



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária
Instituto Superior de Agronomia

**Regimes alimentares no cavalo de desporto: A utilização
de alimentos compostos complementares na
suplementação das dietas**

Madalena Serradas Perdigoto

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e
Cunha

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

Doutora Maria João de Sousa Ferreira
Martelo Fradinho

ORIENTADOR

Doutora Maria João de Sousa
Ferreira Martelo Fradinho

CO-ORIENTADOR

Doutor Rui Manuel de Vasconcelos
e Horta Caldeira



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária
Instituto Superior de Agronomia

**Regimes alimentares no cavalo de desporto: A utilização
de alimentos compostos complementares na
suplementação das dietas**

Madalena Serradas Perdigoto

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ZOOTÉCNICA/PRODUÇÃO ANIMAL

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e
Cunha

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

Doutora Maria João de Sousa Ferreira
Martelo Fradinho

ORIENTADOR

Doutora Maria João de Sousa
Ferreira Martelo Fradinho

CO-ORIENTADOR

Doutor Rui Manuel de Vasconcelos
e Horta Caldeira

2016
Lisboa

Agradecimentos

A concretização desta dissertação contou com o apoio de vários intervenientes, aos quais não poderia deixar de agradecer:

À Engenheira Maria João Fradinho por me ter orientado, pela sua disponibilidade e motivação, e por todos os conhecimentos que me transmitiu. Foi sem dúvida incansável em todos os aspetos;

Ao Professor Doutor Rui Caldeira por ter co-orientado este projeto, pelo tempo despendido, e por em conjunto com a Engenheira Maria João Fradinho me ter possibilitado realizar um estudo numa área que me suscita tanto interesse;

A todas as pessoas que gentilmente aceitaram integrar este estudo e que se disponibilizaram para fornecer todas as informações necessárias, agradeço profundamente;

Aos meus pais, por investirem em mim e na minha formação, e por me terem dado a oportunidade de frequentar o mestrado em Engenharia Zootécnica- Produção Animal. Pela constante motivação e apoio incondicional que foram determinantes no meu percurso académico bem como na realização do presente trabalho;

À minha irmã, por toda a ajuda que me deu e por me ter aconselhado sempre que necessitei;

Ao meu namorado, cujo papel foi fundamental, agradeço o tempo que dispensou para me ajudar na realização da componente prática deste estudo;

Aos meus amigos Ana Magalhães, Carolina Duarte, Joana Pereira, Margarida Colares, e António Pinheiro de Lacerda, por terem estado sempre presentes ao longo destes anos.

Regimes alimentares no cavalo de desporto: A utilização de alimentos compostos complementares na suplementação das dietas

Resumo

Uma alimentação equilibrada e completa de acordo com as necessidades é fundamental para a manutenção da saúde, bem-estar e para a obtenção de bons desempenhos nos cavalos de desporto. O presente estudo teve como objetivo recolher informação sobre a utilização de alimentos compostos complementares (ACC) na suplementação das dietas de cavalos em treino ou em níveis de competição avançados, nas disciplinas de saltos de obstáculos, *dressage* e resistência equestre. Para o efeito foi realizado um inquérito sobre os regimes alimentares de 158 cavalos, tendo sido avaliados 357 ACC. De um modo geral, as dietas avaliadas apresentaram-se excedentárias relativamente a determinados constituintes não sendo, no entanto, ultrapassados os limites de segurança estabelecidos. Dos ACC avaliados, apenas 10% são alimentos dietéticos, sendo “a compensação de perda de eletrólitos” o objetivo nutricional específico mais utilizado. As quantidades fornecidas de cobre, zinco, selénio, vitamina A e vitamina D na disciplina de saltos de obstáculos foram superiores comparativamente às outras duas disciplinas. Quanto à vitamina E, verificou-se um fornecimento superior ao dobro da quantidade recomendada, não havendo diferenças entre as três disciplinas. Para além de uma maior investigação sobre os efeitos de algumas substâncias, torna-se necessária uma maior formação dos utilizadores e técnicos que permita fundamentar a inclusão dessas substâncias nas dietas.

Palavras-chave: Nutrição equina; cavalos de desporto; alimentos compostos complementares; aditivos; suplementação das dietas.

Diets in the sport horse: supplementation practices with complementary compound feeds

Abstract

A balanced diet that copes the nutritional requirements is fundamental for the maintenance of the health, well-being and performance of the sport horse. This study aims at collecting detailed information regarding the use of complementary compound feeds (CCF) on diet supplementation of training or competing horses at an advanced level, within jumping, dressage or endurance disciplines. For this purpose, a survey regarding the feeding practices of 158 horses was carried out and the composition of 357 CCF was evaluated. The evaluated diets were generally in surplus of certain nutrients. However, the proposed upper safe limits were never reached. Only 10% of the evaluated CCF were dietetic feeds and the main particular nutritional purpose used was “compensation of electrolyte loss”. The supply of copper, zinc, selenium, vitamin A and vitamin D was higher in show-jumping, when compared to both dressage and endurance. Vitamin E supply exceeded the double recommended allowances for exercising horses in all disciplines. In addition to further research on the effects of some substances, a better formation of riders and technicians is fundamental in order to support the inclusion of those substances in sport horses diets.

Key-words: Equine nutrition; sport horses; complementary compound feeds; feed additives; dietary supplementation.

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de figuras	vii
Lista de tabelas.....	viii
Lista de abreviaturas.....	ix
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	3
2.1. Exigências nutricionais do cavalo de desporto	3
2.2. Alimentos compostos utilizados nas dietas.....	6
2.3. O papel dos elementos minerais	10
2.3.1. Cálcio (Ca)	11
2.3.2. Fósforo (P)	12
2.3.3. Magnésio (Mg)	14
2.3.4. Potássio (K).....	15
2.3.5. Sódio (Na).....	16
2.3.6. Cloro (Cl).....	17
2.4. Aditivos utilizados em alimentos compostos para animais.....	18
2.4.1. Aditivos Nutritivos.....	20
2.4.1.1. Vitaminas, pró-vitaminas e substâncias quimicamente bem definidas de efeito semelhante.....	21
2.4.1.1.1. Vitamina A ou Retinol.....	22
2.4.1.1.2. Vitamina D.....	24
2.4.1.1.3. Vitamina E.....	25
2.4.1.1.4. Vitamina K.....	28
2.4.1.1.5. Vitaminas do complexo B	29
2.4.1.1.6. Vitamina C.....	35
2.4.1.1.7. L- Carnitina.....	38
2.4.1.2. Compostos de oligoelementos	38

2.4.1.2.1. Cobalto (Co).....	39
2.4.1.2.2. Cobre (Cu)	39
2.4.1.2.3. Iodo (I).....	40
2.4.1.2.4. Ferro (Fe).....	41
2.4.1.2.5. Manganês (Mn)	42
2.4.1.2.6. Selênio (Se)	42
2.4.1.2.7. Zinco (Zn).....	44
2.4.1.3. Aminoácidos - os seus sais e análogos.....	46
2.4.2. Aditivos zootécnicos.....	47
2.4.2.1 Melhoradores de digestibilidade/ Estabilizadores da flora intestinal...	47
2.5. Alimentos com objetivos nutricionais específicos	50
2.6. Outras substâncias utilizadas em alimentos compostos complementares para cavalos	52
2.6.1. Substâncias ergogénicas	52
2.6.2. Agentes Condroprotetores	64
2.6.3. Prebióticos	68
2.6.4. Outros Probióticos.....	69
2.7. Substâncias proibidas (“ <i>doping</i> ”) no cavalo de desporto	70
2.8. Particularidades das dietas do cavalo de desporto.....	72
2.8.1. Fontes energéticas.....	75
2.8.2. Particularidades da dieta associadas à disciplina de <i>endurance</i>	75
2.8.3. Particularidades da dieta associadas às disciplinas de saltos de obstáculos e <i>dressage</i>	78
3. Materiais e Métodos.....	80
3.1. Desenho experimental.....	80
3.2. Caracterização da amostra.....	81
3.3. Tratamento de dados	82
4. Resultados.....	83
4.1. Caracterização da amostra.....	83
4.2. Caracterização geral dos regimes alimentares.....	86
4.3. Alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.....	88

4.4. Caracterização nutricional dos alimentos compostos utilizados no regime diário	92
5. Discussão	96
5.1. Caracterização da amostra.....	96
5.2. Caracterização geral dos regimes alimentares.....	98
5.3. Alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.....	101
5.4. Caracterização nutricional dos alimentos compostos utilizados no regime diário	104
6. Conclusões.....	108
Bibliografia.....	111
Anexos	124
Anexo 1- Inquérito construído para recolha de informação.....	124

Lista de figuras

Figura 1. Localização geográfica dos locais onde foram realizados os inquéritos no âmbito do presente estudo.	81
Figura 2. Origem da água utilizada no abeberamento dos animais.	85
Figura 3 Tipos de bebedouro utilizados no abeberamento dos animais.	85
Figura 4. Responsáveis pela definição das dietas. N (Nutricionista); MV (Médico Veterinário); P (Proprietário); C (Cavaleiro); T (Treinador); TCF (Tratador com formação especializada); TSF (Tratador sem formação especializada).	86
Figura 5. Alterações nos regimes alimentares em fases de treino/ competição nas diferentes disciplinas. NV (não verificado); LIG. (ligeira alteração das quantidades do regime alimentar já fornecido); AD.(adição de outros alimentos ao regime alimentar já fornecido); RD (regime alimentar diferente em qualidade e quantidade de alimentos).	88
Figura 6. Número de alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas, por disciplina.	90
Figura 7. Frequência de utilização dos outros alimentos complementares na suplementação das dietas. Todos os alimentos fornecidos apenas em períodos de competição (pré-, pós-, e durante), ou em intervalos de tempo específicos (e.g. uma vez por ano durante dois meses), foram considerados como sendo utilizados pontualmente.	90
Figura 8. Proporção do excesso de fornecimento de Cu (n= 45), Zn (n= 44), Se (n= 39), Vit. A (n= 92), Vit. D (n= 74) e Vit. E (n= 86) pela dieta relativamente às respetivas recomendações diárias (INRA, 2015).	94

Lista de tabelas

Tabela 1. Recomendações nutricionais diárias para cavalos com um peso médio de 500 kg em manutenção e para diferentes intensidades de exercício (adaptado de INRA (2015)).	5
Tabela 2. Valores recomendados de tiamina, riboflavina e biotina para cavalos em manutenção e a executar exercícios de diferentes intensidades.	6
Tabela 3. Limite de incorporação de vitaminas nos alimentos completos para cavalos (Adaptado de Comunicação da Comissão 2004/C 50/01).....	20
Tabela 4. Limite de incorporação de oligoelementos nos alimentos completos para cavalos (Adaptado de Comunicação da Comissão 2004/C 50/01; Regulamento (CE) n.º 479/2006; Regulamento (UE) n.º 335/2010; Regulamento (UE) n.º 349/2010; Regulamento de Execução (UE) n.º 269/2012; Regulamento de Execução (UE) n.º 991/2012; Regulamento de Execução (UE) n.º 636/2013; Regulamento de Execução (UE) n.º 1230/2014); Regulamento de Execução (UE) 2015/861).....	20
Tabela 5. Vitaminas: sinais clínicos de deficiência e excesso (adaptado de INRA, 2015). ...	37
Tabela 6. Limites mínimos e teores recomendados de incorporação de leveduras autorizadas nos alimentos para cavalos (adaptado de Reg(EC) No 186/2007; Reg(EC) No 886/2009; Reg(EC) No 910/2009; Reg(EU) No 1119/2010).	48
Tabela 7. Lista de utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a cavalos (Adaptada de DGAV: http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=23555&generico=17120&cboui=17120).	50
Tabela 8. Plantas ou matérias- primas que possuem contaminantes (adaptado de Bonnaire et al., 2008).....	72
Tabela 9. Características dos diferentes tipos de fibras musculares nos cavalos (adaptado de Snow, (1983)).	73
Tabela 10. Conteúdo de sódio, potássio, e cloro do suor de equinos (Harris, 2005).	77
Tabela 11. Caracterização geral dos cavalos incluídos no estudo, tipo de exercício e condições de alojamento.	84
Tabela 12. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório das quantidades diárias ingeridas das frações concentrada e forrageira das dietas.....	87
Tabela 13. Caracterização do regime alimentar diário no que respeita ao fornecimento de óleo vegetal nas várias disciplinas.....	87
Tabela 14. Caracterização do regime alimentar diário no que respeita ao acesso a pedra de sal/ bloco de minerais nas várias disciplinas.	87
Tabela 15. Classificação dos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.....	89
Tabela 16. Principais categorias de matérias-primas utilizadas na formulação dos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.....	89
Tabela 17. Objetivos de utilização indicados e formas de aferição dos efeitos dos alimentos complementares fornecidos em suplementação às dietas.	91
Tabela 18. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de macrominerais fornecidos, com base nos valores presentes na rotulagem.	92
Tabela 19. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de oligoelementos fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.	93
Tabela 20. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de vitaminas fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.....	93
Tabela 21. Média, desvio padrão e intervalo dos valores observados relativos ao somatório dos teores diários de lisina fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.	93
Tabela 22. Quantidades diárias médias de cobre, zinco, selénio, vitamina A, vitamina D, e vitamina E fornecidos pela dieta em cavalos de Dressage (D), Obstáculos (O), e Resistência Equestre (R.E).	95

Lista de abreviaturas

AAE: Aminoácidos Essenciais;
ACC: Alimentos Compostos Complementares;
ACP: Proteína Transportadora de Acilos;
ADF: Fibra Ácido Detergente;
ADP: Adenosina Difosfato;
AG: Ácidos Gordos;
AGE: Ácidos Gordos Essenciais;
AGV: Ácidos Gordos Voláteis;
AH: Ácido Hialurónico;
ATP: Trifosfato de Adenosina;
CoA: Coenzima A;
CK: Creatina quinase;
DGAV: Direção Geral de Alimentação e Veterinária;
DHA: Ácido gordo Docosahexaenóico;
D.L: Decreto- Lei;
DNA: Ácido Desoxirribonucleico;
ED: Energia Digestível;
EL: Energia Limpa;
EMND: Doença do Neurónio Motor em Equinos;
EPA: Ácido gordo Eicosapentaenóico;
FAD: Dinucleótido Adenina Flavina;
FEI: Federação Equestre Internacional;
FEP: Federação Equestre Portuguesa;
FMN: Mononucleótido de Flavina;
FOS: Fruto- Oligossacáridos;
GAG: Glucosaminoglicanos;
Gla: Ácido γ - carboxiglutâmico;
GPx: Glutathione Peroxidase;
IL: Interleucinas;
IMS: Ingestão de Matéria Seca;
INRA: *Institut National de la Recherche Agronomique*;
LD₅₀: Dose Letal Mediana;
LDL: Lipoproteínas de baixa densidade;
LTB₄: Leucotrieno B₄;
MADC: Matéria Azotada Digestível Cavalos;
MOS: Manano-Oligosacáridos;

MPE: Mieloencefalite Protozoária Equina;
MS: Matéria Seca;
MSM: Metilsulfunilmetano;
NaCl: Cloreto de sódio;
NAD: Nicotinamida Adenina Dinucleótido;
NADP: Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato;
NDF: Fibra Neutro Detergente;
NO: Óxido Nítrico;
NRC: *National Research Council*;
NSAIDs: Substâncias anti- inflamatórias não esteróides;
OA: Osteoartrite;
OC: Osteocondrose
OCD: Osteocondrite Dissecante;
PB: Proteína Bruta;
PGE₂: Prostaglandina E₂;
PUFAs: Ácidos Gordos Polinsaturados;
RAO: Obstrução Recorrente das Vias Respiratórias;
Reg.: Regulamento
ROS: Elementos Reativos ao Oxigênio;
SAS: *Statistical Analysis Software*;
Sc: *Saccharomyces cerevisiae*;
ScFOS: Fruto- oligossacáridos de cadeia curta;
UFC: Unidade Forrageira Cavalos;
UI: Unidades Internacionais.

1. Introdução

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse pela prática da equitação em geral e pelas disciplinas equestres federadas e competições associadas. Segundo a Federação Equestre Portuguesa (FEP), o número de cavalos inscritos desde 2009 até 2014 sofreu um aumento de cerca de 5%. Em 2009 encontravam-se inscritos 1904 animais, sendo que no ano seguinte o número aumentou para 1969. Apesar de no ano de 2011 se ter verificado uma quebra algo significativa, com 1830 cavalos inscritos, no ano de 2012 este número voltou a aumentar passando a estar inscritos 1950 animais. Desde então este valor tem vindo a aumentar, sendo que os últimos dados publicados em 2014 apontam para 2002 animais inscritos. Neste contexto, a obtenção de bons desempenhos desportivos torna-se um objetivo comum a todos os envolvidos (cavaleiros, proprietários, médicos-veterinários, tratadores, etc.), constituindo a alimentação dos cavalos uma das principais vias para o alcançar.

Considerando que o cavalo é um animal herbívoro monogástrico, e tendo em conta todas as suas particularidades digestivas, a composição do seu regime alimentar deve ter por base um alimento forrageiro, que fornece a componente fibrosa, e um alimento concentrado, que constitui a componente mais concentrada da dieta e que é frequentemente fornecido na forma de alimento composto complementar, vulgarmente chamado 'ração'. Apesar de este último poder providenciar uma maior quantidade de determinados nutrientes, é a forragem de boa qualidade (preferencialmente feno) que torna possível um bom funcionamento do trato gastrointestinal do cavalo. Um maneio alimentar deficiente e/ou o fornecimento excessivo de alimentos concentrados podem originar desequilíbrios da flora gastrointestinal que resultam frequentemente em doenças como cólicas e laminites. Desta forma, e para evitar a ocorrência de tais situações que podem condicionar a presença dos cavalos em eventos equestres, torna-se essencial a sua prevenção através de um maneio alimentar adequado e de uma alimentação equilibrada e controlada, devendo a mesma adequar-se ao tipo e à intensidade de trabalho a que o animal está sujeito (Silva, 2010).

As particularidades dos regimes alimentares dos cavalos de desporto não se prendem apenas com o regime base mas também com a utilização de certos alimentos compostos complementares como forma de suplementação das dietas. Alguns alimentos complementares são frequentemente referidos como 'suplementos', embora de forma errada em termos de enquadramento legal, como resultado de uma confusão generalizada com a definição existente de "suplementos alimentares" para alimentação humana presente no Decreto-Lei n.º 136/2003 de 28 de Junho. Uma vez que a produção de cavalos de desporto tem como produto final a *performance* ou desempenho desportivo, não é fácil determinar um método de medição (como quilogramas de carne ou litros de leite noutros tipos de produção pecuária) que permita avaliar o seu sucesso. Como tal, a inclusão deste tipo de alimentos nos

regimes alimentares é feita com o intuito de suplementar as dietas destes animais, visando geralmente a obtenção dos melhores resultados desportivos.

Com frequência observam-se também problemas devido a um excesso de administração de certos alimentos compostos complementares nas dietas dos cavalos de desporto. Muitas vezes essa suplementação origina efeitos contrários ao pretendido podendo, em certas circunstâncias, condicionar a utilização desportiva momentânea ou futura do cavalo (Silva, 2010).

O presente trabalho teve assim como principal objetivo recolher informação detalhada acerca da utilização de alimentos compostos complementares na suplementação das dietas do cavalo de desporto, em Portugal. Em particular, foram avaliadas as dietas de cavalos em treino avançado ou já em níveis de competição elevados, nas disciplinas de saltos de obstáculos, *dressage* e resistência equestre (ou *endurance*).

2. Revisão bibliográfica

2.1. Exigências nutricionais do cavalo de esporte

A alimentação dos cavalos de esporte é um dos fatores preponderantes na manutenção da saúde e bem-estar destes animais, além de ser crucial no seu desempenho desportivo.

Atualmente, os cavalos que realizam *performances* desportivas são utilizados em várias modalidades, como corridas, saltos de obstáculos, *dressage*, resistência equestre (*endurance*), *horseball*, etc.. podendo competir a vários níveis dentro de cada uma. As várias utilizações possíveis para estes animais representam um desafio, tanto para os responsáveis pela sua alimentação, como para os produtores e fabricantes de alimentos para animais (Saastamoinen & Martin-Rosset, 2008), uma vez que as exigências nutricionais variam bastante consoante o tipo de esforço e respetivas intensidade e duração. Além disto, o exercício pode ser praticado em diversas condições ambientais, sendo também mais ou menos variável no tempo (INRA, 2015). Para os animais em competição, o grande objetivo é maximizar a eficiência da utilização dos nutrientes pelo organismo de forma a serem alcançadas as *performances* desejadas (INRA, 2015). O aumento do conhecimento sobre a fisiologia nutricional e desempenho desportivo dos cavalos possibilita ir ao encontro das suas necessidades, fazendo com que o seu potencial genético seja usado devidamente e aumentando o seu bem-estar (Saastamoinen & Martin-Rosset, 2008).

A formulação de um regime alimentar equilibrado requer o conhecimento das necessidades nutricionais de manutenção dos animais em termos de energia, proteína, minerais, vitaminas e água. Estas necessidades (calculadas em condições experimentais, em diferentes situações fisiológicas) aumentam com o peso vivo dos animais e são inerentes aos processos fisiológicos (respiração, circulação, atividade celular, homeostase térmica, etc.) necessários à manutenção do organismo. A elas acrescem ainda outras necessidades que estão associadas aos vários tipos de produção (gestação, lactação, crescimento, trabalho muscular, etc.). No caso particular do cavalo de esporte, às necessidades de manutenção, acrescem as necessidades que derivam do trabalho muscular, as quais estão dependentes da natureza e intensidade do esforço (INRA, 2015).

A quantidade de trabalho ou esforço físico é definida pela duração e intensidade do trabalho realizado. A intensidade de trabalho, por sua vez, representa uma das principais medidas de avaliação do tipo de exercício a que os animais são submetidos tendo o INRA apresentado um método de avaliação (por hora de exercício correspondente a cada tipo de utilização) calculado como o somatório da duração de sequências de exercícios realizadas em diferentes andamentos e correspondentes velocidades. Este método fornece valores aproximados das necessidades nutricionais associadas, uma vez que é variável consoante a idade, desempenho, temperamento do cavalo, capacidades do cavaleiro e ambiente, sendo

identificados diversos tipos de intensidade de trabalho, quer no interior como no exterior (INRA, 2015).

Os valores nutricionais recomendados correspondem à quantidade de nutrientes que o regime alimentar deve proporcionar no sentido de satisfazer as necessidades do animal e de atingir determinados objetivos de produção ou utilização. As recomendações são estimadas através de ensaios de alimentação e contemplam a variabilidade individual, a raça e os efeitos de alguns fatores ambientais na utilização dos alimentos (Martin-Rosset, Tavernier, Trillaud-Geyl, & Cabaret, 2015).

Idealmente, a quantidade de nutrientes fornecida pela dieta deve cobrir as necessidades nutricionais dos animais na sua totalidade. No entanto, ir ao encontro destas necessidades todos os dias nem sempre é possível ou desejável, por razões fisiológicas e/ou económicas. Na prática, na maioria dos casos, a ingestão de certos nutrientes é superior às necessidades nutricionais (INRA, 2015). No entanto, em algumas situações, nomeadamente no cavalo de desporto, esta ingestão de nutrientes pode ser inferior às necessidades nutricionais, especialmente durante períodos de trabalho intenso quando as quantidades diárias de alimento ingeridas não são suficientes para satisfazer essas necessidades, podendo implicar alguns riscos para a saúde do cavalo (e.g. distúrbios digestivos: cólicas; distúrbios metabólicos: mioglobínúria). Supõe-se que os cavalos de desporto sejam capazes de suportar períodos de défice energético durante um tempo limitado (alguns dias) e que durante esse período a satisfação das necessidades energéticas seja garantida pela utilização de reservas lipídicas corporais acumuladas durante períodos de descanso ou de menor intensidade de trabalho e de abundância de alimento. Este fenómeno pode resultar em perdas de peso temporárias durante o período de défice (Martin-Rosset et al., 2015).

No caso específico dos cavalos, os dois sistemas de alimentação utilizados com maior frequência na formulação das dietas são o sistema americano criado pelo *National Research Council* (NRC, 2007), e o sistema francês sugerido pelo *Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA, 2015). Enquanto no sistema proposto pelo NRC (2007) as necessidades energéticas e proteicas são expressas respetivamente em Energia Digestível (ED) e Proteína Bruta (PB), no sistema proposto pelo INRA (2015) os valores diários recomendados de energia e proteína são expressos em Energia Limpa (EL) (no caso concreto utilizando a Unidade Forrageira Cavalo - UFC) e em Proteína Digestível (Matéria Azotada Digestível Cavalo - MADC). Nenhum dos sistemas especifica necessidades ou recomendações de Fibra Bruta ou de Amido, no entanto as necessidades/recomendações em minerais e vitaminas encontram-se expressas nas mesmas unidades o que possibilita uma comparação entre sistemas de valorização (Marín, 2009). As recomendações diárias de tiamina e riboflavina são indicadas pelo sistema americano NRC (2007), enquanto que as de biotina são propostas por Saastamoinen & Harris (2008). Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se compiladas as recomendações nutricionais para cavalos que desempenhem diferentes níveis de exercício.

Tabela 1. Recomendações nutricionais diárias para cavalos com um peso médio de 500 kg em manutenção e para diferentes intensidades de exercício (adaptado de INRA (2015)).

Nutrientes	Unidade	Manutenção	Em exercício: nível de intensidade		
			ligeiro	médio	intenso
Energia	UFC*	4,1	5,3	7,1	7,8
Proteína	MADC** g	267	382	511	562
Lisina	g	24	35	47	51
Ca	g	20	30	30	35
P	g	14	19	19	21
Mg	g	8	10	10	12
Na	g	10	15	15	18
Cl	g	40	48	48	56
K	g	25	29	29	33
Cu	mg	85	98	113	123
Zn	mg	425	488	490	510
Co	mg	1,7	1,9	2,3	2,6
Se	mg	1,7	1,9	2,3	2,6
Mn	mg	340	390	450	510
Fe	mg	425	780	900	1.020
I	mg	1,7	1,9	2,3	2,6
Vit. A	UI	27.600	31.700	36.600	47.800
Vit. D	UI	3.400	3.900	4.500	7.700
Vit. E	UI	425	490	560	1.020
IMS***	kg	7,5- 9,5	9,0- 10,5	10,0-12,5	11,0-13,5

*Unidades Forrageiras Cavalos;

** Matéria Azotada Digestível Cavalos;

*** Ingestão de Matéria Seca.

Tabela 2. Valores diários recomendados de tiamina, riboflavina e biotina para cavalos em manutenção e a executar exercícios de diferentes intensidades.

Vitamina	Unidade	Manutenção	Exercício: nível de intensidade		
			ligeiro	médio	intenso
B1 (Tiamina) (NRC, 2007)	mg	30,0	30,0	46,3	62,5
B2 (Riboflavina) (NRC, 2007)	mg	20,0	20,0	22,5	25,0
B8 (Biotina) (Saastamoinen & Harris, 2008)	mg	10- 15 (manutenção de cascos saudáveis) 15- 25 (animais com problemas de cascos)			

2.2. Alimentos compostos utilizados nas dietas

O comportamento alimentar dos cavalos em pastagem é muito diferente dos cavalos em estabulação/confinamento. Na pastagem, os cavalos estão normalmente livres, na companhia de outros cavalos, e a pastagem existe em abundância. A atividade de alimentação é regulada em grande parte pela disponibilidade da pastagem, mas também por influências ambientais. Nestas circunstâncias os animais despendem diariamente mais de 50% do seu tempo no pastoreio. Em estabulação os animais encontram-se confinados a um espaço, recebem forragem, normalmente conservada, e um alimento composto cuja natureza pode ser bastante variável, sendo a atividade de alimentação principalmente influenciada pelo ser humano. Nestas situações, o manejo alimentar pode não atender à fisiologia digestiva destes animais uma vez que o tempo despendido na alimentação é menor, não garantindo a presença permanente de alimento no sistema digestivo (Martin-Rosset & Martin, 2015).

Uma vez que a energia retirada da componente forrageira fornecida depende da ingestibilidade e digestibilidade dessa componente, no caso dos cavalos com necessidades acrescidas, como é o caso dos cavalos em produção (trabalho muscular), as dietas são habitualmente complementadas com alimentos concentrados, frequentemente na forma de alimentos compostos, de forma a serem alcançados os desempenhos desejados e a cobrir as necessidades acrescidas (Martin-Rosset & Martin, 2015).

Atualmente, os alimentos compostos (vulgarmente designados como “rações”) representam uma componente importante das dietas dos cavalos e são frequentemente utilizados tanto em cavalos estabulados, como em complemento ao pastoreio. Torna-se assim essencial a sua correta definição. No que diz respeito aos alimentos compostos para animais estes podem entender-se como “uma mistura de, pelo menos, duas matérias-primas para alimentação

animal, com ou sem aditivos, para administração por via oral na forma de alimento completo ou complementar” (Reg.(CE) nº 767/2009, de 13 de Julho).

Por sua vez as matérias-primas definem-se como:

“(…) produtos de origem vegetal ou animal cujo principal objetivo é preencher as necessidades alimentares dos animais, no seu estado natural, fresco ou conservado, bem como os produtos derivados da sua transformação industrial e as substâncias orgânicas ou inorgânicas, com ou sem aditivos, destinadas a serem utilizadas na alimentação animal por via oral, quer diretamente, quer após transformação, ou para a preparação de alimentos compostos para animais ou como excipiente em pré- misturas” (Reg.(CE) nº 767/2009, de 13 de Julho).

Cada uma das matérias-primas utilizadas pelos operadores deve constar nas listas de matérias-primas autorizadas para alimentação animal presentes no Regulamento (UE) N.º 68/2013 da Comissão de 16 de Janeiro de 2013 relativo ao Catálogo de matérias-primas para alimentação animal. Adicionalmente, existe um Registo de Matérias-Primas europeu não oficial – *European Feed Materials Register* - onde constam inúmeras “matérias-primas” que não integram o catálogo oficial. Sempre que um operador pretender utilizar uma das matérias-primas presentes nesse registo, deve consultar em primeira instância as autoridades competentes, sendo em Portugal a Divisão de Alimentação Animal da Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), a quem cabe a decisão sobre a utilização, ou não, da matéria-prima em questão. Segundo o regulamento referido anteriormente, as matérias-primas podem dividir-se em grandes grupos ou categorias, sendo que as mais utilizadas em alimentos para cavalos integram maioritariamente as seguintes categorias:

- Grãos de cereais e seus produtos derivados (e.g. aveia, cevada, milho, sêmeas, amido);
- Sementes ou frutos de oleaginosas e seus produtos derivados (e.g. soja, *soya hulls*, bagaços, óleos vegetais);
- Sementes de leguminosas e seus produtos derivados (e.g. fava, ervilha, tremçoço doce);
- Tubérculos, raízes, e seus produtos derivados (e.g. cenoura, polpa de beterraba, melaços);
- Outras sementes e frutos e seus produtos derivados (e.g. alfarroba, polpa de citrinos);
- Forragens e outros alimentos grosseiros e seus produtos derivados (e.g. luzerna desidratada);
- Outras plantas, algas e seus produtos derivados (e.g. melaço);
- Produtos lácteos e seus produtos derivados (e.g. leite e derivados);
- Minerais e seus produtos derivados;
- Diversos (e.g. glucosamina, metil-sufonil-metano (MSM)).

Existem ainda outras categorias, não mencionadas em cima, onde podem constar matérias-primas utilizadas pontualmente nos alimentos para cavalos.

Além disso, também os aditivos utilizados devem obrigatoriamente constar na lista de aditivos autorizados a nível comunitário, os quais se encontram descritos no Registo Comunitário de Aditivos para Alimentação Animal autorizados pela União Europeia em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Setembro de 2003 relativo aos aditivos destinados à alimentação animal.

Consoante as suas características, e de acordo com o Reg.(CE) nº 767/2009, de 13 de Julho, os alimentos compostos para animais podem ser classificados em alimentos compostos completos “o alimento composto para animais que, devido à sua composição, é suficiente enquanto ração diária” ou alimentos compostos complementares “o alimento composto para animais com um elevado teor de determinadas substâncias mas que, devido à sua composição, é suficiente enquanto ração diária apenas se utilizado em combinação com outro alimento para animais”. Na categoria de alimentos compostos complementares para animais podem ainda incluir-se os alimentos minerais para animais (e.g. blocos de sal para lamber), cujo teor de cinza bruta é igual ou superior a 40%, os alimentos complementares substitutos do leite e outros alimentos compostos complementares. É nesta última categoria que se inserem praticamente todos os alimentos compostos complementares habitualmente utilizados em dietas de equinos, sendo vulgarmente designados como “rações”. Estes alimentos complementares desempenham um papel importante nos regimes alimentares do cavalo de desporto, pois constituem a componente mais concentrada das dietas, complementando a componente fibrosa/grosseira fornecida maioritariamente pelas pastagens ou forragens, sobretudo em termos de energia e proteína. Para além destes, são frequentemente utilizados nas dietas do cavalo de desporto outros alimentos complementares vulgarmente designados como “suplementos”, embora esta designação seja incorreta em termos de enquadramento legal. Um dos objetivos da utilização deste último grupo de alimentos complementares será o fornecimento adicional de determinados nutrientes, nomeadamente, alguns macro e microelementos minerais, vitaminas e outras substâncias.

Dentro dos alimentos compostos, enquadram-se ainda os alimentos para animais com objetivos nutricionais específicos ou alimentos dietéticos, os quais se definem como “alimentos que podem satisfazer um objetivo nutricional específico em virtude da sua composição ou método de fabrico específicos, que os distinguem claramente de alimentos comuns para animais”, podendo “satisfazer as necessidades alimentares específicas de animais cujo processo de assimilação, absorção ou metabolismo esteja ou possa estar temporária ou irreversivelmente afetado” (Reg.(CE) nº 767/2009, de 13 de Julho). De salientar que nesta última categoria não se incluem os alimentos medicamentosos para animais.

Os alimentos compostos complementares podem apresentar-se sob várias formas dependendo de vários fatores como as matérias-primas utilizadas e os tratamentos

tecnológicos a que foram sujeitos, a forma como se pretende que o alimento seja fornecido ao animal, as dosagens a fornecer, as funções que se pretende que o alimento desempenhe, o marketing do produto, entre outros. Como exemplo, podem referir-se as “rações” comuns, frequentemente apresentadas na forma de granulado ou mistura grosseira, os alimentos minerais para animais, normalmente apresentados sob a forma de blocos ou pó e outros alimentos complementares que podem apresentar-se sob a forma líquida, em migalhas ou outras formas. Muitas vezes a forma de apresentação dos alimentos pode ter influência sob a forma como são ingeridos (velocidade de ingestão, possibilidades de escolha) (Hill , 2007). A escolha dos alimentos compostos que vão integrar uma dieta vai depender entre outras características, da sua composição em matérias-primas e aditivos. Desta forma um aspeto importante a considerar será a avaliação da informação fornecida através dos rótulos. As disposições de rotulagem dos alimentos compostos para animais estão previstas no Regulamento (CE) n.º 767/2009, de 13 julho. Neste regulamento definem-se os requisitos de rotulagem obrigatórios gerais e específicos dos alimentos compostos complementares. Como tal, para que um alimento composto possa ser colocado no mercado e utilizado, deve conter obrigatoriamente na sua rotulagem os seguintes elementos:

- a) O tipo de alimento para animais;
- b) Espécie ou categorias de animais a que o alimento se destina;
- c) Lista de matérias-primas para alimentação animal que compõem o alimento (por ordem decrescente de importância ponderal);
- d) Lista dos aditivos para alimentação (por kg de alimento composto complementar);
- e) Indicação dos constituintes analíticos;
- f) Modo de utilização adequado identificando o fim a que o alimento se destina;
- g) Número de aprovação do fabricante;
- h) Número de aprovação do distribuidor, se for o caso;
- i) Número de referência do lote;
- j) Quantidade líquida;
- k) Data de durabilidade.

Além disto, de acordo com o que consta no n.º 3 do artigo 13.º do regulamento referido anteriormente, na rotulagem dos alimentos para animais não se devem ser referidas propriedades de prevenção, tratamento ou cura de doenças.

2.3. O papel dos elementos minerais

Os elementos minerais desempenham um papel fundamental na saúde dos equinos, ainda que constituindo apenas uma pequena parte da dieta destes animais (NRC, 2007). Estes elementos estão envolvidos numa série de funções no organismo, desempenhando papéis estruturais (*e.g.* esqueleto), funcionais, fisiológicos (*e.g.* pressão osmótica celular), e metabólicos (*e.g.* ativação enzimática) (INRA, 2015). Alguns destes elementos são parte integrante de algumas vitaminas, hormonas e aminoácidos. Os cavalos obtêm a maior parte dos minerais de que necessitam a partir das forragens e dos alimentos concentrados que ingerem, no entanto, podem ocorrer variações do conteúdo mineral desses alimentos, as quais devem ser tidas em conta na formulação das dietas e na avaliação do status mineral dos animais (NRC, 2007).

Os minerais essenciais são classificados em duas categorias: macromelementos – cuja concentração nos alimentos e dietas é expressa em g/kg ou percentagem - e microelementos ou oligoelementos cujas concentrações se apresentam em ppm ou mg/kg (INRA, 2015). As quantidades individuais de cada mineral na dieta são importantes, no entanto, os rácios entre alguns destes elementos devem ser levados em consideração uma vez que frequentemente influenciam a absorção, metabolismo, e/ou excreção de outros nutrientes. Desta forma, qualquer excesso ou carência num certo mineral pode influenciar as necessidades de outros (NRC, 2007).

A concentração máxima tolerável de um certo elemento mineral é definida como a quantidade que, quando fornecida durante um longo período de tempo, não influencia negativamente a saúde e performance do animal. Esta concentração é diferente de uma quantidade tóxica, e assume que todas as concentrações dos outros nutrientes se encontram de acordo com as necessidades dos animais, ou pelo menos perto destas, dado que o fornecimento dos outros minerais em quantidades superiores ou inferiores pode levar à alteração da absorção do elemento em causa, influenciando assim a sua concentração máxima tolerável (NRC, 2007).

Para o cálculo das necessidades é necessário ter em conta as perdas de minerais através da sua excreção quer pela urina quer pelas fezes. No entanto, algumas concentrações de elementos como o sódio e o cloro devem ser avaliadas noutras secreções corporais como o suor, principalmente nos cavalos de desporto, constituindo esta via mais uma forma de perda de minerais pelo organismo (Coenen, 2005). Os animais apresentam-se em balanço mineral positivo quando retêm mais minerais do que perdem, e esta é uma situação normal para animais em crescimento, nos quais o conteúdo mineral nos vários tecidos vai aumentando (NRC, 2007).

Alguns macromelementos como sódio (Na), potássio (K), cloro (Cl), cálcio (Ca), e magnésio (Mg), quando dissolvidos num solvente apropriado, são ionizados tanto em catiões como aniões que conduzem corrente elétrica, sendo por isso classificados como eletrólitos (Valle &

Bergero, 2008). Estes elementos afetam muitos processos metabólicos como a regulação osmótica corporal, funcionamento do sistema neuromuscular, balanço ácido-base e pH, e termorregulação (Valle & Bergero, 2008), sendo por isso essencial atender às exigências nutricionais nestes minerais.

Em seguida serão abordadas algumas considerações relativamente aos macroelementos minerais, sendo posteriormente no Capítulo 2.4 abordados os oligoelementos.

2.3.1. Cálcio (Ca)

Considera-se que cerca de 99% do cálcio presente no organismo esteja distribuído pelo esqueleto e pelos dentes (INRA, 2015). Para além da estrutura óssea, o cálcio possui outras funções fundamentais nos animais como na permeabilidade membranar, contração muscular, excitabilidade neuromuscular, coagulação sanguínea e ativação enzimática (NRC, 2007; INRA, 2015). Para além de servir de suporte estrutural para o corpo, o esqueleto serve também de local de armazenamento de cálcio rapidamente disponível (NRC, 2007). É também necessário para ativar a transglutaminase epidérmica, que atua nas ligações cruzadas das fibras de queratina, sendo por isso importante para a manutenção da saúde dos cascos (Geyer, 2005).

O carbonato, sulfato e óxido de cálcio são fontes inorgânicas de cálcio bastante comuns (Highfill, Potter, Eller, Gibbs, Scott, & Hood, 2005). As fontes orgânicas de cálcio (proteinato de cálcio) não parecem diferir das fontes inorgânicas (carbonato de cálcio) em termos de taxa de absorção, no entanto a suplementação das dietas com qualquer uma das fontes parece fazer aumentar a absorção de cálcio pelos animais (Highfill, et al., 2005). Dietas com conteúdos muito elevados em fósforo podem surtir um efeito negativo sobre a absorção de cálcio, a qual se realiza essencialmente no intestino delgado proximal (INRA, 2015). Enquanto o aumento das concentrações de magnésio das dietas resulta num aumento da absorção de cálcio, o mesmo não se verifica relativamente ao fósforo. Uma vez que o fósforo e o cálcio competem pelo mesmo local de absorção no intestino delgado, um aumento da concentração de fósforo da dieta resulta numa redução da eficiência de absorção do cálcio (NRC, 2007). Da mesma forma, por formarem complexos com o cálcio, os oxalatos e os fitatos influenciam negativamente a absorção de cálcio pois tornam este mineral indisponível (INRA, 2015). Outro fator que faz variar a eficiência de absorção de cálcio é a concentração deste mineral na dieta, à medida que as concentrações de cálcio aumentam, a eficiência de absorção tende a diminuir (NRC, 2007). A eficiência de absorção de cálcio em cavalos de todas as idades é cerca de 50% apesar de em cavalos novos poder atingir valores até 70%, no entanto, vai diminuindo com a idade (NRC, 2007). Apesar disto, à medida que se aumenta a concentração de cloreto de sódio das dietas a digestibilidade real do Ca aumenta também (Schryver, Parker, Daniluk, Pagan, Williams, Soderholm, & Hintz, 1987b).

As necessidades de Ca aumentam nas alturas em que a deposição mineral ocorre nos ossos (NRC, 2007). Uma vez que os ossos funcionam como reservas de cálcio, quando o cálcio está a ser depositado nos ossos é necessário que a dieta forneça mais cálcio comparativamente com alturas em que o cálcio está a ser removido dos ossos (Bronner, 1993). Da mesma forma, quanto o mineral está a ser depositado no osso e simultaneamente a intensidade de exercício está a aumentar, as necessidades vão aumentar (NRC, 2007). Quando a ingestão de cálcio a partir da dieta não é suficiente, a sua mobilização a partir do esqueleto para ir ao encontro das necessidades metabólicas pode resultar na fragilização dos ossos a médio/longo prazo (NRC, 2007).

