média	Sig.		Diferença da Média	Sig.
<b>FC1- FC0</b>	24,81	0,000	<b>FC1-FC0</b>	23,82	0,000	<b>FC1-FC0</b>	24,29	0,000
<b>FR1 - FR0</b>	16,31	0,000	<b>FR -FR0</b>	26,71	0,000	<b>FR1-FR0</b>	21,69	0,000
<b>CK1 - CK0</b>	15,37	0,006	<b>CK1-CK0</b>	17,57	0,030	<b>CK1-CK0</b>	3,47	0,001

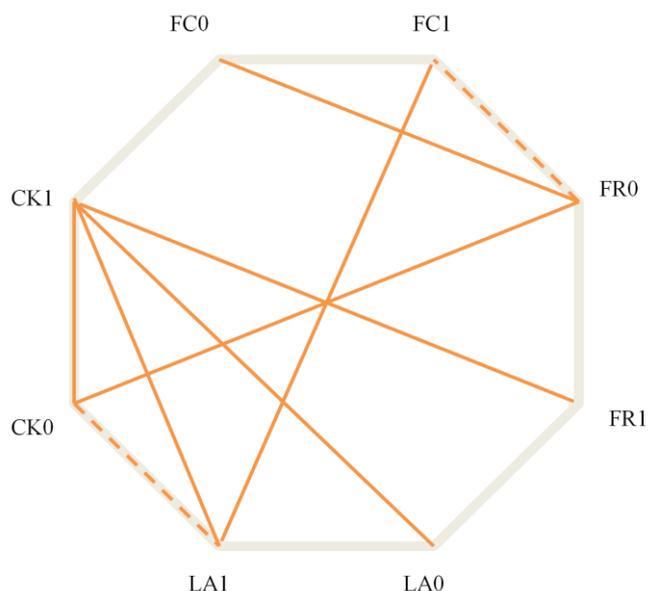
As correlações de Pearson calculadas entre os diferentes parâmetros estão representadas na tabela 6. Nesta tabela constam apenas as correlações que se mostraram estatisticamente significativas para  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ . Os valores de correlação variam sempre entre -1 e 1. Quanto mais próximos de 1, melhor a correlação. As correlações negativas significam que quando um parâmetro aumenta o outro diminui, e vice-versa. As correlações positivas significam que quando um parâmetro aumenta, o outro também aumenta e vice-versa.

Dos cálculos efectuados que concernem as diferenças estatísticas, correlações e emparelhamento de amostras serão apenas mencionados os que se revelaram estatisticamente significativos.

Tabela 6 – Correlações de Pearson encontradas entre os parâmetros medidos

Parâmetros comparados		Correlação de Pearson	p <
CK0	CK1	0,616	0,01
LA1	CK1	0,460	0,01
LA0	CK0	0,436	0,01
LA0	LA1	0,409	0,01
FC0	FR0	0,352	0,01
FC1	FR1	0,307	0,01
FC1	LA1	0,294	0,01
LA0	CK1	0,285	0,01
CK0	LA1	0,258	0,05
FR0	FC1	-0,236	0,05

Figura 1- Representação das correlações encontradas. Linhas contínuas representam as correlações encontradas com  $p < 0,01$  e linhas descontínuas  $p < 0,05$



Na tabela 7 constam as correlações calculadas para cada par de parâmetros, antes e depois do exercício. No grupo 1 registou-se uma correlação de 0,525 estatisticamente muito significativa ( $p < 0,001$ ) entre a CK0 e CK1. No grupo 2, registou-se também uma correlação estatisticamente muito significativa ( $p < 0,001$ ), entre CK0 e CK1 de 0,642 e entre LA0 e LA1 de 0,702. No total da amostra, as correlações e diferenças entre o repouso e o exercício foram também calculadas. Foram estatisticamente muito significativas ( $p < 0,001$ ) para as frequências cardíaca e respiratória e para a CK.

Observaram-se correlações estatisticamente muito significativas ( $p < 0,001$ ) para o lactato de 0,409, e para a CK de 0,616.

Tabela 7 – Correlações calculadas entre os parâmetros medidos antes e depois do exercício, por grupo.

GRUPO 1			GRUPO 2			TOTAL GRUPOS		
	Corr.	Sig.		Corr.	Sig.		Corr.	Sig.
<b>CK1 &amp; CK0</b>	0,525	0,000	LA1 & LA0	0,702	0,000	LA1 & LA0	0,409	0,000
			CK1 & CK0	0,642	0,000	CK1 & CK0	0,616	0,000

## 5. Discussão de Resultados

Neste capítulo, serão discutidos os resultados previamente apresentados, tentando enquadrá-los e compará-los à bibliografia já existente.

### 5.1. Frequência cardíaca

Como já foi referido neste trabalho a frequência cardíaca foi medida em todos os cavalos em repouso. Sabendo que esta pode ser influenciada por diversos factores como claudicação, dor, stress, doença respiratória ou cardiovascular (Evans, 2007; Romero, 2010; Gibbs *et al* 1995), entre outros, os cavalos quando selecionados para este estudo estavam em perfeitas condições físicas. Além disso, esta medição era sempre a primeira a ser feita, uma vez que a recolha de sangue podia ser um fator de stress adicional e causar um falso aumento da frequência cardíaca. A recolha foi efetuada na maioria das vezes dentro da boxe do próprio animal, a fim de prevenir stress adicional. As condições climáticas e barulhos exteriores foram os únicos factores que não se conseguiram controlar, ainda que os cavalos de ambos os grupos fossem trabalhados nos espaços que lhes eram habituais. Assim, podemos afirmar que o valor médio para a frequência cardíaca em repouso no grupo 1 foi de 30,61 bpm e de 29,3 bpm no grupo 2. A diferença deste parâmetro não se mostrou estatisticamente significativa entre grupos. Romero (2010) considera o intervalo de 25 a 40 bpm como o intervalo de referência para a frequência cardíaca em repouso de animais saudáveis, enquanto Gibbs *et al* (1995) e Freeman *et al* (2007) consideram o intervalo de 30 a 40 bpm (Freeman, Topliff, & Collier, 2007; Gibbs *et al* 1995; Romero, 2010). Pelo que, os valores encontrados foram os esperados. Isto sugere que além de os cavalos estarem clinicamente bem, não tiveram fatores externos a influenciar os seus valores em repouso. É de referir que estes valores foram inferiores aos encontrados para outras raças por outros autores. É o caso de Sexton *et al* (1987) que encontraram no quarto de milha um valor médio de 38 bpm, Barrey *et al* (1993) encontrou num grupo de CSO que incluía as raças Sela Francês, Puro Sangue Inglês e Trotador francês um valor médio de 35,6 bpm e Zobba *et al* (2011) encontraram em cavalos de Pólo cruzados das raças Crioulo e Puro Sangue Inglês um valor médio de 34,6 bpm.

Gibbs *et al* (1995) refere que é possível com o treino continuado que a frequência cardíaca em repouso diminua. Contudo, essa diminuição não foi

demonstrada de forma apreciável noutros estudos. Sexton *et al* (1987), sugerem duas hipóteses para que essa diminuição em repouso ocorra ao longo do tempo. A primeira hipótese é que seja uma adaptação do cavalo aos procedimentos do estudo. A segunda, considera uma verdadeira adaptação fisiológica. Em ambos os grupos sabemos que o trabalho diminuiu entre a primeira e a terceira recolha, intensificando-se a partir da quarta (dados não apresentados). Assim, será aceitável pensar que com uma perda de intensidade do trabalho os cavalos estariam mais relaxados e registou-se uma diminuição na frequência cardíaca em repouso. Podemos também considerar que neste período menos intenso, poderá ter havido uma diminuição da condição física. A intensificação do trabalho, foi acompanhada de um ligeiro aumento nos valores da FC nas recolhas 4 e 5, diminuindo da recolha 5 para a 6. Uma vez que o aumento do trabalho coincidiu com o aumento da frequência cardíaca em repouso, poderemos pressupor que houve perda de condição física nas primeiras 3 recolhas. Possivelmente, o aumento do trabalho refletiu-se no aumento da FC em repouso enquanto não houve adaptação fisiológica. A última recolha registava já uma diminuição da FC, pelo que podemos considerar que houve uma adaptação fisiológica à intensificação do exercício nesta transição.

Ao observarmos o gráfico 2, é possível ver a forma como as frequências cardíacas depois do exercício se alteraram ao longo do estudo. A média da FC1 no grupo 1 foi de 55,38 bpm e no grupo 2 53,34 bpm. A diferença entre grupos para este parâmetro não se mostrou estatisticamente significativa.

Curiosamente, no grupo 1 registou-se um aumento da FC muito gradual ao longo das recolhas, com exceção de uma diminuição na recolha 5. Nesta, os animais II e VIII, tiveram uma sessão menos exigente (dados não apresentados) registando-se valores após o exercício mais baixos, influenciando a média do grupo nesse momento. Assim podemos considerar duas hipóteses. A primeira considera que a diminuição registada na recolha 5 não foi uma adaptação fisiológica do grupo, mas sim uma média que inclui dois cavalos que trabalharam nessa sessão de forma menos intensa. Outra hipótese será que o grupo estava a melhorar a condição física para o esforço exigido registando esta diminuição como adaptação fisiológica. Williams *et al* (2008) num estudo efectuado em cavalos de Ensino, registaram um valor médio de 102 bpm durante uma prova de Ensino de nível elementar e de 107 bpm numa prova de nível médio. Observaram que não havia uma diferença significativa entre os dois níveis de competição (Williams, Chandler, & Marlin, 2008). Se considerarmos que os cavalos de Ensino do grupo 1

oscilaram entre estes valores no treino, sabemos que recuperaram ao fim de sensivelmente 2 minutos para FC inferior a 60,5 bpm (média mais alta registada por recolha no grupo 1).