Mesmo quando se fornece uma dieta desequilibrada em cálcio a um cavalo, a sua concentração no sangue consegue manter-se relativamente constante (De Behr, Daron, Gabriel, Remy, Dufrasne, Serteyn, & Istasse, 2003), uma vez que o cálcio está sujeito a uma forte homeostasia (Lopez, Estepa, Mendoza, Mayer-Valor, & Aguilera-Tejero, 2006). O cálcio sérico de cavalos saudáveis é constituído maioritariamente por cálcio ionizado, sendo esta forma de Ca conhecida como a única fisiologicamente ativa (NRC, 2007). Concentrações séricas de cálcio ionizado inferiores a 6 mg/dL são indicadoras de cavalos hipocalcémicos (Toribio, Kohn, Chew, Sams, & Rosol, 2001).

As estimativas do conteúdo mineral ósseo em cavalos jovens confinados e estabulados sem acesso suficiente a exercício físico são inferiores comparativamente com as de cavalos mantidos em pastagem (Bell, Nielsen, Waite, Rosenstein, & Orth, 2001; Brama, TeKoppele, Bank, Barneveld, & Van-Weeren, 2002). Isto demonstra a importância do exercício na estimulação da deposição de cálcio no esqueleto (Hiney, Nielsen, & Rosenstein, 2004).

Se se providenciar suficiente exercício aos cavalos, o Ca adicional da dieta pode provavelmente ser utilizado para melhorar a resistência óssea dos animais (NRC, 2007). De facto, alguns autores apoiam a teoria da necessidade de Ca adicional em cavalos em treino, uma vez que aumenta a retenção deste mineral nos ossos (Michael, Potter, Maathiason-Kochan, Gibbs, Morris, Greene, & Topliff, 2001; Nolan, Potter, Mathiason, Gibbs, Morris, Greene & Topliff, 2001).

2.3.2. Fósforo (P)

Tal como o Ca, o fósforo (P) é um dos principais constituintes dos ossos (NRC, 2007). Cerca de 80% do fósforo presente no organismo encontra-se no esqueleto e nos dentes (INRA, 2015). A substância mineral óssea, hidroxapatite, é formada pela combinação deste mineral com o cálcio. O fósforo é necessário para várias reações de transferência de energia associadas com a adenosina difosfato (ADP) e adenosina trifosfato (ATP), síntese de fosfolípidos, fosfoproteínas e nucleótidos (INRA, 2015).

A absorção do fósforo ocorre tanto no intestino delgado como no intestino grosso em quantidades que podem variar de acordo com o tipo de dieta e respetivo conteúdo de fósforo

(INRA, 2015). A absorção do fósforo é algo variável, no entanto, varia tipicamente entre 30 a 55% dependendo de fatores como os outros constituintes da dieta, a quantidade e fonte de fósforo fornecida e idade do cavalo (NRC, 2007). Normalmente, animais com idade mais avançada, apresentam uma eficiência de absorção mais reduzida (INRA, 2015).

Elevadas concentrações de Ca na dieta fazem diminuir a absorção do P (van Doorn, Everts, Wouterse, & Beynen, 2004b). Pelo contrário, elevadas concentrações de fósforo na dieta aumentam a retenção deste mineral e as suas concentrações plasmáticas (Bushholz-Bryant, Baker, Pipkin, Mansell, Haliburton, & Bachman, 2001). Além disso, tal como para o cálcio, o aumento da concentração de cloreto de sódio das dietas faz aumentar a absorção de fósforo (Schryver, et al., 1987b). Contudo, a presença de oxalatos em elevadas concentrações nas dietas provoca uma redução da sua retenção (McKenzie, Blaney, & Gartner, 1981).

O fósforo fítico, sal do ácido fítico e forma predominante do fósforo nas plantas, é pouco absorvido pelo cavalo, apesar da existência de alguma fitase no intestino grosso (Hintz, Rogoff, & Schryver, 1973). Para atender às necessidades de fósforo, são frequentemente adicionados às dietas dos cavalos fosfatos inorgânicos, o que poderia ser evitado se se conseguisse aumentar a absorção do fósforo fítico através de uma utilização apropriada de fitases (Eeckhout & Paepe, 1994), no entanto, o fornecimento de fitases não parece resultar em benefícios para o cavalo ou para a digestibilidade aparente do fósforo (Patterson, Cooper, Freeman, & Teeter, 2002).

O ambiente parece influenciar também a absorção de fósforo uma vez que cavalos estabulados em instalações aquecidas apresentam digestibilidades reais do fósforo superiores à de cavalos estabulados em instalações mais frias (Cymbaluk, 1990). Da mesma forma a eficiência de absorção pode variar com as necessidades (Stephens, Potter, Mathiason, Gibbs, Morris, Green, & Topliff, 2001), até determinado grau, visto que aparentemente a absorção aumenta quando a necessidade de fósforo aumenta (NRC, 2007). Quantidades inadequadas de fósforo na dieta podem, tal como o cálcio e a vitamina D, produzir problemas de desenvolvimento ósseo em cavalos em crescimento e alterações ósseas em cavalos adultos (NRC, 2007). O excesso de fósforo reduz a taxa de absorção de cálcio e pode levar a deficiências crônicas de cálcio e hiperparatiroidismo nutricional secundário (condição que resulta da deficiência de cálcio) (NRC, 2007). Pode provocar também lesões de osteocondrose (OC) em animais jovens (NRC, 2007).

Rácio Cálcio: Fósforo (Ca:P)

A ingestão de cálcio e fósforo pelos cavalos pode ser adequada mas é igualmente importante avaliar o rácio Ca:P das dietas (NRC, 2007). No geral considera-se que uma dieta com um rácio médio de Ca:P de 1,5 é adequada para cavalos, no entanto os limites superiores e inferiores de 3 e 1 respetivamente, não devem ser ultrapassados de forma a prevenir a ocorrência de problemas ósseos. Além disso o excesso de cálcio na dieta provoca uma

redução da absorção de outros macrominerais como o magnésio, e oligoelementos como zinco, cobre, ferro e manganês (INRA, 2015). Se a ingestão de cálcio for inferior à de fósforo (rácio inferior a 1:1), a absorção de cálcio pode ser prejudicada (NRC, 2007). Mesmo que a dieta contenha cálcio em quantidades adequadas, a ingestão excessiva de fósforo pode causar alterações a nível do esqueleto (NRC, 2007).

Uma vez que os grãos de cereais são naturalmente mais ricos em fósforo do que em cálcio, quando se fornecem grãos e seus subprodutos em elevadas quantidades é relativamente fácil fornecer quantidades excessivas de fósforo em relação ao cálcio (NRC, 2007). Os sinais clínicos dependem do grau de desequilíbrio entre os dois elementos, do teor de oxalatos da dieta, da idade do cavalo, do nível desportivo do animal e das condições ambientais (Ramirez & Seahorn, 1997). Enquanto um rácio reduzido pode ser prejudicial, rácios tão elevados como 6:1 em cavalos em crescimento podem ser aceitáveis se a ingestão de P for adequada (NRC, 2007).

2.3.3. Magnésio (Mg)

O magnésio (Mg) representa apenas cerca de 0,05% da massa corporal; encontrando-se 60% deste no esqueleto, e cerca de 30% no músculo (INRA, 2015). O Mg é um ião importante no sangue, desempenha um papel de ativador de muitas enzimas e participa na contração muscular (NRC, 2007).

A maioria da absorção de magnésio ocorre no intestino delgado (no duodeno e região anterior do jejuno) (Valle & Bergero, 2008), podendo também ocorrer em alguma extensão no intestino grosso (NRC, 2007). Esta parece ser eficiente, no entanto, se existir cálcio em excesso na dieta, pode ser reduzida (INRA, 2015). Fatores como a idade do animal ou o estado fisiológico não parecem influenciar significativamente a absorção deste mineral (INRA, 2015). Fontes inorgânicas de magnésio como o óxido, sulfato, ou carbonato de magnésio, podem ser usadas como fontes de suplementação deste mineral em dietas para cavalos, e apresentam uma taxa de absorção superior (70%) à do magnésio encontrado nas fontes naturais (NRC, 2007).

A digestibilidade do magnésio parece não ser afetada pela presença de oxalatos (McKenzie, et al., 1981) e a suplementação com fitases não parece afetar a sua absorção (van Doorn, et al., 2004b). O excesso de P provoca um decréscimo na absorção deste elemento (NRC, 2007), no entanto não parece afetar significativamente a sua digestibilidade aparente (van Doorn, et al., 2004b). Em cavalos adultos, a digestibilidade aparente do Mg não parece ser igualmente afetada pelo nível de exercício (Pagan, Harris, Brewster-Barnes, Duran, & Jackson, 1998).

Os sinais clínicos de deficiência de magnésio incluem nervosismo, transpiração, tremores musculares, e ataxia, com potencial para colapso, hiperpneia e morte (NRC, 2007), sendo por vezes erradamente diagnosticada como cólica (Valle & Bergero, 2008).

Consideram-se normais concentrações séricas de Mg entre 1,6 e 2,0 mg/dL enquanto valores inferiores são indicativos de hipomagnesémia, que no caso dos cavalos pode conduzir à mineralização da aorta devido à acumulação local de cálcio e fósforo (NRC, 2007).

O sulfato de magnésio tem sido utilizado como laxante salino para tratar impactações intestinais mas pode causar toxicose de Mg quando fornecido em excesso, podendo resultar em insuficiência renal, hipocalcémia, ou no comprometimento da integridade intestinal (Henninger & Horst, 1997).

No geral, as necessidades de magnésio dos cavalos são cobertas pela maioria das dietas compostas pelos alimentos comumente utilizados (Valle & Bergero, 2008).

2.3.4. Potássio (K)

No organismo, o potássio está presente principalmente nos músculos, e em menor extensão no esqueleto, sangue, conteúdos digestivos, e outros tecidos (INRA, 2015). Como o principal catião intracelular, o potássio (K) está envolvido na manutenção do balanço ácido-base e pressão osmótica e é o ião quantitativamente mais importante envolvido na excitabilidade neuromuscular (Kronfeld, 2001).

O cloreto de potássio e o carbonato de potássio são fontes eficazes de suplementação de K quando esta é necessária (NRC, 2007).

A digestibilidade aparente do potássio pode alcançar valores que variam entre 61 e 65% enquanto a digestibilidade real ronda os 75% (NRC, 2007). No entanto, o exercício em cavalos adultos parece fazer diminuir a digestibilidade aparente deste mineral (Pagan, et al., 1998). A digestibilidade aparente do potássio pode ainda assim ser aumentada através do aumento da sua ingestão (INRA, 2015).

Os rins dos cavalos são muito eficientes na excreção do potássio que se encontre em excesso do organismo. No entanto, estes animais podem não ser eficientes a manter os níveis de potássio quando a ingestão deste não é adequada (NRC, 2007).

Quando são fornecidas dietas deficientes em K a animais jovens, estes tendem gradualmente a deixar de comer, perdem peso, apresentam sinais de debilidade, e as concentrações séricas de K diminuem moderadamente, conduzindo a estados de hipocalémia (NRC, 2007). Dado que as perdas de fluidos durante o exercício podem ser elevadas e atingir cerca de 10 - 15 L, podem perder-se grandes quantidades de sódio, cloro e potássio durante exercício prolongado (Harris, 2005). Desta forma podem ocorrer com frequência deficiências de K nos cavalos de desporto, principalmente no cavalo de *endurance* (NRC, 2007). Considerando que por vezes a ingestão de K, Na, e Cl a partir da dieta não é suficiente nestes cavalos, torna-se necessário recorrer à suplementação com estes minerais (NRC, 2007).

Apesar de a concentração máxima tolerável de K estabelecida pelo (NRC, 2005) ser 1% da ingestão, muitos dos alimentos frequentemente fornecidos aos cavalos possuem concentrações muito superiores, sem com isso provocarem efeitos adversos. Isto significa

que este valor poderá ser mais elevado uma vez que o potássio em excesso no organismo é rapidamente excretado principalmente via urina, quando a ingestão de água não é restrita. Assim, em situações em que a disponibilidade de água seja reduzida, e em que as concentrações de K da dieta sejam demasiado elevadas, os animais reduzem os níveis de ingestão, evitando a probabilidade de ocorrência de toxicidade pelo potássio (NRC, 2007). Uma vez que os cavalos são eficazes no controlo da ingestão de potássio, os efeitos do excesso deste elemento não foram ainda estudados nesta espécie, no entanto, o intervalo normal de concentrações séricas de K é 2,4- 5,6 mEq/ L (NRC, 2007).

2.3.5. Sódio (Na)

O esqueleto contém cerca de 51,1% do sódio (Na) presente no organismo, estando este elemento também presente, em menores quantidades, nos conteúdos digestivos, no sangue e músculo, na pele, e noutros órgãos (NRC, 2007; INRA, 2015). O Na é essencial ao normal funcionamento do sistema nervoso central, transmissão de impulsos nervosos e transporte de várias substâncias como a glucose através da membrana celular (NRC, 2007; INRA, 2015). É o principal catião extracelular e o principal eletrólito envolvido na manutenção do balanço ácido-base e na regulação osmótica dos fluidos corporais (NRC, 2007; INRA, 2015).

O cloreto de sódio ((NaCl) ou sal comum) é frequentemente adicionado aos alimentos compostos em taxas de 0,5 a 1% ou fornecido à escolha como sal simples, sal iodizado, ou em blocos de minerais (NRC, 2007).

A suplementação das dietas pode ser necessária em alguns cavalos de desporto no sentido de restabelecer as perdas de sódio pelo suor. No entanto, os conteúdos digestivos no intestino grosso constituem um reservatório de água, cloro, potássio e sódio durante o esforço físico podendo ser esta a razão pela qual os cavalos raramente desenvolvem hiponatremia severa apesar das grandes perdas de Na pelo suor (NRC, 2007). As perdas de Na pelo suor parecem aumentar como resposta ao exercício (McCutcheon & Geor, 1998; Jansson, Lindholm, Lindberg, & Dahlborn, 1999) o que faz com a utilização de soluções de eletrólitos em cavalos de desporto seja frequente (NRC, 2007). Contudo, a frequente administração destas soluções deve ser evitada, uma vez que tem sido associada ao aumento de úlceras gástricas em cavalos (Holbrook, Simmons, Payton, & MacAllister, 2005).

A absorção de sódio nos cavalos é bastante elevada (INRA, 2015) e a digestibilidade aparente deste mineral tende a aumentar para ir ao encontro das maiores necessidades que acompanham as perdas adicionais pelo suor (Pagan, 1989).

Situações de deficiência de Na podem resultar na diminuição da elasticidade da pele, na tendência dos animais para lambem objetos como cabos de ferramentas contaminados com suor, numa redução da taxa de ingestão parcial ou total de alimentos e na redução da ingestão de água (NRC, 2007). Em casos de deficiência aguda de sódio as contrações musculares e a mastigação podem ficar descoordenadas e os cavalos podem apresentar uma marcha

instável. À medida que a temperatura ambiente e a intensidade de exercício aumentam, as concentrações de sódio no suor aumentam, o que pode levar a grandes défices iónicos (McCutcheon & Geor, 1998). Isto pode levar a alterações no conteúdo iónico dos músculos esqueléticos e potencialmente à disfunção muscular (NRC, 2007). Desde que esteja sempre disponível água suficiente, o excesso de sódio é excretado na urina (NRC, 2007), sendo a concentração máxima tolerável de cloreto de sódio na dieta de 6% para todas as espécies animais (NRC, 2005).

2.3.6. Cloro (Cl)

Normalmente o cloro (Cl) das dietas acompanha o sódio como anião cloreto (NRC, 2007). O cloreto é um anião extracelular importante, sendo um dos eletrólitos envolvidos no balanço ácido-base e na regulação osmótica corporal (INRA, 2015). É um componente essencial da bílis e, uma vez que é importante na formação de ácido clorídrico, constitui um componente das secreções gástricas necessário à digestão (INRA, 2015). Este anião é também necessário à respiração, contribuindo em conjunto com o potássio para as trocas de oxigénio e dióxido de carbono nos tecidos (INRA, 2015). Cerca de 61% do sal comum é cloro e é frequentemente utilizado para cobrir as necessidades deste elemento nos cavalos (NRC, 2007).

A absorção do anião cloreto parece ser cerca de 100% e não parece variar à medida que as concentrações de cloreto de sódio das dietas aumentam (INRA, 2015).

É também pouco provável que ocorra uma deficiência de cloro sem que ocorra deficiência de sódio. No entanto esta situação pode verificar-se em cavalos aos quais tenha sido fornecido bicarbonato de sódio na dieta (Lewis, 1995). A deficiência em cloro está relacionada com alcalose metabólica uma vez que, em animais com deficit de cloro, se observa um efeito compensatório do bicarbonato (Coenen, 1991). Os sinais clínicos de deficiência de cloro em cavalos podem incluir a redução da ingestão de alimento, perda de peso, enfraquecimento muscular, desidratação, obstipação e picacismo (NRC, 2007).

Os cavalos são considerados tolerantes a elevadas concentrações de sal na dieta, caso tenham acesso livre a água fresca e potável (NRC, 2007). Por vezes são utilizadas elevadas concentrações de sal nas dietas para limitar a ingestão, no entanto, nesta espécie, a regulação da ingestão de alimento concentrado através da adição de sal não é muito eficaz (NRC, 2007).

A manifestação de toxicidade por excesso de sal está associada a manifestações do sistema nervoso, no entanto este facto nunca foi relatado em cavalos (NRC, 2007). As concentrações séricas e plasmáticas de cloro fornecem uma boa indicação sobre o balanço deste mineral no organismo, considerando-se como um intervalo normal de concentrações plasmáticas em cavalos adultos de desporto, 94 a 104 mmol/ L (NRC, 2007).

As vitaminas, oligoelementos, e aminoácidos serão abordados mais à frente no seguimento do presente trabalho.

2.4. Aditivos utilizados em alimentos compostos para animais

Os aditivos utilizados em alimentação animal são substâncias, microrganismos ou preparados, distintas das matérias-primas e que são intencionalmente aditados aos alimentos para animais ou à água, em pequenas quantidades, com o objetivo de desempenharem determinadas funções (Reg.(CE) nº 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Setembro). As referidas funções são: a) Alterar favoravelmente as características dos alimentos para animais; b) Alterar favoravelmente as características dos produtos de origem animal; c) Alterar favoravelmente a cor dos peixes e aves ornamentais; d) Satisfazer as necessidades nutricionais dos animais; e) Influenciar favoravelmente as consequências da produção animal sobre o ambiente; f) Influenciar favoravelmente a produção, o rendimento, ou o bem-estar dos animais, influenciando particularmente a flora gastrointestinal ou a digestibilidade dos alimentos para animais; g) Produzir um efeito coccidiostático ou histomonostático. Existem igualmente alguns requisitos que um aditivo para alimentação animal não pode apresentar tais como: ter um efeito adverso sobre a saúde animal ou humana ou o ambiente, ser apresentado de uma forma que possa induzir o utilizador em erro, prejudicar o consumidor por alterar as características distintivas dos produtos de origem animal ou induzir o consumidor em erro quanto às características distintivas dos produtos de origem animal (Reg.(CE) nº 1831/2003).

Dependendo das suas funções e propriedades cada aditivo pode pertencer a uma ou mais das seguintes cinco categorias as quais se podem subdividir ainda em grupos funcionais:

- 1) “Aditivos tecnológicos: (qualquer substância adicionada aos alimentos para animais para efeitos tecnológicos)”;
 - a. Conservantes;
 - b. Antioxidantes;
 - c. Emulsionantes;
 - d. Estabilizantes;
 - e. Espessantes;
 - f. Gelificantes;
 - g. Aglutinantes;
 - h. Substâncias para o controlo da contaminação por radionuclídeos;
 - i. Antiaglomerantes;
 - j. Reguladores de acidez;
 - k. Aditivos de silagem;
 - l. Desnaturantes;
 - m. Substâncias para a redução da contaminação dos alimentos para animais por micotoxinas.

- 2) “Aditivos organoléticos: (qualquer substância cuja adição aos alimentos para animais melhore ou altere as propriedades organoléticas desse alimento ou as características visuais dos géneros alimentícios de origem animal)”;
 - a. Corantes:
 - i. Substâncias que conferem ou restituem a cor dos alimentos para animais;
 - ii. Substâncias que, quando administradas aos animais, conferem a cor aos géneros alimentícios de origem animal;
 - iii. Substâncias que afetam favoravelmente a cor de peixes ou pássaros ornamentais;
 - b. Compostos aromatizantes: substâncias cuja inclusão nos alimentos para animais aumenta o seu cheiro e palatabilidade.
- 3) “Aditivos nutritivos”;
 - a. Vitaminas, pró-vitaminas e substâncias quimicamente bem definidas de efeito semelhante;
 - b. Compostos de oligoelementos;
 - c. Aminoácidos, os seus sais e análogos;
 - d. Ureia e seus derivados.
- 4) “Aditivos zotécnicos: (qualquer aditivo utilizado para influenciar favoravelmente o rendimento de animais saudáveis, ou para influenciar favoravelmente o ambiente)”;
 - a. Melhoradores de digestibilidade: substâncias que, quando administradas aos animais, aumentam a digestibilidade dos alimentos ingeridos, mediante uma ação sobre determinadas matérias presentes;
 - b. Estabilizadores da flora intestinal: microrganismos ou outras substâncias quimicamente definidas que, quando administrados aos animais, têm um efeito positivo sobre a flora intestinal;
 - c. Substâncias que afetam favoravelmente o ambiente;
 - d. Outros aditivos zotécnicos.
- 5) “Coccidiostáticos e histomonostáticos”.

Como já referido no capítulo anterior, o Registo Comunitário dos Aditivos para a alimentação animal contém a lista de aditivos autorizados a nível da União Europeia. Este registo, estabelecido ao abrigo do artigo 17.º do Regulamento (CE) n.º 1831/2003 é permanentemente atualizado pela Comissão e está acessível ao público em geral.

No que diz respeito ao teor de aditivos permitido nos alimentos para animais, o artigo 8.º do Regulamento (CE) n.º 767/2009 estabelece que “os alimentos complementares para animais não poderão conter aditivos incorporados com teores superiores a 100 vezes o teor máximo fixado no alimento completo”. Os limites de incorporação de aditivos são fixados pelo Registo Comunitário de Aditivos para Alimentação Animal, havendo no caso dos cavalos, determinadas limitações no que diz respeito às quantidades de alguns aditivos como a

vitamina D e certos oligoelementos. Nas Tabelas 3 e 4 apresentam-se esses mesmos aditivos bem como os respetivos limites de incorporação nos alimentos completos para cavalos.

Tabela 3. Limite de incorporação de vitaminas nos alimentos completos para cavalos (Adaptado de Comunicação da Comissão 2004/C 50/01).

Aditivo	Código	Teor máximo UI/kg alimento completo ou de regime diário	Outras disposições
Vitamina D₃	E 671	4000	Interdita a administração simultânea de vitamina D ₂

Tabela 4. Limite de incorporação de oligoelementos nos alimentos completos para cavalos (Adaptado de Comunicação da Comissão 2004/C 50/01; Regulamento (CE) n.º 479/2006; Regulamento (UE) n.º 335/2010; Regulamento (UE) n.º 349/2010; Regulamento de Execução (UE) n.º 269/2012; Regulamento de Execução (UE) n.º 991/2012; Regulamento de Execução (UE) n.º 636/2013; Regulamento de Execução (UE) n.º 1230/2014); Regulamento de Execução (UE) 2015/861).

Aditivo	Código	Teor máximo mg/kg alimento completo
Ferro	E 1	750 (total)
Iodo	3b201 a 203	4 (total)
Cobalto	3b801 a 805	1 (total)
Cobre	3b409 a 411	25 (total)
Manganês	E 5	150 (total)
Zinco	3b609 a 611	150 (total)
Molibdénio	E 7	2,5 (total)
Selénio	E 8	0,5 (total)

2.4.1. Aditivos Nutritivos

Tendo em conta as necessidades acrescidas em certos nutrientes nos cavalos em produção, mais precisamente em produção de trabalho muscular, nem sempre é possível, através de regimes alimentares constituídos por alimentos simples, fazer face a essas mesmas necessidades. Por esta razão, torna-se necessário aumentar a complexidade destes alimentos, adicionando-lhes alguns aditivos, tais como vitaminas, oligoelementos e certos aminoácidos, os quais vão essencialmente desempenhar uma função nutritiva.

2.4.1.1. Vitaminas, pró-vitaminas e substâncias quimicamente bem definidas de efeito semelhante

As vitaminas definem-se como um grupo heterogêneo de compostos orgânicos essenciais à vida uma vez que podem não ser sintetizadas pelo organismo ou ser sintetizadas em quantidades insuficientes. No entanto, de entre todas as vitaminas conhecidas, nem todas são consideradas essenciais para os cavalos, uma vez que algumas podem ser sintetizadas endogenamente em quantidades adequadas (INRA, 2015). Estes compostos possuem inúmeras funções metabólicas, e desempenham papéis vitais como cofatores em várias reações metabólicas e no sistema imunitário (Saastamoinen & Harris, 2008). Podem distinguir-se dois tipos principais de vitaminas consoante as suas características químicas: as vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K) e as vitaminas hidrossolúveis (vitaminas do complexo B e vitamina C) (INRA, 2015).

As necessidades nutricionais relativamente a determinada vitamina podem divergir dependendo da variável resposta utilizada na sua determinação (e.g. prevenção de sintomas específicos de deficiência, maximização das reservas nos tecidos, e otimização de várias funções biológicas). As necessidades estimadas para as vitaminas A, D, E, tiamina e riboflavina em cavalos estão determinadas, no entanto, a informação existente é insuficiente para estimar as necessidades de vitamina K, niacina, biotina, ácido fólico (folato), vitamina B₁₂, vitamina B₆, ácido pantoténico, e vitamina C (ácido ascórbico) (NRC, 2007).

O nível superior de segurança presumido de uma vitamina é definido como o nível superior estimado de ingestão dessa vitamina que se considera ser seguro, mas que não é necessariamente o nível de tolerância máximo de ingestão da vitamina (NRC, 2007).

No que diz respeito aos cavalos de desporto, as exigências vitamínicas não parecem ser muito superiores relativamente às dos cavalos em manutenção e qualquer aumento dessas necessidades deve ser compensado pelo aumento do apetite e da ingestão diária de alimento associados ao aumento do trabalho. Este facto sugere que o exercício *per se* possa não ter grande influência nas necessidades vitamínicas dos cavalos (Saastamoinen & Harris, 2008). O cavalo, juntamente com a sua microflora gastrointestinal, é capaz de produzir várias vitaminas. No entanto, a capacidade do organismo para armazenar reservas de vitaminas pode variar. Por esta razão em determinadas circunstâncias, pode ser metabolicamente vantajoso o fornecimento de vitaminas em quantidades superiores às recomendadas. A necessidade de suplementação vitamínica pode depender de fatores internos como a idade do animal, exercício que pratica, estado reprodutivo, estado de saúde, particularmente a dos rins e do trato gastrointestinal, mas também de fatores externos como tipo e qualidade da dieta e acesso à luz solar. Como atualmente muitos animais não têm acesso a forragens verdes frescas de boa qualidade, a suplementação vitamínica é frequentemente necessária. Assim, para satisfazer as necessidades destes animais, adicionam-se frequentemente

vitaminas produzidas industrialmente às dietas com o objetivo de complementar as vitaminas já existentes. As vitaminas podem ser fornecidas quer através dos alimentos para animais quer através de suplementação deliberada com formas sintéticas ou naturais. São, por norma, algo sensíveis ao seu ambiente físico-químico, sendo que as formas líquidas destes complementos tendem a ser mais suscetíveis à instabilidade vitamínica comparativamente com as formas no estado seco (e.g. pós e granulados) (Saastamoinen & Harris, 2008).

No que diz respeito às necessidades vitamínicas dos cavalos, tem sido realizada pouca investigação, em particular no que respeita às quantidades necessárias não só para prevenir/corrigir deficiências mas também para promover taxas de crescimento adequadas, otimizar a saúde e obter boas *performances* (Saastamoinen & Harris, 2008).

2.4.1.1.1. Vitamina A ou Retinol

A vitamina A é essencial para a resposta imunitária, diferenciação celular, através da regulação da expressão de alguns genes, manutenção das superfícies epiteliais respiratórias e gastrointestinais, qualidade do casco, crescimento, reprodução e embriogénese e visão (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008). O seu precursor, o β - caroteno, poderá funcionar também como antioxidante, embora a própria vitamina A não desempenhe esta função. O β -caroteno pode ser absorvido intacto (e mais tarde é convertido em retinol) ou pode ser convertido a retinol pela mucosa intestinal (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008). O fígado é o local de maior armazenamento desta vitamina, no entanto os cavalos parecem ser relativamente ineficientes na conversão de β -caroteno em vitamina A (Saastamoinen & Harris, 2008).

O β -caroteno, sintetizado pelas plantas, é a principal fonte de pro-vitamina A presente nos alimentos para animais utilizados em cavalos. Para ser absorvido, este precursor necessita de sofrer uma hidrólise intestinal pela enzima dioxigenase (carotenase), a qual apresenta níveis de atividade relativamente baixos nos cavalos. Como consequência torna-se necessário o fornecimento frequente de vitamina A adicional nas dietas destes animais (INRA, 2015).

Na mucosa do intestino delgado, e em alguma extensão no fígado, o β -caroteno pode ser metabolizado em ésteres de retinilo (palmitato de retinilo ou estearato de retinilo) sendo estes posteriormente transportados para o fígado onde são armazenados ou distribuídos para outros tecidos para serem posteriormente metabolizados (NRC, 2007). Segundo o NRC (1989) 1mg de β -caroteno equivale a não mais do que 400 UI de vitamina A.

Pensa-se que o efeito da ingestão de β -caroteno possa influenciar negativamente esta taxa de conversão (Solomons, 2001), no entanto este facto não foi ainda estudado em cavalos.

O β -caroteno sintético (forma de β -caroteno solúvel em água) tem sido avaliado como uma fonte de pró-vitamina A (Greiwe- Crandell, Kronfeld, Gay, Sklan, Tiegs & Harris, 1997; Kienzle, Kaden, Hoppe, & Optiz, 2002) no entanto os resultados obtidos não são consensuais e, como

tal, a eficácia do β -caroteno sintético como fonte de pró-vitamina A para cavalos permanece por determinar.

As principais fontes de vitamina A nos alimentos para cavalos são em parte ésteres retinólicos de palmitato e acetato solúveis em água (formas sintéticas) que são hidrolisados a retinol no lúmen do intestino delgado, sendo este posteriormente absorvido (Saastamoinen & Harris, 2008). As fontes sintéticas são consideradas mais estáveis e por isso são menos prováveis de se degradar por oxidação, armazenamento prolongado, elevadas temperaturas, efeitos catalíticos de certos elementos minerais e peroxidação por gorduras rancificadas, causas mais frequentes de degradação das fontes naturais de vitamina A não esterificadas (McDowell L. , 2000).

O status da vitamina A é influenciado pelo conteúdo lipídico da dieta. Se esse conteúdo for reduzido, a ingestão de vitamina A é frequentemente reduzida e a sua absorção é ineficiente. Desta forma os cavalos podem sofrer de deficiência em vitamina A, a qual pode manifestar-se por sintomas como perda de apetite, fragilidade óssea, hiperostose, problemas cutâneos, hepáticos, desenvolvimento embrionário anormal no caso das éguas em gestação, degeneração muscular, aumento do tempo de coagulação sanguínea, entre outros (INRA, 2015). A cegueira noturna é também um sintoma clássico de deficiência em vitamina A em cavalos, no entanto é necessária uma ingestão extremamente baixa de vitamina A para que a condição ocorra (NRC, 2007).

A deficiência de vitamina A pode prejudicar a imunidade pois impede a regeneração normal das barreiras da mucosa danificada por infeções (Stephensen, 2001). Uma vez que a vitamina A é importante na manutenção da integridade das membranas mucosas, e estes tecidos são certamente postos sobre stresse bastante intenso no caso do cavalo de desporto, as necessidades de vitamina A dos cavalos de desporto são provavelmente superiores quando comparando com cavalos em repouso. No entanto, sinais clínicos de deficiência ocorrem apenas sob condições muito extremas de privação (Frape, 2004; NRC, 2007).

Segundo Lewis (1995) concentrações plasmáticas totais de vitamina A superiores a 40-60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ são indicativas de toxicidade. Tem sido relatado que a toxicidade de vitamina A possa resultar igualmente em fragilidade óssea, hiperosteose, descamação do epitélio, e teratogénese (danos embrionários) (NRC, 2007). Além disso, o excesso de vitamina A tem sido implicado em doenças ortopédicas de desenvolvimento em cavalos em crescimento. Considera-se que o limite superior de segurança de vitamina A nas dietas seja de 16.000 UI/kg MS (NRC, 2007). Contudo, deve notar-se que a hipótese referida anteriormente de que 1mg de β -caroteno equivale a 400 UI de vitamina A pode originar concentrações de vitamina A acima do sugerido limite superior de segurança. Assim, o limite proposto não será provavelmente muito correto, uma vez que cavalos que ingeriram estas quantidades não demonstram sintomas de toxicidade (NRC, 2007). Segundo o NRC (2007) não existem relatos de toxicidade devido ao fornecimento de β -caroteno, além disso, é pouco provável que o

fornecimento de fontes ricas em β -carotenos, como o caso da luzerna artificialmente desidratada, resulte em hipervitaminose, uma vez que se pensa que o cavalo seja capaz de reduzir a conversão do precursor da vitamina A (Saastamoinen & Harris, 2008).

2.4.1.1.2. Vitamina D

A vitamina D desempenha um papel crucial no organismo uma vez que tem influência sobre a homeostasia do cálcio (NRC, 2007; INRA, 2015). Para além de estar envolvida no metabolismo do cálcio esta vitamina está também envolvida no metabolismo do fósforo e, embora em menor medida, no do magnésio. A vitamina D é mais vezes referida como hormona esteroide do que propriamente como vitamina (Saastamoinen & Harris, 2008), sendo o 1,25- dihidroxicholecalciferol ou calcitriol a sua forma metabolicamente ativa no organismo (INRA, 2015).

Os órgãos alvo desta vitamina são normalmente o intestino, rins, e ossos. A vitamina D facilita a absorção do cálcio a partir do intestino, a reabsorção deste mineral a partir dos rins, e influencia a mobilização e deposição do cálcio (e fósforo) a partir dos ossos (NRC, 2007). Para além do seu papel na homeostasia do cálcio tem sido demonstrado que a vitamina D influencia também o crescimento e a diferenciação celular (Norman, 2001).

A vitamina D pode ser encontrada tanto em plantas, sob a forma de vitamina D₂ (ergocalciferol), como em animais, sob a forma de vitamina D₃ (colecalfiferol) sendo estas as duas formas mais importantes de vitamina D. A primeira pode ser encontrada em diversos alimentos para cavalos uma vez que é sintetizada pelas espécies vegetais sob a ação de raios ultravioleta, e a segunda pode encontrar-se na pele do cavalo uma vez que é aí sintetizada a partir de radiação ultravioleta. Ambas as vitaminas são submetidas às mesmas transformações no organismo para se transformarem no mesmo composto, o calcitriol (Saastamoinen & Harris, 2008; INRA, 2015). Alguns autores sugerem que a vitamina D₃ possa ser uma fonte muito mais potente que a vitamina D₂ (Harrington & Page, 1983), sendo a vitamina D₃ a forma mais comum de suplementação com vitamina D em cavalos (NRC, 2007). O ergosterol, esteroide precursor da vitamina D₂, existe naturalmente em formas vegetais como fungos e leveduras, sendo por vezes utilizadas leveduras irradiadas como fontes comerciais de vitamina D₂ (ergocalciferol) (Saastamoinen & Harris, 2008). Embora estejam disponíveis no mercado várias fontes de suplementação com vitamina D₃ e D₂ as duas formas não podem ser utilizadas em simultâneo nos alimentos para animais (Comunicação da Comissão 2004/C 50/01).

Os sinais de deficiência de vitamina D são frequentemente confundidos com os de deficiência de cálcio. Nos cavalos esta deficiência pode manifestar-se através de sintomas como perda de apetite, espessamento da cartilagem ao nível das placas epifisárias de crescimento em poldros, e desmineralização óssea que pode resultar em raquitismo (em animais mais novos) ou osteomalacia em animais adultos. Contudo, a ocorrência de deficiência desta vitamina em

cavalos é improvável, exceto em situações em que os animais não tenham acesso à luz solar e sejam alimentados com dietas pobres em vitamina D (INRA, 2015). Sob condições normais, onde os cavalos sejam trabalhados regularmente e tenham acesso à luz solar, provavelmente não se torna necessária a adição de vitamina D às dietas destes animais. No entanto, em situações em que os animais estejam confinados ou quando a exposição à luz solar seja limitada, ou se os animais forem alimentados para um rápido crescimento e desenvolvimento ósseo, talvez haja vantagem em fornecer quantidades adicionais de vitamina D (NRC, 2007). Níveis de suplementação inadequados podem originar situações de excesso de vitamina D, o que pode ser agravado caso os níveis de ingestão de vitamina A não sejam adequados. O excesso de vitamina D pode originar redução de apetite, problemas de crescimento, alterações da pelagem, hiperostose e anemia (INRA, 2015).

A toxicidade provocada pela vitamina D está associada com a calcificação dos tecidos moles e pode provocar a morte, tendo o NRC estabelecido o nível superior de segurança de 44 UI/kg peso corporal/ dia (NRC, 2007). No entanto, outros autores verificaram a toxicidade desta vitamina, para ingestões na ordem dos 33.000 UI/kg de peso corporal em cavalos adultos (Harrington & Page, 1983), o que pode sugerir que o limite superior de segurança sugerido pelo NRC (2007) seja um valor muito baixo.

2.4.1.1.3. Vitamina E

O termo vitamina E engloba um conjunto de compostos designados tocoferóis. Esta vitamina desempenha um papel importante no organismo atuando como antioxidante uma vez que a sua natureza lipolítica lhe permite incorporar-se nas membranas celulares onde serve de proteção aos lípidos insaturados e outros componentes membranares suscetíveis a danos oxidativos (INRA, 2015; NRC, 2007). Assim a vitamina E contribui de forma preponderante para a manutenção da integridade das membranas celulares, sendo armazenada em maior quantidade no tecido adiposo dos animais (Saastamoinen & Harris, 2008). A vitamina E pode também ser necessária para a resposta imunitária humoral e pode ser essencial para o desenvolvimento de resistência à gripe e tétano nos cavalos (Baalsrud & Overnes, 1978).

As concentrações de vitamina E variam significativamente entre os vários tipos de alimentos usados na alimentação dos cavalos, podendo a ingestão de vitamina E variar consideravelmente consoante o tipo de dieta dos animais. Muitas “rações” para cavalos já entram em conta com esta variação e são formuladas com vitamina E sintética (geralmente acetato de RRR- α -*tocoferilo*) de forma a compensar possíveis concentrações limitantes dos ingredientes utilizados na formulação (NRC, 2007). Contudo, as fontes naturais de vitamina E (formas d- alfa) parecem ser mais eficientes no aumento dos níveis de α - tocoferol sérico e plasmático quando comparadas com fontes sintéticas (formas dl) uma vez que se considera que possam ser mais biodisponíveis (Pagan, Kane, & Nash, 2005). No entanto, a aparente maior biodisponibilidade das fontes naturais permanece por provar uma vez que tanto as

fontes sintéticas como as naturais conseguem aumentar os níveis plasmáticos/séricos de vitamina E se a suplementação for feita com quantidades adequadas desta vitamina (Saastamoinen & Harris, 2008).

Na alimentação dos cavalos observa-se frequentemente a utilização de óleos vegetais como fonte de vitamina E. No entanto, é necessária alguma precaução, dado que dependendo do tipo de óleo, o conteúdo de vitamina E vai diminuindo ao longo do armazenamento, especialmente se ocorrer oxidação. O óleo oxidado não só não contém vitamina E como destrói a vitamina E dos restantes alimentos, conduzindo potencialmente a uma redução das reservas tecidulares de vitamina E dos animais (McDowell L. , 2000), razão pela qual nunca se deve fornecer óleos rancificados a nenhum cavalo.

Em situações em que os animais não tenham acesso a pasto fresco ou que os alimentos concentrados fornecidos sejam de fraca qualidade, o risco de ocorrência de deficiência de vitamina E é maior. Os principais sinais clínicos são problemas reprodutivos, distrofia muscular, redução das performances no caso dos cavalos de desporto, entre outros. A deficiência nesta vitamina pode também provocar fragilidade na membrana dos eritrócitos, provocando uma redução da sua vida útil e hemólise excessiva. Por vezes torna-se difícil distinguir a deficiência de vitamina E e a deficiência de selénio uma vez que ambos estão associados. No entanto, a deficiência de selénio parece ser mais comum que a de vitamina E (INRA, 2015). Apesar da deficiência em vitamina E estar implicada na doença do músculo branco (distrofia muscular nutricional), as evidências disponíveis apontam para que a deficiência em selénio seja a causa primária da doença, e não a deficiência em vitamina E (NRC, 2007). No entanto a vitamina E juntamente com o selénio tem sido usada no tratamento desta mesma deficiência (NRC, 2007).

A *equine motor neuron disease* (EMND) é um distúrbio neurodegenerativo dos neurónios somáticos motores inferiores que afeta cavalos com idade superior a 2 anos (Divers, 2005). Algumas evidências apoiam a hipótese de que a EMND ocorre após períodos prolongados de deficiência em vitamina E (Divers, 2005). Estas evidências incluem concentrações séricas de α -tocoferol inferiores a $1\mu\text{g}/\text{mL}$ em cavalos afetados com a doença, tendo-se verificado a indução da doença em cavalos alimentados com dietas carentes em vitamina E ($< 50\text{-}80\text{ UI}/\text{kg MS}$) durante 18- 22 meses.

Segundo Craig, Blythe, Rowe, Lassen, Barrington & Walker (1992) consideram-se concentrações sérias de α -tocoferol superiores a $2\mu\text{g}/\text{mL}$ como adequadas e inferiores a $1,5\mu\text{g}/\text{mL}$ como deficientes.

Em cavalos que se alimentem de alimentos frescos ou que estejam em pastagem, a suplementação não é necessária. No entanto, no caso dos cavalos de alta *performance* que estejam estabulados, pode ocorrer deficiência de vitamina E quando são utilizadas dietas típicas, compostas por alimentos de qualidade média na sua alimentação. Especialmente em cavalos de alta *performance* vale a pena analisar o conteúdo de vitamina E na forragem ou

tentar cobrir as necessidades de vitamina E através da utilização de fontes suplementares de vitamina E (Saastamoinen & Harris, 2008).

Tem sido sugerido que a adição de gordura alimentar às dietas dos cavalos, com concentrações relativamente elevadas de ácidos gordos polinsaturados (PUFAs), como é o caso do óleo de milho e de soja, pode diminuir o status de vitamina E. No entanto a informação relativa à relação entre o status de vitamina E e os PUFA em cavalos é bastante limitada e estudos nesta área obtiveram resultados contraditórios (NRC, 2007). Com base em evidências de outras espécies além dos cavalos, pensa-se que o status da vitamina C e do selénio possam também influenciar o status da vitamina E e as subseqüentes necessidades. No entanto o efeito do status do selénio e da vitamina C no status da vitamina E permanece por determinar (NRC, 2007).

Segundo Siciliano, Parker, & Lawrence (1997) a suplementação com 3 mg/kg peso corporal de vitamina E aumenta o conteúdo muscular e do soro nesta vitamina em cavalos de desporto. A suplementação parece ser mais eficaz quando dada diariamente para manter constante o nível de vitamina E no soro, fígado e músculos (Roneus, Hakkarainen, Lindholm, & Työppönen, 1986). Contudo, estes autores não encontraram efeitos da suplementação com vitamina E (\approx 6mg/kg peso corporal) na integridade muscular dos animais em exercício. Para além disso, a suplementação com elevados teores de vitamina E (\approx 11,1 mg/kg peso corporal) em cavalos submetidos a exercícios tipo endurance pode reduzir a atividade da creatina quinase (CK) e a apoptose dos leucócitos (Williams, Kronfeld, Hess, Saker, Waldron, Crandell, Hoffman & Harris, 2004). Embora a suplementação com vitamina E possa ser feita com o objetivo de atenuar o desenvolvimento de sinais clínicos, estes autores advertem que essa suplementação pode não necessariamente proteger contra as lesões musculares induzidas pelo exercício.

Com base em observações noutras espécies, a vitamina E não parece ser tóxica para cavalos mesmo para níveis de ingestão relativamente elevados, sendo 1000 UI/kg MS o nível superior de segurança sugerido de concentração desta vitamina nas dietas (NRC, 2007). Coagulopatia e fraca mineralização óssea têm sido observadas noutras espécies quando consomem dietas acima do nível de segurança superior referido acima (NRC, 2007). No caso dos cavalos, embora tenha sido sugerido um limite superior de segurança, não parece existir riscos documentados resultantes da excessiva suplementação com vitamina E (Saastamoinen & Harris, 2008).

Existe uma possível relação entre o status da vitamina E e a ocorrência de rabdomiólise por esforço e entre o exercício e a ocorrência de danos oxidativos no músculo-esquelético (NRC, 2007). Existem também algumas evidências de que o exercício induz algum grau de oxidação lipídica em cavalos, influenciando o status da vitamina E (Williams, et al., 2004). Ainda assim, a sua contribuição para os danos oxidativos nos tecidos e para a subseqüente saúde do cavalo é incerta (Siciliano, et al., 1997). O status sanguíneo da vitamina E de cavalos a

executar exercícios rigorosos, nomeadamente na disciplina de resistência equestre demonstra uma melhoria com níveis de suplementação acima das necessidades estabelecidas pelo NRC (Hoffman, Morgan, Phillips, Dinger, Zinn & Faustman, 2001).

De acordo com Siciliano, et al. (1997) podem ser necessárias concentrações de vitamina E nas dietas superiores a 80 UI /kg MS e que atinjam potencialmente os 300 UI/kg MS para manter as concentrações sanguíneas e do músculo-esquelético desta vitamina, em cavalos submetidos a exercício regular.

Apesar dos estudos anteriores sugerirem que a suplementação com vitamina E, excedendo as atuais recomendações, possa melhorar o status da vitamina E dos cavalos de desporto em algumas situações, são ainda necessários mais estudos utilizando várias concentrações de vitamina E nas dietas e vários protocolos de exercício para estabelecer os níveis adequados à manutenção do status da vitamina E, durante o exercício (NRC, 2007).

2.4.1.1.4. Vitamina K

A principal função da vitamina K prende-se com a coagulação sanguínea, onde é necessária para a ativação de uma série de fatores de coagulação e na conversão de protrombina em trombina. No entanto, tem também um papel na ativação de várias outras proteínas dentro do organismo incluindo as encontradas na pele e ossos, estando envolvida na síntese de osteocalcina. (Saastamoinen & Harris, 2008; INRA, 2015). Esta vitamina serve de cofator à enzima carboxilase (dependente da vitamina K) que catalisa a síntese pós-tradução de ácido γ - carboxiglutâmico (Gla) a partir de resíduos de ácido glutâmico contidos nas proteínas precursoras (Ferland, 2001). As proteínas resultantes dependentes da vitamina K, também referidas como proteínas Gla, estão envolvidas na coagulação sanguínea, metabolismo ósseo e saúde vascular (Vermeer, Shearer, Zittermann, Smith, Szluc, Hodges, Walter, Rambeck, Stocklin & Weber, 2004).

Esta vitamina é sintetizada pela microflora endógena do cólon, sendo aí absorvida. Desta forma, deixa de ser necessário o fornecimento de vitamina K exógena nas dietas dos cavalos. No entanto, em determinadas condições pode ser recomendada uma dose terapêutica. Em cavalos de desporto sujeitos a elevado esforço, a ingestão de vitamina K não tem qualquer efeito sobre hemorragias pulmonares (INRA, 2015).

A vitamina K existe naturalmente como filoquinona (K_1) e como um grupo de compostos conhecidos como menaquinona (K_2) (Ferland, 2001). A filoquinona é a forma de vitamina K encontrada nas plantas e pensa-se que seja absorvida no intestino delgado proximal e convertida na sua forma ativa no fígado, enquanto a menaquinona é produzida pelas bactérias intestinais. A menadiona (K_3) é uma forma sintética de vitamina K usada como complemento alimentar. As menaquinonas produzidas pelas bactérias intestinais fornecem ao cavalo alguma vitamina K mas a contribuição exata não é conhecida (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008).

Não foram ainda descritos casos de deficiência em cavalos devido a ingestão inadequada desta vitamina no entanto, antagonistas da vitamina K tal como dicumarol ou outros derivados da cumarina como a varfarina podem prejudicar o metabolismo da vitamina K e resultar em sintomas de deficiência (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008). O fornecimento complementar de vitamina K torna-se necessário quando os animais ingerem esses fatores antagonistas (anticoagulantes), se houver destruição massiva da microflora do intestino grosso por antibióticos (situação que é rara), ou devido à presença de bolores ou aflatoxinas nos alimentos. Em situações de envenenamento por anticoagulantes, a vitamina K1 (filoquinona) constitui a forma mais ativa, enquanto quando ocorre uma diminuição da absorção intestinal a vitamina K3 (menadiona) é a que possui um efeito mais eficaz (INRA, 2015).

A vitamina K sintetizada pelas bactérias intestinais (vitamina K₂, menaquinona) e a ingestão a partir de fenos de boa qualidade e forragens verdes parecem ser suficientes para todos os cavalos saudáveis. A suplementação com esta vitamina só deve ser usada em caso de deficiência e para tratar problemas específicos de coagulação, e não para tentar prevenir hemorragias pulmonares induzidas pelo exercício (Saastamoinen & Harris, 2008). Como o estado da vitamina K afeta o metabolismo ósseo bem como a coagulação sanguínea, tem sido sugerido que as necessidades possam aumentar durante períodos em que este metabolismo esteja alterado. No entanto ainda há pouca informação que ajude a suportar esta hipótese em cavalos (Siciliano, Kawcak, & McIlwraith, 2000).

Em todas as espécies o sinal clínico mais importante revelador de deficiência em vitamina K é a diminuição da coagulação sanguínea (NRC, 2007). Por outro lado, o excesso de ingestão de filoquinona parece ser essencialmente inócuo. As menoquinonas e menadionas presentes nas dietas têm também provavelmente baixa toxicidade. Segundo o NRC (1987), citado por NRC (2007), os níveis tóxicos orais desta vitamina são pelo menos 1.000 vezes as necessidades alimentares. Contudo a ingestão excessiva de vitamina K₃ sintética pode ser tóxica.

2.4.1.1.5. Vitaminas do complexo B

As vitaminas do complexo B são vitaminas solúveis em água sintetizadas pelos microrganismos intestinais e que normalmente estão presentes em quantidades adequadas nos alimentos fornecidos aos cavalos (exceto a vitamina B₁₂). Estas duas fontes são normalmente suficientes para cobrir as necessidades de vitaminas do complexo B de cavalos adultos, sendo o risco de ocorrência de deficiências destas vitaminas muito reduzido nesta espécie. No entanto é possível que alterações na dieta, introdução de exercício intenso e outras situações de stresse possam modificar a microflora, resultando em níveis de síntese inadequados. As vitaminas deste complexo são cofatores enzimáticos envolvidos no metabolismo energético (hidratos de carbono e gordura) e transferência de energia (e.g. na

síntese de ATP), o que torna a sua presença de extrema importância nas dietas dos cavalos de desporto (Saastamoinen & Harris, 2008; INRA, 2015).

Tiamina ou vitamina B₁

A tiamina na sua forma ativa, pirofosfato de tiamina, é necessária a algumas enzimas envolvidas no metabolismo dos hidratos de carbono como é o caso da piruvato desidrogenase, α -cetoglutarato desidrogenase, e transcetolase (Bates, 2001). As duas primeiras enzimas estão envolvidas no metabolismo de substratos utilizados para a síntese de ATP (e.g. glucose), enquanto a última está envolvida na via pentose fosfato (descarboxilação oxidativa e não oxidativa, transacilação) (INRA, 2015; NRC, 2007).

A tiamina é encontrada em concentrações relativamente elevadas em grãos de cereais, subprodutos de grãos de cereais, complementos proteicos e nas leveduras de cerveja e de panificação (NRC, 2007). Existem alguns sais sintéticos de tiamina disponíveis para fornecimento complementar nas dietas (tipicamente hidrocloreto e mononitrato de tiamina) (Saastamoinen & Harris, 2008).

O sintoma clássico de deficiência de tiamina é a doença de *beribéri* (Bates, 2001). Têm sido relatados em cavalos casos de anorexia, bradicardia, espasmos musculares, e ataxia causados por carências de tiamina, pensando-se que dietas com teores de tiamina iguais ou inferiores a 1,1 mg/ kg de tiamina possam provocar sintomas de deficiência nestes animais (NRC, 2007). Outros sinais clínicos associados, menos específicos, prendem-se com reduzido crescimento, perda de peso corporal e coprofagia (INRA, 2015).

Em cavalos alimentados com dietas compostas por alimentos habituais e na ausência de substâncias interferentes, não existem relatos de deficiência de tiamina. Em situações em que a ingestão e produção endógena de tiamina não sejam suficientes para evitar o aparecimento de sintomas de deficiência, a suplementação com 6,6 mg/ kg MS de tiamina, mantendo o mesmo nível de ingestão, resulta em aumentos dos ganhos de peso corporal em cerca de 89,5% (NRC, 2007).

A toxicidade devida ao excesso de tiamina não é relatada com frequência em cavalos e não parece ter elevada probabilidade de ocorrer (NRC, 2007).

Riboflavina ou vitamina B₂

A riboflavina é um grande precursor enzimático envolvido nas reações de oxidação-redução. Esta vitamina é utilizada pelas células sob a forma de flavina adenina dinucleótido (FAD) e flavina mononucleótido (FMN), ambas coenzimas derivadas da riboflavina. Nos alimentos para animais a riboflavina apresenta-se sob estas duas formas estando ambas envolvidas nas reações oxidação-redução usadas na síntese de ATP, metabolismo de fármacos, metabolismo lipídico, e mecanismos de defesa antioxidante (Rivlin, 2001). O excesso desta vitamina é eliminado pela urina e, na maioria das espécies em estado adulto, esta vitamina é sintetizada pela população microbiana endógena no cólon. No entanto, a taxa a que é sintetizada depende do animal, da dieta, e principalmente da ingestão de hidratos de carbono. Desta forma não se conhecem casos quer de toxicidade quer de deficiência de riboflavina em cavalos. (INRA, 2015).

Niacina ou vitamina B₃

A Niacina é um cofator envolvido em diversas reações bioquímicas: oxidação-redução, sendo essencial para as coenzimas nicotinamida adenina dinucleótido (NAD) e nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP) (NRC, 2007), modificação proteica após transcrição e síntese de ADP-ribose (INRA, 2015). Em geral os animais satisfazem as suas necessidades de niacina através da ingestão de nicotinamida e ácido nicotínico, através da síntese endógena intestinal por fermentação microbiana e síntese hepática a partir do triptofano. A eficiência de conversão de triptofano em niacina é na ordem dos 60 mg:1 mg e está dependente de outras vitaminas como a B₁, B₂, e B₆ (Saastamoinen & Harris, 2008; INRA, 2015). Alguns cavalos de desporto são suplementados com niacina uma vez que esta desempenha um papel chave no metabolismo energético. No entanto alguns ensaios em cavalos de desporto demonstraram que a suplementação com niacina parece não afetar o metabolismo do exercício (Saastamoinen & Harris, 2008).

A niacina presente nos alimentos está geralmente sob a forma de NAD e NADP (Jacob, 2001). Ambas são hidrolisadas na mucosa intestinal para originar nicotinamida. Esta vitamina encontra-se bem distribuída pela dieta mas a sua disponibilidade varia consoante a forma em que se apresenta (NRC, 2007).

Não se encontram descritos casos de deficiência de niacina no cavalo. No entanto, noutras espécies esta condição manifesta-se por lesões na pele e no sistema digestivo. Da mesma forma não se encontram descritos efeitos de toxicidade por ingestão excessiva de niacina em cavalos, mas estudos com animais de laboratório sugerem que uma ingestão superior a 350 mg de equivalentes de ácido nicotínico /kg de peso corporal possa ser tóxico (NRC, 2007).

Biotina (Vitamina B₈)

A biotina é coenzima de 4 enzimas carboxilases: acetil-CoA carboxilase, piruvato carboxilase, propionil CoA carboxilase e a β -metilcrotonil CoA carboxilase (Zempleni, 2001). Estas enzimas estão envolvidas na síntese de ácidos gordos (acetil-CoA carboxilase), gluconeogénese (piruvato carboxilase), metabolismo dos aminoácidos (propionil CoA carboxilase e β -metilcrotonil CoA carboxilase) e metabolismo do colesterol e ácidos gordos de cadeia ramificada (propionil CoA carboxilase). Como resultado, a biotina desempenha um papel importante no metabolismo intermediário (NRC, 2007). A biotina pode também apresentar um papel importante na expressão de genes, proliferação celular, favorecendo o crescimento saudável dos animais e a manutenção de todos os tecidos corporais especialmente a qualidade dos cascos, pele e pelo, e também do sistema nervoso e reprodutor (Saastamoinen & Harris, 2008).

A biotina é sintetizada por microrganismos presentes no intestino grosso dos cavalos adultos e está presente em vários alimentos fornecidos aos cavalos, encontrando-se níveis relativamente elevados no feno de luzerna ($\approx 0,2$ mg/kg MS) e na aveia ($\approx 0,11- 0,39$ mg/kg MS), no entanto tendem a encontrar-se níveis relativamente baixos no milho ($\approx 0,06- 0,1$ mg/kg MS) (Saastamoinen & Harris, 2008). A forma mais natural de existência de biotina é na sua forma ligada a proteínas (biocitina) tornando a sua disponibilidade dependente da digestibilidade das proteínas a que se encontra ligada (NRC, 2007).

Tal como para outras vitaminas do complexo B, não existem evidências de ocorrência de deficiência de biotina em cavalos e não existem casos documentados (INRA, 2015). No entanto, alguma pesquisa científica sugere que a suplementação das dietas de cavalos com fraca qualidade de cascos, com biotina adicional, pode resultar na sua melhoria. Consequentemente recomenda-se a suplementação com biotina em cavalos com fraca qualidade de cascos. Os níveis de suplementação dependem dos alimentos base utilizados na dieta, sendo que esta deve ser particularmente equilibrada em proteína, cálcio, fósforo e zinco. Para manter a saúde dos cascos dos cavalos são necessários 2- 3 mg/ 100 kg de peso corporal / dia (10- 15 mg/d para cavalos de 500 kg) de biotina. Podem recomendar-se doses mais elevadas 3- 5 mg/ 100 kg de peso corporal / dia (15- 25 mg/d para um cavalo de 500 kg) como auxílio terapêutico em cavalos com problemas de cascos, de forma a melhorar a sua qualidade, nomeadamente a dureza e integridade do mesmo. No entanto, os vários estudos que demonstram o efeito da biotina tendem a sugerir que esta pode melhorar a qualidade dos cascos em alguns cavalos, mas não parece influenciar a taxa de crescimento deste tecido (Saastamoinen & Harris, 2008).

A biotina desempenha também um papel de coenzima em vias de libertação de energia armazenada e tem sido discutido que possa igualmente influenciar a *performance* desportiva dos cavalos (Saastamoinen & Harris, 2008).

Os efeitos de excesso de biotina não foram descritos em cavalos, sendo que até à data nenhum limite superior de ingestão diária recomendado foi definido para a biotina (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008).

Ácido fólico ou vitamina B₉

Ácido fólico é um termo utilizado para descrever um grande grupo de compostos de estrutura semelhante, também conhecido como vitamina B₉. Estes atuam como dadores ou recetores de moléculas em reações metabólicas intermediárias (INRA, 2015). O ácido fólico é necessário para várias vias biossintéticas que envolvem a transferência e utilização de unidades de carbono únicas. Dentro destas existem reações necessárias à síntese de DNA, purinas e pirimidinas e metionina (Bailey, Moyers, & Gregory III, 2001). Desta forma esta vitamina é particularmente importante em tecidos nos quais ocorre um rápido crescimento celular, turnover, ou combinação de ambos (NRC, 2007).

O ácido fólico consiste num grupo de componentes sintetizados pelas plantas mas também pelos microrganismos do trato digestivo dos cavalos (INRA, 2015). Nesse grupo de componentes insere-se também o ácido fólico oxidado, frequentemente utilizado na suplementação dos animais. Algumas fontes de ácido fólico incluem levedura de cerveja (≈ 15 mg/kg), forragens verdes, farelo de trigo (≈ 0.8 mg/kg), óleo de sementes e trigo integral (≈ 0,5 mg/kg) (Saastamoinen & Harris, 2008).

A deficiência crónica de ácido fólico é caracterizada por anemia, muito semelhante à provocada por deficiência de cobalamina. Tal como para esta vitamina, a deficiência de vitamina B₉ é também rara uma vez que a síntese pela flora do trato digestivo representa uma fonte bastante importante (INRA, 2015). Desta forma, a deficiência de ácido fólico não se encontra descrita no cavalo (NRC, 2007). No entanto, é necessária mais investigação sobre as necessidades dos cavalos sem acesso à pastagem, particularmente em cavalos com necessidades potencialmente elevadas (e.g. animais em regime de exercício intenso), uma vez que se coloca a hipótese de que a falta de acesso à pastagem e o exercício aumentem as necessidades nesta vitamina. Esta hipótese é baseada na observação da redução das concentrações séricas de ácido fólico em animais nestas condições (NRC, 2007).

Em situações em que os cavalos não tenham acesso a pastagem, podem beneficiar de uma suplementação de ácido fólico mais frequente. Têm sido usados complementos sintéticos de ácido fólico que fornecem cerca de 20- 200 mg de ácido fólico por dia. No entanto há poucas evidências científicas no que diz respeito à sua eficácia (Saastamoinen & Harris, 2008) existindo mesmo alguns estudos que indicam que o ácido fólico administrado oralmente é absorvido de forma reduzida pelo cavalo (NRC, 2007).

A sulfadiazina e a pirimetamina são antimicrobianos utilizados no tratamento da mieloencefalite protozoária equina (MPE). Ambas as substâncias podem prejudicar o status

desta vitamina, e provocar deficiências em cavalos a receber este tratamento durante 9 meses (Piercy, Hinchcliff, & Reed, 2002).

De um modo geral considera-se que esta vitamina não é tóxica para os cavalos (NRC, 2007).

Ácido pantoténico ou vitamina B₅

O ácido pantoténico é um constituinte da enzima acetil-coenzima A e da proteína transportadora de acilos (ACP), as quais estão envolvidas em várias vias metabólicas envolvendo hidratos de carbono, proteínas, lípidos, neurotransmissores, hormonas esteroides, porfirinas, e hemoglobina (NRC, 2007). Este encontra-se bem distribuído pela dieta, estando presente em todos os alimentos (INRA, 2015). Não se encontram estabelecidas necessidades específicas desta vitamina para cavalos, nem existem relatos de situações toxicidade. Adicionalmente não foram encontrados sinais de deficiência em animais alimentados com dietas contendo 0,8 mg de ácido pantoténico ou menos de 0,2 mg de ácido pantoténico/ kg MS (NRC, 2007).

Piridoxina ou vitamina B₆

A vitamina B₆ é um componente de várias enzimas envolvidas no metabolismo proteico, lipídico e dos hidratos de carbono, e encontra-se amplamente distribuída na dieta, contudo, não se encontram estabelecidas as necessidades desta vitamina para cavalos (NRC, 2007). Esta vitamina está envolvida em reações de transaminação necessárias à síntese e catabolismo proteicos. Consegue interagir com os recetores de hormonas esteroides e modificar a sua ação. Tal como para outras vitaminas deste grupo, os riscos de deficiência ou toxicidade são raros. No entanto vários estudos têm descrito sintomas clínicos típicos de situações de deficiência como alterações no sistema nervoso central, dermatite, glossite e anemia (INRA, 2015).

Colina ou vitamina B₇

A colina está envolvida no metabolismo lipídico, em particular no fígado. A deficiência nesta vitamina pode originar disfunção hepática e atrofia do timo o que pode conduzir a uma redução da síntese proteica, indicada por uma hipoalbuminémia marcada e infiltração de gordura no fígado (devido ao aumento da síntese de lipoproteínas). As necessidades específicas de colina para cavalos não estão estabelecidas (INRA, 2015).

Cianocobalamina ou vitamina B₁₂

De entre todas as vitaminas, esta foi a descoberta mais recentemente. É um importante cofator enzimático envolvido nas reações de síntese de metionina e metilmalonil-coenzima A (síntese lipídica), purina e pirimidina, transferência de grupos metilo, síntese proteica, e metabolismo dos hidratos de carbono. Juntamente com outros compostos, desempenha um papel no metabolismo do DNA, síntese de hemoglobina e metabolismo de catecolaminas (NRC, 2007; INRA, 2015). A cianocobalamina não existe nos alimentos para animais mas é sintetizada pelos microrganismos intestinais no cólon (Saastamoinen & Harris, 2008). A síntese de cianocobalamina requer o oligoelemento cobalto em quantidades muito pequenas (1 µg/kg de peso corporal) e a sua absorção é feita a partir do ceco e cólon sendo na sua grande maioria armazenada no fígado (NRC, 2007). É importante na utilização de produtos da digestão microbiana, especialmente na utilização do propionato. Pensa-se que não haja necessidade de fornecimento desta vitamina para além do obtido através da síntese microbiana, no entanto, alguns autores sugerem que as necessidades de vitamina B₁₂ possam aumentar em cavalos que ingiram grandes quantidades de grãos de cereais, como é o caso dos cavalos em trabalho intenso, uma vez que a sua ingestão resulta em grande produção de ácido propiónico (Saastamoinen & Harris, 2008). Nos cavalos não foram descritos casos de deficiência ou toxicidade por esta vitamina (NRC, 2007).

2.4.1.1.6. Vitamina C

O termo vitamina C inclui uma serie de compostos relacionados que têm a atividade biológica do ácido L-ascórbico e dihidro-L-ascórbico. Esta vitamina pode atuar diretamente como antioxidante prevenindo os danos oxidativos provocados pelos radicais livres, mas mais importante que isto, consegue limpar os radicais derivados dos antioxidantes e assim reciclar ou regenerar outros componentes do sistema antioxidante, particularmente a vitamina E. A vitamina C (ácido ascórbico) é necessária para a hidroxilação da prolina e lisina para formar hidroxiprolina e hidroxilisina (Saastamoinen & Harris, 2008). Esta vitamina funciona também como cofator de oxidases de função mista envolvidas na síntese de colagénio, carnitina e norepinefrina (Johnston, 2001).

Os complementos de vitamina C comerciais tendem a ser sais de ácido ascórbico como o ascorbato de cálcio. Contudo a absorção de vitamina C pelo cavalo, após administração oral, parece ser pobre (Saastamoinen & Harris, 2008).

A suplementação e disponibilidade do ácido ascórbico de origem alimentar é complexa, sendo influenciada pela forma química, dosagem, frequência e resposta à dosagem, e sendo extremamente variável entre indivíduos (NRC, 2007).

O ácido ascórbico, ascorbil palmitato e o cálcio ascorbil- 2- monofosfato têm sido usados como fontes complementares de vitamina C em dietas de cavalos. O ascorbil palmitato é mais

eficiente que o cálcio ascorbil- 2- monofosfato (Deaton, Marlin, Smith, Roberts, Harris, Kelly & Schroter, 2003) ou que o ácido ascórbico no aumento das concentrações plasmáticas de ácido ascórbico (NRC, 2007). Outra das fontes a referir prende-se com a capacidade endógena de produção de ácido ascórbico no fígado a partir da glucose (INRA, 2015).

As situações de deficiência de vitamina C são mais complicadas de avaliar relativamente às deficiências em vitaminas lipossolúveis uma vez que a maioria dos animais consegue sintetizar esta vitamina (Saastamoinen & Harris, 2008). Consequentemente a deficiência em vitamina C em cavalos não é relatada na literatura. No entanto alguns estudos indicam que em cavalos saudáveis as concentrações plasmáticas de vitamina C podem variar entre 0,8 e 4,6 µg/mL (Hargreaves, Kronfeld, Waldron, Lopes, Gay, Saker, Cooper, Sklan & Harris, 2002; Marlin, Fenn, Smith, Deaton, Roberts, Harris, Dunster & Kelly, 2002; Williams, et al., 2004).

As necessidades de vitamina C em cavalos não estão determinadas uma vez que estes animais possuem a capacidade de sintetizar esta vitamina. No entanto vários fatores como doenças, stresse, obstrução recorrente das vias respiratórias (Deaton, Marlin, Smith, Harris, Roberts, Schroter & Kelly, 2004), idade avançada e exercícios de endurance (Hargreaves, et al., 2002; Marlin, et al., 2002) podem fazer diminuir as concentrações plasmáticas e séricas de ácido ascórbico em cavalos e podem induzir a um maior consumo de reservas corporais desta vitamina. No entanto outros autores relatam resultados completamente contrários (Williams, et al., 2004; Deaton, et al., 2004). É necessária mais informação para determinar se a síntese endógena de ácido ascórbico é ou não adequada para cobrir as necessidades de todos os cavalos (NRC, 2007). Apesar de não haver recomendações acordadas para as necessidades de vitamina C nos cavalos, têm sido utilizadas doses elevadas na suplementação desta vitamina (Saastamoinen & Harris, 2008).

Existe pouca informação sobre os níveis de tolerância e toxicidade de ácido ascórbico em cavalos. No entanto sabe-se que o fornecimento diário de doses de 44 mg/kg de peso corporal não demonstraram efeitos negativos aparentes nesta espécie (NRC, 2007). Apesar disto alguns autores recomendam cuidado na utilização de doses elevadas, especialmente se durante um longo período de tempo dado que um excesso de vitamina C pode potencialmente afetar o equilíbrio ácido-base, atuar como pro-oxidante e causar distúrbios gastrointestinais. O efeito do ácido ascórbico na acidificação da urina parece ser dependente da dose fornecida (Saastamoinen & Harris, 2008).

Na Tabela 5 apresentam-se de uma forma resumida, os sinais clínicos de deficiência e de excesso das vitaminas referidas anteriormente.

Tabela 5. Vitaminas: sinais clínicos de deficiência e excesso (adaptado de INRA, 2015).

Vitamina	Deficiência	Excesso
Vitamina A	anorexia, problemas osteoarticulares, crescimento lento, ereção do pelo, hiperqueratose, fadiga, xerofalmia, dificuldades reprodutivas, reabsorção fetal, hipertensão, ataxia,	crescimento lento, anorexia, eritema, fragilidade óssea
Vitamina D	raquitismo, osteomalacia, osteoporose	hipercalcemia, anorexia, claudicação, calcinose
Vitamina E	esterilidade (machos), imunodeficiências, anorexia, miopatias, dermatose	riscoreduzido, antagonistas da vitamina K?
Vitamina K	risco reduzido, aumento do tempo de coagulação, hemorragias	risco reduzido, anemia?
Vitamina (tiamina)	B₁ anorexia, perda de peso, falta de energia, convulsões	redução da pressão sanguínea, respiração irregular, bradicardia
Vitamina (riboflavina)	B₂ crescimento lento, ataxia, vômitos, dermatose, conjuntivite, bradicardia, coma	toxicidade reduzida
Vitamina (niacina)	B₃ anorexia, diarreia, crescimento lento, úlceras na boca e garganta, hemorragias, distúrbios nervosos	toxicidade reduzida, hematêmese, convulsões.
Vitamina (piridoxina)	B₆ anorexia, diarreia, crescimento lento, úlceras na boca e garganta, hemorragias, distúrbios nervosos	toxicidade reduzida, anorexia, ataxia
Vitamina B₅ (ácido pantoténico)	anorexia, menor colesterolémia, menor lipemia, taquicardia, coma, menor resposta imunitária (anticorpos)	-
Vitamina B₉ (ácido fólico)	anorexia, perda de peso, anemia hipocrômica, maior tempo de coagulação, aumento do conteúdo de ferro plasmático, menor resposta imunitária, leucopénia, glossite	-
Vitamina B₈ (biotina)	hiperqueratose	não se observou toxicidade
Vitamina (cianocobalamina)	B₁₂ anemia, diarreia	alterações nos reflexos
Vitamina C (ácido ascórbico)	síntese hepática	-
Vitamina B₇ (colina)	fígado gordo (animais jovens), maior tempo de coagulação, atrofia do timo, crescimento lento, anorexia	-

2.4.1.1.7. L- Carnitina

A L-carnitina desempenha um papel essencial no metabolismo lipídico, uma vez que é um importante cofator no transporte de ácidos gordos de cadeia longa através da membrana interna da mitocôndria, onde são oxidados para fornecer energia às células, contribuindo assim para a utilização da gordura durante o exercício (Harris, 2008; INRA, 2015). A L-carnitina pode também fazer aumentar a energia retida no músculo uma vez que se pensa que possa melhorar o metabolismo lipídico ao nível das fibras musculares (Harris, 2008). Comparativamente com outras espécies, o músculo dos cavalos contém concentrações bastante elevadas de L-carnitina. No entanto, no cavalo, esta substância é absorvida de forma insuficiente (Harris, 2008). No Capítulo 5 do presente documento esta substância é abordada em maior pormenor, uma vez que lhe são atribuídos alegados efeitos ergogénicos (aumento de performance desportiva) quando fornecida a cavalos, embora o suporte científico que comprove os seus efeitos seja reduzido.

2.4.1.2. Compostos de oligoelementos

Os limites legais de incorporação de alguns oligoelementos em alimentos compostos para cavalos foram já referidos na Tabela 4. No entanto, importa salientar que as necessidades em determinados microelementos, no caso dos cavalos não foram ainda estabelecidas com precisão, tendo alguns valores recomendados das Tabelas 1 e 2 sido inferidos de estudos com outras espécies animais (NRC, 2007; INRA, 2015). Neste subcapítulo serão apresentadas algumas das funções associadas a cada um destes microelementos e qual a sua relevância nas dietas para cavalos.

Todos os alimentos possuem intrinsecamente teores de alguns oligoelementos, no entanto, quando são aditivados na forma de compostos de oligoelementos, as fontes desses minerais podem ser inorgânicas ou orgânicas.

Os minerais provenientes de fontes inorgânicas encontram-se normalmente ligados a iões óxido, sulfato, cloreto ou carbonato enquanto os minerais provenientes de fontes orgânicas se encontram ligados a um vasto espectro de ligandos (INRA, 2015). Os principais ligandos consistem em complexos de aminoácidos, polissacáridos, ou proteínas de dimensões variáveis (proteínatos) (INRA, 2015). Atualmente existem alguns compostos orgânicos (quelatos ou sais) de selénio, de zinco, de manganês, de cobre, de cobalto e de ferro que estão autorizados como aditivos em alimentação animal (Registo Comunitário de Aditivos para Alimentação Animal). A disponibilidade dos iões metálicos provenientes das fontes inorgânicas é muito variável, sendo respetivamente elevada e reduzida para os sais de sulfureto e de óxido (INRA, 2015). Quanto à disponibilidade das fontes orgânicas, não foi ainda demonstrada nos cavalos a existência de qualquer diferença quer na utilização biológica, quer nas performances dos animais face às fontes inorgânicas (INRA, 2015).

2.4.1.2.1. Cobalto (Co)

Nos cavalos, a microflora do ceco e do cólon utiliza o cobalto (Co) para a síntese de vitamina B₁₂ (NRC, 2007; INRA, 2015). O cobalto desempenha também um papel importante na hematopoiese e formação de células do sangue em conjunto com o zinco e cobre (INRA, 2015).

O sal de cobalto iodizado é utilizado como fonte de Co e contém frequentemente cerca de 100 mg Co/kg MS, sendo outras fontes como carbonato, cloreto, e sulfato de cobalto consideradas adequadas para as espécies pecuárias de carne (NRC, 2007).

Normalmente a ocorrência de deficiência em cobalto provoca posteriormente uma deficiência em vitamina B₁₂. No entanto não se conhecem casos quer de deficiência de um ou de outro em cavalos (NRC, 2007). Com base em dados de outras espécies estabeleceu-se uma concentração máxima tolerável de 25 mg/ kg de ingestão de MS (NRC, 2005).

As necessidades de Co não foram ainda estudadas especificamente para os cavalos. A quantidade mínima recomendada é 0,05 mg/kg MS da dieta, no entanto este valor é normalmente alcançado através da ingestão dos alimentos habitualmente fornecidos (NRC, 2007).

2.4.1.2.2. Cobre (Cu)

O cobre (Cu) influencia a atividade de várias enzimas envolvidas na mobilização de reservas de zinco ou ferro para a síntese de hemoglobina e mioglobina (INRA, 2015). É também essencial a várias enzimas cobre-dependentes envolvidas na síntese e manutenção do tecido conjuntivo elástico (e.g. lisil oxidase), preservação da integridade da mitocôndria, síntese de melanina e desintoxicação de superóxido, uma vez que é um dos constituintes da enzima superóxido dismutase (NRC, 2007). O cobre é também cofator da ativação da enzima tiol-oxidase, que por sua vez é responsável pela formação de ligações dissulfeto (pontes de enxofre) na queratina, contribuindo para a manutenção da saúde dos cascos (Geyer, 2005).

Em cavalos adultos, a digestibilidade real do cobre ronda os 40% enquanto a digestibilidade aparente ronda os 27,2 - 32,5 %. Além disso, o exercício não parece alterar a digestibilidade real deste oligoelemento (NRC, 2007). Em cavalos jovens (poldros) a digestibilidade aparente e a retenção do Cu aumentam com a suplementação com fontes orgânicas (proteinato de cobre) comparativamente às fontes inorgânicas (sulfato de cobre). Pelo contrário, a digestibilidade aparente e a retenção de cobre em cavalos adultos é maior quando fornecidas através de fontes inorgânicas (Miller, Baker, Pipkin, Bachman, Haliburton & Veneklasen, 2003; Baker, 2005). O cobre interage com outros minerais, incluindo o molibdénio, o enxofre, o zinco, o selénio, a prata, o cádmio, o ferro e o chumbo (NRC, 2007). No entanto, são necessárias quantidades relativamente elevadas de zinco (na ordem de 1.000 ou 2.000 mg Zn/kg alimento) para provocar uma deficiência secundária de cobre em poldros desmamados (Bridges &

Moffitt, 1990). Aparentemente, concentrações de molibdénio na ordem dos 20 mg/kg de alimento não parecem interferir com a absorção de cobre (Rieker, Topliff, Freeman, Teeter, & Cooper, 1999).

É possível que a ocorrência de OC possa estar associada, entre outros fatores, com situações de hipocupremia, (NRC, 2007). Contudo, a informação disponível sobre as deficiências de cobre é reduzida.

Os cavalos são relativamente tolerantes a elevadas concentrações de cobre na dieta (NRC, 2007), tendo sido sugerido uma concentração máxima tolerável de aproximadamente 250 mg/kg alimento (NRC, 2005).

2.4.1.2.3. Iodo (I)

A maior parte do iodo (I) presente no organismo encontra-se na glândula da tiroide (NRC, 2007). O iodo é um elemento necessário à síntese de hormonas da tiroide como a tiroxina (T_4) e a triiodotironina (T_3), que entre outras funções, reduzem a atividade da enzima glutathione peroxidase (GPx) quando a ingestão de selénio é insuficiente (INRA, 2015). Assim, o iodo e selénio da dieta podem interagir, afetando o metabolismo das hormonas da tiroide (NRC, 2007).

As concentrações de iodo nos alimentos mais comuns para animais variam de 0 a 2 mg/kg MS (NRC, 2007). Por vezes são fornecidas algas marinhas aos cavalos, podendo estas ter concentrações de iodo tão elevadas quanto 1850 mg/kg MS (NRC, 2007).

Normalmente a suplementação com iodo é conseguida através do fornecimento de sais iodados de outros oligoelementos. Entre estes, o iodato de potássio é mais estável e por isso é preferível ao iodeto de potássio (NRC, 2007).

De um modo geral, a digestibilidade do iodo parece ser relativamente elevada (Wehr, Engelschalk, Kienzle, & Rambeck, 2002).

O sintoma clássico quer de deficiência severa de iodo, quer de excesso de iodo na dieta é o hipotiroidismo, resultando na hipertrofia da glândula da tiroide ou bócio (NRC, 2007).

Situações de toxicidade parecem ser mais comuns do que situações de deficiência sendo indicada uma concentração máxima tolerável na dieta de 5 mg/kg de alimento (NRC, 2005). A toxicidade pelo iodo resulta principalmente de situações em que os animais estão a ser excessivamente suplementados ou a receber alimentos com quantidades elevadas de iodo como algas marinhas (NRC, 2007).

O iodo da urina é um bom indicador para estimar a quantidade de iodo que é fornecido aos animais (NRC, 2007). Como os sinais clínicos de deficiência e de toxicidade de iodo são semelhantes, uma simples avaliação da dieta poderá revelar se as concentrações de iodo são excessivas ou não, tornando possível introduzir correções (NRC, 2007).

2.4.1.2.4. Ferro (Fe)

O ferro (Fe) presente no organismo está contido na hemoglobina (60%), mioglobina (20%), citocromos, e em vários sistemas enzimáticos (NRC, 2007), e desempenha um papel crítico no transporte de oxigênio e na respiração celular (INRA, 2015). A maioria do ferro é armazenada sob a forma de ferritina (proteína não-heme) no fígado e no baço, sem quaisquer mecanismos de eliminação de excesso, o que pode causar danos no fígado (Vervuert, 2008). Alguns alimentos complementares à base de Ca e P contêm frequentemente cerca de 2-3% de ferro (NRC, 2007). A absorção de Fe a partir da dieta em animais não ruminantes ronda os 15% ou menos, sendo absorvido de forma mais eficaz em animais recém-nascidos (NRC, 2007).

A absorção de Fe ocorre essencialmente no duodeno (Vervuert, 2008). A proporção de ferro que é absorvida vai diminuindo à medida que a ingestão de ferro aumenta (Vervuert, 2008). Além disso, ingestões excessivas de cádmio, cobalto, cobre, manganês e zinco contribuem também para a diminuição da utilização de ferro (NRC, 2007). Devido à capacidade limitada do organismo para excretar Fe, a homeostasia é mantida ajustando a absorção de Fe para atender às necessidades do organismo (NRC, 2005). Durante o exercício, a absorção aparente do Fe aumenta, e este aumento parece compensar os possíveis efeitos do exercício no status do Fe (aumento da concentração plasmática de ferritina com o aumento do nível de exercício) em cavalos (Inoue, Matsui, Asai, Aoki, Matsui & Yano, 2005).

Em cavalos, a deficiência em Fe é pouco provável de ocorrer, uma vez que a maioria dos alimentos são ricos em Fe, apesar de o ferro aparentar ter uma biodisponibilidade reduzida (<15%) (Vervuert, 2008).

O primeiro sinal de deficiência de Fe é a ocorrência de anemia hipocrômica microcítica, no entanto esta deficiência não é um problema comum nem em cavalos jovens nem em adultos (NRC, 2007). Em qualquer nível desportivo, e desde que tenham acesso a solo férreo, o organismo destes animais recupera e retém eficientemente o ferro derivado do catabolismo dos constituintes corporais (NRC, 2007).

Os alimentos minerais à base de ferro são amplamente usados em cavalos de desporto, alegadamente para aumentar a capacidade de transporte de oxigênio do sangue (Casteel, 2001). Contudo, o fornecimento de doses excessivas de Fe (especialmente formas solúveis de Fe com maior taxa de absorção) podem resultar em hepatopatia (Casteel, 2001) uma vez que a capacidade de ligação do Fe pode ser excedida resultando em ferro livre que vai alcançar o fígado e causar necrose e falhas hepáticas (Vervuert, 2008). Desta forma, a suplementação com Fe parece não ter os efeitos pretendidos e pode ser bastante prejudicial (Vervuert, 2008).