No grupo 2, até à recolha 5 registou-se um aumento gradual da frequência cardíaca após o exercício. No entanto, da recolha 5 para a 6 registou-se uma diminuição deste valor. Na recolha 6, todos os cavalos registaram uma diminuição da frequência cardíaca após o exercício, à exceção de dois. Sabendo que a condição física influencia a FC, um cavalo normal mostra uma FC mais baixa para um período e intensidade de treino repetidos (Couroucé, 1999). Assim, sendo que a partir da 4ª recolha o trabalho foi intensificado e esse nível de treino foi mantido até ao final do estudo, a diminuição na FC após o exercício na recolha 6, pode ser um indício de melhoramento da condição física (Couroucé, 1999; Sexton, Erikson, & Coffman, 1987).

Num estudo efectuado por Barrey *et al* (1993) em cavalos de CSO, a FC foi monitorizada em prova. Registaram uma FC média de 190,2 bpm durante o tempo de prova. Noutro estudo realizado por Art *et al* (1990) também realizado num percurso de CSO, a média da FC durante a prova foi de 191,4 bpm. Segundo Gibbs *et al* (1995) em cavalos que durante o exercício trabalham entre 170 a 190 bpm, espera-se que 2 minutos após o fim do exercício a FC seja de 100 bpm e 10 minutos depois de 60 bpm. Embora, não tenhamos utilizado os equipamentos que medem a FC durante o exercício, se transpusermos os valores de prova para os do treino (ainda que o treino não tenha sido tão intenso como uma prova), observamos que o grupo 2 após 2 minutos do fim do exercício registava valores de FC inferiores a 100 bpm.

## **5.2. Frequência Respiratória**

Neste trabalho encontraram-se valores médios da FR em repouso para o grupo 1 de 13,1 rpm e de 12,7 para o grupo 2. Estes valores foram próximos dos encontrados num estudo efectuado em cavalos da raça Thoroughbred de 13,5 respirações por minuto em repouso (Butler, *et al.*, 1993). Estes valores foram os esperados, sendo que Gibbs *et al* (1995) considera o intervalo normal para um animal saudável 8-16 respirações por minuto e Franklin *et al* (2012) consideram um intervalo de 10-15 respirações por minuto. Segundo Gibbs *et al* (1995), a frequência respiratória é facilmente contada, podendo até ser utilizada pelo cavaleiro. No entanto, este parâmetro

pode alterar-se com frequência devido a alterações na temperatura e humidade. Ainda que estas sejam constantes, a FR aumenta em resposta ao movimento (Gibbs *et al* 1995; Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012). A média da FR depois do exercício no grupo 1 foi de 30,01 rpm e para o grupo de 2 de 39,42. Em ambos os grupos, o aumento da FR após o exercício, foi estatisticamente significativo, pelo que podemos considerar que aumentou como consequência do exercício e não devido a outros factores. Franklin *et al* (2012) referem que durante o exercício a FR tem que aumentar em resposta às exigências metabólicas por parte dos músculos. Naturalmente, a forma como se altera a resposta respiratória depende da intensidade e duração do exercício. Referem que a ventilação por minuto (produto entre a FR e o volume tidal) aumenta drasticamente de menos de 100L/min no repouso, para 1800L/min no exercício. Este aumento é conseguido com um aumento de FR de 10-15 rpm em repouso para 120-148 respirações por minuto. A FR aumenta de forma linear com a velocidade devido à ligação estreita que existe entre o par locomotor-respiratório (rácio 1 respiração/passada) do cavalo. Esta ligação, durante o trote e o galope, está mais dependente do comprimento da passada do que da frequência. (Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012) Em andamentos mais lentos este emparelhamento de 1:1 não é observado, pelo que outras estratégias de respiração podem ser adoptadas. Em Standardbreds parece haver uma diferença na estratégia utilizada entre os cavalos com melhor e com pior performance (Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012). Butler *at al* (1993) também encontraram a mesma proporção de 1:1 respiração/passada em cavalos da raça Thoroughbred (Butler, Woakes, Anderson, Roberts, & Marlin, 1993). Hinchliff *et al* (2008) reportam outros rácios, em função da raça e do andamento. No entanto, Art *et al* (1990), num estudo efectuado em cavalos da raça Thoroughbred, registou um valor após o exercício depois de 10 minutos a passo de 127 respirações minuto (Hinchliff, Geor, & Kaneps, 2008; Art, *et al.*, 1990) Talvez pela facilidade com que a FR pode alterar-se em função da temperatura e humidade, este parâmetro não seja considerado muito fiável, não sendo estudado com frequência durante a fase de recuperação.

No grupo 1, pode observar-se que ao longo das várias medições efectuadas a FR em repouso decresceu, registando-se um pico na recolha 4 com retorno a valores mais baixos na recolha 5. Este pico, pode ser explicado pelo facto de no dia desta recolha, muito perto das boxes onde se encontravam os cavalos do estudo, andarem a cortar arbustos com serras eléctricas e o ambiente estava de facto muito barulhento, podendo ser esta a razão para este pico neste dia em particular (dados não apresentados). Em

relação aos registos efectuados para a FR depois do exercício ao longo das medições observou-se uma ligeira diminuição da medição 1 para a 2. Depois um aumento entre a 2 e a 4, diminuição de 4 para 5, e ligeiro aumento de 5 para 6. É possível que estas alterações sejam devido ao facto de terem havido diferenças de intensidade no exercício. Como já foi referido anteriormente, a intensidade influencia o aumento da FR (Franklin, Van Erck-Westergren, & Bayly, 2012).