Segundo dados de outras espécies, a concentração máxima tolerável de ferro é de 500 mg/kg alimento (NRC, 2005). Alguns alimentos frequentemente fornecidos aos animais, como feno

de sorgo, possuem concentrações superiores a esta, no entanto não há relatos de toxicidade de ferro pelo fornecimento de tais alimentos a cavalos. Ainda assim, os possíveis efeitos adversos do excesso de ferro podem prevalecer sobre quaisquer supostas vantagens uma vez que o excesso de ferro é especialmente tóxico para animais jovens, podendo provocar a morte (NRC, 2007). Concentrações séricas de ferro superiores a 400 µg/dL podem ser indicadoras de ocorrência de toxicoses agudas (NRC, 2007). O conteúdo sérico de ferritina parece ser o melhor indicador do status do ferro em cavalos (Brommer & Oldruijtenborgh-Oosterbaan, 2001) considerando-se 70-250 ng/mL uma gama de valores adequados para cavalos normais (NRC, 2007).

2.4.1.2.5. Manganês (Mn)

O manganês (Mn) é essencial ao metabolismo lipídico e dos hidratos de carbono, e à síntese de sulfato de condroitina, necessária por sua vez à formação de cartilagem (INRA, 2015).

A digestibilidade aparente do manganês varia entre 4,7 e 10,6% enquanto a digestibilidade real é cerca de 28,5% em cavalos adultos (NRC, 2007). A digestibilidade real parece ser afetada pelo nível exercício, diminuindo com o mesmo (Hudson, Pagan, Hoekstra, Prince, Gardner & Geor, 2001).

Noutras espécies a deficiência em Mn resulta num desenvolvimento anormal da cartilagem devido à falha na síntese de sulfato de condroitina, o que pode resultar em malformações ósseas (NRC, 2007).

De entre todos os oligoelementos, o Mn é o menos tóxico (NRC, 2007), não existindo relatos de intoxicação por Mn em cavalos (Schryver, 1990). No entanto, elevadas concentrações de Mn na dieta podem interferir com a absorção do fósforo (NRC, 2007). A concentração máxima tolerável de Mn foi estabelecida em cerca de 400 mg Mn/kg de MS, com base em extrapolações entre espécies (NRC, 2005).

2.4.1.2.6. Selénio (Se)

O selénio (Se) é um cofator da GPx, enzima dependente de Se, que auxilia na desintoxicação dos lipoperóxidos e dos peróxidos de hidrogénio que são tóxicos para as membranas celulares (NRC, 2007). O selénio desempenha também um papel no controlo do metabolismo da hormona da tiroide (INRA, 2015). Os efeitos principais imediatos do selénio na *performance* desportiva dos cavalos, através das ações das hormonas da tiroide, são evidentes pelo aumento da taxa do metabolismo celular e aumento da frequência e contratilidade cardíacas. Assim o selénio desempenha um papel essencial tanto na *performance* desportiva como durante a recuperação, através do seu envolvimento na função das hormonas da tiroide e de enzimas antioxidantes (Dunnett & Dunnett, 2008).

A concentração de selênio nos alimentos para cavalos é baixa uma vez que os ingredientes mais utilizados possuem geralmente um baixo teor neste oligoelemento (Surai, 2006).

Como resultado, a suplementação das dietas com Se é normalmente implementada através da utilização de alimentos complementares (Dunnett & Dunnett, 2008). Ao longo do tempo têm sido usadas fontes inorgânicas de selênio como selenito de sódio e selenato de sódio. No entanto dado que a margem de segurança entre níveis recomendados e tóxicos é estreita, não foram encontradas diferenças de eficácia entre as duas substâncias referidas (Podoll, Bernard, Ullrey, Bar, Ku & Magee, 1992). Além disso a sua adequabilidade para alcançar os efeitos nutricionais e fisiológicos desejados tem sido questionada. Consequentemente tem sido defendida a substituição de fontes inorgânicas de selênio por fontes orgânicas (Dunnett & Dunnett, 2008), estando autorizadas algumas fontes orgânicas de selênio derivadas de *Saccharomyces cerevisiae* para utilização em alimentos complementares para todas as espécies (Kyprianou, 2006). Apesar disso as informações existentes no que diz respeito à biodisponibilidade das fontes orgânicas e inorgânicas de Se em cavalos são ambíguas (Vervuert, 2008). Segundo McDowell (2003) a ingestão de Se a partir da dieta base pode ser melhorada através da utilização de algumas fontes de Se quer orgânicas quer inorgânicas, existindo diversas formas disponíveis para incorporação nos alimentos compostos. Em cavalos de desporto são preferencialmente usadas fontes orgânicas de selênio que incluem leveduras enriquecidas com selênio, as quais produzem selenometionina, selenocisteína e selenocistina (Dunnett & Dunnett, 2008). Enquanto parece haver um aumento superior na concentração sanguínea de selênio como resposta à suplementação com fontes de selênio orgânico, comparativamente às fontes selênio inorgânico (selenito de sódio), o efeito correspondente na atividade da GPx é menos claro (Richardson, Siciliano, Engle, Larson, & Ward, 2006). Há um número elevado de estudos que sugere que as fontes de selênio orgânico aumentam a incorporação de selênio nos tecidos e subsequente utilização em repouso e durante exercício através do aumento do status do selênio, atividade enzimática, capacidade antioxidante e função imunitária tanto em cavalos adultos como em poldros (Dunnett & Dunnett, 2008). Segundo o NRC (2007) a absorção aparente e a retenção de selênio são superiores para o selênio orgânico comparativamente ao inorgânico, parecendo depender igualmente da intensidade de exercício a que os animais são sujeitos.

Existem relatos de ocorrência de formas de deficiência de Se aguda, subaguda, e crónica em cavalos provocando sobretudo miopatias (NRC, 2007). Esta condição resulta em enfraquecimento, comprometimento da locomoção, dificuldade em sugar, engolir, desconforto respiratório e comprometimento da função cardíaca.

As manifestações clínicas e morfológicas da deficiência de Se são afetadas pelo status concomitante da vitamina E (NRC, 2007). A distrofia muscular nutricional (doença do músculo branco) envolve os músculos esqueléticos e cardíaco e está associada com valores de GPx abaixo das 25 unidades enzimáticas /dL (Caple, Edwards, Forsyth, Whiteley, Selth & Fulton,

1978) e com valores séricos de selênio inferiores a 60 ng/mL (Blackmore, Campbell, Cant, Holden, & Kent, 1982). Apesar de concentrações baixas de Se serem frequentemente usadas como evidência de deficiência de Se, se não forem evidentes outros problemas clínicos, pode questionar-se se a deficiência estará realmente presente (NRC, 2007). Desta forma, sem outros sintomas de deficiência de Se, as reduzidas concentrações sanguíneas de Se e a reduzida atividade da GPx não devem ser tomadas como sinal claro da presença de deficiência deste oligoelemento (NRC, 2007).

A concentração máxima tolerável de Se nas dietas é 2 mg/kg MS, e parece ser o limite superior de segurança mais adequado para este elemento (NRC, 2007). A LD₅₀ (dose letal mediana) para o selênio administrado oralmente é aproximadamente 3,3 mg de Se (como selenito de sódio)/kg de peso corporal (NRC, 2007). A forma química do selênio pode afetar a sua toxicidade, sendo os compostos orgânicos de Se encontrados nas plantas (selenocistina, selenocisteína, e selenometionina) considerados os mais tóxicos (Schryver, 1990). De facto, algumas plantas podem armazenar elevadas quantidades de Se e se consumidas pelos cavalos, podem resultar em quadros de toxicidade (NRC, 2007).

Muitos alimentos complementares utilizados em cavalos contêm Se o que torna necessário prevenir intoxicações com este oligoelemento. A toxicidade aguda de Se caracteriza-se por sintomas como cegueira aparente, pressão na cabeça, transpiração, dor abdominal, cólicas, diarreia, aumento das taxas respiratórias e cardíacas e letargia, podendo também esperar-se perda de crina e alterações nos cascos, dado que interfere com o desenvolvimento dos queratinócitos (Geyer, 2005; NRC, 2007).

A toxicidade crónica de Se - doença de alkali - caracteriza-se por sintomas como alopecia, principalmente na crina e na cauda, e quebra dos cascos à volta da banda coronária. Em situações de toxicidade crónica, podem ser administradas misturas de sulfatos, uma vez que vão ser antagonistas deste oligoelemento (NRC, 2007).

Desta forma, mesmo abaixo das quantidades tóxicas, parece não haver justificação para fornecimento de Se em concentrações superiores a 0,5 mg /kg MS (NRC, 2007).

2.4.1.2.7. Zinco (Zn)

O zinco (Zn) encontra-se presente no organismo como componente de mais de 100 enzimas, (incluindo várias metaloenzimas), sendo as maiores concentrações de Zn encontradas na coróide e na íris do olho e na glândula da próstata (NRC, 2007). Para além disso o zinco desempenha um papel na produção, armazenamento e secreção de várias hormonas (testosterona, insulina, e corticosteroides suprarrenais) (Vervuert, 2008). O Zinco é também um importante fator de maturação dos queratinócitos, contribuindo para o bom desenvolvimento dos cascos (Geyer, 2005).

As fontes inorgânicas de Zn utilizadas em alimentos complementares incluem o sulfato de zinco, o óxido de zinco, cloreto de zinco, carbonato de zinco, podendo este elemento ser também fornecido na forma orgânica (quelatos) (NRC, 2007). A absorção do zinco varia normalmente entre 5 a 15% e as digestibilidades aparentes e real são respectivamente 9,4% e 21% (NRC, 2007). No entanto, o exercício parece fazer decrescer a digestibilidade real do zinco (Hudson, et al., 2001).

Segundo Baker (2005) os cavalos adultos são capazes de reter mais Zn quando suplementados com óxido de zinco (fonte inorgânica) do que quando são suplementados com quelato de zinco orgânico. Contudo, o mesmo não se observa em cavalos novos (poldros) em que a retenção e digestibilidade de zinco é superior quando fornecida na forma orgânica.

O fornecimento de zinco acima das recomendações, quer na forma orgânica, inorgânica ou mistura de ambas, não demonstrou ter influência no metabolismo ósseo (Baker, Kearney-Moss, Pipkin, Bachman, Haliburton & Veneklasen, 2003) nem nas concentrações hepáticas deste mineral (Siciliano, Culley, & Engle, 2001). Estes dados tornam difícil determinar qual das fontes, orgânica ou inorgânica, é melhor absorvida, fazendo com que o custo seja frequentemente uma consideração importante na escolha deste elemento (NRC, 2007).

Segundo Geyer (2005), o fornecimento de zinco na ordem dos 520 mg por cavalo e por dia poderá melhorar o estado de saúde dos cascos.

A deficiência de zinco em poldros é acompanhada com por falta de apetite, taxas de crescimento reduzidas especialmente nos membros inferiores, alopecia, concentrações reduzidas de Zn no soro e tecidos e redução da fosfatase alcalina (NRC, 2007).

Os cavalos parecem ser bastante toleráveis ao excesso de Zn da dieta, tendo sido estabelecida uma concentração máxima tolerável de 500 mg/kg alimento com base em extrapolações de dados de outras espécies (NRC, 2005). A toxicidade pelo zinco pode provocar uma deficiência secundária de cobre (NRC, 2007), no entanto, segundo Casteel (2001) em animais expostos continuamente ao zinco, a acumulação deste elemento não tende a ocorrer. É de extrema importância considerar o rácio entre o zinco e o cobre, uma vez que se pensa que o zinco possa competir com o cobre pelo mesmo mecanismo de transporte e por ser um forte indutor da síntese de metalotioneína que se liga ao cobre (NRC, 2007). Assim, a quantidade de Zn necessária para provocar deficiência em cobre depende das quantidades deste elemento no fígado e noutros tecidos (NRC, 2007). Como resultado, um excesso de zinco na dieta ou rácios elevados de Zn:Cu podem criar uma deficiência em cobre, tendo o INRA (2015) estabelecido um rácio ideal de Zn:Cu nas dietas de 4 a 6.

As concentrações séricas ou plasmáticas de zinco não são bons indicadores do status do Zn, podendo variar bastante ao longo da idade (NRC, 2007).

Outros elementos

Outros elementos são, em princípio, aceites como constituintes naturais na dieta dos mamíferos (e.g. flúor, silício, boro, níquel, e vanádio) (NRC, 2007). Os teores que estão naturalmente presentes nos alimentos são suficientes para assegurar as pequenas quantidades destes elementos que são requeridas pelos animais (NRC, 2007). A suplementação destes elementos não é baseada em dados científicos válidos podendo ser potencialmente perigosa para os cavalos (NRC, 2007).

2.4.1.3. Aminoácidos, os seus sais e análogos

Considerando a existência de alguns aminoácidos, cuja síntese pelos cavalos não é realizada ou é realizada a uma taxa insuficiente e desadequada às suas necessidades, podem distinguir-se cerca de nove aminoácidos essenciais (AAE) para estes animais: lisina, leucina, isoleucina, valina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e histidina, sendo a cistina e tirosina aminoácidos semi-essenciais (INRA, 2015). O somatório destes aminoácidos representa cerca de 46 a 55% da proteína muscular, e cerca de 37% das proteínas totais no organismo (INRA, 2015). Dos aminoácidos anteriormente referidos, apenas a fenilalanina não está autorizada como aditivo nutritivo. No entanto, encontra-se autorizada como composto aromatizante, dentro dos aditivos organoléticos.

A digestão da proteína alimentar no intestino delgado cobre essencialmente todas as necessidades em AAE dos cavalos, estando estes animais consequentemente dependentes da qualidade dessa proteína (INRA, 2015). Relativamente às fontes proteicas da dieta, as forragens consideram-se mais equilibradas em termos de composição de AAE, comparativamente com os cereais (INRA, 2015). A autólise de proteína microbiana liberta também alguns aminoácidos, mas as quantidades absorvidas destes aminoácidos livres pelos cavalos é reduzida, sendo os aminoácidos sulfurados os mais limitantes (INRA, 2015). Os aminoácidos sulfurados desempenham funções importantes no organismo, mais precisamente na estrutura das proteínas, devido à sua incorporação nas cadeias polipeptídicas (Vervuert, 2008). Hormonas como a insulina e a oxitocina e vitaminas como a biotina e a tiamina possuem ligações a aminoácidos sulfurados (Vervuert, 2008).

Enquanto para cavalos em manutenção as fontes alimentares comuns podem ser suficientes para cobrir as necessidades, para os cavalos em produção (trabalho muscular) não é obrigatoriamente assim, uma vez que possuem maiores necessidades, sendo por isso mais sensíveis à qualidade da proteína da dieta (INRA, 2015). Para cavalos sob regime de trabalho intenso podem prever-se necessidades de aminoácidos de cadeia ramificada, contudo, atualmente apenas as necessidades de lisina se encontram determinadas (INRA, 2015). São poucos os estudos realizados sobre as necessidades de aminoácidos em cavalos, no entanto o INRA (2015) propõe como valor diário recomendado de lisina para cavalos em regime de

exercício, 31 a 54 g de lisina/dia para cavalos com 500 kg (Tabela 1) para as várias intensidades de trabalho consideradas, o que aparentemente pode ser um valor elevado comparativamente aos valores estabelecidos para outras espécies pecuárias.

Podem distinguir-se duas situações em que a suplementação das dietas com aminoácidos pode considerar-se relevante: no retardamento da fadiga ou no tratamento de danos nos tecidos musculares, uma vez que outras situações podem ser resolvidas através do fornecimento de dietas adaptadas e bem equilibradas em conjunto com um bom plano de treino, de forma a garantir o desenvolvimento muscular e a prevenir défices energéticos (INRA, 2015). Outra situação que pode também ser considerada em termos de necessidades de aminoácidos prende-se com a manutenção da saúde dos cascos. Uma vez que, para obter uma boa qualidade dos cascos é necessário fornecer uma quantidade suficiente de proteína, são frequentemente utilizados alimentos complementares à base de gelatina como fonte proteica, e/ou componentes sulfurados (como os aminoácidos sulfurados metionina e cistina) para a síntese de queratina (Geyer, 2005).

O fornecimento de aminoácidos nas dietas dos cavalos como forma de suplementação das mesmas tem sido alvo de grande interesse uma vez que são estritamente necessários para o ótimo desenvolvimento dos músculos esqueléticos destes animais (Zeyner, 2010). No entanto, avaliar a possibilidade de necessidades adicionais de aminoácidos devido ao exercício não é fácil, uma vez que não há retenção de aminoácidos em nenhum produto do trabalho físico que possa ser quantificado (Zeyner, 2010). De facto não há ainda estudos que demonstrem a utilidade da suplementação com aminoácidos e misturas de proteínas em cavalos de desporto (Zeyner, 2010).

2.4.2. Aditivos zootécnicos

No caso específico dos cavalos, todos os aditivos zootécnicos utilizados nos alimentos fornecidos enquadram-se nos grupos de melhoradores da digestibilidade/ estabilizadores da flora intestinal, não estando até à data autorizadas como aditivos de alimentos para cavalos nem enzimas nem substâncias pertencentes ao grupo dos outros aditivos zootécnicos.

2.4.2.1 Melhoradores de digestibilidade/ Estabilizadores da flora intestinal

Existem diversos aditivos que são comercializados tendo como alvo o sistema digestivo dos cavalos (Dunnett & Vervuert, 2010). De entre eles podem destacar-se os designados probióticos, preparações de microrganismos vivos que possuem uma ação benéfica sobre o hospedeiro através da melhoria da digestão e da higiene intestinal (Julliand, 2005). Atualmente, uma grande variedade de estirpes de bactérias ácido-láticas (*Bifidobacteria*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, e *Lactococcus*), fungos (*Aspergillus*) e leveduras (*Saccharomyces* sp.) são definidas como probióticos (Julliand, 2005). Contudo, na União

Europeia, apenas quatro estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* estão autorizadas para utilização em cavalos (*Saccharomyces cerevisiae* CBS 493 94, NCYC Sc 47, MUCL 39885, e CNCM I- 1077) (Tabela 6), sendo-lhes atribuído o papel de estabilizadoras da flora intestinal e de melhoradoras da digestibilidade (Registo Comunitário de aditivos para alimentação animal). O propósito da utilização destes aditivos é manter ou em determinados casos reestabelecer, a população de bactérias benéficas e outra microflora dentro do trato digestivo dos cavalos (Dunnett & Vervuert, 2010).

Tabela 6. Limites mínimos e teores recomendados de incorporação de leveduras autorizadas nos alimentos para cavalos (adaptado de Reg(EC) No 186/2007; Reg(EC) No 886/2009; Reg(EC) No 910/2009; Reg(EU) No 1119/2010).

Aditivos (Melhoradores da digestibilidade/ Estabilizadores da flora intestinal)	Teor mínimo de UFC/kg alimento completo	Teor máximo de UFC/kg alimento completo	Outras disposições
<i>S. cerevisiae</i> NCYC Sc 47	8,0 x 10 ⁸	-	Dose recomendada: 1,25 a 6x1010 /cabeça/dia
<i>S. cerevisiae</i> CNCM I-1077	3,0 x 10 ⁹	-	-
<i>S.cerevisiae</i> CBS 493.94	1,6 x 10 ⁹	-	Dose recomendada: 4,7x109/ kg alimento completo
<i>S.cerevisiae</i> MUCL 39885	3,0 x 10 ⁹	-	-

A maior parte dos estudos realizados sobre probióticos em equinos foram conduzidos com leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (SC) (Julliand, 2005; NRC, 2007; Dunnett & Vervuert, 2010; Zeyner, 2010). No âmbito destes estudos foram demonstrados alguns efeitos zootécnicos resultantes do fornecimento destas leveduras a cavalos tais como a melhoria da qualidade do leite em éguas ou crescimento em poldros (Glade, 1991c; 1991d). Além disso, tem sido também relatada a influência do fornecimento de SC na melhoria da digestibilidade da fibra, da digestibilidade total da energia, azoto e fósforo (Glade, 1991a; Jouany, Gobert, Medina, Bertin, & Julliand, 2008), e na capacidade fermentativa (Hill, Tracey, Willis, Jones, & Ellis, 2001). Os resultados variam de acordo com a estirpe de SC usada, quantidade de aditivo utilizada e composição da dieta (Julliand, 2005).

Apesar de existirem algumas dúvidas relativamente à capacidade da *Saccharomyces cerevisiae* chegar ao seu local de ação no trato gastrointestinal, um estudo de Gobert, Bertin, & Julliand (2006) confirmou a sua capacidade de transitar até ao ceco e cólon. Estas leveduras

são capazes de alcançar e de sobreviver no ceco e, em menor grau, no cólon ventral direito de cavalos suplementados diariamente. No entanto não os colonizam, sendo removidas rapidamente uma vez terminada a suplementação (Moore, Newman, Spring, & Chandler, 1994).

O fornecimento de dietas ricas em cereais (amido) e com baixo teor de fibra digestível pode resultar em alterações potencialmente prejudiciais no ambiente e população do intestino grosso dos cavalos (Dunnett & Vervuert, 2010). Contudo a suplementação destas dietas com SC parece amenizar essas alterações através do aumento dos valores gerais de pH e atenuação da redução de pH pós-prandial no ceco e cólon (Moore, et al., 1994). A estabilização da população microbiana torna-se assim possível promovendo ao mesmo tempo uma moderação da descida característica do pH pós-prandial no ceco e cólon (Medina, Girard, Jocotot, & Julliand, 2002; Moore & Newman, 1994). Estes efeitos parecem estar diretamente relacionados com uma melhoria do balanço microbiano, incluindo um aumento do rácio de bactérias utilizadoras de ácido láctico: bactérias produtoras de ácido láctico, bem como um aumento no nível ou atividade das bactérias celulolíticas (Dunnett & Vervuert, 2010). Como resultado deste aumento da atividade celulolítica, as concentrações molares de ácido acético aumentam no cólon e ceco (Julliand, 2005). Desta forma foi sugerido que a suplementação com leveduras vivas ou com alimentos que as contenham possa ser útil em cavalos com elevados riscos de ocorrência de distúrbios gastrointestinais, uma vez que estes podem ser relacionados com anomalias no ambiente e população microbiana do intestino grosso (Dunnett & Vervuert, 2010). Além disso, este tipo de suplementação pode igualmente permitir que alguns cavalos tenham uma melhor tolerância a dietas ricas em amido, sem risco de desenvolverem distúrbios digestivos (Julliand, 2005).

Os resultados de alguns estudos relativos ao efeito da suplementação com leveduras sobre a digestibilidade das dietas em cavalos são, no entanto, um pouco contraditórios (NRC, 2007). Alguns autores não observaram aumentos da digestibilidade aparente dos nutrientes em cavalos adultos (Hall, Jackson, Baker, & Lowry, 1990), enquanto outros relataram um aumento na digestibilidade de um ou mais nutrientes após o fornecimento de culturas de leveduras aos cavalos (Medina, et al., 2002; Hall & Miller-Auwerda, 2005). Por outro lado, foi relatado um aumento da digestibilidade de MS, NDF, e ADF com a suplementação de leveduras em cavalos adultos (Pagan, 1990; Glade, 1991a) e de um ano (Glade & Sist, 1988), enquanto outros estudos observaram apenas aumento da digestibilidade das hemiceluloses em cavalos de um ano (Glade & Biesik, 1986).

A resposta obtida com maior consistência entre os vários trabalhos foi o aumento da digestibilidade e de retenção do azoto como resultado da suplementação com leveduras (Glade & Biesik, 1986; Glade & Sist, 1988; Glade, 1991a, 1991c; Switzer, Baker, Pipkin, Bachman, & Haliburton, 2003). Outros trabalhos referem também o aumento da digestibilidade

de um ou mais minerais com a suplementação de leveduras como é o caso do magnésio (Pagan, 1990; Switzer, et al., 2003), e do fósforo (Pagan, 1990).

O efeito direto da suplementação com leveduras vivas em problemas como cólicas, laminites e diarreia é pouco reportado na literatura. No entanto, estes aditivos são frequentemente utilizados pelos proprietários dos animais como método de profilaxia (Dunnett & Vervuert, 2010). Ainda assim, a diversidade de resultados obtidos em cavalos até à data sob condições *in vivo* ou *in vitro* é bastante ambígua e por isso a eficácia da suplementação com leveduras vivas em situações clínicas permanece de certa forma especulativa (Dunnett & Vervuert, 2010).

2.5. Alimentos com objetivos nutricionais específicos

Como referido no Capítulo 2, alguns alimentos compostos podem ser classificados como alimentos para animais com objetivos nutricionais específicos ou alimentos dietéticos (Reg.(CE) nº 767/2009,). Os alimentos para animais com objetivos nutricionais específicos tendem a ocupar um lugar cada vez mais importante na alimentação dos animais, quer sejam animais de produção ou de companhia, (D.L. Nº 106/2009,). Estes alimentos, destinados a suprir necessidades nutricionais específicas, e que em virtude da sua composição ou processo de fabrico especiais se distinguem claramente tanto dos alimentos correntes como dos alimentos medicamentosos, possibilitam a resposta às necessidades nutricionais específicas dos animais cujo processo de absorção, assimilação ou metabolismo se encontra alterado (Reg.(UE) nº 5/2014,).

A versão consolidada da Diretiva 2008/38/CE da Comissão de 5 de Março de 2008, que integra as alterações do Regulamento (UE) n.º 5/2014 da Comissão de 6 de Janeiro de 2014 e do Regulamento (UE) n.º 1123/2014 da Comissão de 22 de Outubro de 2014, apresenta as utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais. Na Tabela 7 apresentam-se os objetivos nutricionais específicos existentes especificamente para cavalos, bem como as características nutricionais essenciais que os alimentos devem apresentar para que cumpram com o alegado objetivo nutricional específico.

Tabela 7. Lista de utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a cavalos (Adaptada de DGAV: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=23555&generico=17120&cboui=17120>).

Objetivo nutricional específico	Características nutricionais essenciais
Apoio à recuperação de cascos, pés e pele (b)	Teor elevado de zinco O alimento complementar pode conter zinco em concentrações 100 vezes superiores ao teor máximo relevante fixado no alimento completo para animais.
Apoio à preparação para o estro e à reprodução (b)	. Elevado nível de selénio e . Um teor mínimo de vitamina E por animal e por dia de 1.100 mg ou . Teores elevados de vitamina A e/ou vitamina D e/ou . Um teor mínimo de β -caroteno de 300 mg por animal e por dia. O alimento complementar pode conter selénio, vitaminas A e D em concentrações 100 vezes superiores ao teor máximo relevante fixado no alimento completo para animais.
Estabilização do equilíbrio hídrico e eletrolítico (a)	Predominantemente eletrólitos e hidratos de carbono de fácil absorção
Compensação de insuficiências crónicas da função do intestino delgado(a)	Hidratos de carbono, proteínas e gorduras facilmente digeríveis ao nível pré-cecal ¹
Compensação de anomalias digestivas crónicas do intestino grosso(a)	Fibras de fácil digestão
Redução das reações de “stresse” (a)	Ingredientes de fácil digestão
Compensação da perda de eletrólitos em caso de sudorese intensa (a)	Principalmente eletrólitos e hidratos de carbono de fácil absorção
Apoio à preparação e à recuperação do esforço físico (b)	Teor elevado de selénio e um teor mínimo de vitamina E de 50 mg/kg de alimento completo para animais com um teor de humidade de 12 %. O alimento complementar pode conter compostos de selénio em concentrações 100 vezes superiores ao teor máximo relevante fixado no alimento completo para animais.
Recuperação nutricional, convalescença (a)	Elevado teor de nutrientes essenciais e de ingredientes de fácil digestão
Apoio à função hepática em caso de insuficiência hepática crónica (a)	Teor reduzido de proteína, mas de qualidade elevada, e teor reduzido de fósforo
Apoio à função renal em caso de insuficiência renal crónica (a)	Teor reduzido de proteína, mas de qualidade elevada, e teor reduzido de fósforo

(a) Utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais ao abrigo da Diretiva 2008/38/CE da Comissão de 5 de março.

(b) Utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais pelo Regulamento (UE) N°5/2014 da Comissão de 6 de janeiro de 2014.

¹ No caso de alimentos cuja apresentação seja especialmente destinada a satisfazer as necessidades de animais muito velhos (ingredientes de ingestão fácil) a indicação da espécie ou categoria de animais deve ser completada com uma referência a “animais velhos”.

Não é necessária a existência de uma autorização prévia para introdução deste tipo de alimentos no mercado, no entanto, segundo o artigo 9.º do Regulamento (CE) nº 767/2009, “os alimentos com objetivos nutricionais específicos só podem ser comercializados nessa qualidade se a utilização a que se destinam estiver incluída na lista de utilizações pretendidas estabelecida e se reunirem as características nutricionais essenciais correspondentes ao objetivo nutricional específico previsto”.

2.6. Outras substâncias utilizadas em alimentos compostos complementares para cavalos

Existem diversas substâncias utilizadas em alimentos complementares para cavalos que, por não estarem incluídas nas categorias anteriormente referidas, ou por apresentarem outros possíveis efeitos, merecem ser referidas. Algumas dessas substâncias não possuem enquadramento legal na União Europeia e não apresentam suporte científico credível que comprove as suas alegações. As alegadas substâncias “ergogénicas”, e “condroprotetoras” são um exemplo, bem como alguns agentes com alegados efeitos de probiótico e prebiótico.

2.6.1. Substâncias ergogénicas

O termo substância ergogénica pode ser utilizado para descrever qualquer agente que consiga melhorar a produção de trabalho e/ou a *performance* desportiva, resultando num aumento da velocidade, resistência ou força dos animais (Harris, 2008; INRA, 2015). Estes agentes podem ser classificados em 5 áreas segundo a sua potencial influência: fisiológica; mecânica ou biomecânica; química ou farmacológica; psicológica; e nutricional (Harris, 2008; INRA, 2015). No presente trabalho apenas serão abordados alguns agentes nutricionais bem como os seus alegados efeitos.

Os referidos agentes nutricionais podem ser administrados oralmente, e têm uma função nutricional orientada, podendo variar desde componentes alimentares normais até substâncias que são claramente “drogas” melhoradoras de *performance*. Com exceção talvez destas últimas, pensa-se que um regime de treino adequado seja muito mais eficiente na melhoria da capacidade física dos animais comparativamente com o fornecimento destes agentes nutricionais (Harris, 2008).

Existem muitas formas pelas quais as substâncias ergogénicas podem melhorar a *performance*. Num sentido mais lato estas substâncias podem ser utilizadas com o objetivo de influenciar a resposta imunitária, mantendo o estado de saúde geral e evitando a ocorrência de doenças (Harris, 2008); suportar a maturação da cartilagem promovendo a saúde das articulações (Dechant & Baxter, 2007) e a qualidade dos cascos; melhorar a função pulmonar (Kirschvink, Fievez, Bougnet, Art, Degand, Smith, Marlin, Roberts, Harris & Lekeux, 2002), o metabolismo antioxidante e o comportamento animal, fomentando a capacidade do cavalo

para ser exercitado e trabalhado (Grimmett & Sillence, 2005); reduzir as necessidades energéticas; melhorar o fornecimento, disponibilidade e eficiência da utilização de energia para o trabalho; diminuir a acumulação de produtos finais do metabolismo; reduzir os danos causados durante o exercício através da formação de radicais livres, etc. (Harris, 2008).

Num sentido mais restrito, o que se espera destas substâncias melhoradoras da performance atlética é que cumpram pelo menos um dos seguintes objetivos:

- Aumentar as reservas musculares de glicogénio e melhorar a disponibilidade do glicogénio;
- Intensificar o metabolismo oxidativo;
- Fornecer precursores para o metabolismo do ATP;
- Melhorar a regulação ácido-base intracelular; e
- Apoiar o desenvolvimento do tecido muscular esquelético (Zeyner, 2010).

No entanto, embora sob um ponto de vista teórico muitos destes agentes pareçam ser benéficos, faltam ainda evidências científicas claras baseadas em estudos com cavalos que o comprovem (Zeyner, 2010). Ainda assim, os seus potenciais benefícios não devem ser postos de lado, devido, simplesmente, às dificuldades em demonstrar o seu efeito sobre a *performance* (Harris, 2008).

Infelizmente muitos dos alimentos complementares que contêm estas substâncias e que se encontram disponíveis no mercado são frequentemente utilizados sem qualquer conhecimento sobre o seu impacto, função e/ou sem qualquer conhecimento sobre a sua segurança e efeitos colaterais (Zeyner, 2010).

2.6.1.1. Ubiquinona ou Q10

A Ubiquinona ou Q10 é uma coenzima que desempenha um papel fundamental na cadeia transportadora de eletrões na mitocôndria, funcionando com antioxidante (Harris, 2008; INRA, 2015). No entanto não existem evidências de que, em animais bem alimentados, o fornecimento desta substância possa limitar de alguma forma o metabolismo oxidativo (Harris, 2008). Da mesma forma, não existem estudos que demonstrem a sua captação a partir do intestino para os músculos do cavalo, nem evidências de que possa ter algum efeito sobre a função tecidual ou *performance* física (atenuação da formação de ácido láctico nos músculos) (Harris, 2008). Esta substância não possui enquadramento legal na União Europeia, não devendo assim ser utilizada em alimentos para animais.

2.6.1.2. L-Carnitina

Alguns autores sugerem que o decréscimo na concentração de glicogénio muscular e o aumento da concentração de ácido láctico sanguíneo, efeitos que são induzidos pelo exercício, tendem a ser menores em cavalos suplementados oralmente com L-Carnitina (Harmeyer, Coenen, Verfuehrt, & Sporleder, 2001). A suplementação com L-Carnitina (10 g/dia durante 10 semanas) foi associada com aumentos significativos na proporção de fibras musculares tipo II A e com um aumento do conteúdo de glicogénio no interior das fibras, sugerindo uma adaptação metabólica das fibras musculares ao tipo de exercício em questão (Rivero, Sporleder, Quiroz-Rothe, Vervuert, Coenen & Harmeyer, 2002). No entanto, em estudos posteriores, os resultados não foram consensuais, não se tendo verificado efeitos da suplementação na taxa cardíaca e acumulação de ácido láctico, quer durante o exercício quer durante a recuperação (Niemeyer, Vervuert, Appelt, Kluge, Jacobs, Baumgartner & Coenen, 2005). Da mesma forma, a suplementação dos animais com L-carnitina não parece ser relevante no aumento da oxidação mitocondrial das gorduras (Harris, 2008). Segundo o INRA (2015) nenhum estudo sobre a suplementação com L-carnitina em cavalos tendeu a demonstrar qualquer aumento da concentração muscular de L-carnitina ou alguma alteração nos indicadores de exercício (*e.g.* concentração sanguínea de ácido láctico). Desta forma, deverão ser ainda realizados mais estudos para que se possa concluir sobre o verdadeiro efeito ergogénico da suplementação com L-carnitina em cavalos. Segundo a legislação Europeia, a utilização de L-carnitina em alimentos para animais é permitida, uma vez que esta é uma substância que consta da lista de aditivos autorizados a nível comunitário e na qual se encontra enquadrada como aditivo nutritivo (Registo Comunitário de Aditivos para Alimentação Animal).

2.6.1.3. Bicarbonato de sódio

Alguns tipos de exercício, como é o caso das corridas de galope, originam frequentemente uma acumulação de ácido láctico nos músculos e a consequente redução no pH intracelular (Harris, 2008). Para manter um dado nível de *performance* é essencial que os iões H^+ libertados com o ácido láctico, e que promovem a fadiga muscular, sejam transportados para fora das fibras musculares ou sejam neutralizados por tamponização físico-química (Harris, 2008). Por esse motivo, o bicarbonato de sódio é frequentemente adicionado às dietas com o alegado efeito de melhorar a equilíbrio ácido-base intracelular sob stresse anaeróbio (Harris, 2008; Zeyner, 2010; INRA, 2015). Este composto parece ser eficaz na remoção dos iões H^+ das fibras musculares, no entanto, estudos mais recentes têm revelado resultados contraditórios, refletindo a grande variedade de doses utilizadas e informação desadequada sobre as alterações ao longo do tempo, da concentração de bicarbonato e pH plasmáticos após a ingestão (Harris, 2008). Quer experimentalmente, quer sob condições de campo, não

foram ainda demonstrados efeitos significativos sobre a *performance* de cavalos de corrida suplementados com bicarbonato de sódio (INRA, 2015). Ainda assim, o bicarbonato de sódio é uma matéria-prima cuja utilização em alimentos para cavalos está autorizada pela legislação Europeia, uma vez que consta no catálogo de matérias-primas para alimentação animal presentes no Regulamento (UE) N.º 68/2013.

2.6.1.4. Carnosina

O bicarbonato de sódio apenas fornece um método indireto de melhorar o equilíbrio ácido-base intracelular, necessitando para o efeito de um fluxo de iões H⁺ para o exterior da célula (Harris, 2008). A defesa primária contra o aumento intracelular de iões H⁺ é proporcionada pelos tampões físico-químicos próprios das células (Harris, 2008). No tecido muscular dos cavalos a substância mais encontrada é a carnosina, um dipéptido de L-histidina e β-alanina (Harris, 2008) que representa cerca de 30% dos sistemas tampão físico-químicos das fibras musculares tipo II (INRA, 2015). Apesar da sua importância evidente na regulação ácido-base intracelular, os mecanismos que governam a sua síntese e metabolismo permanecem por determinar (Harris, 2008; INRA, 2015). Mesmo a suplementação com L-histidina e β-alanina pode não aumentar a concentração de carnosina muscular de forma significativa (INRA, 2015).

Um estudo sobre a suplementação de cavalos Puro Sangue Inglês (PSI) com 100 mg de β-alanina e 12,2 mg de L-histidina /kg peso vivo durante 30 dias revelou que o conteúdo de carnosina nas fibras musculares tipo IIA e IIB de alguns dos cavalos suplementados, mas não todos, aumentou, mas o mesmo não se verificou para as fibras tipo I (Dunnett & Harris, 1999). No entanto, não foram ainda demonstrados resultados com significância estatística no que diz respeito aos efeitos de suplementação com carnosina sobre a *performance* dos cavalos (INRA, 2015). Acresce ainda o facto de esta substância não possuir enquadramento legal na União Europeia, não sendo permitida a sua utilização em alimentos para animais.

2.6.1.5. Creatina

A creatina é uma substância derivada de aminoácidos (ácido metilguanidina acético) (INRA, 2015) que existe naturalmente nas dietas de carnívoros. No cavalo é sintetizada a partir de três aminoácidos, a L-arginina, a glicina e a L-metionina, estando, no entanto, a sua produção pelo organismo limitada a certos tecidos (Harris, 2008). A creatina é armazenada principalmente no músculo esquelético onde cerca de 60% desta é fosforilada dando origem à fosfocreatina (Harris, 2008; INRA, 2015). Esta última substância fornece uma fonte rápida de fosfato para a ressíntese de ATP durante o exercício curto e intenso (INRA, 2015). A fosfocreatina desempenha também um importante papel no músculo atuando como um tampão para acumulação de ADP (Harris, 2008; INRA, 2015) e melhorando a reduzida

capacidade de tamponização dos iões H^+ pelos músculos em situações de pH fisiológicos normais (INRA, 2015).

Assim, pensa-se que a suplementação dos animais com creatina possa atuar de diversas formas, influenciando o músculo esquelético diretamente através do aumento do glicogénio e facilitando a rapidez de ressíntese de fosfocreatina (Harris, 2008).

Apesar disto, outros estudos demonstraram que a administração de creatina na água (Sewell & Harris, 1995) e de creatina mono-hidratada não apresentaram quaisquer efeitos nas concentrações plasmáticas e musculares de creatina nem na resposta metabólica do músculo ao exercício, o que leva a crer que a resposta à suplementação alimentar em cavalos possa ser muito reduzida ou mesmo inexistente (Schubak, Essen-Gustavsson, & Persson, 2000; INRA, 2015). Para além de ser complicado avaliar se a creatina tem de facto um efeito ergogénico nos cavalos, pertence também ao grupo de substâncias que não possuem enquadramento legal na União Europeia, para efeitos de utilização em alimentos para animais.

2.6.1.6. Crómio (Cr)

O crómio trivalente não é produzido pelo organismo e por isso é reconhecido como um oligoelemento essencial que deverá ser fornecido através da dieta (Harris, 2008). Este elemento possui um papel no metabolismo lipídico e dos hidratos de carbono (NRC, 2007), atuando como potenciador da insulina para facilitar a remoção da glucose (Mertz, 1992). As formas de crómio trivalente e hexavalente são as mais comuns, no entanto o crómio orgânico parece ser mais biodisponível que o inorgânico (NRC, 2007).

Até à data não foram encontradas evidências da ocorrência de deficiência de Cr em cavalos. A partir de dados de outras espécies foi sugerido que a concentração máxima tolerável de Cr nas dietas dos cavalos possa ser de 3.000 mg/kg MS para o óxido de crómio e 100 mg/kg MS para o cloreto de crómio trivalente (NRC, 2005). As formas hexavalentes parecem ser muito mais tóxicas (NRC, 2007). Não existe ainda informação suficiente para determinar as necessidades de Cr para cavalos, no entanto pensa-se que possam ser superiores para cavalos em exercício (Jackson, 1997).

Segundo Pagan, Rotmensen, & Jackson (1995) a suplementação de cavalos de desporto com Cr a partir de um produto à base de leveduras enriquecidas, resultou em menores concentrações de glucose plasmática durante o exercício. No entanto, num estudo mais recente a suplementação com Cr a partir de leveduras enriquecidas demonstrou aumentar as concentrações plasmáticas de glucose. Para além disso os cavalos apresentaram taxas cardíacas mais elevadas no final do exercício, bem como maiores concentrações sanguíneas de ácido láctico, sugerindo que a capacidade de exercício dos cavalos suplementados possa ter sido comprometida (Vervuert, Cuddeford, & Coenen, 2005). Estes autores recomendaram por isso que este oligoelemento não deva ser fornecido a cavalos. Tal como as substâncias

anteriores, este oligoelemento não possui enquadramento legal na União Europeia em termos da possibilidade da sua utilização em alimentos para animais.