No grupo 2, nas medições feitas da FR em repouso ao longo do tempo observou-se uma diminuição dos valores até à recolha 4, observando-se um ligeiro aumento na recolha 5 e diminuição ligeira da 5 para a 6. Nas medições feitas depois do exercício observou-se um aumento gradual até à medição 5, registando-se uma diminuição da 5 para a 6. Neste grupo no dia da recolha número 5 houve um aumento da temperatura (dados não apresentados), que embora se tenha notado de forma mais discreta em repouso, na média dos cavalos, depois do exercício parece ter sido mais marcado. Este aumento na temperatura, pode ter sido suficiente para aumentar a FR em repouso e depois do exercício em relação aos valores que estavam a ser registados noutras medições.

### **5.3. Lactato**

Para ambos os grupos foi calculada a média do lactato no soro sanguíneo. No grupo 1 a média foi de 1,14 mmol/L e no grupo 2 a média foi de 1,49 mmol/L. Estes valores foram os esperados, sendo que se enquadram nos intervalos considerados por outros autores para cavalos saudáveis em repouso. Zobba *et al* (2011) consideram um intervalo 0,5 a 1,78 mmol/L, Romero (2010) 0,38 a 2 mmol/L, Neto *et al* (2009) 1 a 2 mmol/L, Vincze *et al* (2010) 0,5 a 2 mmol/L. Ou seja, em qualquer um destes intervalos, os valores obtidos para ambos os grupos foram os normais para cavalos saudáveis em repouso. A média dos valores de lactato obtidos depois do exercício para o grupo 1 foi de 1,24 mmol/L e de 1,56 mmol/L para o grupo 2. Podemos verificar que a diferença entre grupos nos valores medidos antes, e depois do exercício foi estatisticamente significativa. Por este facto, será aceitável considerarmos que esta diferença entre grupos poderá dever-se não só ao tipo de exercício que efectuam, mas também à constituição genética dos grupos. O grupo 2 registou ainda uma correlação positiva estatisticamente significativa, consideravelmente alta (0,702) entre o LA

medido antes e depois do exercício. Isto significa que quando o lactato aumentou em repouso, também aumentou depois do exercício.

Vários autores como Romero (2010), Couroucé-Malblanc (2009), Couroucé (1999) ou Barrey *et al* (1993) descrevem, o valor de 4 mmol/L como o valor correspondente ao limiar anaeróbio. Romero (2010) menciona ainda que podem, na verdade, ser considerados dois limiares. Um limiar aeróbio aos 2 mmol/L e um anaeróbio aos 4 mmol/L, pelo que valores inferiores a 2mmol/L são de metabolismo maioritariamente aeróbio, entre 2 e 4 mmol/L uma zona de transição entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio, e superior a 4 mmol/L de metabolismo anaeróbio. A média após o exercício, em ambos os grupos, localizou-se abaixo do limiar aeróbio, o que significa que em ambos os grupos, em ambas as disciplinas não se alcançou um nível de esforço que obrigasse à utilização do metabolismo anaeróbio. E assim podemos considerar que ambos os grupos estavam perfeitamente adaptados ao tipo de exercício que praticavam. O cavalo XIV foi o único a apresentar uma média de LA depois do exercício, superior ao limiar aeróbio, com um valor médio de 2,17 mmol/L. Pelo que podemos aceitar que este cavalo esteve mais vezes numa zona de transição do que outros do mesmo grupo. Ainda assim, parece perfeitamente adaptado ao tipo de exercício que faz. Marlin *et al* (1991) estudaram o modo como desaparecia o lactato após o trabalho em exercícios de diferentes intensidades. Observaram que o pico do lactato no pós exercício é atingido aos 5 minutos após o fim do exercício e só a partir dessa altura é que começa a desaparecer (Marlin, Harris, & Snow, 1991). Uma vez que as recolhas de sangue feitas a todos os animais eram feitas antes desse período, é possível que os valores encontrados sejam um pouco mais baixos do que seriam se tivessem sido medidos nesse pico pós exercício. Pösö *et al* (1995) fizeram um estudo em que compararam os valores de lactato medidos no sangue e medidos no plasma, encontrando valores superiores no plasma. Contudo, não vêem nenhum inconveniente em utilizar o sangue ou o plasma desde que se comparem medições feitas no mesmo material de análise (Pösö, Lampinen, & Räsänen, 1995).

No grupo 1 nos valores de lactato em repouso, observou-se ao longo das recolhas uma diminuição entre a recolha 1 e a 2, um ligeiro aumento entre a 2 e a 4, uma diminuição entre a 4 e a 5 e novamente um aumento entre a 5 e a 6. No grupo 2 nos valores de lactato em repouso, observou-se aumento entre as recolhas 1 e 2, uma diminuição entre as recolhas 2 e 4, aumento entre a 4 e a 5 e uma diminuição da 5 para a 6. A intensidade da lactacidemia durante o exercício e a importância quantitativa dos

mecanismos de eliminação condicionam o tempo necessário para o retrocesso até aos valores basais (Romero, 2010). Pelo que podemos considerar que as alterações observadas nos valores basais, podem ser consequência de alterações na intensidade do exercício que se refletiram em retornos mais lentos ou mais rápidos para os valores basais. No caso do grupo 2, a correlação encontrada entre o LA0 e o LA1 foi positiva pelo que as alterações encontradas no LA0 ocorreram da mesma forma no LA1. Adamu *et al* (2013) referem que à medida que a capacidade física melhora, os valores de lactato após o exercício vão diminuindo (Adamu, Noraniza, Rasadee, & Bashir, 2013). De facto, entre as recolhas 1 e 2 em ambos os grupos, os animais estavam em fim de época. Portanto, até que retomassem o nível de treino que estavam a ter na recolha 4, estavam provavelmente numa boa condição física, mas a executar treinos menos exigentes. O que pode parecer que melhoraram a sua condição física, em vez de os treinos estarem a ser menos exigentes, que foi o que se passou entre as recolhas 3 e 4. Assim quando retomaram uma atividade física mais exigente a partir da recolha 4 é possível que primeiro tenham subido ligeiramente os níveis de lactato para depois descenderem, o que aconteceu no grupo 2. No grupo 1 a partir do momento em que o exercício aumentou o nível de lactato após o exercício aumentou também até à última recolha. Talvez porque a intensidade de exercício aplicada pode ter sido um pouco mais acentuada. Ainda assim em ambos os grupos os valores após o exercício, apesar das suas alterações, nunca atingiram um limiar anaeróbio, pelo que a exigência dos treinos não foi superior à capacidade dos cavalos.

#### **5.4. Creatina Quinase (CK)**

Os valores de CK registados em repouso para o grupo 1 foram de 154,78 U/L, e para o grupo 2 foram de 163,65 U/L. Estes valores enquadraram-se em intervalos de referência para animais saudáveis referidos por outros autores. Zobba *et al* (2011) considerou um intervalo de referência de 10 a 350 U/L, e Bruce Perry (2009) estabeleceu como intervalo de referência para Thoroughbreds 2 a 147 U/L, e para Standardbreds 18 a 217 U/L. Os valores encontrados depois do exercício foram para o grupo 1, 170,67 U/L e para o grupo 2, 182,09 U/L. As diferenças para a CK0 e para a CK1 entre grupos foram também estatisticamente significativas. Além disso, em ambos

os grupos registou-se uma correlação positiva estatisticamente significativa entre a CK0 e a CK1 o que significa que quando a CK0 aumentou, a CK1 também aumentou.

Segundo Vincze *et al* (2010), níveis elevados de CK refletem a intensidade do exercício. Piccione *et al* (2009) afirmam que o estudo da CK informa sobre o estado do músculo durante o exercício. Níveis séricos elevados de CK podem ser correlacionados com o estado de preparação física em indivíduos saudáveis, embora níveis elevados persistentemente podem refletir uma doença muscular subclínica (Piccione, Giannetto, Fazio, Casella, & Caola, 2009). Eades *et al* (1997) considera que apenas aumentos superiores a 500 U/L até duas horas após o fim do exercício indicam má adaptação ao treino. Piccione *et al* (2009) realizaram um estudo que demonstrou que o ritmo diário da CK, em cavalos expostos a um fotoperíodo natural e temperatura ambiente, era influenciado pelo exercício. Concluíram que o exercício desempenha um papel como estímulo externo que molda o padrão diário da CK. Observaram ainda, assim como Harris *et al* (1998) que a CK pode ser influenciada pelo género, idade, raça, massa muscular, actividade física e condições climáticas. Em todo o caso, as diferenças registadas entre o antes e o depois do exercício nos dois grupos em estudo, foram estatisticamente significativas, pelo que poderemos considerar que foram consequentes ao exercício físico. Embora se tenham registado aumentos, estes mantiveram-se dentro dos intervalos de referência, pelo que a possível lesão muscular que possa ter ocorrido deveu-se apenas ao exercício, não sendo consequente a uma doença muscular subclínica ou má adaptação ao esforço exigido.