2.6.1.7. Gama-orizanol

O Gama-orizanol é uma mistura de ésteres de ácido ferúlico, esteróis e álcoois triterpênicos que pode ser extraída a partir da sêmea de arroz (INRA, 2015). Pensa-se que esta substância possa apresentar propriedades redutoras dos níveis de LDL e possua possíveis efeitos anabólicos através do aumento da produção de testosterona ou da redução da remoção da testosterona endógena, bem como propriedades antioxidantes apesar de não existirem estudos que o comprovem (Harris, 2008; Mößeler, Licht, Wilhelm, & Kamphues, 2010). Existem no mercado emulsões de gama-orizanol disponíveis para cavalos, uma vez que esta substância é insolúvel em água (Harris, 2008). Aparentemente, o gama-orizanol é utilizado como substância ergogénica em cavalos apesar de ser proibido pela FEI (Federação Equestre Internacional) e de existirem poucos estudos sobre os seus efeitos (Mößeler, et al., 2010). Até à data não há evidências de que o gama-orizanol aumente a massa muscular, força ou qualquer outro aspeto da *performance*, ou apresente qualquer efeito anabólico em alguma espécie (Harris, 2008; INRA, 2015). Por outro lado, e com o intuito de determinar se o gama-orizanol poderia provocar níveis de testosterona acima dos valores críticos definidos pela FEI (20 ng de testosterona/mL urina em machos castrados e 55 em éguas) Mößeler, et al. (2010) realizaram um estudo baseado no fornecimento de óleo de sêmea de arroz a cavalos (2 g/500 kg de peso corporal). Neste estudo a ingestão de gama-orizanol a partir do óleo de sêmea de arroz não demonstrou qualquer efeito nos níveis de testosterona do soro de éguas e machos castrados, não se podendo confirmar a hipótese de aumento dos níveis de testosterona sanguíneos. O gama-orizanol não está autorizado nem como matéria-prima nem como aditivo de alimentos para animais.

2.6.1.8. Aminoácidos

Alguns estudos sugerem que a suplementação com determinados aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) em cavalos possa afetar positivamente o seu desempenho desportivo, resultando numa redução dos batimentos cardíacos e das concentrações sanguíneas de ácido láctico (Harris, 2008). Contudo, outros estudos realizados por autores como Casini, Gatta, Magni, & Colombani (2000) e Stefanon, Bettini, & Guggia (2000) não obtiveram quaisquer efeitos sobre a *performance* de cavalos suplementados com aminoácidos de cadeia ramificada. O mesmo foi observado por Vervuert & Coenen (2005) relativamente a cavalos suplementados com triptofano, não se tendo observado efeitos da suplementação sobre a *performance* desportiva e respostas metabólicas ao exercício. É no entanto possível que estes aminoácidos desempenhem um papel mais ao nível da

recuperação e da condição física do que durante a competição propriamente dita (Harris, 2008). Além disso, os alegados efeitos calmantes resultantes da suplementação de cavalos com triptofano permanecem por confirmar, uma vez que o fornecimento de doses relativamente baixas deste aminoácido parece provocar um excitação moderado nos cavalos, enquanto o fornecimento de doses mais elevadas aparentam reduzir a capacidade de resistência ao exercício destes animais, podendo mesmo resultar em episódios de anemia hemolítica (Grimmett & Sillence, 2005). No entanto, pode assumir-se que certas intensidades de exercício induzam o catabolismo muscular, o que pode ser acompanhado por alterações no metabolismo dos aminoácidos (Zeyner, 2010). O grau e características dessas alterações metabólicas são provavelmente específicas para cada tipo de aminoácido e podem ainda ser influenciados por fatores como a intensidade e duração do exercício, capacidade atlética do cavalo, disponibilidade metabólica de substratos para obtenção de energia e status pós-prandial (Zeyner, 2010). Apesar do fornecimento excessivo de azoto ser indesejável para os cavalos de desporto, a administração de certos aminoácidos imediatamente após o exercício, pode potencialmente compensar a reduzida regeneração de proteína muscular causada pela baixa disponibilidade de alguns aminoácidos (Zeyner, 2010). Van den Hoven, Bauer, Hackl, Zickl, Spona & Zentek (2009) observaram um aumento das reservas musculares de aminoácidos após a administração oral de uma mistura de 18 aminoácidos após o exercício. Contudo, e antes de ser fornecido qualquer tipo de recomendação é necessário uma maior investigação nesta área, particularmente no que diz respeito à quantidade e composição das misturas de aminoácidos face aos vários tipos e intensidade de exercício (Harris, 2008; Zeyner, 2010). Da mesma forma, permanece ainda por demonstrar a relevância da suplementação das dietas com aminoácidos de cadeia ramificada, bem como os seus alegados efeitos ergogénicos na restauração de danos nos tecidos (INRA, 2015). Segundo a legislação Europeia, a utilização dos aminoácidos anteriormente referidos em alimentos para animais é permitida, uma vez que constam na lista de aditivos autorizados a nível comunitário presente no Registo Comunitário de Aditivos para Alimentação Animal autorizados pela União Europeia em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 1831/2003, na qual se encontram enquadrados como aditivos nutritivos, com exceção da leucina que se enquadra como aditivo aromatizante.

2.6.1.9. Plantas, extratos de plantas, e outros fitoquímicos

Ultimamente tem havido um interesse crescente na utilização de alimentos à base de plantas como complemento das dietas dos cavalos (Harris, 2008). A inclusão de certas plantas nestes alimentos prende-se normalmente com o seu aroma e palatabilidade (NRC, 2007), mas também com o seu potencial valor medicinal, uma vez que contêm fitoquímicos naturais e podem ser usadas com o objetivo de prevenir ou tratar certas doenças (Harris, 2008; INRA, 2015). Apesar de algumas plantas possuírem um certo valor nutritivo (fibra, vitaminas, minerais), a taxa de inclusão típica nas dietas não contribui apreciavelmente para o aumento do conteúdo nutricional das mesmas (NRC, 2007; INRA, 2015). Para além disto, e como algumas plantas possuem alcaloides e outros fitoquímicos que podem não ser seguros quando fornecidos aos cavalos, a eficácia e segurança da sua utilização deverão ser ainda determinadas (NRC, 2007; INRA, 2015). As preocupações com o fornecimento de certos fitoquímicos prendem-se sobretudo com as potenciais interações entre eles (INRA, 2015) ou com outros agentes farmacológicos administrados que podem resultar em violações de certas substâncias em cavalos de desporto (NRC, 2007). As interações dos compostos vegetais com os agentes farmacológicos convencionais podem potenciar, diminuir, ou induzir respostas diferentes aos medicamentos (NRC, 2007).

As alegações que têm sido feitas relativamente aos potenciais benefícios destas plantas na saúde dos cavalos dizem respeito a problemas respiratórios e digestivos bem como à gestão da dor e melhoria da *performance* desportiva (Harris, 2008).

Alho

O alho (*Allium sativum*) é um dos compostos vegetais mais utilizados para fins terapêuticos (NRC, 2007), possuindo componentes ativos que incluem compostos organosulfurados (Saastamoinen, Hyypä, & S.Särkijärvi, 2010). É considerado como um ingrediente vegetal natural, sendo também utilizado como forma de estimular a palatabilidade e aroma dos alimentos (NRC, 2007). O alho é também frequentemente utilizado em cavalos, no tratamento de doenças respiratórias e infeções pulmonares para aliviar sintomas de tosse (Saastamoinen, et al. 2010). Segundo Pearson (2003), a suplementação de cavalos com esta matéria-prima parece resultar numa descida significativa da frequência respiratória.

Apesar de o alho ser utilizado na suplementação de dietas de cavalos, a dose necessária para se verificarem efeitos benéficos não se encontra bem definida. Além disso, existe pouca informação relativa a possíveis efeitos adversos sobre a saúde dos cavalos resultantes da sua utilização, podendo desenvolver-se riscos de anemia quando são fornecidas doses elevadas (Saastamoinen, et al. 2010). Segundo estes autores, a suplementação a longo prazo (83 dias) com 32 mg/kg peso corporal de alho seco, parece reduzir a quantidade de sintomas traqueais e acumulação traqueal de exsudados, no entanto pode também causar uma leve

anemia. Esta anemia parece ser mais severa em cavalos submetidos a trabalho mais intenso do que em cavalos em trabalho leve. Pearson, Boermans, Bettler, McBride, & Lindinger (2005) verificaram igualmente que doses diárias de alho seco superiores a 200 mg/kg de peso corporal podem provocar anemia em cavalos.

Assim, é necessária mais investigação para encontrar as doses de alho corretas e seguras para fornecimento a cavalos e quais os períodos de suplementação adequados. É também importante obter mais informação sobre os possíveis efeitos positivos sobre a saúde destes animais (Saastamoinen, et al. 2010). O alho seco ou liofilizado é considerado como uma matéria-prima cuja utilização em alimentos para cavalos está autorizada pela legislação Europeia, uma vez que consta no catálogo de matérias-primas para alimentação animal (Reg. (UE) N.º 68/2013).

Garra-do-Diabo (*Harpagophytum procumbens*)

Nos cavalos, os episódios de dor e inflamação associados a condições patológicas são normalmente tratados com NSAIDs (medicamentos anti-inflamatórios não esteroides) como fenilbutazona, flunixin e ketoprofeno (Dunnett & Vervuert, 2010). Estas substâncias são efetivas no controlo de dores de intensidade suave a moderada mas podem apresentar efeitos colaterais quando usadas cronicamente, especialmente úlceras gástricas (Dunnett & Vervuert, 2010). Alguns produtos à base de plantas são comercializados como alternativas complementares aos agentes terapêuticos convencionais, alguns dos quais contêm extratos ou formas secas de Garra-do-Diabo (Dunnett & Vervuert, 2010). Esta planta contém níveis naturalmente elevados de salicilatos e tem sido usada no tratamento de dores, inflamação e febre. No entanto, contrariamente ao que se verifica no ser humano, em cavalos os salicilatos são relativamente ineficazes como analgésicos anti-inflamatórios (Dunnett & Vervuert, 2010). A Garra-do-Diabo (*Harpagophytum procumbens*) é amplamente utilizada em produtos comerciais para o tratamento de condições de OC dado que o seu extrato terá alegados efeitos analgésicos e anti-inflamatórios (Brien, Lewith, & McGregor, 2006). Apesar de ser frequente a inclusão de Garra-do-Diabo e em alimentos complementares para cavalos, não foram ainda publicados estudos clínicos nesta espécie que comprovem o seu efeito (Dunnett & Vervuert, 2010). A utilização da forma seca desta planta em alimentos para animais é autorizada na União Europeia, uma vez que “partes de plantas secas” constituem uma das matérias-primas, que integram o catálogo de matérias-primas para alimentação animal (Reg.(UE) N.º 68/2013). Para além disso, o extrato de Garra-do-Diabo consta igualmente da lista de aditivos autorizados a nível comunitário, estando enquadrado como aditivo aromatizante.

2.6.1.10. Substâncias antioxidantes

A produção de elementos reativos ao oxigênio (ROS) é uma consequência natural do metabolismo celular, resposta inflamatória e exposição a agentes oxidantes ambientais como radiação UV, poluição, agentes químicos, etc. (NRC, 2007). Estas moléculas ROS incluem radicais livres e vários peróxidos, e uma vez geradas por reações pro-oxidativas, perpetuam-se, podendo causar a desnaturação irreversível de componentes celulares essenciais (DNA, lípidos, proteínas, hidratos de carbono) e levar a vários processos degenerativos (Harris, 2005).

Nos cavalos, o stresse oxidativo provocado pela propagação de moléculas ROS tem sido associado com a ocorrência de doenças articulares e com obstrução recorrente das vias respiratórias (RAO) (Harris, 2005; NRC, 2007; INRA, 2015). Os antioxidantes atuando em conjunto, ou de forma individual, têm capacidade de inativar ou converter as moléculas ROS em moléculas menos reativas, reduzindo assim a probabilidade de ocorrência de potenciais danos celulares (Harris, 2005; NRC, 2007).

Alguns nutrientes essenciais podem atuar como antioxidantes metabólicos contra agentes oxidantes ambientais ou metabólicos (Frei, 1994; Clark, 2002). Vários oligoelementos são parte constituinte de enzimas com atividade antioxidante, como por exemplo a glutathione peroxidase (selênio), superóxido dismutases (cobre, zinco e manganês) e catalases (ferro) (NRC, 2007; INRA, 2015). Existem também outros antioxidantes não enzimáticos como a ceruloplasmina e ferritina que dependem de minerais como o cobre e o ferro respectivamente (NRC, 2007; INRA, 2015). Além disso as vitaminas lipossolúveis essenciais A e E possuem também um papel biológico como antioxidantes celulares (Frei, 1994; Harris, 2005; INRA, 2015).

Outros compostos não essenciais têm sido também caracterizados como tendo propriedades antioxidantes extracelulares e intracelulares (NRC, 2007). Estes compostos são considerados não-essenciais uma vez que são sintetizados pelo organismo de forma suficiente para cobrir as necessidades dos animais (e.g. vitamina C, ácido lipóico), ou devido à inexistência de evidências suficientes que sugiram quaisquer necessidades alimentares dos mesmos (caso do β -caroteno, da luteína e do licopeno) (NRC, 2007). Além de ser um precursor da vitamina A tem sido proposto que o β -caroteno, tal como outros carotenoides (luteína e licopeno), possam ter propriedades antioxidantes (Frei, 1994). Existe, no entanto, alguma falta de dados que suportem os efeitos benéficos resultantes da adição do ácido lipóico e carotenoides como antioxidantes, às dietas de equinos (Williams, Hoffman, Kronfeld, Hess, Saker & Harris, 2002; NRC, 2007; INRA, 2015).

A vitamina C funciona como antioxidante hidrossolúvel intra e extracelular e interage com a vitamina E como co-antioxidante para restaurar a forma antioxidante da vitamina E (Harris, 2005). O ácido ascórbico pode atuar como pro-oxidante juntamente com o cobre e o ferro,

sendo necessários antioxidantes para fazer o ácido ascórbico voltar à sua forma antioxidante (Clark, 2002). Desta forma o excesso de ingestão de ácido ascórbico pode ultrapassar a capacidade do organismo para reciclar o ácido ascórbico e fazê-lo voltar ao seu estado antioxidante (NRC, 2007).

Não é possível determinar níveis de suplementação recomendados de ácido ascórbico de forma a promover uma função antioxidante uma vez que os dados existentes são limitados e as respostas à suplementação oral e aos ensaios clínicos efetuados são variáveis (White, Estrada, Walker, Wisnia, Filgueira, Valdes, Araneda, Behn & Martinez, 2001; Deaton, Marlin, Roberts, Smith, Harris, Kelly & Schroter, 2002).

Segundo Williams, et al. (2002) o ácido α -lipóico pode desempenhar uma função de antioxidante nos cavalos, o que é evidenciado pela redução da concentração plasmática de hidroperóxido lipídico em cavalos suplementados diariamente com 10 mg de ácido α -lipóico /kg peso corporal (equivalente a 6,87 g/d). Apesar de não terem sido observados efeitos adversos sobre a saúde nos cavalos suplementados, a segurança da sua utilização a longo prazo é ainda desconhecida, sendo necessários mais estudos para confirmar os efeitos antioxidantes da suplementação com ácido lipóico (Williams, et al., 2002).

Durante o exercício há um aumento marcado na produção de radicais livres no cavalo, os quais podem estar envolvidos nos danos musculares e fadiga se se exceder a capacidade dos mecanismos de defesa natural das células (Harris, 2005). Segundo Maughan (1999), existem poucos estudos que suportem a hipótese de que a suplementação com nutrientes antioxidantes possa melhorar a *performance* desportiva, mas existe um crescente conjunto de evidências que sugerem que esta suplementação pode reduzir a extensão dos danos oxidativos nos tecidos induzidos pelo exercício. Se for este o caso, poder-se-á considerar que os animais mantidos sob um programa de treino extenuante possam beneficiar da suplementação a longo prazo com antioxidantes, por serem capazes de suportar uma carga maior de treino (Harris, 2008).

2.6.1.11. Ácidos gordos essenciais (ómega-3 e ómega-6)

O papel dos ácidos gordos ómega-3 na manutenção da saúde das articulações e da pele, no suporte da função imunitária, fertilidade e saúde respiratória torna-os bastante atrativos para utilização em dietas para cavalos (Dunnett & Vervuert, 2010). O ácido linoleico (C18:2, n-6) e o ácido α -linolénico (C18:3, n-3) são considerados ácidos gordos essenciais (AGE) para os mamíferos, uma vez que são incapazes de os sintetizar. O NRC (2007) refere que as necessidades mínimas de ácido linoleico em cavalos serão de 0,5% da MS, mas não estão ainda definidas necessidades específicas para o ácido α -linolénico. Quando fornecidos na dieta estes AGE podem ser convertidos a PUFAs de cadeia longa pela enzima dessaturase e por enzimas alongadoras de cadeia localizadas no retículo endoplasmático celular. Todos os ácidos gordos possuem funções estruturais e vários ácidos gordos polinsaturados (PUFAs)

são precursores de prostaglandinas e outros eicosanoides, importantes para a função celular (NRC, 2007).

Os óleos de soja, milho, girassol e cártamo são ricos em ácido linoleico enquanto os de semente de linho e colza são ricos em ácido α -linolénico. Contudo, o óleo de soja pode ser também considerado como fonte de ácido α -linolénico. Os ácidos gordos dos óleos obtidos a partir de peixes de água fria são ricos em AG (ácidos gordos) ω -3, EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (ácido docosahexaenoico) (NRC, 2007). Nos alimentos complementares para cavalos é frequentemente utilizada a semente de linho, fonte muito rica em ácido α -linolénico. No entanto, apesar deste ácido gordo ser precursor de ácidos gordos ω -3 de cadeia mais longa e mais bioativos como o EPA e o DHA, esta eficiência de conversão é muito reduzida. Óleos de peixe como óleo de salmão e de atum, bem como algumas fontes vegetais sob a forma de alga são utilizadas mais frequentemente em produtos para equinos uma vez que são matérias-primas mais concentradas tanto em EPA como em DHA (Dunnett & Vervuert, 2010).

Não existe informação suficiente que suporte os efeitos benéficos dos ácidos gordos ω -3 na saúde dos cavalos. Embora já tenham sido publicados alguns estudos relativos aos efeitos da suplementação com ácidos gordos ω -3 na resposta imunitária, saúde respiratória, prurido sazonal, qualidade do esperma e respostas glicémica e insulinémica, o suporte científico que comprove estes e outros efeitos nos cavalos é limitado (Dunnett & Vervuert, 2010). Alguns dados obtidos em estudos com cavalos, em que se utilizaram dietas enriquecidas com AG n-3 demonstram uma promoção de mediadores anti-inflamatórios (Hansen, Savage, Reidlinger, Dargatz, Traub, Ogilvie, Mitchell & Fettman, 2002; Hall, Saun, Tornquist, Gradin, Pearson & Wander, 2004). Com base nestas propriedades anti-inflamatórias têm sido sugeridos alguns benefícios potenciais na suplementação dos cavalos com AG n-3 na sua saúde. Sugere-se então que doenças mediadas por processos inflamatórios, como obstrução recorrente das vias respiratórias ou hipersensibilidade cutânea a picadas de mosca, possam ser atenuadas recorrendo a suplementação com AG n-3 (NRC, 2007; Dunnett & Vervuert, 2010). Segundo Khol- Parisini, Hoven, Leinker, Hulan, & Zentek (2007) não ocorre qualquer alteração da função respiratória em animais com ocorrência frequente de obstrução das vias respiratórias, quando suplementados com óleo de gordura de foca, fonte rica em ácidos gordos ω -3 de cadeia longa. No entanto, o rácio ω -3: ω -6 no plasma sanguíneo e membranas plasmáticas dos leucócitos parece aumentar tal como a contagem de leucócitos no fluido do revestimento epitelial pulmonar como resultado dessa suplementação (Khol- Parisini, et al., 2007). Estes dados sugerem a existência de um possível papel da suplementação com ácidos gordos ω -3 no processo inflamatório pulmonar nos cavalos (Hall, et al., 2004). Contudo, foram realizados poucos ensaios clínicos que comprovem estas suposições. Apesar das alterações medidas nos mediadores bioquímicos de inflamação em resposta a fontes de AG n-3 e n-6 serem animadoras, são

necessários mais estudos para determinar se tais alterações têm a capacidade de mediar doenças inflamatórias em cavalos, e quais as doses terapêuticas adequadas (NRC, 2007).

A suplementação de cavalos com EPA e DHA pode também ter um efeito benéfico sobre situações de inflamação de articulações (artrites) uma vez que se verificou que pode diminuir a concentração de glóbulos brancos no líquido sinovial bem como a concentração plasmática de PGE₂, que é um marcador inflamatório (Dunnett & Vervuert, 2010). Pensa-se também que a inclusão de ácidos gordos ómega-3 nas dietas dos cavalos possa ser benéfica para a homeostasia da glucose e sensibilidade à insulina em situações de adaptação do organismo a dietas com elevado índice glicémico (Treiber, Boston, Kronfeld, Staniar, & Harris, 2005). No entanto a extensão pela qual a suplementação com óleos de peixe tem efeito benéfico sobre a sensibilidade à insulina, tanto em cavalos saudáveis como resistentes à insulina, necessita de ser clarificada, uma vez que em estudos posteriores se observou que a adição de óleo de peixe a uma dieta rica em amido não afetou as respostas da glucose e da insulina (Vervuert, Klein, & Coenen, 2010).

Segundo a legislação Europeia os ácidos gordos n-6 são considerados como substâncias quimicamente bem definidas com efeito análogo ao das vitaminas, estando a sua utilização como aditivos nutritivos autorizada em alimentos para animais (Registo comunitário de aditivos para alimentação animal).

2.6.2. Agentes Condrotetores

A ocorrência de episódios de claudicação e dor nos cavalos está relacionada com uma diversidade de condições nos membros inferiores incluindo doenças nas articulações, frequentemente diagnosticadas como osteoartrite (OA), doença que culmina com a degeneração da cartilagem articular (Dunnett & Vervuert, 2010). As estratégias utilizadas no tratamento desta doença têm como objetivo reduzir a inflamação e a dor e por vezes incluem intervenção farmacológica incluindo a utilização de corticosteroides intra-articulares e substâncias anti-inflamatórias não esteroides (NSAIDs) (Dunnett & Vervuert, 2010). Os efeitos secundários associados às técnicas anteriormente referidas podem explicar, em parte, a popularidade de terapias alternativas que envolvem a administração oral de agentes com alegado efeito condrotetor, uma vez que estes são vistos como uma forma de tratamento benigno para OA equina (Dunnett & Vervuert, 2010).

As principais funções que caracterizam os agentes condrotetores são o aumento da síntese de colagénio e proteoglicano pelos condrócitos, aumento da síntese de ácido hialurónico nas células sinoviais, inibição de enzimas destrutoras da cartilagem e inibição da síntese de fibrina nos vasos sinoviais e subcondrais (Dunnett & Vervuert, 2010).

Agentes como a glucosamina, sulfato de condroitina, ou uma combinação destes, são frequentemente fornecidos a cavalos através da sua inclusão em certos alimentos complementares (NRC, 2007; INRA, 2015). Estes alimentos podem conter várias formas de

glucosamina (hidrocloreto ou sulfato) ou substâncias que podem fornecer uma fonte de glucosamina (NRC, 2007). O principal interesse na utilização destas substâncias é a percepção de que são “condroprotetores”, ou seja, que promovem a construção de cartilagem articular e que são potencialmente eficazes a retardar, estabilizar ou até reparar lesões de osteoartrite (Neil, Caron, & Orth, 2005; INRA, 2015). Contudo, o número de estudos *in vivo* levados a cabo em cavalos para examinar a eficácia da glucosamina, sulfato de condroitina, ou sua combinação no tratamento de doenças articulares é limitado (NRC, 2007), não existindo igualmente provas claras da sua segurança e eficácia quando fornecidas durante períodos curtos ou médios (INRA, 2015).

2.6.2.1. Glucosamina

A glucosamina é um amino monossacárido (INRA, 2015) que pode ser sintetizado pelo organismo a partir de outros constituintes da dieta, não sendo desta forma considerado um nutriente essencial (NRC, 2007). As modificações metabólicas da glucosamina dão origem a substratos intermediários necessários à síntese de vários compostos glucosaminoglicanos (GAG) pelos condrócitos e sinoviócitos, incluindo ácido hialurónico, sulfato de queratina, e sulfato de condroitina (Neil, et al., 2005). Os compostos GAG são componentes estruturais do fluido sinovial (caso do ácido hialurónico) e da matriz da cartilagem articular (caso do sulfato de condroitina) e fornecem proteção e nutrição às articulações (NRC, 2007).

Esta é provavelmente a substância condroprotetora mais utilizada em alimentos para animais, no entanto a sua eficácia ainda é controversa (Dunnett & Vervuert, 2010). Tem sido sugerido que a concentração de glucosamina atingida no fluido sinovial após administração oral seja significativamente superior em articulações inflamadas do que em articulações normais, podendo mediar um efeito terapêutico (Meulyzer, Vachon, Beaudry, Vinardell, Richard; Beauchamp, & Laverty, 2009).

Embora não existam ainda dados conclusivos sobre as doses efetivas de suplementação oral com glucosamina, Oke, Habashi, Weese, & Jamali (2006) recomendam uma dose média diária de glucosamina entre 1.800 e 12.000 mg para cavalos adultos de porte médio. No entanto, a biodisponibilidade oral da glucosamina é baixa em cavalos, cerca de 2,5% (Du, White, & Eddingston, 2004). A sua pouca biodisponibilidade pode dever-se à reduzida absorção intestinal, extensivo metabolismo pré-sistémico, ou alguma combinação de ambos (NRC, 2007). Mais recentemente têm sido feitos estudos sobre a eficácia da glucosamina na função articular, no entanto, muitos destes estudos são confundidos devido ao desenho experimental ou outros fatores, o que significa que não se podem tirar conclusões sólidas sobre a eficácia da glucosamina na saúde das articulações (NRC, 2007; Dunnett & Vervuert, 2010).

2.6.2.2. Sulfato de Condroitina

O sulfato de condroitina é um GAG sulfurado (INRA, 2015). É um polímero com alguma dimensão e possui propriedades hidrofílicas que conferem resistência à compressão à cartilagem articular (NRC, 2007). A biodisponibilidade oral média do sulfato de condroitina pode variar entre 22 a 32% em cavalos (Du, et al., 2004), sendo ainda assim superior à da glucosamina.

Foram realizados vários estudos clínicos de forma a avaliar a utilidade da suplementação oral com glucosamina e sulfato de condroitina em cavalos com doenças articulares (White, Jones, Hamm, & Sanders, 1994; Hanson, Smalley, Huff, White, & Hammad, 1997; Videla & Guerrero, 1998) ou com doença navicular (Hanson, W.R. Brawner, Hammad, Kincaid, & Pugh, 2001). Todos os estudos tiveram defeitos no desenho experimental, tendo os resultados obtidos sido pouco consensuais, o que impediu que se retirassem conclusões claras. Além disso, a maioria dos estudos clínicos publicados utilizou apenas uma forma de glucosamina e de sulfato de condroitina. Logo, a extrapolação destes resultados para a utilização de outros produtos com diferentes formas químicas ou concentrações de glucosamina ou sulfato de condroitina não deve ser feita (NRC, 2007).

Desta forma são ainda necessários mais ensaios clínicos com desenhos experimentais apropriados para determinar verdadeiramente a utilidade destes complementos para as articulações nos cavalos assim como estudos de maior duração que abordem a eficácia destes agentes na prevenção da osteoartrite, o que parece ser a base para a ampla utilização destes complementos em cavalos (NRC, 2007).

2.6.2.3. Metil-sufonil-metano (MSM)

Outro composto caracterizado como tendo efeitos ‘condroprotetores’ é o metil-sulfonil-metano (MSM) (NRC, 2007). O MSM é uma fonte de enxofre biodisponível, e pensa-se que possa desempenhar um papel protetor da cartilagem (INRA, 2015) uma vez que o enxofre é um componente de vários compostos associados com a estrutura e função articular (NRC, 2007). No entanto, não foram ainda publicados estudos sobre a avaliação do potencial efeito “condroprotetor” do MSM em cavalos (NRC, 2007).

Tanto a glucosamina, como o sulfato de condroitina e o MSM são considerados como matérias-primas cuja utilização em alimentos para cavalos está autorizada pela legislação Europeia, uma vez que constam no catálogo de matérias-primas para alimentação animal (Reg. (UE) N.º 68/2013).

2.6.2.4. Ácido hialurónico

O ácido hialurónico (AH) é um composto natural do fluido sinovial (Carmona, Argüelles, & Prades, 2009). É um glicosaminoglicano não sulfatado produzido pelas células sinoviais, cuja ação principal é promover a lubrificação das articulações. No entanto, o seu mecanismo de ação não está completamente compreendido (Bergin, Pierce, Bramlage, & Stromberg, 2006; Carmona & Giraldo-Murillo, 2007). Pensa-se que o AH possa ter um efeito antiartrítico por duas razões: modula a resposta biológica mediada pelos recetores específicos membranares dos leucócitos e outras células articulares e interfere mecanicamente com a interação entre várias proteínas catabólicas e os seus recetores celulares específicos (Freen, Abraham, & Lees, 1999). Vários agentes pro-inflamatórios primários, tais como a interleucina 1 (IL-1), ativam a expressão de enzimas inflamatórias que por sua vez produzem vários metabolitos inflamatórios secundários (e.g. prostaglandina E2 (PGE₂), leucotrieno B4 (LTB₄), e óxido nítrico (NO)) que podem desencadear osteoartrite (OA) (Carmona & Giraldo-Murillo, 2007). Num estudo realizado por Bergin, et al., (2006) avaliou-se a utilização de uma preparação oral de AH em gel como tratamento complementar de cavalos com osteocondrite dissecante (OCD) submetidos a artroscopia. Neste estudo as quantidades fornecidas aos animais foram 100 mg de AH por via oral durante 30 dias pós-operatório. Os resultados obtidos mostram que os cavalos suplementados com AH via oral revelaram uma diminuição estatisticamente significativa do grau de efusão sinovial no pós-operatório Bergin, et al., (2006). Apesar dos resultados obtidos serem animadores, neste estudo não houve avaliação bioquímica do líquido sinovial dos animais, pelo que não foi possível conhecer o mecanismo de ação responsável por essa diminuição (Bergin, et al., 2006). Segundo Balogh, Polyak, Mathe, Kiraly, Thuroczy, Terez, Janoki, Ting, Bucci, & Schauss (2008) o AH apresenta uma percentagem de absorção de cerca de 13%. No entanto, estes dados foram obtidos a partir de extrapolações relativamente a dados de outras espécies. Num outro estudo realizado por Carmona, et al. (2009) colocou-se a hipótese de que cavalos com OCD suplementados oralmente com AH (250 mg/dia durante 60 dias) pudessem apresentar uma redução do grau de efusão sinovial e claudicação. Paralelamente, as concentrações sinoviais de NO e PGE₂ deveriam ser menores e as concentrações plasmáticas e sinoviais de AH deveriam ser superiores (Carmona, et al., 2009). Contudo, nenhuma das hipóteses colocadas pôde ser confirmada estatisticamente, tendo-se apenas observado uma tendência de diminuição do grau de efusão sinovial e de aumento das concentrações sinoviais de AH nos cavalos suplementados (Carmona, et al., 2009). De acordo com estes dados poder-se-á supor que o mecanismo de ação do AH em cavalos com OCD não esteja relacionado com a diminuição da produção de NO e PGE₂ nas articulações (Carmona, et al., 2009). Apesar disto, o fornecimento oral de AH não parece produzir qualquer efeito adverso na saúde dos cavalos

quando fornecido durante os períodos referidos e nas quantidades referidas (Carmona, et al., 2009).

Atualmente, o ácido hialurónico não é uma substância que possa ser utilizada em alimentos compostos, dado que não possui um enquadramento como matéria-prima, nem está autorizado como aditivo em alimentos para animais.

2.6.3. Prebióticos

Os compostos prebióticos podem ser definidos como o conjunto de ingredientes ou substâncias que permitem alterações específicas na composição e/ou actividade da microflora gastrointestinal, no sentido de conferir benefícios de bem-estar e saúde ao hospedeiro (Julliand, 2005). Os oligossacáridos são um grupo diverso e complexo de polissacáridos que possuem várias frações de açúcar resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas dos mamíferos, sendo no entanto, rapidamente fermentescíveis pelas bactérias entéricas (NRC, 2007; INRA, 2015). Tem sido sugerido que a suplementação alimentar com fruto-oligossacáridos e inulina possa promover o crescimento de bactérias não patogénicas no cólon, mantendo assim a sua saúde (Julliand, 2005). Estes prebióticos podem atuar no intestino grosso aumentando seletivamente o número de bactérias ácido-láticas, especialmente *Lactobacillus* sp. e *Bifidobacteria* sp. em detrimento de bactérias potencialmente patogénicas como *Clostridium* spp. (Julliand, 2005; INRA, 2015). O modo específico de atuação na promoção da saúde do cólon está dependente da fração de açúcar constituinte do oligossacárido (NRC, 2007).

Os fruto-oligossacáridos (FOS) são cadeias pequenas a médias de resíduos de frutose ligados entre si por ligações glucosídicas β 2-1 (NRC, 2007). Espécies bacterianas como *Bifidobacteria* são capazes de hidrolisar estas ligações β -glucosídicas utilizando os FOS como fonte energética potencial para suportar o crescimento bacteriano (Campbell, Fahey, Jr, & Wolf, 1997). Pensa-se que a fermentação e produção de ácidos gordos voláteis por si diminua o pH intestinal alterando negativamente o ambiente para as bactérias patogénicas. Contudo, de forma semelhante, o crescimento bacteriano estimulado pelos FOS pode também levar à exclusão, por competição, dessas bactérias patogénicas do intestino grosso (NRC, 2007).

De acordo com Julliand (2006) a suplementação com prebióticos, mais precisamente fruto-oligossacáridos de cadeia curta (ScFOS), pode resultar em potenciais efeitos benéficos em cavalos que apresentem elevados riscos de ocorrência de cólicas. O mecanismo pelo qual estas substâncias surtem o efeito proposto não se encontra esclarecido. Contudo, estudos recentes sugerem que os ScFOS possam ajudar a limitar os efeitos prejudiciais na microflora do intestino grosso resultantes de alterações repentinas das dietas para outras altamente ricas em amido, através da redução da acumulação de ácido láctico no cólon (Respondek, Goachet, & Julliand, 2008). Segundo Julliand (2006) o grau de eficácia da suplementação está diretamente relacionado com a quantidade de prebiótico fornecido. A ação dos ScFOS não se

limita apenas ao intestino grosso, tendo também efeitos ao nível do estômago (Respondek, Goachet, Rudeaux, & Julliand, 2007). Embora não se tenha observado uma alteração significativa na população microbiana, a suplementação com ScFOS parece aumentar o pH gástrico, o que pode ter um efeito relevante sobre a saúde gástrica, contribuindo desta forma para a diminuição do risco de desenvolvimento de úlceras gástricas (Respondek, et al., 2007). Com base em estudos realizados noutras espécies, pensa-se também que os manano-oligossacáridos (MOS) possam ter efeito na redução dos efeitos adversos provocados pelas bactérias patogénicas presentes no trato intestinal (NRC, 2007; Dunnett & Vervuert, 2010). Supostamente os MOS atuam ligando-se às bactérias patogénicas no interior do trato digestivo, reduzindo a sua capacidade de aderência aos enterócitos e, conseqüentemente, a probabilidade de desenvolvimento de doenças (NRC, 2007; Dunnett & Vervuert, 2010; INRA, 2015). No entanto, existem poucos estudos realizados em cavalos que suportem este efeito (Dunnett & Vervuert, 2010). Com base nestes factos, o papel destes prebióticos na redução de risco de doenças intestinais nos cavalos deveria ser mais investigado (NRC, 2007), uma vez que a maioria dos estudos foi realizada no ser humano (INRA, 2015). Estes prebióticos constam no catálogo de matérias-primas para alimentação animal (Reg. (UE) N.º 68/2013), sendo a sua utilização em alimentos para animais totalmente autorizada.

2.6.4. Outros Probióticos

Para além dos aditivos zootécnicos referidos anteriormente no Capítulo 3, existem outras preparações de microrganismos utilizadas com função probiótica, não estando no entanto autorizadas como aditivos zootécnicos pela regulamentação Europeia. Estas preparações podem incluir uma grande variedade de estirpes de bactérias ácido-láticas (*Bifidobacteria*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, e *Lactococcus*), e fungos (*Aspergillus*) (Julliand, 2005).

Pensa-se que o fornecimento de bactérias vivas possa eliminar ou reduzir o crescimento de bactérias potencialmente patogénicas através de inibição competitiva, produção de substâncias inibidoras, promoção de respostas imunitárias localizadas, ou alteração do ambiente no lúmen intestinal (Weese, 2002a). Estas bactérias podem também oferecer benefícios ao hospedeiro através da produção de enzimas, vitaminas, e AGV que podem possuir valor nutricional, ajudar na digestão e beneficiar a saúde gastrointestinal (NRC, 2007; INRA, 2015). Uma das condições prévias necessárias para que estes microrganismos possam desenvolver um certo efeito no hospedeiro é a sua capacidade de sobrevivência na passagem através do trato gastrointestinal, algo que tem sido pouco estudado (Zeyner, 2010).

Qualquer microrganismo do qual se espera que possua propriedades probióticas deve ser avaliado no que diz respeito à sua segurança *in vivo*, como é o caso da estirpe *Lactobacillus pentosus* WE7, específica dos equinos (Weese & Rousseau, 2005). A estirpe isolada *in vitro* a partir de fezes de equinos demonstrou ter capacidades inibitórias contra patogénicos

entéricos como *Salmonella spp.*, *E. coli*, *S. zooepidemicus*, *C. difficile* e *C. perfringens*, e boa capacidade colonizadora. No entanto, os resultados *in vivo* tenderam a demonstrar um desenvolvimento mais significativo de depressão, anorexia e crises de cólicas em animais administrados com *Lactobacillus pentosus*, em comparação com animais aos quais não foi administrado este microorganismo (Weese & Rousseau, 2005).

Segundo Goachet, Berger, & Julliand (2010) o fornecimento de estirpes como *Propionicbacteria* e *Lactobacillus plantarum* a cavalos de *endurance* durante 5 semanas após provas de 130 km pode aumentar a digestibilidade da matéria orgânica nestes animais, os quais ingerem elevadas quantidades de forragem na dieta. Além disso pode também aumentar a digestibilidade do ADF através do aumento dos microrganismos fibrolíticos ou da sua atividade. Contudo são necessários mais estudos para confirmar os mecanismos de ação subjacentes (Goachet, et al., 2010).

O efeito do fungo *Aspergillus oryzae* na fermentação cecal em equinos foi avaliado *in vitro*, tendo os resultados obtidos apontado para uma possível melhoria na atividade fibrolítica até dez vezes superior (McDaniel, Martin, McCann, & Parks, 1993). Outro estudo indicou que a suplementação de cavalos com 10^{10} esporos da bactéria *Bacillus cereus*, durante 5 semanas parece provocar um aumento das bactérias proteolíticas e anaeróbias totais no ceco (de Vaux & Julliand, 1992).

De um modo geral, todos os autores são unânimes no sentido de ser necessária mais investigação no que diz respeito à segurança e eficácia destes microrganismos como probióticos, especificamente para a espécie equina.

2.7. Substâncias proibidas (“*doping*”) no cavalo de desporto

O controlo anti-*doping* desempenha um papel de extrema importância para a saúde e bem-estar dos cavalos de desporto, qualquer que seja o nível do evento em questão. Para além do elevado risco de acidentes e dos danos físicos no sistema locomotor que estes acarretam, os cavalos de competição são frequentemente sujeitos a um elevado desgaste físico. Uma vez que o repouso e o trabalho de recuperação tomam algum tempo, impossibilitando a presença em algumas competições, a opção de fazer um cavalo fisicamente desgastado e debilitado recuperar mais rapidamente com o auxílio de certas substâncias, nomeadamente alguns medicamentos, torna-se recorrente. A utilização destas substâncias com o objetivo de influenciar a *performance* dos animais, a sua saúde ou bem-estar não respeita a integridade do desporto equestre nem o bem-estar dos cavalos uma vez que podem mascarar problemas de saúde, e conseqüentemente falsear os resultados obtidos nas competições. Desta forma, e para evitar que cavalos que não apresentem as condições físicas adequadas participem em competições, torna-se importante a utilização do controlo anti-*doping* como um instrumento de deteção de animais sob o efeito de substâncias proibidas. A FEI (Federação Equestre Internacional) fornece uma lista onde constam todas as substâncias dopantes de utilização

proibida em cavalos que compitam em eventos organizados por esta organização - Lista de Substâncias Proibidas em Equinos da FEI. Esta lista é constituída por dois grupos de substâncias, as quais devem ser cuidadosamente controladas: as substâncias proibidas, que não estão autorizadas para utilização em cavalos em competição; e as substâncias controladas, que são reconhecidas como possuindo benefícios terapêuticos veterinários, contudo a sua utilização não é permitida durante os eventos da FEI devido ao elevado potencial de ocorrência da utilização indevida das mesmas (FEI, 2015).

Relativamente às substâncias detetadas nestes controlos as mais frequentes prendem-se com tranquilizantes, analgésicos e substâncias para melhorar a circulação vascular. No entanto, na maioria dos casos, os resultados positivos obtêm-se devido a tratamentos levados a cabo com pouca antecedência relativamente à data das competições, revelando a necessidade de cuidados acrescidos na programação dos tratamentos a efetuar nos cavalos (FEI, 2015).

Um grupo de substâncias que requer particular atenção são as substâncias que provocam a contaminação dos alimentos. Frequentemente casos positivos de *doping* resultam da presença inadvertida de substâncias proibidas nos alimentos fornecidos aos cavalos (Bonnaire, Maciejewski, Popot, & Pottin, 2008). Os alimentos compostos para cavalos de desporto podem estar contaminados devido à presença de certos compostos químicos que sejam intrínsecos a alguma s matérias-primas, ou devido à incorporação inadvertida de plantas, que contenham substancias proibidas, durante o processo de fabrico, transporte, ou embalamento destes alimentos (INRA, 2015). Como consequência, estabeleceu-se uma lista com os contaminantes que são encontrados com maior frequência na Europa, bem como das plantas, ou partes destas, que contêm esses contaminantes (Tabela 8).

Tabela 8. Plantas ou matérias- primas que possuem contaminantes (adaptado de Bonnaire et al., 2008).