### **5.5. Correlações de Pearson**

Neste trabalho calcularam-se todas as correlações possíveis entre todas as variáveis. O facto de encontrarmos correlação entre alterações físicas e bioquímicas demonstra a sua origem comum e as suas implicações em variáveis individuais na sua variação durante o exercício (Zobba, *et al.*, 2011). Durante o exercício a permeabilidade celular altera-se pelo que as correlações encontradas entre o lactato e a CK podem ser consequência dessa alteração de permeabilidade. Em relação à correlação encontrada entre a FC e o LA, esta já foi encontrada por Zobba *et al* (2011) e poderá estar ligada à sua correlação positiva com o consumo de oxigénio e à sua correlação negativa com o nível de treino e capacidade física. Sendo o sistema respiratório o fator limitante no

desempenho físico do cavalo, sabemos que não pode ser melhorado com o tempo. Ao contrário do que se passa com o sistema cardiovascular e com a FC, em particular, que se espera que diminua ao longo do tempo em resposta ao melhoramento da capacidade física. Assim, será possível que a correlação encontrada entre FR e FC em repouso e depois do exercício, seja pelo facto de ambas poderem ser afetadas por fatores externos. Ou seja, se surgiram fatores externos que as influenciam, estes influenciaram-nas da mesma forma. Foi ainda encontrada uma correlação negativa entre FR0 e FC1, o que significa que quando a FR0 aumentou, FC1 diminuiu. Será uma hipótese considerar que se por algum motivo a FR0 aumentou, e sendo que existe uma correlação positiva entre FR0 e FC0, que FC0 também aumentaria. Pelo que, o facto de FC1 não aumentar com o aumento de FR0 poderá ser um indício de boa capacidade física e de adaptação.

Em relação ao peso, os animais foram pesados para observar a existência de alterações no peso durante o período estudado. A diminuição de peso é muitas vezes utilizada como um indicador de treino excessivo. Por outro lado, o aumento de peso pode ser interpretado como uma diminuição do trabalho. Em ambos os grupos foi observada uma alteração na média dos pesos no início e no fim do estudo, o aumento foi de aproximadamente 5 Kg de PV no grupo 1 e de 10 Kg no grupo 2. Este aumento, deveu-se provavelmente ao tempo em que a intensidade do exercício foi menor. Sendo que seguiram o mesmo regime alimentar durante todo o estudo, e que nesse período houve menor gasto de energia, houve aumento de peso.

## 6. Conclusão

Embora se saiba através de outros trabalhos que, hoje em dia, existem já diversos equipamentos que permitem o registo e a medição de vários parâmetros fisiológicos durante o exercício, em Portugal, estes muitas vezes não estão disponíveis.

Através deste trabalho foi-nos possível avaliar a performance desportiva utilizando parâmetros já utilizados e estudados por outros autores, mas adaptados à realidade com que nos deparámos.

Em relação aos resultados encontrados, foram bastante satisfatórios, na medida em que coincidiram com os anteriormente descritos noutros trabalhos.

Consideramos que este estudo foi relevante uma vez que conseguimos fazer uma avaliação de performance desportiva dispondo de pouco equipamento especializado, sem interferir na rotina de treino e com a vantagem de os cavalos terem sido avaliados no seu ambiente regular de repouso e de treino.

A média dos valores encontrados para a frequência cardíaca em repouso no grupo 1 foi 30,61 bpm e de 29,3 bpm no grupo 2. Para a frequência cardíaca depois do exercício a média dos valores encontrados foi de 55,38 bpm no grupo 1, e no grupo 2, 53,24 bpm. A média dos valores de lactato em repouso foi de 1,14 mmol/L no grupo 1, e no grupo 2, 1,49 mmol/L. Já os valores de lactato depois do exercício foram de 1,22 mmol/L no grupo 1 e no grupo 2 de 1,56 mmol/L. Os valores encontrados encontram-se dentro dos valores de referência. Pudemos concluir também que os cavalos de ambos os grupos trabalharam abaixo do limiar anaeróbio. A média dos valores de CK antes do exercício foi de 154,78 U/L no grupo 1 e de 163,65 U/L no grupo 2. A média dos valores de CK depois do exercício foi de 170,67 U/L no grupo 1 e no grupo 2 de 182,09 U/L. Também para este parâmetro os valores encontrados enquadravam-se nos intervalos de referência. Com estes, foi-nos possível concluir que as alterações nos valores de CK foram expectáveis no contexto do exercício, demonstrando que os animais estavam perfeitamente adaptados à intensidade de exercício a que eram sujeitos. No caso da FR os valores encontrados em repouso foram 13,91 rpm no grupo 1 e no grupo 2 de 12,7 rpm. Os valores obtidos depois do exercício foram 30,02 rpm no grupo 1 e no grupo 2 de 39,42 rpm. Os valores em repouso encontravam-se dentro dos valores de referência, quanto aos depois do exercício não foram encontrados intervalos de referência que nos permitissem comparar os valores obtidos.

Foi-nos ainda possível encontrar correlações entre alguns parâmetros. A correlação entre a FC e o LA, foi esperada uma vez que já tinha sido anteriormente descrita. Ainda assim, encontraram-se correlações entre a FR e FC, entre a CK e o LA. Sendo que os valores obtidos em ambos os grupos foram inferiores a 2 mmol/L e portanto inferiores ao limiar aeróbio, poderemos aceitar que em ambos os grupos o trabalho efectuado estava enquadrado num metabolismo aeróbio.

Naturalmente, este estudo deveria ser feito durante toda a época desportiva, de forma a comparar todas as fases pela qual passam os cavalos durante a mesma. É ainda de referir, que seria recomendável que todos os atletas guardassem os dados obtidos durante todo o ano, para que quando fossem encontradas alterações estas pudessem ser comparadas com as anteriores no mesmo cavalo. Sem dúvida, este tipo de dados contribui para um redireccionamento do treino e para auxiliar na identificação de factores que diminuam a performance desportiva.

## 7. Referências Bibliográficas

- Adamu, L., Noraniza, M. A., Rasadee, A., & Bashir, A. (2013). Effect of Age and Performance on Physical, Hematological, and Biochemical Parameters in Endurance Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*(33), 415-420.
- Agüera, E., Rubio, D., Santisteban, R., Agüera, S., Muñoz, A., & Castejón, F. (1995). Heart Rate and Plasma Lactate Responses to Training in Andalusian Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*(15), 532-536.
- Aguilera-Tejero, E., Estepa, J. C., López, I., Bas, S., Mayer-Valor, R., & Rodríguez, M. (2000). Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. *Research in Veterinary Science*(68), 103-108.
- Art, T., Anderson, L., Woakes, A. J., Roberts, C., Butler, P. J., Snow, D. H., & Lekeux, P. (1990). Mechanics of breathing during strenuous exercise in thoroughbred horses. *Respiratory Physiology*(82), 279-294.
- Baker, G. J., Manohar, M., Goetz, T. E., Hassan, A. S., Humphrey, S., & Machmer, K. (2001). Pulmonary Gas Exchange, Anaerobic Metabolism, and EIPH Unchanged by Nasal Strip Application in Exercising Thoroughbreds. *Annual Convention of the AAEP*, (pp. 45-49).
- Barrey, E., & Valette, J. P. (1993). Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. *Ann Zootech*(42), 89-98.
- Boffi, F., Lindner, A., Lopez, R. A., Botta, V., Sadaba, S., & Muriel, M. (2011). Effect of Recovery Periods during Conditioning of Horses on Fitness Parameters. *Journal of Equine Veterinary Science* (31), 661-666.
- Bohák, Z., Kutasi, O., Csepi, G., Harnos, A., & Szenci, O. (2013). Respiratory Responses to Exercise - Venous Blood Gas Analysis. *13th International Congress of World Equine Veterinary Association*. Budapest, Hungary.
- Butler, P. J., Woakes, A. J., Anderson, L. S., Roberts, C. A., & Marlin, D. J. (1993). Stride length and respiratory tidal volume in exercising thoroughbred horses. *Respiratory Physiology*, 93, 51-56.
- Butler, P. J., Woakes, A. J., Smale, K., Roberts, C. A., Hillidge, C. J., Snow, D. H., & Marlin, D. J. (1993). Respiratory and cardiovascular adjustments during exercise of increasing intensity and during recovery in thoroughbred horses. *J. exp. Biology*(179), 159-180.
- Castejón, F., Rubio, D., Tovar, P., Vinuesa, M., & Riber, C. (1994). A Comparative Study of Aerobic Capacity and Fitness in Three Different Horse Breeds

- (Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian). *Journal of Veterinary Medicine*(41), 645-652.
- Cordeiro, A. R. (1989). *Cavalo Lusitano O Filho do Vento*. Lisboa: Edições INAPA.
- Couroucé, A. (1999). Field Exercise Testing for Assessing Fitness in French Standardbred Trotters. *The Veterinary Journal*(157), 112-122.
- Couroucé-Malblanc, A. (2009). Field Assessment of Poor Performance. *11th International Congress of World Equine Veterinary Association*. Guarajá, Brazil.
- Eades, S. C., & Bounous, D. I. (1997). *Laboratory Profiles of Equine Diseases*. St. Louis, USA: Mosby.
- Erikson, H. H., Lundin, C. S., Erikson, B. K., & Coffman, J. R. (1991). Indices of Performance in the Racing Quarter Horse. *Equine Exercise Physiology*(3), 41-46.
- Escribano, B., Agüera, E., Rubio, M., Santisteban, R., Vivo, R., Agüera, S., & Tovar, P. (2011). Utility of the Discriminant Analysis to Categorise Untrained Spanish Pure Bred Horses on the Basis of Biochemical and Muscle Variables Before and After a Standardized Exercise Test. *Research in Veterinary Science*(91), e144-e148.
- Evans, D. L. (2007). Physiology of Equine Performance and Associated Tests of Function. *Equine Veterinary Journal*(39), 373-383.
- Falaschini, A., & Trombetta, M. F. (2001). Modifications Induced by Training and Diet in Some Exercise-Related Blood Parameters in Young Trotters. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21(12), 601-604.
- Franklin, S. H., & Allen, K. J. (2008). Poor Performance - Not a Simple Diagnosis. *10th International Congress of World Equine Veterinary Association*, (p. 468). Moscow, Russia.
- Franklin, S. H., Van Erck-Westergren, E., & Bayly, W. M. (2012). Respiratory responses to exercise in the horse. *Equine Veterinary Journal*(44), 726-732.
- Freeman, D., Topliff, D., & Collier, M. (2007). Monitoring fitness of horses by heart rate. *Oklahoma cooperative extension service*, ANSI 9118.
- Gibbs, P. G., Potter, G. D., Nielsen, B. D., Householder, D. D., & Moyer, W. (1995). Scientific Principles for Conditioning Race and Performance Horses. *Program Animal Science* 11, 195-203.
- Harris, P., Marlin, D., & Gray, J. (1998). Plasma Aspartate Aminotransferase and Creatine Kinase Activities in Thoroughbred Racehorses in Relation to Age, Sex, Exercise and Training. *The Veterinary Journal*(155), 295-304.