Substâncias	Plantas	Alimentos para animais
Cafeína	grãos de cacau, chá, café, guaraná,	todos os alimentos que contenham estas plantas ou contaminantes
Teobromina	grãos de cacau	chocolate ou alimentos que contenham estas plantas (como aperitivos ou contaminantes)
Teofilina	chá, cacau	alimentos ou complementos
Atropina	<i>Datura stramonium</i> L, jimson weed	bagaços de oleaginosas
Escopolamina	<i>Datura stramonium</i> L, jimson weed	bagaços de oleaginosas
Morfina, codeína	papoila	Luzerna contaminada com esta planta

A única forma eficiente de evitar a detecção de substâncias proibidas no organismo dos animais devido a este tipo de situações passa pelo controlo adequado dos alimentos compostos bem como das matérias-primas utilizadas na sua formulação. É importante que estas plantas e compostos sejam retirados das dietas dos cavalos, uma vez que se suspeita que muitas destas substâncias consigam interferir no organismo dos animais sem que sejam detetadas nos testes anti-*doping* (INRA, 2015). A FEI adverte também contra o uso de complementos à base de plantas, tónicos, pastas orais e produtos dos quais se desconheçam os ingredientes de forma detalhada e que, por isso, podem conter uma ou mais substâncias proibidas. Posto isto, é essencial que não se negligenciem estas situações de forma a não comprometer nem a saúde dos cavalos nem a sua presença em eventos desportivos (FEI, 2015).

2.8. Particularidades das dietas do cavalo de desporto

A locomoção, fator essencial à realização de exercício, é levada a cabo pelos músculos esqueléticos, os quais representam cerca de 45-55% do peso corporal dos cavalos. Estes músculos encontram-se organizados em fibras musculares, cujas propriedades contráteis e metabólicas são específicas do tipo de exercício realizado (INRA, 2015).

Tabela 9. Características dos diferentes tipos de fibras musculares nos cavalos (adaptado de Snow, (1983)).

Características	Tipos de fibra		
	I	IIA	IIB
Velocidade de contração	lenta	rápida	rápida
Atividade da ATPase miosínica	baixa	elevada	elevada
Número de mitocôndrias	+++	++	+
Capacidade oxidativa	elevada	intermédia a elevada	intermédia a elevada
Conteúdo lipídico	elevado	intermédio	baixo
Capacidade glucolítica	baixa	elevada	elevada
Conteúdo de glicogénio	intermédio	elevado	elevado
Fatigabilidade	baixa	intermédia	intermédia a elevada

Considerando o tipo de exercício a que um cavalo de desporto pode ser sujeito é possível distinguir, de uma forma geral, dois extremos opostos: o exercício de curta duração, caracterizado por velocidades elevadas e esforços intensos; e o exercício de longa duração, de intensidade média a baixa. As corridas de velocidade e as provas de *endurance* são, respetivamente, dois exemplos de modalidades que implicam este tipo de exercícios. Entre estes dois extremos existem outros tipos de exercícios de duração e intensidade intermédia (e.g. saltos de obstáculos e *dressage*). Consequentemente, o tipo de exercícios solicitados aos animais vai condicionar o trabalho muscular realizado no que diz respeito aos tipos de fibras musculares a recrutar para o efeito. A capacidade de tensão destas fibras vai estar dependente do tipo de miosina e de ATPase miosínica nelas existentes e a sua velocidade de contração vai aumentando à medida que a capacidade de utilização de oxigénio (ou capacidade oxidativa) diminui. As fibras musculares, em especial as várias mitocôndrias existentes em menor ou maior quantidade dependendo do tipo de fibra em questão, são o local de produção de energia sob a forma de ATP a partir de substratos energéticos que estas acumulam ou extraem a partir do sangue. Assim, as fibras musculares podem dividir-se em três tipos: as fibras I, IIA, e IIB tal como representado na Tabela 9 (INRA, 2015).

As primeiras são normalmente designadas por fibras “lentas”, uma vez que contraem mais lentamente, sendo “recrutadas” para exercícios de baixa a média intensidade. Possuem uma

capacidade oxidativa mais elevada, uma rede capilar bastante densa, utilizam essencialmente lípidos como substrato obtendo energia (sob a forma de ATP) através do processo de fosforilação oxidativa, sendo o seu metabolismo aeróbio. Pelo contrário, as fibras do tipo IIB são frequentemente designadas por fibras “muito rápidas” uma vez que contraem mais rapidamente, sendo “recrutadas”, em conjunto com as fibras I e IIA, à medida que a intensidade de exercício aumenta. Em comparação com as anteriores possuem uma capacidade oxidativa e uma rede de capilares mais reduzidas, utilizam preferencialmente a glucose e glicogénio muscular como substrato para obtenção de energia (ATP) através do processo de conversão da glucose em ácido láctico (ou glicólise), sendo o seu metabolismo predominantemente anaeróbio (INRA, 2015). Em situações mais extremas a produção de energia é feita através de metabolismo anaeróbio, podendo em intensidades mais elevadas ocorrer algum catabolismo proteico. As fibras do tipo IIA, designadas por fibras “rápidas oxidativas” encontram-se numa posição intermédia (INRA, 2015).

Existem nas células musculares três sistemas metabólicos ativos (glicólise, fosforilação oxidativa/ciclo de *Krebs*, e beta oxidação) mais ou menos em simultâneo de acordo com o tipo e duração do exercício. Em qualquer um dos casos, a produção de energia sob a forma de ATP é desencadeada nas mitocôndrias das células musculares através de reações bioquímicas sucessivas que diferem consoante o mecanismo seja aeróbio ou anaeróbio (INRA, 2015).

O conteúdo lipídico (triacilgliceróis) dos músculos é muito mais elevado no caso dos cavalos de *endurance* uma vez que, durante os exercícios de longa duração, as fibras musculares do tipo I e IIA utilizam principalmente o metabolismo oxidativo dos lípidos. Contrariamente, o conteúdo de glicogénio é mais elevado em cavalos PSI e trotadores (cavalos que executam exercício de velocidade) que utilizam principalmente a glucose através do metabolismo aeróbio/anaeróbio das fibras musculares tipo IIA e IIB. Neste caso, a fração lipídica pode também ser metabolizada à medida que a duração do exercício aumenta (*long sprint*). Relativamente aos cavalos de saltos de obstáculos, as fibras musculares recrutadas maioritariamente são as do tipo IIB, utilizando principalmente a glucose e glicogénio muscular via anaeróbia. Desta feita, uma vez que cada modalidade desportiva vai exigir um trabalho diferente às várias fibras musculares, a alimentação desempenha um papel crucial devendo garantir a existência dos substratos necessários à sua atividade (INRA, 2015). Além disso, uma alimentação pobre ou inapropriada pode impor limites à capacidade performativa dos animais (Harris, 2005).

As particularidades das dietas dos cavalos de desporto, que resultam das diferentes modalidades/disciplinas praticadas, originam posteriormente uma maior ou menor utilização de certos alimentos compostos complementares nos regimes alimentares destes animais.

2.8.1. Fontes energéticas

A alimentação deve adequar-se ao tipo e à intensidade de trabalho a que o animal está sujeito, podendo a dieta ser alterada e adaptada em termos de fontes energéticas. De uma forma muito simplificada pode dizer-se que a fonte de energia requerida para a contractilidade das fibras musculares difere segundo a intensidade do trabalho do músculo e a velocidade requerida para a contração das fibras. Assim, quando os animais são sujeitos a esforços que implicam uma velocidade de contração muscular muito rápida (e.g. corridas de velocidade), a obtenção da energia é feita preferencialmente por via anaeróbia, utilizando como substrato as reservas de glicogénio. Neste caso, a dieta deve fornecer uma quantidade de amido considerável (essencialmente proveniente de cereais) para a reposição mais eficaz das reservas de glicogénio (Silva, 2010). Contudo, quando os animais são submetidos a esforços de intensidade variável e prolongados mas baseados num trabalho em que predomina uma contração mais lenta das fibras musculares (e.g. provas de *endurance*), a obtenção da energia passa a ser feita preferencialmente por via aeróbia com recurso às reservas lipídicas. Neste caso, é frequente que a composição das dietas, no que se refere à componente energética, seja mais rica em gordura e fibras de alta digestibilidade (INRA, 2015). Nesta disciplina os animais apresentam elevadas exigências energéticas. Além disso este tipo de exercício provoca também elevadas perdas de água e eletrólitos, o que em conjunto com o referido anteriormente revela uma necessidade de maneio alimentar adequado, tanto nos períodos de treino como nas provas (INRA, 2015). Como exemplo, pode referir-se o progressivo aumento da utilização de gorduras vegetais em alimentos compostos para cavalos de desporto, e sobretudo na alimentação de cavalos de *endurance*, o que permite aumentar a concentração energética da dieta, em alternativa a quantidades mais elevadas de cereais. Em situações intermédias, como é o caso de disciplinas como *dressage* e saltos de obstáculos, a composição da dieta em termos de fontes energéticas deve possuir um balanço equilibrado, nomeadamente no que se refere às de fontes de amido e gordura (Silva, 2010).

2.8.2. Particularidades da dieta associadas à disciplina de *endurance*

Ao longo do tempo, a disciplina de *endurance* tem-se destacado como um dos desportos equestres com crescimento cada vez maior nos países desenvolvidos. No que toca ao tipo de animal, os cavalos de *endurance* tendem a ser fisicamente secos e musculados, são responsivos aos estímulos do cavaleiro sem apresentarem comportamentos de excitação durante o exercício e possuem ainda uma capacidade de resistência considerável. Estes animais devem ser também física e mentalmente sãos e resistentes. Estas características permitem aos animais completar provas longas a uma velocidade razoável com o objetivo de garantir a sua aprovação em todos os exames veterinários. Como consequência, o efeito da dieta no seu comportamento é um facto importante a considerar e por isso estes animais são

normalmente alimentados de acordo com o seu próprio temperamento, forma como são mantidos, natureza dos treinos, e tipo de provas que realizam. Isto significa que, tal como para outras disciplinas, não existe uma forma única correta de alimentar cavalos de *endurance* (Harris, 2005).

Uma boa alimentação pode desempenhar um papel preponderante uma vez que vai ajudar o cavalo a competir de forma ótima, no entanto, não melhora a capacidade intrínseca do animal. O tipo de dieta é particularmente importante no caso cavalo de *endurance* uma vez que, os cavalos descansam e são alimentados durante as várias etapas das provas, podendo os nutrientes que fornecem energia ser ingeridos, absorvidos, circular até ao músculo e serem convertidos em energia enquanto o exercício ainda está a ser executado. As elevadas necessidades metabólicas requerem que o cavalo tenha grande capacidade de mobilização de reservas energéticas, e as grandes perdas de fluidos pelo suor obrigam a estratégias de reposição agressivas para manter o cavalo hidratado. A maioria dos problemas clínicos, especialmente em níveis mais elevados de competição, para além de claudicações *per se*, tendem a ser problemas metabólicos, perda de apetite devido ao stresse, desidratação devida à elevada transpiração e perda de fluidos e o esgotamento das reservas energéticas (Harris, 2005).

O desempenho ótimo dos animais nos exercícios de *endurance* está altamente dependente de uma sólida gestão nutricional, na qual o fornecimento de energia representa um ponto-chave. Assim o fornecimento de forragem de boa qualidade deve constituir a base da dieta; deve ser evitado o fornecimento de fenos muito maduros, com elevados teores de cálcio e valores proteicos moderados (8-14%); podem ser usadas benéficamente como parte da dieta algumas fontes de fibra altamente digeríveis (“super fibras”) e fontes de fibra alternativas altamente fornecedoras de energia (e.g. bagaço de soja e polpa de beterraba); a proteína não constitui a fonte de energia preferencial e por isso os cavalos de *endurance* não devem ingerir mais do que 2 g de proteína digestível por kg de peso vivo e por dia, no entanto, o conteúdo de lisina e treonina da dieta é importante e deve ser levado em conta (Harris, 2005).

Em algumas situações podem ser necessárias algumas fontes de energia suplementares como alimentos à base de cereais para manter a ingestão de energia, no entanto devem ser fornecidos em baixas quantidades por refeição e quaisquer alterações devem ser feitas gradualmente. Também a suplementação com óleos vegetais pode apresentar algumas vantagens relativamente à *performance* dos animais de *endurance* sendo recomendado no máximo 1 mL/kg de peso vivo distribuído por várias refeições. É de igual forma importante a manutenção do equilíbrio em vitaminas e minerais da dieta. Desta forma, para além dos valores recomendados para cavalos em trabalho intenso podem adicionar-se mais 1- 1,5 UI de Vitamina E por cada mL de óleo adicionado (Harris, 2005).

Para além da energia, o fornecimento de água e eletrólitos é também essencial. A conversão da energia química fornecida pela dieta em energia mecânica sob a forma de ATP que pode

ser usada pelos músculos, não é muito eficiente, e assim o calor residual que é produzido tem de ser removido do corpo. Um dos principais mecanismos para remoção do calor é a evaporação do suor (Coenen, 2002). A quantidade de suor produzido depende das condições ambientais, tipo de trabalho executado (que por sua vez vai depender das condições do terreno e da capacidade do cavaleiro), e da condição física do animal e pode variar entre o 2 L/h sob condições favoráveis e 15 L/h sob condições mais extremas (Harris, 2005). A produção de suor é acompanhada por uma perda de eletrólitos, em particular o potássio o sódio e o cloro. Mesmo quando têm acesso adequado a água e eletrólitos os cavalos podem perder cerca de 3 a 10 % do seu peso vivo durante um ride de longa distância (Harris, 2005). O suor contém níveis relativamente baixos de alguns elementos como cálcio ($\approx 0,12$ g/L), magnésio ($\approx 0,05$ g/L) e fósforo ($< 0,01$ g/L) mas possui níveis relativamente elevados de sódio, potássio e cloro como demonstrado na Tabela 10 e que são os principais eletrólitos perdidos na transpiração (Harris, 2005). Para além destes possui também pequenas quantidades de vários oligoelementos como ferro (≈ 4.3 mg/L) e zinco (≈ 11.4 mg/L).

Tabela 10. Conteúdo de sódio, potássio, e cloro do suor de equinos (Harris, 2005).

Eletrólito	Concentração aproximada num litro de suor (g/L)	Quantidade aproximada que seria necessário ingerir para repor a quantidade perdida num litro de suor (g)
Sódio (Na)	3,1	3,45
Potássio (K)	1,6	2
Cloro (Cl)	5,3	5,5

Os eletrólitos são nutrientes críticos para todos os cavalos, mas em particular para o cavalo de *endurance*, pois desempenham um papel fundamental na manutenção da pressão osmótica, equilíbrio de fluidos e atividade muscular. As perdas de fluidos acompanhados por perdas de eletrólitos podem por isso resultar em grandes problemas clínicos. A síndrome do cavalo exausto, de ocorrência comum em eventos de *endurance*, é um exemplo extremo e pensa-se que reflita uma combinação de perda de fluidos e de eletrólitos e de esgotamento das reservas energéticas em condições ambientais extremas (Harris, 2005).

Uma vez que a maioria dos alimentos compostos complementares (“rações”) não garantem a ingestão suficiente sódio e cloro em cavalos que apresentam perdas significantes de eletrólitos na transpiração, o fornecimento de sal (cloreto de sódio) aos cavalos em trabalho torna-se essencial. Como consequência deve garantir-se a ingestão adequada de sódio e cloro pelos animais durante os treinos e competições. Este pode ser fornecido *ad libitum* ou em blocos de *lamber*, no entanto é mais difícil garantir a ingestão com blocos. As quantidades ingeridas de sal devem cobrir as necessidades de manutenção de sódio e cloro, bem como garantir a reposição das quantidades perdidas no suor. Os eletrólitos podem também ser

fornecidos convenientemente através de pastas hipertônicas, contudo, é necessário garantir que os animais possuem total acesso a água e que a ingerem. Uma vez que a ingestão de água é estimulada pelo aumento da osmolaridade plasmática, a administração de eletrólitos vai também funcionar como um estímulo para que o cavalo continue a beber água e se mantenha hidratado (Harris, 2005). Durante as provas de *endurance* é recomendado o fornecimento de potássio, de pequenas quantidades de cálcio e magnésio, mas predominantemente de sódio e cloro. No período de 24 horas pós-competição, ou seja no período de recuperação, deve garantir-se o fornecimento de eletrólitos, principalmente o potássio (Harris, 2005).

Como referido anteriormente, durante o exercício há um aumento marcado na produção de radicais livres. Assim, os cavalos sob regime de trabalho intensivo como é o caso do cavalo de *endurance*, poderão necessitar de vitamina E e selênio como reforço da defesa antioxidante do organismo. Os níveis de antioxidantes ao longo de uma corrida de resistência dependem em certa medida da dificuldade da corrida e das condições ambientais, o que sugere que a suplementação com antioxidantes antes e durante as corridas possa ser benéfica (Harris, 2005).

2.8.3. Particularidades da dieta associadas às disciplinas de saltos de obstáculos e *dressage*.

São poucos os estudos existentes que abordam as necessidades nutricionais específicas e as práticas de alimentação de cavalos utilizados para as disciplinas de saltos de obstáculos ou *dressage*. As necessidades energéticas e proteicas destes animais nem sempre são consensuais uma vez que são altamente dependentes da carga física exigida. Os objetivos subjacentes à nutrição são o fornecimento de fibra em quantidade suficiente de forma a garantir um bom funcionamento intestinal, evitar o fornecimento excessivo de hidratos de carbono não estruturais e de proteína, e aumentar a ingestão de gorduras de forma a providenciar maior quantidade de energia (Martin, Geffroy, Bonneau, Barré, Nguyen, & Dumon, 2008).

No que respeita à modalidade de saltos de obstáculos, verifica-se por vezes o fornecimento de matéria seca em quantidades inferiores às recomendadas para cavalos em exercício, uma vez que existe uma tendência de aumento da fração concentrada da dieta. Este aumento visa provavelmente o aumento da densidade energética dos regimes alimentares através do aumento da ingestão de amido, de forma a repor mais eficazmente as reservas de glicogénio perdidas em consequência do exercício (Silva, 2010). No entanto, esta prática pode estar relacionada com alguma prevalência de úlceras gástricas nestes animais (Martin, et al., 2008). Outra prática ainda pouco comum é a adição de óleos vegetais às dietas de cavalos de saltos de obstáculos, a qual poderá trazer alguns benefícios no seu desempenho desportivo. Entre eles destacam-se a redução da quantidade de alimento concentrado fornecido à base de

cereais, evitando os problemas metabólicos resultantes dos elevados teores de amido nas dietas, prevenção da redução de apetite, e a redução do volume intestinal o que é de particular interesse nestes animais. Ainda assim, são escassos os estudos realizados sobre os efeitos da suplementação lipídica em cavalos desta modalidade e, na prática, as dietas fornecidas possuem geralmente conteúdos lipídicos bastante baixos (Martin, et al., 2008). As necessidades energéticas dos animais utilizados nesta modalidade parecem ser inferiores às dos cavalos de corridas de velocidade (galope ou trote), provavelmente devido à menor intensidade do exercício praticado (Aguilera-Tejero, Estepa, López, Bas, Mayer-Valor, & Rodríguez, 2000). A adição de complementos minerais nesta disciplina é bastante frequente com o objetivo de obter melhores desempenhos desportivos, uma vez que o desequilíbrio de eletrólitos da dieta está associado com fracas *performances*. Ainda assim, muitas vezes as dietas fornecidas são desequilibradas em minerais. Como o esforço requerido nesta modalidade não é tão intenso como nas modalidades de resistência equestre e corridas de velocidade, os desequilíbrios da dieta podem provavelmente ter menos influência sobre o desempenho desportivo em comparação com as duas disciplinas referidas (Martin, et al., 2008).

A informação existente até à data sobre as práticas alimentares nos cavalos de *dressage* é muito reduzida. Contudo, tal como nos saltos de obstáculos, os exercícios praticados na modalidade de *dressage* possuem duração e intensidade intermédias (INRA, 2015), sendo essencial garantir um acompanhamento nutricional adequado, principalmente no que respeita às fontes energéticas da dieta, para garantir um equilíbrio entre o fornecimento de amido e fontes lipídicas (Silva, 2010).

3. Materiais e Métodos

3.1. Desenho experimental

A metodologia utilizada na componente prática do presente estudo teve por base a recolha de informação referente à utilização de alimentos compostos complementares como forma de suplementação das dietas de cavalos de desporto, a qual foi posteriormente analisada.

Esta informação foi recolhida através da realização de um inquérito individual (Anexo 1), que integrou questões específicas com vista à caracterização dos regimes alimentares dos animais incluídos na amostragem. O inquérito foi estruturado em duas partes. Numa primeira parte incluíram-se questões relativas a dados gerais dos animais, tais como a coudelaria/exploração onde se encontram; localização; nome/número do animal; raça; sexo; tipo de utilização desportiva; duração e intensidade do exercício diário; e tipo de alojamento. Numa segunda parte procurou-se recolher informação detalhada sobre os regimes alimentares praticados, tendo sido incluídas questões relativas ao responsável pela definição da dieta; descrição geral do regime diário em termos do tipo e quantidade fornecida de alimentos concentrados, forrageiros e outros alimentos complementares; existência ou não de pedra de sal ou bloco de minerais; origem da água e tipo de bebedouro; forma de distribuição dos alimentos; acesso a “*paddock*” (terreno cercado) / pastagem; e alterações nos regimes alimentares em fases de competição/treino. Nesta segunda parte, procurou-se ainda caracterizar com maior detalhe, outros alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas tendo sido incluídas questões referentes ao tipo de alimento complementar, frequência de fornecimento, objetivo de utilização, aferição de efeitos de utilização, ocorrência de efeitos indesejáveis, recomendações de utilização e respetiva composição. Toda a informação relativa à composição dos alimentos compostos utilizados (quer os do regime base, quer os utilizados como suplemento à dieta) que estivesse descrita nos rótulos foi recolhida para análise posterior. Para a quantificação dos alimentos recorreu-se a uma balança digital de cozinha, de forma a obter valores mais precisos das quantidades diárias fornecidas.

Todos os inquéritos foram preenchidos presencialmente, no momento das visitas aos respetivos locais onde se encontravam os animais incluídos no estudo.

3.2. Caracterização da amostra

Este estudo incidu sobre três tipos de utilização desportiva: *dressage*, saltos de obstáculos e resistência equestre, tendo a amostra sido composta, respetivamente, por 43, 60, e 55 cavalos. Estes encontravam-se em regime de competição ou de iniciação à competição a vários níveis de dificuldade das disciplinas em questão. Os locais visitados (32) no âmbito deste estudo distribuem-se por 5 distritos: Évora, Lisboa, Portalegre, Santarém e Setúbal, tendo a maior parte dos inquéritos sido realizada no distrito de Santarém (36,1%; n=57) (Figura 1). Seguiram-se os distritos de Lisboa (25,9%; n=41), Évora (22,8%; n=36), Portalegre (12,0%; n=19) e Setúbal (3,2%; n=5).

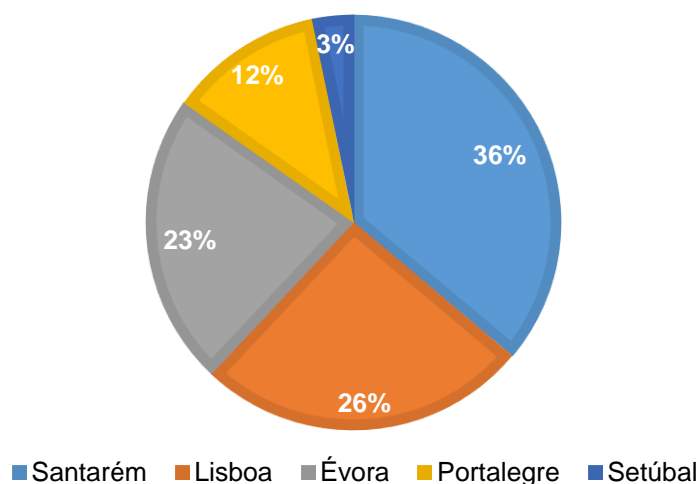


Figura 1. Localização geográfica dos locais onde foram realizados os inquéritos no âmbito do presente estudo.

No global foram avaliadas as composições de 357 alimentos compostos complementares utilizados na suplementação das dietas.

3.3. Tratamento de dados

Os dados recolhidos nos inquéritos foram posteriormente tratados através de uma análise descritiva. Com base na informação obtida foi possível proceder ao cálculo aproximado dos teores diários fornecidos de alguns constituintes das dietas para os quais existem recomendações estabelecidas. Neste cálculo foram contemplados os valores de lisina, cálcio, fósforo, magnésio, sódio, cloro, potássio, cobre, zinco, cobalto, selénio, manganês, ferro, iodo, vitamina A, D, E, B₁, B₂, e biotina. Deve salientar-se que apenas foram contabilizados os alimentos fornecidos numa base diária e que possuíssem um rótulo, não sendo possível contabilizar os teores de constituintes veiculados por outros componentes das dietas como forragens, cenouras, farelos/sêmeas, etc. Além disso, apesar de terem sido utilizados os valores de rotulagem referentes à composição em aditivos por quilograma de alimento, não foi possível contabilizar os teores de alguns constituintes veiculados pelas próprias matérias-primas uma vez que essa informação não consta na rotulagem. O cálculo das médias e desvio padrão dos teores diários fornecidos foi realizado com recurso ao pacote de análise de dados do Excel.

No sentido de avaliar a ocorrência de eventuais excessos diários relativamente aos valores recomendados e apenas com base nos valores rotulados, quantificou-se a diferença entre os valores fornecidos e a correspondente recomendação diária para três oligoelementos (cobre, zinco e selénio) e três vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D e E). Consideraram-se estes seis aditivos por serem aqueles que são incluídos com maior frequência nas formulações dos alimentos destinados a cavalos de desporto. Para este cálculo apenas foram considerados os casos em que se verificaram excessos. Não se procedeu à análise dos casos em que se obteve um valor abaixo do recomendado, pois como já referido, não se quantificaram os teores destes aditivos eventualmente veiculados pelas matérias-primas.

Para além desta análise as quantidades diárias fornecidas de cobre, zinco, selénio, vitamina A, D, e E foram submetidas a uma análise de variância através do procedimento *MIXED* do SAS, considerando como efeito fixo, a disciplina (*dressage*, obstáculos, ou resistência equestre). Sempre que foram encontradas diferenças significativas, as diferenças entre médias foram avaliadas através do teste de *Tukey-Kramer*. Considerou-se um valor de significância estatística para um $P < 0,05$.

4. Resultados

4.1. Caracterização da amostra

A informação recolhida relativa aos dados gerais dos cavalos incluídos no estudo, mais concretamente no que diz respeito às raças predominantes, idade, sexo, duração e intensidade do exercício diário, tipo de alojamento e o acesso a “*paddock*”, encontra-se organizada na Tabela 11 onde foi agrupada por tipo de utilização desportiva de forma a possibilitar comparações entre os tipos de animais utilizados em cada disciplina.

Tabela 11. Caracterização geral dos cavalos incluídos no estudo, tipo de exercício e condições de alojamento.

Características	Dressage (%)	Obstáculos (%)	Resistência Equestre (%)			
Principais	PSL	67,4	BWP	28,4	PSA	76,4
Raças*	Hanov.	14,0	Port.Dep.	18,3	A. Árabe	12,7
	Cruz.Port.	7,0	S. F.	15,0	Cruz.Port.	7,3
	Port.Dep.	2,3	Cruz.Port.	13,3	L. Árabe	3,6
	Outras	9,3	Outras	25,0	Outras	0,0
Idade (anos)	[0 - 5]	27,9	[0 - 5]	15,0	[0 - 5]	30,9
	]5 - 10]	55,8	]5 - 10]	50,0	]5 - 10]	56,4
	]10 - 15]	11,6	]10 - 15]	30,0	]10 - 15]	12,7
	]15 - 20]	4,7	]15 - 20]	5,0	]15 - 20]	0,0
Sexo**	Fêmeas	13,9	Fêmeas	51,7	Fêmeas	54,5
	M.C.	25,6	M.C.	40,0	M.C.	29,1
	M.I.	60,5	M.I.	8,3	M.I.	16,4
Duração do exercício diário (min.)	[0 - 30]	7,0	[0 - 30]	0,0	[0 - 30]	3,6
	]30 - 60]	81,4	]30 - 60]	48,3	]30 - 60]	9,1
	]60 - 90]	11,6	]60 - 90]	51,7	]60 - 90]	20,0
	> 90	0,0	> 90	0,0	> 90	67,3
Intensidade do exercício	Ligeira	0,0	Ligeira	0,0	Ligeira	12,7
	Média	88,4	Média	68,3	Média	50,9
	Intensa	11,6	Intensa	31,7	Intensa	36,4
Tipo de Alojamento	"Boxe"	100,0	"Boxe"	100,0	"Boxe"	38,2
	Baia	0,0	Baia	0,0	Baia	0,0
	"Paddock"	0,0	"Paddock"	0,0	"Paddock"	61,8
Acesso a "Paddock" (h/d)	Não	81,4	Não	45,0	Não	10,9
	[0 - 3]	16,3	[0 - 3]	48,3	[0 - 3]	0,0
	]3 - 6]	2,3	]3 - 6]	6,7	]3 - 6]	0,0
	> 6	0,0	> 6	0,0	> 6	89,1

*PSL (Puro Sangue Lusitano); Hanov. (*Hanoverian*); Cruz.Port. (Cruzado de Português); Port.Desp. (Português de Desporto); BWP (*Belgian Warmblood*); S.F (*Selle Français*); PSA (Puro Sangue Árabe); A. Árabe (Anglo- Árabe); L.Árabe (Luso- Árabe).

** M.C (Macho Castrado); M.I. (Macho Inteiro).

Outras informações de carácter geral como a origem da água ingerida pelos animais, tipos de bebedouros utilizados para o efeito e responsabilidade pela definição das dietas, foram tratadas de uma forma global e não por disciplina. A Figura 2 resume os dados recolhidos sobre a origem da água utilizada no abeberamento dos animais.

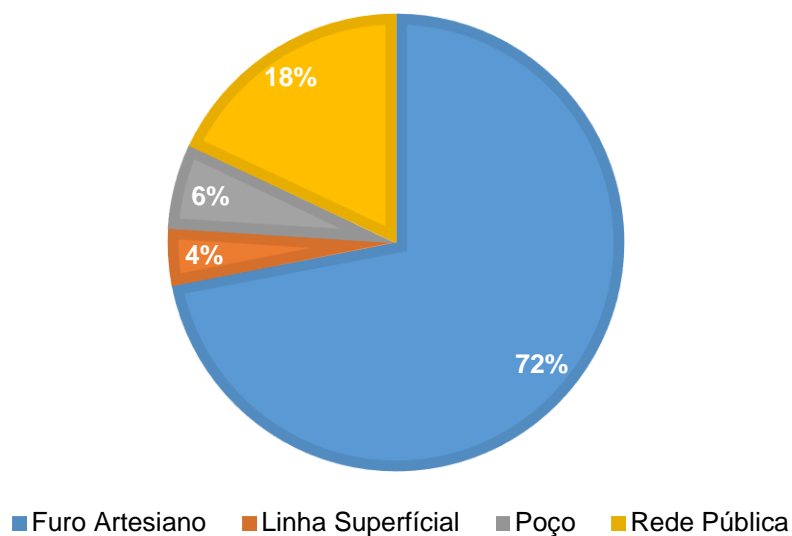


Figura 2. Origem da água utilizada no abeberamento dos animais.

Na Figura 3 encontra-se a informação relativa aos tipos de bebedouros utilizados no fornecimento de água aos animais.

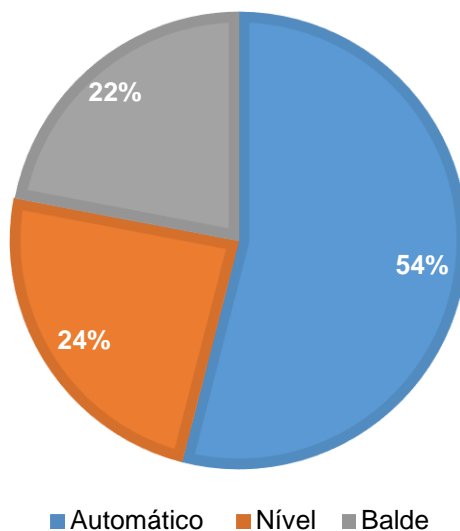


Figura 3 Tipos de bebedouro utilizados no abeberamento dos animais.

No que respeita à definição das dietas, verificou-se que esta pode ser da responsabilidade de uma ou várias pessoas com diferentes formações profissionais (Figura 4).

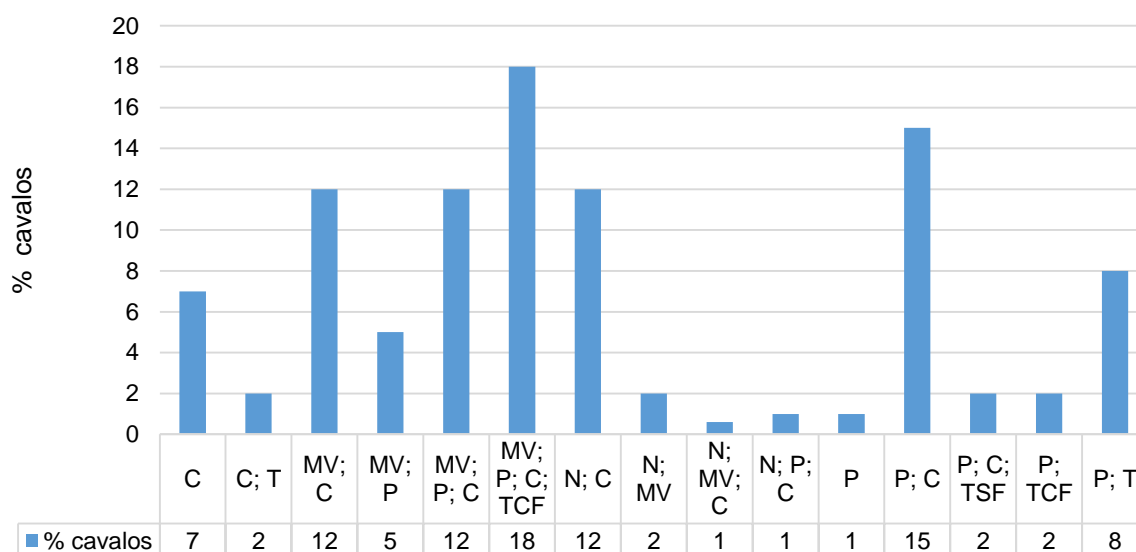


Figura 4. Responsáveis pela definição das dietas. N (Nutricionista); MV (Médico Veterinário); P (Proprietário); C (Cavaleiro); T (Treinador); TCF (Tratador com formação especializada); TSF (Tratador sem formação especializada).

Deve referir-se que a opção de “treinador” não fez parte das opções fornecidas pelo inquérito no que respeita aos responsáveis pela definição das dietas, no entanto verificou-se que havendo outros responsáveis para além dos sugeridos no inquérito, apenas este foi referido, tendo-se transformado a categoria de “outros”, na de “treinador”.

4.2. Caracterização geral dos regimes alimentares

Para cada tipo de utilização desportiva procedeu-se a uma análise geral das componentes concentradas e forrageiras da dieta de forma a avaliar a representatividade de cada uma dentro de cada disciplina e entre disciplinas. Na fração concentrada da dieta consideraram-se os alimentos compostos utilizados como “ração” base, sêmeas de trigo, polpa de beterraba, “*mashes*” e aveia. Na fração forrageira foram considerados os fenos e as feno-silagens. O fornecimento de cenouras não foi contabilizado em nenhuma das frações por se tratar de um alimento succulento e com um elevado teor em água. Na Tabela 12 apresenta-se a referida análise.

Tabela 12. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório das quantidades diárias ingeridas das frações concentrada e forrageira das dietas.

Disciplina	N	Quantidades diárias ingeridas (kg)		Intervalo
		(média ± desvio padrão)		(mínimo-máximo)
<i>Dressage</i>	43	Fração concentrada	4,12± 1,57	2,00 – 7,20
		Fração forrageira	9,48± 2,34	4,50 – 12,00
Obstáculos	60	Fração concentrada	5,27± 1,00	3,00 – 7,00
		Fração forrageira	9,77± 2,72	6,00 – 18,00
Resistência Equestre	55	Fração concentrada	2,64± 1,17	0,60 – 4,25
		Fração forrageira	11,26± 2,07	7,00 – 15,00

Da mesma forma analisou-se o fornecimento diário de óleo vegetal (Tabela 13) e o acesso diário a pedra de sal/ bloco de minerais (Tabela 14) uma vez que em alguns casos, constituem uma componente adicional importante do regime alimentar dos animais.

Tabela 13. Caracterização do regime alimentar diário no que respeita ao fornecimento de óleo vegetal nas várias disciplinas.

Disciplina	N	Utilização diária de óleo vegetal
<i>Dressage</i>	43	20,93%
Obstáculos	60	43,33%
Resistência Equestre	55	63,64%

Tabela 14. Caracterização do regime alimentar diário no que respeita ao acesso a pedra de sal/ bloco de minerais nas várias disciplinas.

Disciplina	N	Utilização de pedra de sal/ bloco de minerais
<i>Dressage</i>	43	48,80%
Obstáculos	60	71,67%
Resistência Equestre	55	52,72%

Encontrando-se todos os animais da amostra em regime de competição ou iniciação à competição, tornou-se importante ter em conta as possíveis alterações nos seus regimes alimentares em fases de maior exigência física. Desta forma, e para caracterizar de forma mais precisa as suas dietas, avaliou-se a prática de alterações nos regimes alimentares em fases de treino/ competição nas diferentes disciplinas em estudo (Figura 5).

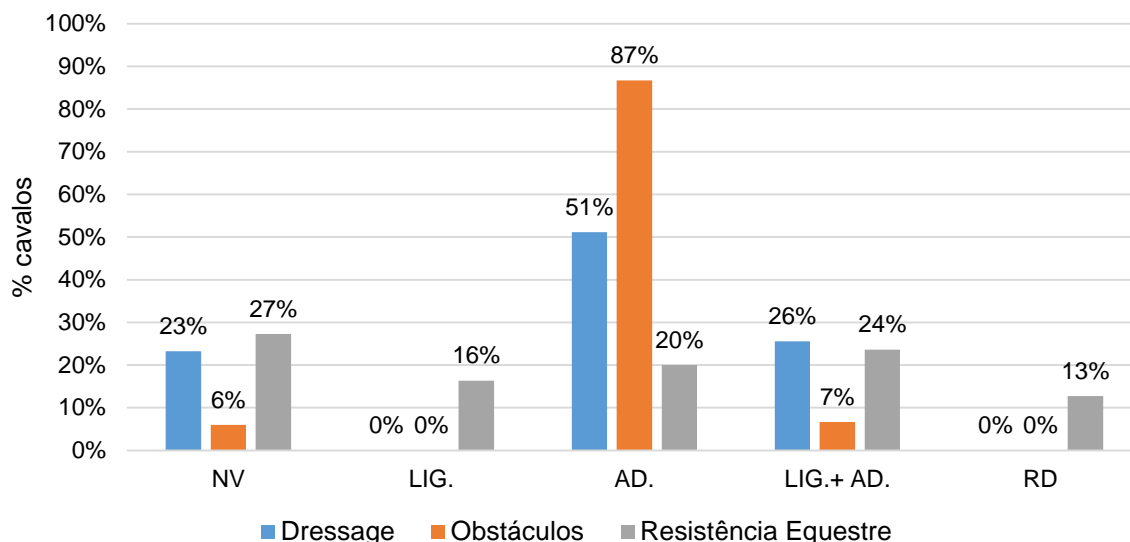


Figura 5. Alterações nos regimes alimentares em fases de treino/ competição nas diferentes disciplinas. NV (não verificado); LIG. (ligeira alteração das quantidades do regime alimentar já fornecido); AD.(adição de outros alimentos ao regime alimentar já fornecido); RD (regime alimentar diferente em qualidade e quantidade de alimentos).

4.3. Alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas

Uma vez analisados todos os alimentos complementares utilizados para além do regime base, foi possível proceder à sua classificação de acordo com o Regulamento (CE) N.º 767/2009 e a Diretiva 2008/38/CE. Na Tabela 15 apresenta-se a referida classificação e respetivas percentagens de utilização.

Tabela 15. Classificação dos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.

Tipos de Alimentos Complementares	N	%
Dietéticos	37	10,36
Compensação da perda de eletrólitos em caso de sudorese intensa	28	75,68
Apoio à recuperação de cascos e pele	1	2,70
Redução das reações de stresse	1	2,70
Apoio à função hepática em caso de insuficiência hepática crónica	1	2,70
Redução do risco de febre vitular (bovinos de leite)	6	16,22
Minerais	83	23,25
Outros	237	66,39
Total	357	100

A análise detalhada da rotulagem dos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas permitiu identificar as principais categorias de matérias-primas utilizadas na sua formulação (Tabela 16). Esta classificação das matérias-primas teve por base o catálogo de matérias-primas para alimentação animal presente no Regulamento (EU) N.º 68/2013.

Tabela 16. Principais categorias de matérias-primas utilizadas na formulação dos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas.

Outros Alimentos Complementares	Alimentos Minerais
Grãos de cereais e seus produtos derivados como milho, farinha de trigo, e farinha de aveia.	Minerais e seus produtos derivados como cloreto de sódio, carbonato de cálcio, óxido de magnésio, cloreto de potássio, fosfato dicálcico, e sulfato de magnésio.
Sementes ou frutos oleaginosos e seus produtos derivados como óleo vegetal, óleo de colza, óleo de soja, e óleo de semente de linho.	Diversos como dextrose e oligofrutose.
Tubérculos, raízes e seus produtos derivados como alho seco, e fruto-oligossacáridos (FOS).	—
Minerais e seus produtos derivados como carbonato de cálcio, óxido de magnésio, cloreto de sódio, fosfato dicálcico, e cloreto de potássio.	—
Diversos como dextrose, dextrina, maltodextrina, sorbitol, glucosamina, e produtos do processamento de plantas.	—

Adicionalmente à análise qualitativa dos alimentos complementares fornecidos, estes foram também quantificados de forma específica para cada uma das disciplinas em estudo (Figura 6).

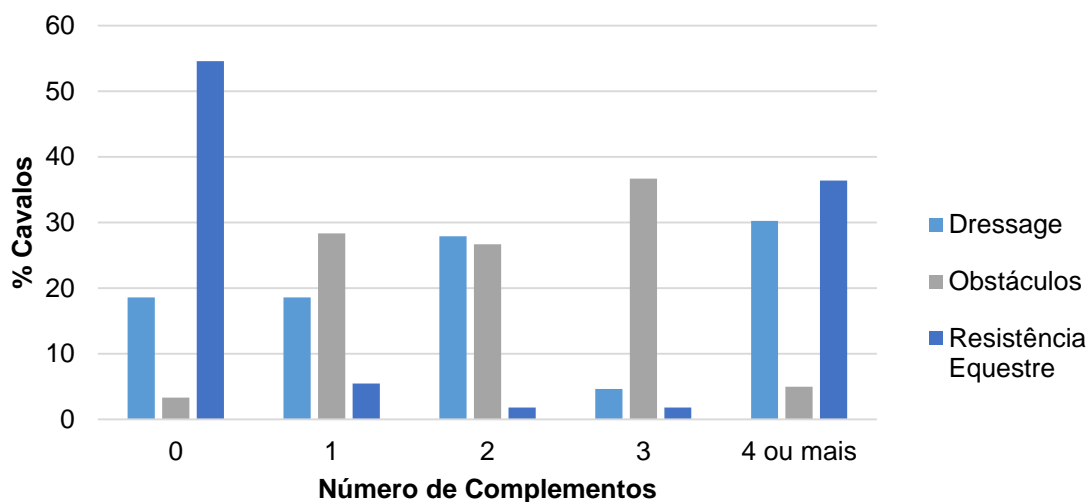


Figura 6. Número de alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas, por disciplina.

A frequência da utilização deste tipo de alimentos foi também avaliada (Figura 7) de uma forma global, possibilitando uma análise dos padrões de suplementação no cavalo de desporto.

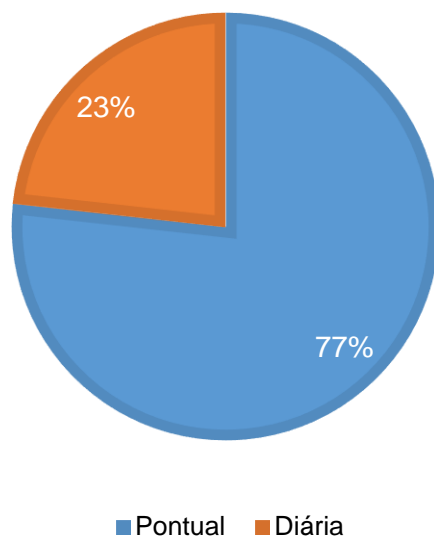


Figura 7. Frequência de utilização dos outros alimentos complementares na suplementação das dietas. Todos os alimentos fornecidos apenas em períodos de competição (pré-, pós-, e durante), ou em intervalos de tempo específicos (e.g. uma vez por ano durante dois meses), foram considerados como sendo utilizados pontualmente.

No âmbito deste estudo, procurou ainda averiguar-se se existe algum tipo de recomendação subjacente à utilização deste tipo de alimentos, quais os objetivos da sua utilização e quais as formas de aferição dos eventuais efeitos por parte dos utilizadores destes animais. Assim, verificou-se que cerca de 99% destes alimentos teve por base uma recomendação do médico veterinário e/ou nutricionista e/ou “vendedor comercial”, e apenas 1% foi fornecido aos animais sem existência de qualquer tipo de recomendação. Os objetivos de utilização referidos pelos proprietários/cavaleiros encontram-se agrupados na Tabela 17 bem como as formas de aferição dos efeitos resultantes da utilização desse tipo de alimentos.

Tabela 17. Objetivos de utilização indicados e formas de aferição dos efeitos dos alimentos complementares fornecidos em suplementação às dietas.

N	Objetivos de utilização	Formas de aferição dos efeitos
122	Compensação das perdas de sais diárias e/ou em competições e dias de maior calor; manter hidratação; aumentar bem-estar	Menor desgaste e melhor recuperação dos treinos e/ ou competições e dias de maior calor
72	Facilitar o trabalho muscular e recuperação dos treinos e/ou competições; evitar lesões musculares	Menor fadiga muscular e maior disponibilidade para realização de exercício
7	Melhorar a qualidade dos cascos e/ou pelagem	Maior crescimento e integridade dos cascos e/ou pelagem
29	Proteção articular	Prevenção de problemas articulares, maior facilidade de locomoção
37	Reforçar a forma física, vitalidade e condição geral; preencher lacunas da dieta	Melhor forma física, aspeto geral e apetite; aumento massa muscular; maior resistência e vitalidade
16	Aumentar o relaxamento e concentração	Menos nervosismo; maior concentração e disponibilidade para execução de exercício
21	Aumento de energia	Maior atividade durante exercício
27	Melhorar <i>performance</i>	Maior disponibilidade; Maior resistência
8	Proteção gástrica	Prevenção de problemas gástricos; manutenção do peso e do apetite
13	Aumento da digestibilidade da dieta	Manutenção do apetite e peso corporal
4	Desintoxicação do organismo; eliminar toxinas hepáticas	Melhor desempenho em competição, e melhor recuperação
1	Otimização do funcionamento do sistema respiratório	Redução das dificuldades respiratórias em situação de competição e dias de maior calor

Na globalidade dos alimentos que são fornecidos para além do regime base, verificaram-se ainda alguns casos em que são utilizados diária ou pontualmente outro tipo de alimentos como alho em pó, gelatina em pó, e “iogurtes *Bifidus*”, com o objetivo de promover respetivamente a saúde do sistema respiratório, a integridade dos cascos, e o equilíbrio da flora intestinal. De acordo com os proprietários/cavaleiros, os iogurtes funcionam também como excipiente de alguns complementos (e.g. eletrólitos), facilitando ao mesmo tempo a sua ingestão durante as provas. Embora não se enquadre no âmbito deste trabalho verificaram-se ainda situações pontuais de fornecimento de medicamentos por via oral, com vista, de acordo com o que foi referido pelos utilizadores, à obtenção de melhores desempenhos nos eventos desportivos de resistência equestre.

4.4. Caracterização nutricional dos alimentos compostos utilizados no regime diário

Tendo por base a análise detalhada da rotulagem e das quantidades de todos os alimentos compostos fornecidos diariamente, foram calculados os teores médios de macrominerais (Tabela 18), oligoelementos (Tabela 19), vitaminas (Tabela 20), e aminoácidos (Tabela 21) providenciados por esta componente da dieta. Estes cálculos incidiram apenas sobre os constituintes para os quais existem recomendações diárias para esta espécie.

Tabela 18. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de macrominerais fornecidos, com base nos valores presentes na rotulagem.

N	Macrominerais	Média ± Desvio padrão	Intervalo (mínimo-máximo)	Recomendação diária*
121	Cálcio (g/d)	37,9 ± 16,0	0,7 – 76,0	30
119	Fósforo (g/d)	16,1 ± 6,2	0,2 – 29,0	19
99	Magnésio (g/d)	8,5 ± 6,0	0,1 – 30,0	10
123	Sódio (g/d)	11,7 ± 9,9	0,1 – 43,9	15
5	Cloro (g/d)	8,7 ± 4,3	3,9 – 11,8	48
94	Potássio (g/d)	24,0 ± 17,6	0,01 – 72,0	29

*As recomendações diárias apresentadas dizem respeito a cavalos com peso médio de 500 Kg a desempenharem exercício de intensidade média (INRA, 2015).

Tabela 19. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de oligoelementos fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.

N	Oligoelementos	Média ± Desvio padrão	Intervalo (mínimo-máximo)	Recomendação diária*
155	Cobre (mg/d)	90,6 ± 64,5	3,0 – 431,7	113
140	Zinco (mg/d)	431,5 ± 308,5	15,8 – 1527,0	490
64	Cobalto (mg/d)	1,38 ± 0,93	0,23 – 3,74	2,3
127	Selênio (mg/d)	1,9 ± 1,2	0,04 – 5,4	2,3
139	Manganês (mg/d)	360,4 ± 225,2	6,5 – 924,4	450
140	Ferro (mg/d)	567,1 ± 538,4	24,0 – 2660,0	900
138	Iodo (mg/d)	2,61 ± 1,25	0,56 – 5,54	2,3

*As recomendações diárias apresentadas dizem respeito a cavalos com peso médio de 500 Kg a desempenharem exercício de intensidade média (INRA, 2015).

Tabela 20. Média, desvio padrão e intervalo de valores observados relativos ao somatório dos teores diários de vitaminas fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.

N	Vitaminas	Média ± Desvio padrão	Intervalo (mínimo-máximo)	Recomendação diária*
157	Vitamina A (UI/d)	42999 ± 20785	6000 – 110552	36600
157	Vitamina D (UI/d)	5636 ± 3656	869 – 18942	4500
157	Vitamina E (UI/d)	1007 ± 1077	12 – 5635	560
110	Vitamina B ₁ (mg/d)	185,8 ± 465,1	7,6 – 2117,5	46,3
110	Vitamina B ₂ (mg/d)	50,6 ± 39,3	5,3 – 190,0	22,5
87	Biotina (mg/d)	4,1 ± 9,5	0,2 – 41,4	15,0

*As recomendações diárias apresentadas dizem respeito a cavalos com peso médio de 500 Kg a desempenharem exercício de intensidade média (NRC, 2007; Saastamoinen & Harris, 2008; INRA, 2015).

Tabela 21. Média, desvio padrão e intervalo dos valores observados relativos ao somatório dos teores diários de lisina fornecidos com base nos valores presentes na rotulagem.

N	Aminoácidos	Média ± Desvio padrão	Intervalo (mínimo-máximo)	Recomendação diária*
73	Lisina (g/d)	15,4 ± 8,5	1,5 – 36,4	47

*As recomendações diárias apresentadas dizem respeito a cavalos com peso médio de 500 Kg a desempenharem exercício de intensidade média (INRA, 2015).

Os resultados referentes à avaliação dos excessos de cobre, zinco, selênio, vitamina A, vitamina D e vitamina E relativamente aos valores recomendados encontram-se descritos na Figura 8.

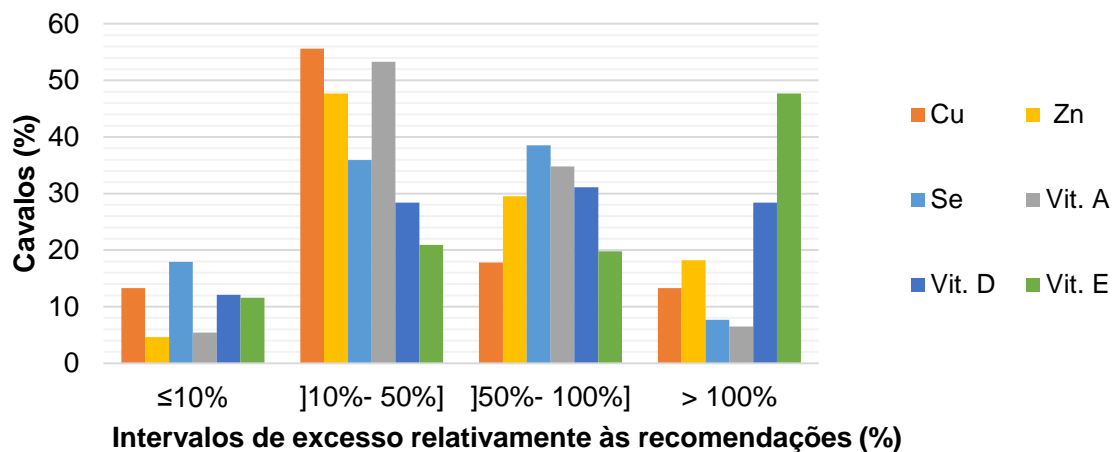


Figura 8. Proporção do excesso de fornecimento de Cu (n= 45), Zn (n= 44), Se (n= 39), Vit. A (n= 92), Vit. D (n= 74) e Vit. E (n= 86) pela dieta relativamente às respetivas recomendações diárias (INRA, 2015).

Considerando os mesmos aditivos avaliados anteriormente (Cu, Zn, Se, Vit.A, Vit.D e Vit.E), testou-se o efeito da disciplina sobre os valores diários fornecidos pela dieta. Os resultados relativos a esta análise estão representados na Tabela 22.

Tabela 22. Quantidades diárias médias de cobre, zinco, selênio, vitamina A, vitamina D, e vitamina E fornecidos pela dieta em cavalos de Dressage (D), Obstáculos (O), e Resistência Equestre (R.E).

Variável	Disciplina	LSmeans ± s.e.	Significância do efeito fixo
Cu (mg)	D	78,5 ± 9,2 a	< 0,0001
	O	124,8 ± 7,6 b	
	R.E	62,8 ± 7,9 a	
Zn (mg)	D	332,7 ± 45,2 a	< 0,0001
	O	603,0 ± 36,5 b	
	R.E	298,3 ± 40,6 a	
Se (mg)	D	1,7 ± 0,2 ab	< 0,0013
	O	2,3 ± 0,2 b	
	R.E	1,4 ± 0,2 a	
Vit. A (UI)	D	40034 ± 2860,4 a	< 0,0001
	O	54305 ± 2441,9 b	
	R.E	33190 ± 2529,4 a	
Vit. D (UI)	D	5474,3 ± 497,6 b	< 0,0001
	O	7602,3 ± 424,8 c	
	R.E	3651,7 ± 440,0 a	
Vit. E (UI)	D	946,9 ± 165,1	0,7540
	O	968,4 ± 140,9	
	R.E	1094,3 ± 145,9	

As letras minúsculas indicam diferenças significativas (teste de *Tukey-Kramer*, $P < 0.05$).

Considerando os resultados apresentados na Tabela 22, verificou-se que as quantidades de cobre, zinco e vitamina A fornecidos diariamente são superiores na disciplina de saltos de obstáculos comparativamente com as outras disciplinas, sendo semelhantes entre as disciplinas de *dressage* e resistência equestre. Também o fornecimento de vitamina D parece ser significativamente superior na disciplina de saltos de obstáculos, verificando-se o valor mais reduzido na resistência equestre. O fornecimento de selênio é superior na disciplina de saltos de obstáculos comparativamente à resistência equestre. Destaca-se o fornecimento de vitamina E por não apresentar diferenças significativas entre as três modalidades, sendo comum a todas e com quantidades relativamente elevadas.

5. Discussão

5.1. Caracterização da amostra

No que respeita à caracterização geral dos cavalos utilizados no estudo é possível salientar algumas diferenças entre as várias disciplinas. Começando pela *dressage*, é notória uma grande preferência por cavalos de raças Puro Sangue Lusitano e Hanoveriano. Esta pode ser em parte justificada pelo facto de a primeira ser uma raça portuguesa apreciada pelos cavaleiros/proprietários nacionais pela sua funcionalidade, versatilidade e elegância, e de a segunda ser uma das raças alemãs com grande aptidão para esta disciplina. Além disso, existe também uma preferência por machos inteiros pelo facto de estes poderem apresentar maior expressividade nos exercícios executados, quer pelo seu temperamento quer pela sua própria conformação/aparência física. Relativamente à disciplina de saltos de obstáculos, não existe uma raça que se possa considerar predominante, no entanto, os animais utilizados tendem a pertencer a raças ou registos zootécnicos com aptidão para esta disciplina, como o *Belgian Warmblood*, Português de Desporto, *Selle Français*, Cruzado Português, e até outras raças de origem alemã. Neste caso são utilizados mais frequentemente animais de sexo feminino ou machos castrados, uma vez que se considera que possuem um temperamento mais adequado a este tipo de exercício. Na disciplina de resistência equestre, a raça predominante é o Puro Sangue Árabe, seguindo-se o Anglo-Árabe uma vez que, sendo esta uma disciplina diferente das anteriores no que toca à natureza do exercício, são necessários animais com elevada capacidade de resistência física e mental e ausência de comportamentos excessivamente energéticos ou de excitação durante o exercício (Harris, 2005). De acordo com a opinião dos proprietários e cavaleiros, esta é a razão pela qual são principalmente utilizados fêmeas e machos castrados nesta modalidade.

A duração do exercício diário dos animais tende a ser mais reduzida na disciplina de *dressage* (maioritariamente entre 30 a 60 minutos), aumentando na disciplina de saltos de obstáculos (entre 30 a 90 minutos), e sendo ainda superior na disciplina de resistência equestre, com a maioria dos animais a executar exercícios de duração compreendida entre os 60 e 90 minutos ou superior a 90 minutos. É importante referir que por norma os animais desta última modalidade não são exercitados com uma frequência diária, intercalando dias de trabalho de longa duração com dias de repouso. Consequentemente a duração do exercício diário, em conjunto com o tipo de exercício praticado, vai determinar a intensidade desse mesmo exercício. Desta forma, na disciplina de *dressage* a intensidade do exercício desempenhado é na sua maioria média (88,4% média e apenas 11,6% intensa), aumentando na modalidade de saltos de obstáculos (68,3% média e 31,7% intensa), e também na de resistência equestre (50,9% média e 36,4% intensa) o que leva a admitir que, comparando as três disciplinas, a

dressage seja a “menos exigente ” em termos de carga física, e a de resistência equestre a “mais exigente”.

Relativamente ao tipo de alojamento dos animais é transversal a todas as disciplinas a não utilização de baias, sendo unicamente utilizadas “boxes” para os animais cuja utilização desportiva é *dressage* e saltos de obstáculos. Na disciplina de resistência equestre é mais frequente o alojamento em “*paddock*” (terreno cercado) uma vez que se considera economicamente mais vantajoso.

Relativamente ao acesso a “*paddock*” durante o dia, os cavalos utilizados para *dressage* tendem na sua grande parte a não ter acesso ao exterior, o que pode estar relacionado com a preferência de utilização de cavalos machos inteiros nesta disciplina. Este facto dificulta a gestão do seu temperamento se colocados no exterior, o que pode dar origem a lesões, comprometendo o futuro desportivo dos animais. Já na modalidade de saltos de obstáculos o acesso ao “*paddock*” é usual em cerca de metade dos cavalos avaliados, com uma duração entre 1 a 3 horas por dia. Na disciplina de resistência equestre a maioria dos animais tem acesso a *paddock*, sendo que mais de metade desses animais está permanentemente no exterior. Os casos em que os animais desta disciplina não possuem acesso ao exterior prendem-se com a gestão de um temperamento difícil. É importante referir que, apesar do reconhecimento por parte dos cavaleiros/proprietários sobre a importância do acesso diário ao exterior, muitas vezes tal não é possível implementar devido à falta de zonas para o efeito. Deve salientar-se também que nas situações em que os animais estão alojados em “*paddock*” ou têm acesso a ele por tempo limitado, estes não são revestidos com qualquer tipo de pastagem, sendo exclusivamente utilizados para alojamento permanente/temporário e não para alimentação destes animais.

No que se refere à origem da água utilizada no abeberamento dos animais, na grande maioria dos casos (72%), provém de um furo artesiano. Nas restantes situações pode ser proveniente da rede pública (18%), de poços (6%), ou de linhas superficiais (4%). À partida será mais fácil garantir a qualidade da água ingerida pelos animais quando esta provém da rede pública. No entanto, na maioria dos casos isso não se verificou, sendo mais complicado aferir sobre a qualidade da água proveniente dos furos artesanais, poços, e linhas superficiais. Ainda que, até à data, não existam parâmetros de qualidade legalmente estabelecidos relativamente à água para abeberamento dos animais, deve haver uma preocupação com a qualidade da mesma por parte dos responsáveis pelos animais. Para o efeito, a DGAV disponibiliza um guia de boas práticas relativas à “Água de qualidade adequada para alimentação animal”, cujo objetivo é descrever os vários parâmetros a ter em consideração na avaliação da qualidade de uma água destinada ao abeberamento dos animais.

Dependendo do tipo de cavalo, a quantidade diária de água ingerida pode variar entre 20 a 80 litros (INRA, 2015). Como demonstrado nos resultados, 54% dos cavalos do estudo tem acesso a água através de bebedouros automáticos, 24% através de bebedouros de “nível”, e

22% através de um balde. Uma vez que a ingestão diária de água varia de forma inversa com a quantidade de água fornecida pela dieta, e que existem variações diárias e individuais na ingestão de água pelos animais, é importante que estes possam ajustar o consumo de água de acordo com as suas próprias necessidades (INRA, 2015). Desta forma, os bebedouros de nível e os restantes sistemas automáticos constituem a forma mais adequada de abeberamento dos animais, mantendo sempre um nível constante de água, e permitindo o ajuste individual do consumo (INRA, 2015). A água fornecida deve estar limpa e a uma temperatura agradável (INRA, 2015) o que pode ser mais difícil de conseguir quando são utilizados baldes como forma de fornecimento de água, uma vez que está mais suscetível à temperatura envolvente e a possíveis conspurcações comprometendo a sua qualidade. Além disso, a quantidade de água disponibilizada é limitada o que exige um maior dispêndio de tempo nessa tarefa. No entanto, são várias as situações em que são utilizados alimentos complementares cujo fornecimento implica a sua dissolução em quantidades de água consideráveis. Nesses casos, torna-se vantajoso o fornecimento de água através de baldes. No que respeita aos responsáveis pela definição das dietas verificou-se que em grande parte dos casos há um envolvimento por parte de várias pessoas, sendo mais frequente o envolvimento conjunto do médico veterinário, proprietário, cavaleiro e tratador com formação especializada. De seguida destacam-se outros grupos de envolvidos como proprietário e cavaleiro, médico veterinário e cavaleiro, médico veterinário, proprietário e cavaleiro, e por fim nutricionista e cavaleiro. Nesta avaliação deve salientar-se o facto de muitas vezes o proprietário e cavaleiro serem a mesma pessoa, e de na grande maioria das vezes o “vendedor comercial” ser considerado nutricionista. De uma forma geral, as pessoas envolvidas com maior frequência na definição das dietas são o médico veterinário, o proprietário e o cavaleiro, não sendo ainda muito comum o recurso a técnicos especializados na área da nutrição.

5.2. Caracterização geral dos regimes alimentares

A partir da análise geral das componentes concentrada e forrageira das dietas foi possível comparar a sua representatividade entre disciplinas. Em termos percentuais a ingestão das componentes concentrada e forrageira da dieta representou respetivamente 30% e 70% para a disciplina de *dressage*, 35% e 65% para a disciplina de saltos de obstáculos, e 19% e 81% para a disciplina de resistência equestre. Embora as proporções sejam aparentemente semelhantes entre as duas primeiras disciplinas, a última destaca-se por uma menor percentagem de componente concentrada e uma maior percentagem da componente forrageira. Tendo em conta as particularidades da fisiologia digestiva do cavalo e os hábitos alimentares associados a esta espécie, a composição do regime alimentar deverá ter sempre por base um alimento forrageiro de boa qualidade. No presente trabalho, a qualidade das forragens não foi avaliada, mas a proporção entre as duas componentes parece ser mais

adequada que os valores observados em cavalos de saltos de obstáculos, em França (Martin et al., 2008). Neste estudo, os autores concluíram que a proporção entre a componente forrageira e concentrada da dieta (54,5% / 45,5%) era desequilibrada, sendo a quantidade de alimento forrageiro insuficiente. Tendo em consideração a diferente natureza dos exercícios praticados nas três modalidades em estudo, o trabalho muscular realizado em cada uma vai diferir no que respeita ao tipo de fibras musculares recrutadas, tornando-se necessário adaptar as dietas nos animais consoante a sua utilização desportiva. No que respeita à disciplina de saltos de obstáculos, o exercício executado pode ser considerado de carácter mais rápido e intenso. Neste caso, as reservas musculares de glucose e glicogénio são os substratos privilegiados na obtenção de energia por via anaeróbia (INRA, 2015). Desta forma, a dieta destes animais deve possuir uma componente concentrada, mais rica em cereais e amido, de forma a garantir a existência e reposição de reservas desses substratos (INRA, 2015). A utilização de uma maior proporção de alimento concentrado que foi observada nesta disciplina, na sua grande maioria com base em alimentos compostos, parece ir ao encontro da recomendação anterior. Pelo contrário, na disciplina de resistência equestre, sendo o exercício executado de longa duração e de intensidade variável, os principais substratos necessários à obtenção de energia (por via aeróbia) vão ser as reservas lipídicas dos animais (INRA, 2015). Neste caso, é dada especial importância ao fornecimento da componente forrageira das dietas, fonte de ácidos gordos voláteis, e não tanto à componente concentrada (Harris, 2005). Numa situação intermédia encontra-se a disciplina de *dressage*, cujo carácter do exercício praticado (em termos de velocidade e intensidade) se encontra entre as duas modalidades anteriormente referidas. É interessante verificar que a percentagem de alimento concentrado fornecido aos cavalos desta disciplina se encontra também num valor intermédio entre as disciplinas de saltos de obstáculos e resistência equestre.

Dadas as elevadas exigências energéticas dos cavalos utilizados na modalidade de resistência equestre, recorre-se muitas vezes à inclusão de óleos vegetais nas suas dietas uma vez que são mais eficientes no aumento da concentração energética das mesmas e permitem o aumento das reservas lipídicas corporais. Nas modalidades de *dressage* e saltos de obstáculos o fornecimento diário de óleo vegetal como complemento às dietas não é tão frequente. No entanto em algumas situações pode constituir uma componente adicional do regime alimentar dos animais como forma alternativa mais segura para aumentar a densidade energética do regime alimentar, evitando a ocorrência de problemas metabólicos devido ao excesso de amido. Outra componente adicional que muitas vezes faz parte do regime alimentar destes cavalos é a pedra de sal/ bloco de minerais. Uma vez que a maioria dos alimentos compostos complementares (rações) não garantem a ingestão suficiente de sódio e cloro em cavalos que apresentam perdas significativas de eletrólitos na sudação, de forma a compensar essas perdas, o fornecimento de pedras de sal (cloreto de sódio) /bloco de minerais aos cavalos em trabalho torna-se importante (Harris, 2005). Parece haver na

modalidade de saltos de obstáculos um interesse acrescido na disponibilização diária desta componente aos cavalos o que poderá estar relacionado com o nível de exigência desportiva ou com uma maior atenção por parte dos praticantes desta disciplina. Contrariamente ao verificado na modalidade de saltos de obstáculos, nas disciplinas de resistência equestre e *dressage* esta prática não é tão comum, podendo ser explicada pela preferência de outros alimentos/complementos que providenciem esses sais/ minerais (e.g. bisnagas de eletrólitos). Em fases de treino/competição assiste-se frequentemente à realização de alterações nos regimes alimentares dos cavalos na tentativa de lhes proporcionar um melhor acompanhamento nutricional em alturas de maior esforço. Essas alterações podem incluir a adição de novos alimentos ao regime já fornecido e/ou o reajuste das quantidades desse regime ou mesmo o fornecimento de uma dieta diferente da usual. Os alimentos adicionados ao regime diário constituem os chamados complementos, cujos principais objetivos da sua utilização são abordados mais à frente. Na modalidade de *dressage*, 51% dos animais são alvo de suplementação das dietas “base” com outros alimentos complementares, no entanto, em 26% dos casos observa-se também essa adição acompanhada de um ligeiro ajuste das quantidades fornecidas dessa dieta. Relativamente à modalidade de saltos de obstáculos, verifica-se a adição de outros alimentos em complemento ao regime já fornecido, em 87% dos casos. Isto pode revelar uma atenção especial, por parte dos responsáveis pela definição das dietas destes cavalos, no que respeita ao acompanhamento nutricional em fases de maior exigência física. Por sua vez, na disciplina de resistência equestre, o padrão das alterações efetuadas em regimes de treino/competição vai ser ligeiramente diferente do observado para as modalidades referidas anteriormente. As alterações efetuadas com maior frequência são a adição de outros alimentos ao regime diário em 20% dos casos, e essa adição acompanhada de um pequeno ajuste das quantidades do regime já fornecido em 24% dos casos. Ainda assim, 16% dos animais sofrem apenas ligeiras alterações das quantidades diárias do regime já fornecido, e 13% recebem uma dieta totalmente diferente, tanto em termos de qualidade como em quantidade dos alimentos. Deve salientar-se que nos casos em que se realiza esta alteração total do regime alimentar, esta é feita gradualmente e não de forma repentina, de forma a evitar problemas metabólicos que possam surgir. Enquanto nas disciplinas de *dressage* e saltos de obstáculos as alterações aos regimes se limitam à adição de novos alimentos ao regime já fornecido, a qual pode ou não ser acompanhada por um reajuste das quantidades desse regime, na de resistência equestre isso não se verifica. Assim sendo, observa-se na resistência equestre uma forma diferente de acompanhamento nutricional nestas fases, sendo a modalidade com menor utilização de complementos, e a única onde se efetuam alterações totais dos regimes ou apenas ajustes das quantidades dos regimes já fornecidos. Este facto pode ser justificado pela complexidade acrescida desta disciplina em termos de exigência física e das especificidades inerentes ao tipo de provas (Harris, 2005). Não existindo uma forma ideal única de alimentação que se adegue a todos os animais, cada

responsável tende a criar a sua própria forma de preparação dos animais para o esforço, sendo bastante clara a existência de duas tendências no que toca ao acompanhamento nutricional em fases de maior esforço: a de “simplificar ” o mais possível as dietas, com alimentos de boa qualidade, recorrendo apenas a boas forragens e bons alimentos compostos cujas quantidades podem ou não ser ajustadas, ou fornecendo um regime alimentar diferente sempre que a exigência do exercício o torne necessário; e a de “aumentar a complexidade das dietas” introduzindo vários alimentos complementares, com o objetivo de auxiliar os animais e a aumentar a sua capacidade de resistência aos treinos/competições.

5.3. Alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas

No que diz respeito aos alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas, constatou-se que a maior parte se enquadra no âmbito da classificação de “outros alimentos complementares”. Nesta categoria inserem-se todos os alimentos compostos complementares que não são alimentos minerais nem alimentos substitutos do leite, sendo assim classificados. Ainda que a percentagem de alimentos dietéticos utilizados seja relativamente reduzida, verificou-se que muitas vezes os “outros alimentos complementares” podem igualmente apresentar composições e alegados efeitos semelhantes. Entre os alimentos dietéticos analisados, podem destacar-se os alimentos cujo objetivo nutricional específico é a compensação da perda de eletrólitos em caso de sudorese intensa, sendo esses os mais utilizados dentro desta categoria de alimentos. Observa-se assim uma atenção especial no que respeita às perdas de eletrólitos através da sudação. Em casos pontuais verificou-se a utilização de outros alimentos dietéticos cujos objetivos nutricionais são o apoio à recuperação de cascos e pele, a redução das reações de stresse, e o apoio à função hepática em caso de insuficiência hepática crónica. Além destes, verificou-se a utilização de alimentos dietéticos na disciplina de resistência equestre cujo objetivo é a redução do risco de hipocalcémia. Contudo, os animais a que se destinam são bovinos de leite e não equinos. De acordo com o referido pelos utilizadores, a inclusão deste alimento nas dietas destes cavalos durante as provas visa o fornecimento de quantidades consideráveis de cálcio como forma de evitar a ocorrência de “flutter” (condição provocada por uma situação aguda de hipocalcémia).

Verifica-se também a utilização de alguns alimentos complementares minerais, no entanto, com menor frequência quando comparando com outros alimentos complementares. Nesta categoria de alimentos contabilizaram-se todos os alimentos minerais observados com exceção dos blocos de sais/pedras de minerais, uma vez que a análise do seu fornecimento foi realizada anteriormente. Tanto este tipo de alimentos como os outros dois referidos anteriormente podem apresentar alegados efeitos semelhantes e serem utilizados com os mesmos objetivos, sendo esta classificação efetuada apenas com base nos dados de rotulagem. Por exemplo, dos vários alimentos complementares utilizados para compensação

da perda de eletrólitos alguns classificavam-se como alimentos dietéticos, outros como alimentos minerais, e outros ainda enquadravam-se como “outros alimentos complementares”.

Relativamente à utilização de matérias-primas na composição dos alimentos complementares em geral, destacam-se cinco categorias: Grãos de cereais e seus produtos derivados, Sementes ou frutos oleaginosos e seus produtos derivados, Tubérculos, raízes e seus produtos derivados, Minerais e seus produtos derivados e Diversos, enquanto que nos alimentos minerais se destacam essencialmente duas categorias: Minerais e seus produtos derivados, e Diversos. Uma vez que a classificação de “outros alimentos complementares” engloba maior um número de alimentos, é natural observar-se uma maior variedade de matérias-primas utilizadas na sua formulação. Pode observar-se a utilização frequente de certas matérias-primas tais como óleos vegetais, uma vez que constituem uma fonte de ácidos gordos ómega 3 e ómega 6, e que se pensa que estes possam ter um efeito na mediação de doenças inflamatórias em cavalos (NRC, 2007). Também os Fruto-oligossacáridos (FOS) são matérias-primas usadas frequentemente devido ao seu carácter de agentes prebióticos, visto que o seu fornecimento poder estimular o crescimento bacteriano no intestino grosso e a exclusão de bactérias patogénicas por competição (NRC, 2007), reduzir a incidência de cólicas limitando os efeitos prejudiciais na microflora intestinal resultantes do aumento repentino dos teores de amido das dietas, e diminuir também o risco de desenvolvimento de úlceras gástricas através do aumento do pH gástrico (Respondek, et al., 2007). No caso das matérias-primas pertencentes à categoria dos minerais e seus produtos derivados, a sua função mais frequente é a de fornecer macrominerais, alguns dos quais eletrólitos (sódio, potássio, cloro), de forma a compensar possíveis perdas pelo suor. Pode verificar-se o mesmo para os alimentos minerais. Também a glucosamina é utilizada com frequência na formulação de alimentos complementares uma vez que se considera que esta matéria-prima possui um efeito “condroprotetor”, promovendo a síntese de cartilagem articular, e sendo potencialmente eficaz a retardar, estabilizar ou reparar lesões de osteoartrite (Neil, Caron, & Orth, 2005).

Tal como referido anteriormente, é possível observar a existência de dois padrões distintos no que respeita à utilização de alimentos complementares na suplementação das dietas dos animais de resistência equestre. Relativamente ao número de produtos utilizados pode verificar-se tanto uma tendência para não fornecer qualquer tipo de alimento complementar, como para fornecer quatro ou mais, independentemente da frequência da sua utilização. Sendo o não fornecimento de outros alimentos complementares para além da dieta base, a prática mais frequente nesta modalidade, uma justificação possível pode prender-se com a redução dos gastos financeiros, para além da mentalidade de “simplificação das dietas”. Além disso, observa-se também de uma forma geral na disciplina de saltos de obstáculos, uma tendência para utilização de um a três alimentos complementares, sendo menos frequente a não utilização, ou a utilização de quatro ou mais destes alimentos. Isto pode demonstrar o

cuidado por parte dos responsáveis pelas dietas em adaptar o fornecimento de outros alimentos complementares conforme a exigência física do exercício praticado, de forma equilibrada e sem a utilização excessiva deste tipo de alimentos. No que diz respeito à disciplina de *dressage*, não se pode identificar exatamente um padrão relativamente às quantidades fornecidas de alimentos complementares, sendo este parâmetro algo variável nesta modalidade. Deve salientar-se que a avaliação do número de outros alimentos complementares utilizados na suplementação das dietas, por disciplina, não leva em conta a frequência da sua utilização, podendo esses alimentos ser usados diariamente ou pontualmente. Ainda assim o fornecimento pontual é mais frequente, o que revela uma prática de suplementação mais fragmentada, ou seja, de carácter menos contínuo, possivelmente também devido a motivos económicos, o que leva à prática generalizada de suplementação apenas em períodos de maior esforço físico dos animais, com objetivo de obtenção de melhores desempenhos.

Observou-se uma certa precaução por parte dos responsáveis pela definição das dietas relativamente a alguns alimentos complementares. Na grande maioria dos casos, estes alimentos apenas são fornecidos sob recomendação dos médicos veterinários uma vez que consideram ser mais seguro do ponto de vista da saúde e bem-estar dos animais, e na tentativa de evitar a utilização de alimentos “desconhecidos” que possam acusar resultados positivos nos testes de *doping*.

De acordo com o apurado através dos inquéritos, a utilização de alimentos complementares na suplementação das dietas visa o cumprimento de certos objetivos, tendo sido referidas algumas formas de aferição dos eventuais efeitos resultantes da sua utilização. Os objetivos identificados podem ser de carácter mais abrangente ou mais específico. Como exemplo, podem referir-se o “Reforçar a forma física, vitalidade e condição geral; preencher lacunas da dieta”, e “Otimização do funcionamento do sistema respiratório” respetivamente. Ainda assim, e de acordo com referido pelos utilizadores, os objetivos de utilização mais frequentes são a “Compensação das perdas de sais diárias e/ou em competições e dias de maior calor; manter hidratação; aumentar bem-estar”, e “Facilitar o trabalho muscular e recuperação dos treinos e/ou competições; evitar lesões musculares”. As formas de aferição podem também ser mais objetivas (e.g. maior crescimento e integridade dos cascos e/ou pelagem), sendo os efeitos resultantes mensuráveis, ou ser mais subjetivas (e.g. maior disponibilidade para o exercício pretendido; maior resistência), uma vez que os efeitos obtidos podem estar relacionados com vários fatores e não apenas com o fornecimento de determinado alimento. São por vezes utilizados alimentos cujos efeitos não são evidentes, sendo referido pelos utilizadores que são fornecidos apenas por “descargo de consciência”, ou pela ideia generalizada de que o alimento é supostamente eficaz e pode ter influência nos desempenhos desportivos dos animais. Constatou-se também algum desconhecimento sobre os objetivos de utilização de certos alimentos, sendo muitas vezes indicados objetivos que não são compatíveis com as

eventuais alegações. Dado que são frequentemente os médicos veterinários os responsáveis pela indicação dos produtos utilizados, os proprietários/cavaleiros tendem a utilizar o que lhes é recomendado, desconhecendo as razões pelas quais utilizam dados alimentos.

5.4. Caracterização nutricional dos alimentos compostos utilizados no regime diário

A análise da rotulagem dos alimentos compostos no que se refere aos constituintes analíticos e aditivos por quilograma de alimento permitiu calcular de forma aproximada os teores médios de macrominerais, oligoelementos, vitaminas e aminoácidos fornecidos diariamente. Como já foi referido, nestes cálculos não foram contabilizados os teores de alguns constituintes veiculados pelas próprias matérias-primas uma vez que essa informação não consta na rotulagem. Além disso não foi igualmente possível contabilizar os teores de constituintes veiculados por outros componentes da dieta fornecidos numa base diária (e.g. forragens ou mesmo algumas matérias-primas) devido à inexistência de dados analíticos. Assim, os dados obtidos tendem a ser inferiores aos reais por não se contabilizar a totalidade do regime.

Relativamente à ingestão diária de minerais para além das quantidades de cada um dos elementos é igualmente importante avaliar determinados rácios. No caso do cálcio e do fósforo, utilizando-se os valores médios observados para estes minerais obtém-se um rácio de 2,35. Apesar de o valor obtido ser superior a 1,5, valor considerado adequado para cavalos, os limites superior e inferior de 3 e 1 respetivamente, não são ultrapassados (NRC, 2007; INRA, 2015). Ainda assim, o limite superior observado para o cálcio pode encontrar-se ligeiramente acima das recomendações, podendo provocar uma redução da absorção de outros macrominerais como o fósforo e magnésio, e oligoelementos como zinco, cobre, ferro e manganês (INRA, 2015). No que diz respeito ao fornecimento diário de fósforo e magnésio, os valores médios observados parecem estar relativamente próximos das recomendações.

Constituindo o sódio, cloro e potássio os principais eletrólitos perdidos através do suor, e sendo estes nutrientes críticos para todos os cavalos sob regime de exercício intenso pois desempenham um papel fundamental na manutenção da pressão osmótica, equilíbrio de fluidos e atividade muscular, a sua ingestão através da dieta é essencial (Harris, 2005). Dos três principais eletrólitos, apenas a ingestão de cloro parece, em termos médios, estar bastante abaixo das recomendações. Deve ter-se em conta que estes elementos estão presentes em quantidades consideráveis na componente forrageira da dieta, a qual não foi contabilizada nestes cálculos. Para além disso apenas se observaram valores rotulados de cloro em 5 alimentos, dado que não é obrigatória a declaração deste elemento. Outra fonte comum destes minerais são as pedras de sal/ blocos de minerais, cuja composição não foi tida em consideração nos cálculos realizados. Além disso quando estes blocos de minerais

são colocados à livre disposição é pouco provável que ocorram deficiências de sódio e cloro (NRC, 2007).

Em relação ao fornecimento diário de oligoelementos deve avaliar-se em particular o rácio zinco:cobre. Utilizando os valores médios observados para estes oligoelementos obtém-se um rácio de 4,76. Uma vez que consideram-se aceitáveis rácios entre 4 e 6 (INRA, 2015), não parece haver nenhum desequilíbrio em termos médios no que respeita à relação destes oligoelementos na dieta. Ainda assim, observam-se valores máximos algo elevados para ambos os elementos. Em termos da eventual toxicidade, importa avaliar os teores médios diários fornecidos de selénio e iodo. Em termos médios não parece haver grandes afastamentos relativamente aos teores recomendados de selénio. Ainda assim, tal como para o cobre e zinco, também o limite máximo de selénio observado é um pouco elevado. No que respeita aos valores médios de iodo, estes ultrapassam também ligeiramente as recomendações existentes. Contudo, considerando uma ingestão diária média de 10-12,5 kg MS, nem um nem outro elemento atinge ou ultrapassa os valores máximos toleráveis estabelecidos pelo NRC (respetivamente 2mg de Se e 5mg de I/kg de alimento) (NRC, 2007). No que toca ao cobalto, em termos médios os valores diários ingeridos não parecem ser superiores às recomendações, estando as dietas em geral equilibradas neste oligoelemento. Relativamente ao ferro e manganês, as ingestões diárias de ambos em termos médios parecem estar relativamente próximas das recomendações. Ainda assim os limites máximos observados ultrapassam as recomendações diárias mas não os valores máximos toleráveis estabelecidos, 500 mg Fe /kg alimento e 400 mg Mn /kg MS respetivamente

Avaliando em termos médios o fornecimento diário de vitaminas, observa-se em relação às vitaminas A, D, e E valores de ingestão acima das recomendações, sobretudo no que diz respeito à vitamina E. Relativamente aos valores de ingestão média diária de vitaminas B₁ (tiamina) e B₂ (riboflavina), estes parecem também estar ligeiramente acima das recomendações, contudo, a toxicidade devida ao excesso de vitaminas hidrossolúveis em cavalos parece ter pouca probabilidade de ocorrência (NRC, 2007; INRA, 2015). No que respeita aos valores médios diários de biotina, parecem estar um pouco abaixo das recomendações, no entanto, não sendo consideradas todas as frações da dieta, não é possível aferir a existência de deficiência desta vitamina nas dietas dos animais.