- Hinchcliff, K. W., Geor, R. J., & Kaneps, A. J. (2008). *Equine Exercise Physiology - The Science of Exercise in the Athlete Horse*. Philadelphia, USA: Saunders Elsevier.
- Hodgson, D. (2008). Assessment of Performance: Treadmill versus Field Techniques. *10th International Congress of World Equine Veterinary Association*, (pp. 46-47). Moscow, Russia.
- Koho, N. M., Väihkönen, L. K., & Pösö, A. R. (2002). Lactate transport in red blood cells by monocarboxylate transporters. *Equine Exercise Physiology*(6), 555-559.
- Lekeux P, A. T. (1994). The respiratory system: anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In R. R. Hodgson DR, *The athletic horse: principles and practice of equine sport medicine* (p. 94). WB Saunders Co.
- Lindner, A., López, R. A., Durante, E., Ferreira, V., & Federico, F. M. (2009). Conditioning Horses at V10 3 times per week does not enhance v4. *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(12), 828-832.
- Lindner, A., Signorini, R., Brero, L., Arn, E., Mazzini, R., & Enriquez, A. (2012). Effect of Conditioning Horses Once, Twice, or Thrice a Week with High-Intensity Intermittent Exercise on V4. *Journal of Equine Veterinary Science*(32), 153-157.
- Marlin, D. J., Harris, R. C., & Snow, D. H. (1991). Rates of Blood Lactate Disappearance Following Exercise of Different Intensities. *Equine Exercise Physiology*(3), 188-195.
- Mathias, J., Gil, C., & Barros, J. (1980). *Portugal e os Seus Cavalos*. Lisboa: Edições António Ramos.
- Murray, R. (2011). Lameness: Keeping the Competition Horse Sound. *50th British Equine Veterinary Association Congress*, (pp. 99-100). Liverpool, United Kingdom.
- Peplow, E. (1998). *A Enciclopédia do Cavalo*. Editora Litexa Lda.
- Perry, B. W. (2009). Appendix 2 - Clinical Pathology. In N. E. Robinson, & K. A. Sprayberry, *Current Therapy in Equine Medicine 6*. Philadelphia, USA: Saunders, Elsevier.
- Piccione, G., Giannetto, C., Fazio, F., Casella, S., & Caola, G. (2009). A Comparison of Daily Rhythm of Creatinine and Creatine Kinase in the Sedentary and Athlete Horse. *Journal of Equine Veterinary Science*(7), 575-832.
- Pösö, R. A., Lampinen, K. J., & Räsänen, L. A. (1995). Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise. *Equine Veterinary Journal*(18), 231-234.

- Romero, C. M. (2010). *Estudio del ejercicio de natación en caballos de deporte y su influencia sobre la frecuencia cardiaca y la lactacidemia*. Madrid, 2010.
- Sexton, W. L., Erikson, H. H., & Coffman, J. R. (1987). Cardiopulmonary and Metabolic Responses to Exercise in the Quarter Horse: Effects of Training. *Equine Exercise Physiology* 2, 77-91.
- Sexton, W., Erickson, H., & Coffman, J. (1987). Cardiopulmonary and Metabolic Responses to Exercise in the Quarter Horses: Effects of Training. *Equine Exercise Physiology*(2), 77-91.
- Sloet-Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M., Wensing, T., & Breukink, H. J. (1987). Standardized Exercise Test on a Track to Evaluate Fitness and Training os Saddle Horse. *Equine Exercise Physiology*(2), 68-76.
- Vervuert, I. (2011). Energy metabolism of the performance horse. *5th European Equine Nutrition & Health Congress*. Waregem, Belgium.
- Vincze, A., Szabó, C., Hevesi, Á., Veres, S., Ütő, D., & Babinszky, L. (2010). Effect of Age and Event on Post Exercise Values of Blood Biochemical Parameters in Show Jumping Horses. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 185-191.
- Williams, R. J., Chandler, R. E., & Marlin, D. J. (2008). Heart rates of horses during competitive dressage. *Comparative Exercise Physiology*(6), 7-15.
- Young, L. E. (2013). Equine Athletes, the equine athlete's heart and racing success. *The Physiological Society*, 659-663.
- Zobba, R., Ardu, M., Niccolini, S., Cubeddu, F., Dimauro, C., Bonelli, P., . . . Parpaglia, M. L. (2011). Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* (31), 542-548.