Existindo limites legais de incorporação por quilograma de alimento completo estabelecidos para alguns dos constituintes analisados, como é o caso dos oligoelementos cobre, zinco, cobalto, selénio, manganês, ferro, e iodo, e da vitamina D, apresentados no Capítulo 2, é possível avaliar se estes limites são cumpridos tendo em conta os alimentos avaliados. Considerando como ingestão diária, o valor de matéria seca recomendado para cavalos a desempenhar exercício de intensidade média, apresentado no Capítulo 1, ou seja, entre 10 a 12,5 kg de matéria seca e dividindo tanto o valor médio observado como o valor máximo para cada um destes constituintes por esse valor, é possível avaliar o cumprimento, ou não, dos

limites de incorporação estabelecidos. Em nenhum dos casos foi ultrapassado o limite estabelecido pela legislação existente.

Relativamente à lisina, os valores médios observados parecem estar abaixo das recomendações diárias. Contudo, tal como aconteceu com outros constituintes, não é possível concluir sobre uma eventual carência neste aminoácido, visto não ter sido possível contabilizar a composição de outras frações da dieta.

O cálculo da diferença entre os valores de cobre, zinco, selênio, vitamina A, D, e E da dieta e os valores diários recomendados permitiu analisar e quantificar em que medida estes aditivos são fornecidos em excesso relativamente a esses valores. Quando em excesso, os teores diários de cobre são frequentemente 10 a 50% superiores às recomendações existentes, podendo em alguns casos atingir valores superiores a 100%. Em relação à ingestão de zinco, esta parece seguir um padrão semelhante à do cobre, sendo alcançados com maior frequência valores de 10 a 50% acima das recomendações existentes. No entanto, dado que os cavalos são relativamente tolerantes a concentrações mais elevadas de cobre e zinco na dieta, desde que o rácio entre estes minerais esteja dentro dos valores aconselhados (NRC, 2007), como é o caso do observado no presente estudo, aparentemente, as dietas praticadas parecem estar equilibradas nestes dois elementos, estando ainda distantes dos níveis máximos toleráveis (respetivamente 250 mg de Cu e 500 mg de Zn/ kg de alimento (NRC, 2005)). Relativamente ao selênio, este tende a ser superior às recomendações entre 50 a 100%, na maioria das situações observadas. Ainda que o fornecimento deste mineral em quantidades excessivas possa ter consequências graves, entre as quais estão identificadas alopecia e apodrecimento dos cascos (Geyer, 2005; NRC, 2007), no presente estudo, a concentração máxima tolerável de selênio não foi ultrapassada, se for considerada uma ingestão de MS entre 10 a 12,5 kg. Assim, pode considerar-se que os valores observados estão ainda dentro de alguma margem de segurança relativamente a problemas de toxicidade. Avaliando os teores de vitaminas é possível observar que os valores relativos à vitamina A tendem a ser maioritariamente superiores às recomendações 10 a 50%, podendo ainda alcançar valores mais elevados, mas com menor frequência. Sabe-se que os excessos de vitamina A podem resultar em fragilidade óssea (NRC, 2007). No entanto, no presente estudo, não são atingidos os limiares máximos toleráveis propostos pelo NRC (2007) o que leva a crer que os níveis observados sejam seguros. Relativamente à vitamina D, os valores observados tendem a ser na sua maioria superiores a 50% relativamente às recomendações, podendo tomar valores superiores a 100% embora com menor frequência. No entanto, tendo em conta o nível de segurança de 44 UI/ kg peso corporal/dia proposto pelo NRC, (2007) é pouco provável a ocorrência de problemas relacionados com a ingestão excessiva desta vitamina dado que os níveis máximos observados nunca ultrapassam esse limiar. A diferença entre os valores fornecidos de vitamina E e as respetivas recomendações desta vitamina é a que mais se destaca, sendo frequentemente 100% superior às recomendações estabelecidas. O NRC

(2007) estabelece como limite superior de segurança as 1000 UI de vitamina E/ kg MS. Contudo, considerando uma ingestão diária de matéria seca entre 10 a 12,5 kg, verifica-se que este limite não é ultrapassado. Assim, ainda que a ingestão de vitamina E possa ser aparentemente excessiva pode considerar-se que não terá efeitos negativos, dado que não existem riscos documentados resultantes da excessiva suplementação com vitamina E (Saastamoinen & Harris, 2008).

De um modo geral e considerando as recomendações nutricionais para cavalos de desporto, verificou-se que os regimes alimentares avaliados apresentaram-se excedentários relativamente a determinados constituintes. Assim, ainda que não se tenham identificado riscos evidentes resultantes do fornecimento excessivo de certos aditivos, a utilização de alguns alimentos complementares será no mínimo desvantajosa em termos económicos, uma vez que nos casos avaliados, as necessidades nutricionais já se encontram cobertas e excedidas pelo regime fornecido.

Os resultados da análise relativa às diferenças no fornecimento de Cu, Zn, Se, vit.A, vit.D e vit. E em função do tipo de utilização desportiva sugerem uma maior suplementação das dietas nos cavalos de saltos de obstáculos, uma vez que se observaram valores significativamente mais elevados dos três oligoelementos e das vitaminas A e D em relação às outras duas disciplinas. Isto poderá sugerir que exista uma maior preocupação com a definição das dietas e com a utilização de outros alimentos complementares nesta disciplina. Por outro lado, os resultados relativos à vitamina E, em que se observaram valores relativamente elevados e semelhantes para as três disciplinas, indicam também uma preocupação especial no que se refere ao fornecimento deste aditivo, uma vez que se considera que as suas propriedades antioxidantes possam ter alguma influência sobre os desempenhos desportivos dos animais. Para além disso, a maior parte dos cavalos observados, por se encontrarem estabulados, não tem acesso diário a forragens verdes, sendo assim conveniente uma maior suplementação com esta vitamina.

6. Conclusões

A título conclusivo, e considerando a globalidade do estudo realizado, há algumas observações gerais que merecem ser salientadas.

- A natureza dos exercícios praticados entre as três modalidades é distinta, fazendo variar também o trabalho muscular realizado. Conseqüentemente, entre outros parâmetros, as características dos animais utilizados, a duração e intensidade do exercício diário e alimentação parecem ser influenciadas pela respectiva modalidade.
- De um modo geral os animais utilizados com finalidade desportiva não possuem acesso a terrenos com pastagem, não podendo expressar o seu comportamento natural de pastoreio, baseando-se a alimentação apenas nos alimentos fornecidos quando em estabulação. As proporções das componentes concentrada e forrageira das dietas tendem a ser adaptadas consoante o tipo de trabalho muscular a desempenhar pelos animais, de forma a garantir a existência de reservas energéticas adequadas.
- Dada a elevada ingestão de água por parte destes animais e a variabilidade diária e individual, o fornecimento de água é feito majoritariamente através de bebedouros de nível e automáticos, permitindo um ajuste individual do consumo e a disponibilidade permanente de água.
- De uma forma geral, as pessoas envolvidas com maior frequência na definição das dietas são o médico veterinário, o proprietário e o cavaleiro que comunicando entre si, procuram adaptar os regimes alimentares a cada cavalo, tendo em conta as suas particularidades individuais e o tipo de exercício a que são sujeitos, de forma a potenciar os seus desempenhos desportivos e a garantir a sua saúde e bem-estar.
- Nas disciplinas de *dressage* e saltos de obstáculos as alterações nos regimes alimentares dos cavalos em fases de treino/competição limita-se à adição de novos alimentos ao regime já fornecido, a qual pode por vezes ser acompanhada de um reajuste das quantidades desse regime. O mesmo não se verifica na modalidade de resistência equestre, existindo várias formas de alteração das dietas em alturas de esforço acrescido.
- A maior parte dos alimentos complementares usados enquadra-se no âmbito da classificação de “outros alimentos complementares”. Contudo, uma vez que a classificação dos alimentos em “outros alimentos complementares”, alimentos minerais e alimentos dietéticos tem apenas por base os dados de rotulagem, muitos deles apresentam alegados efeitos semelhantes, sendo utilizados com os mesmos objetivos.

- Existe uma grande preocupação relativamente às perdas de eletrólitos pelos animais, sendo a “compensação da perda de eletrólitos em caso de sudorese intensa” o objetivo nutricional mais frequente dos alimentos dietéticos utilizados.
- A quantidade de alimentos complementares utilizados na modalidade de saltos de obstáculos tende a ser adaptada à exigência física do exercício praticado, evitando-se a utilização desequilibrada e excessiva destes alimentos. Já na de resistência equestre são notáveis as tendências opostas relativamente à suplementação com outros alimentos, verificando-se com maior frequência a não utilização ou o uso de quatro ou mais alimentos complementares. Ainda assim, de forma geral a prática de suplementação possui um carácter menos contínuo, incidindo principalmente sobre períodos de maior esforço físico dos animais.
- São vários os objetivos que podem estar na origem da utilização de determinados alimentos complementares. Contudo, em certas situações não é fácil garantir que os efeitos observados se devam única e exclusivamente ao fornecimento de dado alimento complementar, podendo estes depender de vários fatores. Além disso, é frequente a utilização de complementos cujos efeitos não são visíveis ou mensuráveis, mas ainda assim são utilizados por se ter criado uma ideia generalizada sobre uma alegada eficácia no aumento dos desempenhos desportivos dos animais. O referido anteriormente em conjunto com o facto de os cavaleiros/ proprietários tenderem a delegar ao médico veterinário a responsabilidade de decisão sobre o tipo de alimentos complementares a utilizar, faz com que se assista frequentemente a um desconhecimento sobre as verdadeiras razões que levam à sua utilização.
- As dietas diárias fornecidas aos cavalos consideram-se equilibradas no que respeita às quantidades de macrominerais e oligoelementos, embora os valores de certos oligoelementos possam estar acima das recomendações estabelecidas. Também os valores médios de algumas vitaminas se encontram acima das recomendações, sobretudo no que diz respeito à vitamina E. Ainda assim, é possível manter uma margem de segurança relativamente a questões de excesso e toxicidade nestes aditivos, uma vez que os limites superiores de segurança estabelecidos para cada um não são ultrapassados. Deve salientar-se que não foram contabilizadas todas as frações do regime alimentar, sendo os valores obtidos inferiores aos reais.
- Uma vez que os teores diários fornecidos dos aditivos avaliados parecem ser suficientes para cobrir as necessidades diárias destes animais, a adição pontual de alguns complementos que os forneçam poderá ser desvantajosa em termos económicos.

- Os teores fornecidos de alguns aditivos variaram significativamente entre modalidades, destacando-se a disciplina de saltos de obstáculos por apresentar consistentemente um fornecimento superior de Cu, Zn, Se, vitamina A e vitamina D. A preocupação relativamente ao fornecimento de vitamina E é idêntica, sendo esta fornecida em quantidades superiores às necessidades em todas as disciplinas.

O conhecimento das necessidades nutricionais específicas de cada disciplina, em particular no que se refere a alguns oligoelementos e vitaminas poderia constituir um fator importante para se conseguir um acompanhamento nutricional mais adequado dos cavalos utilizados nas várias modalidades, potenciando o seu desempenho desportivo e a obtenção de melhores resultados. Para além disso, considera-se que há ainda um longo caminho a percorrer, tanto no que se refere à investigação dos benefícios da utilização de algumas substâncias na suplementação das dietas, como na formação de utilizadores e técnicos, que permita fundamentar essa utilização.

Bibliografia

- Aguilera-Tejero, E., Estepa, J., 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.
- Baalsrud, K., & Overnes, G. (1986). Influence of vitamin E and selenium supplement on antibody production in horses. *Equine Veterinary Journal*, 18, 472- 474.
- Bailey, L. B., Moyers, S., & Gregory III, J. (2001). Folate. Em B. A. Bowman, & R. M. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 214). Washington DC: ISLI Press.
- Baker, L. A. (2005). Digestibility and retention of inorganic and organic forms of copper and zinc in yearling and mature geldings . Em A. Linder (Ed.), *Applied equine nutrition. Equine NUtrition COncference (ENUCO) 2005* (pp. 11-26). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Baker, L., Kearney-Moss, T., Pipkin, J., Bachman, R., Haliburton, J., & Veneklasen, G. (2003). The effect of supplemental inorganic and organic sources of copper and zinc on bone metabolism in exercised yearlings geldings. *Proceedings of the 18th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, 100-105.
- Balogh, L., Polyak, A., Mathe, D., Kiraly, R., Thuroczy, J., Terez, M., . . . Schauss, A. (2008). Absorption, uptake and tissue affinity of high-molecular-weight hyaluronan after oral administration in rats and dogs . *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 10582-10593.
- Bates, C. (2001). Thiamin . Em B.A. Bowman, & R.M. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 184). Washington DC: ISLI Press.
- Bell, R., Nielsen, B., Waite, K., Rosenstein, D., & Orth, M. (2001). Daily access to pasture turnout prevents loss of mineral in the third metacarpus of Arabian weanlings. *Journal of Animal Science*, 79, 1142- 1150.
- Bergin, B., Pierce, S., Bramlage, L., & Stromberg, A. (2006). Oral hyaluronan gel reduces post operative tarsocrural effusion in the yearling thoroughbred . *Equine Veterinary Journal*, 38, 375-378.
- Blackmore, D., Campbell, C., Cant, D., Holden, J., & Kent, J. (1982). Selenium status of Toroughbreds in the United Kingdom. *Equine Veterinary Journal*, 14, 139-143.
- Bonnaire, Y., Maciejewski, P., Popot, M., & Pottin, S. (2008). Feed contaminants and anti doping tests. Em M. Saastamoinen, & W. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP publication. 125*, pp. 399- 414. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Brama, P., TeKoppele, J., Bank, R., Barneveld, A., & Van-Weeren, P. (2002). Biochemical development of subchondral bone from birth until age eleven months and the influence of physical activity. *Equine Veterinary Journal*, 34, 143- 149.
- Bridges, C., & Moffitt, P. (1990). Influence of variable content of dietary zinc on copper metabolism of weanling foals. *American Journal of Veterinary Research*, 51, 275- 280.
- Brien, S., Lewith, G., & McGregor, G. (2006). Devil's Claw (*Harpagophytum procumbens*) as a treatment for osteoarthritis: a review of efficacy and safety. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 12, 981- 993.
- Brommer, H., & Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. S. (2001). Iron deficiency in stabled Dutch warmblood foals. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 15, 482-485.

- Bronner, F. (1993). Nutrient bioavailability, with special reference to calcium. *Journal of Nutrition*, 123, 797-802.
- Bushholz-Bryant, M., Baker, L., Pipkin, J., Mansell, B., Haliburton, J., & Bachman, R. (2001). The effect of calcium and phosphorus supplementation, inactivity, and subsequent aerobic training in the mineral balance in young, matured, and aged horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21, 71-77.
- Campbell, J., Fahey, G., Jr, & Wolf, B. (1997). Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. *Journal of Nutrition*, 127, 130-136.
- Caple, I., Edwards, S., Forsyth, W., Whiteley, P., Selth, R., & Fulton, L. (1978). Blood glutathione peroxidase activity in horses in relation to muscular dystrophy and selenium nutrition. *Australian Veterinary Journal*, 54, 57- 60.
- Carmona, J., & Giraldo-Murillo, C. (2007). Fisiopatología y tratamiento convencional de la osteoartritis en el caballo. *CES medicina veterinaria y zootecnia*, 1, 60-73.
- Carmona, J., Argüelles, D., & Prades, M. (2009). Efectos bioquímicos y clínicos del hialuronato oral en caballos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 41, 139- 147.
- Casini, L., Gatta, L., Magni, L., & Colombani, B. (2000). Effect of prolonged branch chain amino acid supplementation on metabolic responses to anaerobic exercise in standardbreds. *Journal of Equine Veterinary Science*, 20, 120-123.
- Casteel, S. (2001). Metal toxicosis in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17, 517- 527.
- Clark, S. (2002). The biochemistry of antioxidants revisited. *Nutrition in Clinical Practice*, 17, 5-17.
- Coenen, M. (1991). Chlorine metabolism in working horses and the improvement of chlorine supply. *Proceedings of the 12th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 91-92). Calgary, Alberta.
- Coenen, M. (2002). Exercise and stress- impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Advances in Equine Nutrition III* (pp. 265- 288).
- Coenen, M. (2005). Exercise and stress : impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livestock Production Science*, 92, 131- 145.
- Comunicação da Comissão 2004/C 50/01, de 25 de Fevereiro de 2004. *Jornal Oficial da União Europeia* C 50.
- Craig, A., Blythe, L., Rowe, K., Lassen, E., Barrington, R., & Walker, K. (1992). Variability of alpha- tocopherol values associated with procurement, storage, and freezing of equine serum and plasma samples. *American Journal of Veterinary Research*, 53, 2228- 2234.
- Cymbaluk, N. (1990). Cold housing effects on growth and nutrient demand on young horses. *Journal of Animal Science*, 68, 3152- 3162.
- De Behr, V., Daron, D., Gabriel, A., Remy, B., Dufrasne, I., Serteyn, D., & Istasse, L. (2003). The course of some bone remodelling plasma metabolites in healthy horses and in horses offered a calcium- deficient diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 87, 149- 159.
- de Vaux, A., & Julliand, V. (1992). Effet d'un probiotique sur la flore bacterienne et la biochimie du caecum chez le poney. *20ème réunion de l'association française pour la gnotoxémie 17 décembre (Jouy en Josas)*.

- Deaton, C., Marlin, D., Roberts, C., Smith, N., Harris, P., Kelly, F., & Schroter, R. (2002). Antioxidant supplementation and pulmonary function at rest and exercise . *Equine Veterinary Journal Supplement*, 34, 58- 65.
- Deaton, C., Marlin, D., Smith, N., Harris, P., Roberts, C., Schroter, R., & Kelly, F. (2004). Pulmonary epithelial lining fluid and plasma ascorbic acid concentrations in horses affected by recurrent airway obstruction. *American Journal of Veterinary Research*, 65, 80- 87.
- Deaton, C., Marlin, D., Smith, N., Roberts, C., Harris, P., Kelly, F., & Schroter, R. (2003). Pulmonary bioavailability of ascorbic acid in an ascorbate synthesising species, the horse. *Free Radical Research*, 37, 461- 467.
- Dechant, J., & Baxter, G. (2007). Glucosamine and chondroitin sulphate as structure modifying agents in horses. *Equine Veterinary Education Journal*, 19, 90- 96.
- Decreto-Lei n.º 136/2003 D.R.,1.ª Série. 147 (2003-06-28) p. 3724-3728.
- Decreto-Lei n.º 106/2009 D.R.,1.ª Série. 91 (2009- 5-12) p. 2838-2847.
- Diretiva 2008/38/CE da Comissão de 5 de Março de 2008 que estabelece uma lista das utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais. Jornal Oficial da União Europeia L 62, de 6 de Março.
- Divers, T. J. (2005). Equine motor neuron disease. *Journal of Equine Veterinary Science*, 25, 238- 240.
- Du, J., White, N., & Eddingston, N. (2004). The bioavailability and pharmacokinetics of glucosamine hydrochloride and chondroitin sulfate after oral and intravenous single dose administration in the horse. *Biopharmaceutics & Drug Disposition*, 25, 109-116.
- Dunnett, C., & Dunnett, M. (2008). Organic selenium and the exercising horse. Em M.T.Saastamoinen, & W. M. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP Publication. 125*, pp. 255- 266. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Dunnett, C., & Vervuert, L. (2010). Functional nutritional ingredients: science behind the claims for health. Em A. Ellis, A. Longland, M. Coenen, & N. Miraglia (Ed.), *The impact of nutrition on the health and welfare of horses. EAAP publication. 128*, pp. 241- 255. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Dunnett, M., & Harris, R. (1999). Influence of oral beta- alanine and L- histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Veterinary Journal Supplement*, 30, 499- 504.
- Eeckhout, W., & Paepe, M. D. (1994). Total phosphorus, phytate- phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 47, 19- 29.
- FEI. (2015). *ANTI-DOPING & CONTROLLED MEDICATION*. Obtido em 6 de Julho de 2015, de FÉDÉRATION EQUESTRE INTERNATIONALE: <http://www.fei.org/fei/horse-health-and-welfare/doping-controlled-medication>
- Ferland, G. (2001). Vitamin K. Em B. A. Bowman, & R.M. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 164). Washington DC: ILSIPress.
- Frape, D. (2004). *Equine nutrition and feeding* (3º ed.). Great Britain : Blackwell Publishing.
- Frean, S., Abraham, L., & Lees, P. (1999). In vitro stimulation of equine articular cartilage proteoglycans synthesis by hyaluronan and carprofen. *Research in Veterinary Science*, 67, 181-188.
- Frei, B. (1994). Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: mechanism of action . *The American Journal of Medicine* , 97 (3, Supplement 1), 5S- 13S.

- Geyer, H. (2005). Nutritional management to keep the hoof healthy. Em A. Linder (Ed.), *Applied equine nutrition. Equine NUtrition COference (ENUCO) 2005* (pp. 43- 60). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Glade, M. (1991a). Dietary yeast culture supplementation of mares during late gestation and early lactation: effects on dietary nutrient digestibilities and fecal nitrogen partitioning. *Journal of Equine Veterinary Science, 11*, 10-16.
- Glade, M. (1991c). Dietary yeast culture supplementation of mares during late gestation and early lactation: effects on milk production, milk composition, weight gain and linear growth of nursing foals. *Journal of Equine Veterinary Science, 11*, 89-95.
- Glade, M. (1991d). Dietary yeast culture supplementation of mares during late gestation and early lactation: effects on mare and foal plasma metabolite, aminoacide and endocrine profiles. *Journal of Equine Veterinary Science, 11*, 167-175.
- Glade, M. J., & Sist, M. (1988). Dietary yeast culture supplementation enhances urea recycling in the equine large intestine. *Nutrition Reports International Journal, 37*, 11-17.
- Glade, M., & Biesik, L. (1986). Enhanced nitrogen retention in yearling horses supplemented with yeast culture. *Journal of Animal Science, 62*, 1635-1640.
- Goachet, A., Berger, C., & Julliand, V. (2010). Effect of a new alive lactic bacteria as a probiotic on organic matter and cell walls digestibility in competing endurance horses. Em A. Ellis, A. Longland, M. Coenen, & N. Miraglia (Ed.), *The impact of nutrition on the health an welfare of horses. 128*, pp. 319- 322. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Gobert, J., Bertin, G., & Julliand, V. (2006). Digestive fate of *Sacharomyces cerevisiae* CBS 493 94, fed at 3 different concentrations to horses. *Reproduction Nutrition Development Journal, Supplement 1, 46*, S95- S96.
- Greiwe- Crandell, K., Kronfeld, D., Gay, L., Sklan, D., Tiegs, W., & Harris, P. (1997). Vitamin A repletion in Thoroughbred mares with retinyl palmitate or beta- carotene. *Journal of Animal Science, 75*, 2684- 2690.
- Grimmett, A., & Sillence, M. (2005). Calmatives for the excitable horse: a review of L-tryptophan. *The Veterinary Journal, 170*, 24- 32.
- Hall, J., Saun, R., Tornquist, S., Gradin, J., Pearson, E., & Wander, R. (2004). Effect of Type of Dietary Polyunsaturated Fatty Acid Supplementat (Corn Oil or Fish Oil) on Immune Responses in Healthy Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 18*, 880- 886.
- Hall, M., & Miller-Auwerda, P. (2005). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* pelleted product on cecal pH in the equine hindgut. *Proceedings of the 19th Equine Science Society*, (pp. 45-46). Tucson, AZ.
- Hall, R., Jackson, S., Baker, J., & Lowry, S. (1990). Influences of yeast culture supplementation on ration digestion by horses. *Journal of Equine Veterinary Science, 10*, 130-134.
- Hansen, R., Savage, C., Reidlinger, K., Dargatz, J. T., Ogilvie, G., Mitchell, D., & Fettman, M. (2002). Effects of dietary flaxseed oil supplementation on equine plasma fatty acid concentrations and whole blood platelet aggregation. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 16*, 457- 463.
- Hanson, R., Smalley, L., Huff, G., White, S., & Hammad, T. (1997). Oral treatment with a glucosamine-chondroitin sulfate compound for degenerative joint disease in horses: 25 cases. *Equine Practice, 19*, 16-22.
- Hanson, R., W.R. Brawner, M. B., Hammad, T., Kincaid, S., & Pugh, D. (2001). Oral treatment with a nutraceutical (Cosequin) for ameliorating signs of navicular syndrome in horses. *Veterinary therapeutics: research in applied veterinary medicine*, 2, 148- 159.

- Hargreaves, B., Kronfeld, D., Waldron, J., Lopes, M., Gay, L., Saker, K., . . . Harris, P. (2002). Antioxidant status of horses during two 80- km endurance races. *Journal of Nutrition*, 132 (6), 1781S- 1783S.
- Harmeyer, J., Coenen, M., Verfuehrt, I., & Sporleder, H.P. (2001). Effect of L- carnitine (LC) supplementation during training on muscle carnitine and plasma biochemical values. *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (p.282). Lexington, KY.
- Harrington, D., & Page, E. (1983). Acute vitamin D3 toxicosis in horses: Case reports and experimental studies of comparative toxicity of vitamins D2 and D3. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 182, 1358- 1369.
- Harris, P. (2005). Feeding the endurance horse. Em A. Linder (Ed.), *Applied Equine Nutrition*. Equine Nutrition Conference (ENUCO) 2005 (pp. 61-84). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Harris, P. (2008). Ergogenic aids in the performance horse. Em M. Saastamoinen, & W. M. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP publication*. 125, (pp. 373- 398). Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Harris, R. C., Harris, P. A., Routledge, N. B., Naylor, J. R., & Wilson, A. M. (2006). Plasma glutamine concentrations in the horse following feeding and oral glutamine supplementation. *7th International Conference of Equine Exercise Physiology . Equine Veterinary Journal Supplement*, 36, pp. 637- 642.
- Henninger, R., & Horst, J. (1997). Magnesium toxicosis in two horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211, 82- 85.
- Highfill, J. L., Potter, G., Eller, E., Gibbs, P., Scott, B., & Hood, D. (2005). Comparative absorption of calcium fed in varying chemical forms and effects on absorption of phosphorus and magnesium. *Proceedings of the 19th Equine Science Society*, (pp. 37- 42). Tucson, AZ.
- Hill, J. (2007). Impacts of nutritional technology on feeds offered to horses: A review of effects of processing on voluntary intake, digesta characteristics and feed utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 138, 92–117.
- Hill, J., Tracey, S., Willis, M., Jones, L., & Ellis, A. (2001). Yeast culture in equine nutrition and physiology. Em L. Jacques (Ed.), *Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium* (pp. 97- 114). Kentucky, USA: Nottingham University Press.
- Hiney, K., Nielsen, B., & Rosenstein, D. (2004). Short- duration exercise and confinement alters bone mineral content and shape in weanling horses. *Journal of Animal Science*, 82, 2313-2320.
- Hintz, H. A., Rogoff, J., & Schryver, H. (1973). Availability of phosphorus in wheat bran when fed to ponies. *Journal of Animal Science*, 36, 522-525.
- Hoffman, R., Morgan, K., Phillips, A., Dinger, J., Zinn, S., & Faustman, C. (2001). Dietary vitamin E and ascorbic acid influence on nutritional status of exercising polo ponies. *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 129- 130). Lexington, KY.
- Holbrook, T., Simmons, R., Payton, M., & MacAllister, C. (2005). Effect of repeated oral administration of hypertonic electrolyte solution on equine gastric mucosa. *Equine Veterinary Journal*, 37, 501- 504.
- Hudson, C., Pagan, J., Hoekstra, K., Prince, A., Gardner, S., & Geor, R. (2001). Effects of exercise training on the digestibility and requirements of copper, zinc, and manganese in Thoroughbred horses. *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 138- 140). Lexington, KY.

- Inoue, Y., Matsui, A., Asai, Y., Aoki, F., Matsui, T., & Yano, H. (2005). Effect of exercise on iron metabolism in horses. *Biological Trace Element Research*, 107, 33-42.
- INRA. (2015). *Equine nutrition: INRA nutrient requirements, recommended allowances and feed tables*. (W. M. Rosset, Ed.) The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Jackson, S. (1997). Trace minerals for the performance horses: Known biochemical roles and estimates of requirements. *Irish Veterinary Journal*, 50, 668- 674.
- Jacob, R. (2001). Niacin. Em B. A. Bowman, & R. M. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 199). Washington DC: ILSI Press.
- Jansson, A., Lindholm, A., Lindberg, J., & Dahlborn, K. (1999). Effects of potassium intake on potassium, sodium, and fluid balances in exercising horses. *Equine Veterinary Journal Supplement*, 30, 412-417.
- Johnston, C. (2001). Vitamin C. Em B. Bowman, & R. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 175). Washington DC: ILSI Press.
- Jouany, J. -P., Gobert, J., Medina, B., Bertin, G., & Julliand, V. (2008). Effect of live yeast culture supplementation on apparent digestibility and rate of passage in horses fed a high-fiber or high- starch diet. *Journal of Animal Science*, 86, 339-347.
- Julliand, V. (2005). Impact of nutrition on the microflora of the gastro- intestinal tract in horses. Em A. Lindner (Ed.), *Applied Equine Nutrition. Equine Nutrition Conference (ENUCO) 2005* (pp. 85- 103). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Julliand, V. (2006). Pre and probiotics : potential for equine practice. *Proceedings of the 3rd European Equine Nutrition and Health Congress*, (pp. 1-6). Merelbeke, Belgium .
- Khol- Parisini, A., Hoven, R. v., Leinker, S., Hulan, H. W., & Zentek, J. (2007). Effects of feeding sunflower oil or seal blubber oil to horses with recurrent airway obstruction. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 71, 59- 65.
- Kienzle, E., Kaden, C., Hoppe, P., & Optiz, B. (2002). Serum response of ponies to beta-carotene fed by grass meal or a synthetic beadlet preparation with and without added dietary fat. *Journal of Nutrition* , 132, 1774S- 1775S.
- Kirschvink, N., Fievez, L., Bougnet, V., Art, T., Degand, G., Smith, N., . . . Lekeux, P. (2002). Effect of nutritional antioxidant supplementation on systemic and pulmonary antioxidant status, airway inflammation and lung function in heaves affected horses. *Equine Veterinary Journal*, 34, 705- 712.
- Kronfeld, D. (2001). Body fluids and exercise: replacement strategies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21, 368- 375.
- Kyprianou, M. (2006). Commission regulation (EC) concerning the authorisation of selenomethionine as a feed additive. Em *Official journal of the european union*. No 1750/2006.
- Lewis, L. (1995). *Equine Clinical Nutrition : Feeding and Care* (pp.587). Philadelphia: Williams and Wilkins .
- Lopez, I., Estepa, J., Mendoza, F., Mayer-Valor, R., & Aguilera-Tejero, E. (2006). Fractionation of calcium and magnesium in equine serum. *American Journal of Veterinary Research*, 67, 463- 466.
- Marín, A. L. (2009). NRC E INRA Para Raciones De Caballos De Ocio Basadas En Forrajes Secos Y Concentrados Granulados: NRC Vs. INRA To Formulate Rations Based On Dry Roughages And Pelleted Concentrates For Leisure Horses. *Archivos de Zootecnia*, 58 (223), pp. 333- 344.

- Marlin, D., Fenn, K., Smith, N., Deaton, C., Roberts, C., Harris, P., . . . Kelly, F. (2002). Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. *Journal of Nutrition*, 132, 1622S- 1627S.
- Martin, L., Geffroy, O., Bonneau, A., Barré, C., Nguyen, P., & Dumon, H. (2008). Nutrient intake in high performance show-jumping horses in France. *Nutrition of the exercising horse. EAAP Publication. 125*, (pp. 333- 339). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Martin-Rosset, W., & Martin, L. (2015). Em Martin-Rosset, *Equine Nutrition. INRA nutrient requirements, recommended allowances and feed tables* (pp. 23-96). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Martin-Rosset, W., Tavernier, L., Trillaud-Geyl, C., & Cabaret, J. (2015). Em W. M. Rosset, L. Tavernier, C. Trillaud-Geyl, J. Cabaret, & W. M. Rosset (Ed.), *Equine nutrition: INRA nutrient requirements, recommended allowances and feed tables* (pp. 97- 119). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Maughan, R. (1999). Nutritional ergogenic aids and exercise performance. *Nutrition Research Reviews*, 12, 255- 280.
- McCutcheon, L., & Geor, R. J. (1998). Sweating. Fluid and ion losses and replacement. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 14, 75- 95.
- McDaniel, A., Martin, S., McCann, J., & Parks, A. (1993). Effects of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on in vitro equine cecal fermentation. *Journal of Animal Science*, 71, 2164-2172.
- McDowell, L. (2000). *Vitamins in animal and human nutrition* (2^o ed.). Ames: Iowa State Press.
- McDowell, L. (2003). *Minerals in animal and human nutrition*. Amsterdam , The Netherlands: Elsevier.
- McKenzie, R., Blaney, B., & Gartner, R. (1981). The effect of dietary oxalate on calcium, phosphorus and magnesium balances in horses. *The Journal of Agricultural Science*, 97, 69- 74.
- Medina, B., Girard, I., Jocotot, E., & Julliand, V. (2002). Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet . *Journal of Animal Science* , 80, 2600- 2609.
- Mertz, W. (1992). Chromium: history and nutritional importance. *Biological Trace Element Research*, 32, 3-8.
- Meulyzer, M., Vachon, P., Beaudry, F., Vinardell, T., Richard, H., Beauchamp, G., & Laverty, S. (2009). Joint Inflammation increases glucosamine levels attained in synovial fluid following oral administration of glucosamine hydrochloride. *Osteoarthritis and Cartilage Journal*, 17, 228-234.
- Michael, E., Potter, G., Maathiason-Kochan, K., Gibbs, P., Morris, E., Greene, I., & Topliff, D. (2001). Biochemical markers of bone modeling and remodeling in juvenile racehorses fed differing levels of minerals. *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 117- 121). Lexington, KY.
- Miller, E., Baker, L., Pipkin, J., Bachman, R., Haliburton, J., & Veneklasen, G. (2003). The effect of supplemental inorganic and organic forms of copper and zinc on digestibility in yearling geldings in training. *Proceedings of the 18th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 107- 112). Lansing, MI, USA.
- Moore, B. E., & Newman, K. E. (1993). Influence of feeding yeast culture (Yea- Sacc) on cecum and colon pH of the equine. *Journal of Animal Science*, 71, supplement 1, 261.

- Moore, B. E., Newman, K. E., Spring, P., & Chandler, V. E. (1994). Effect of yeast culture (Yea-Sacc 1026) on microbial populations and digestion in the cecum and colon of the equine. *Journal of Animal Science*, 72, supplement 1, 252.
- Möbeler, A., Licht, S., Wilhelm, L., & Kamphues, J. (2010). Can oral intake of gamma-oryzanol (experimentally given orally as pure substance) result in doping relevant testosterone levels in the urine of mares and geldings? Em A. Ellis, A. Longland, M. Coenen, & N. Miraglia (Ed.), *The impact of nutrition on the health and welfare of horses. EAAP Publication. 128*, pp. 293-298. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Neil, K., Caron, J., & Orth, M. (2005). The role of glucosamine and chondroitin sulfate in treatment for and prevention of osteoarthritis in animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226, 1079- 1088.
- Niemeyer, A., Vervuert, I., Appelt, K., Kluge, H., Jacobs, S., Baumgartner, M., & Coenen, M. (2005). Effects of L- carnitine supplementation on heart rate and selected metabolic responses in resting and exercising horses : a placebo- controlled double blind study. *Pferdeheilkunde*, 21, 107- 109.
- Nolan, M., Potter, G., Mathiason, K., Gibbs, P., Morris, E., Greene, L., & Topliff, D. (2001). Bone density in the juvenile racehorse fed differing levels of minerals. *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 33-38). Lexington, KY.
- Norman, A. W. (2001). Vitamin D. Em B. A. Bowman, R. M. Russell, & R. Russell, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 146). Washington DC: ILSI Press.
- NRC. (2005). *Mineral Tolerance of Animals, 2nd rev.* Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC. (2007). *Nutrient requirements of horses (6^a ed.)*. Washington DC: National Academy Press.
- Oke, S., Habashi, A. A., Weese, J., & Jamali, F. (2006). Evaluation of glucosamine levels in commercial equine oral supplements for joints. *Equine Veterinary Journal*, 38, 93-95.
- Pagan, J. (1989). Calcium, hindgut function affect phosphorus needs. *Feedstuffs*, 61, 1-2.
- Pagan, J. (1990). Effect of yeast culture supplementation on nutrient digestibility in mature horses. *Journal of Animal Science* , 68,supplement 1, 371.
- Pagan, J. D., Kane, E., & Nash, D. (2005). Form and source of tocopherol affects vitamin E status in Thoroughbred horses. *Pferdeheilkunde*, 21, 101- 102.
- Pagan, J., Harris, P., Brewster-Barnes, T., Duran, S., & Jackson, S. (1998). Exercise affects digestibility and rate of passage of all- forage and mixed diets in thoroughbred horses. *Journal of Nutrition*, 128, 2704S- 2707S.
- Pagan, J., Rotmensen, T., & Jackson, S. (1995). The effect of chromium supplementation on metabolic response to exercise in Thoroughbred horses. *Proceedings of the 14th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 96- 101). Ontario,CA.
- Patterson, D., Cooper, S., Freeman, D., & Teeter, R. (2002). Effects of varying levels of phytase supplementation on dry matter and phosphorus digestibility in horses fed a common textured ration. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22, 456- 459.
- Pearson, W. (2003). Ethnoveterinary medicine : The science of botanicals in equine health and disease. *Proceedings of Second annual European Equine Health and Nutrition Congress* , (pp. 31-40). The Netherlands.

- Pearson, W., Boermans, H., Bettler, W., McBride, B., & Lindinger, M. (2005). Association of maximum voluntary dietary intake of freeze-dried garlic with Heinz body anemia in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 66, 457- 465.
- Piercy, R., Hinchcliff, K., & Reed, S. (2002). Folate deficiency during treatment with orally administered folic acid, sulphadiazine and pyrimethamine in a horse with suspected equine protozoal myeloencephalitis (EPM). *Equine Veterinary Journal*, 34, 311- 316.
- Podoll, K., Bernard, J., Ullrey, D., Bar, S., Ku, P., & Magee, W. (1992). Dietary selenate versus selenite for cattle, sheep and horses. *Journal of Animal Science*, 70, 1965- 1970.
- Ramirez, S., & Seahorn, T. (1997). How to manage nutritional secondary hyperparathyroidism in horses. *Journal of Veterinary Medicine*, 92, 980- 985.
- Regulamento (CE) n.º 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Setembro de 2003, relativo aos aditivos destinados à alimentação animal. Jornal Oficial da União Europeia L 268 de 18 de Outubro.
- Regulamento (CE) n.º 479/2006 da Comissão, de 23 de Março de 2006, relativo à autorização de determinados aditivos pertencentes ao grupo dos compostos de oligoelementos. Jornal Oficial da União Europeia L 86 de 24 de Março.
- Regulamento (CE) n.º 186/2007 da Comissão de 21 de Fevereiro de 2007 relativo à autorização de uma nova utilização de *Saccharomyces cerevisiae* (Biosaf SC 47) como aditivo em alimentos para animais. Jornal Oficial da União Europeia L 63 de 1 de Março.
- Regulamento (CE) n.º 767/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Julho de 2009, relativo à colocação no mercado e à utilização de alimentos para animais. Jornal Oficial da União Europeia L 229, de 1 de Setembro.
- Regulamento (CE) n.º 886/2009 da Comissão de 25 de Setembro de 2009 relativo à autorização da preparação de *Saccharomyces cerevisiae* CBS 493.94 como aditivo em alimentos para cavalos (titular da autorização, Alltech France). Jornal Oficial da União Europeia L 254 de 26 de Setembro.
- Regulamento (CE) n.º 910/2009 da Comissão de 29 de Setembro de 2009 relativo à autorização de uma nova utilização da preparação de *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 como aditivo em alimentos para cavalos (detentor da autorização: Lallemand SAS). Jornal Oficial da União Europeia L 257 de 30 de Setembro.
- Regulamento (UE) n.º 335/2010 da Comissão, de 22 de Abril de 2010, relativo à autorização do quelato de zinco do análogo hidroxilado da metionina como aditivo de alimentos para animais de todas as espécies. Jornal Oficial da União Europeia L 102 de 23 de Abril.
- Regulamento (UE) n.º 349/2010 da Comissão, de 23 de Abril de 2010, relativo à autorização do quelato de cobre do análogo hidroxilado da metionina como aditivo de alimentos para animais de todas as espécies. Jornal Oficial da União Europeia L 104 de 24 de Abril.
- Regulamento (UE) n.º 1119/2010 da Comissão de 2 de Dezembro de 2010 relativo à autorização de *Saccharomyces cerevisiae* MUCL 39885 como aditivo na alimentação de vacas leiteiras e cavalos e que altera o Regulamento (CE) n.º 1520/2007 (detentor da autorização: Prosol SpA). Jornal Oficial da União Europeia L 317 de 3 de Dezembro.
- Regulamento (UE) n.º 68/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Janeiro de 2013, relativo ao Catálogo de matérias-primas para alimentação animal. Jornal Oficial da União Europeia L 29 de 30 de Janeiro.

- Regulamento (UE) n.º 5/2014 da Comissão de 6 de Janeiro de 2014, que altera a Directiva 2008/38/CE da Comissão que estabelece uma lista das utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais. *Jornal Oficial da União Europeia* L 2 de 7 de Janeiro.
- Regulamento de Execução (UE) n.º 269/2012 da Comissão, de 26 de Março de 2012, relativo à autorização de cloreto e trihidróxido de dicobre como aditivo de alimentos para animais de todas as espécies. *Jornal Oficial da União Europeia* L 89 de 27 de Março.
- Regulamento de Execução (UE) n.º 991/2012 da Comissão, de 25 de Outubro de 2012, relativo à autorização de hidroxicloreto de zinco mono-hidratado como aditivo de alimentos para animais de todas as espécies. *Jornal Oficial da União Europeia* L 297 de 26 de Outubro.
- Regulamento de Execução (UE) n.º 636/2013 da Comissão, de 1 de Julho de 2013, relativo à autorização do quelato de zinco de metionina (1:2) como aditivo de alimentos para animais de todas as espécies. *Jornal Oficial da União Europeia* L 183 de 2 de Julho.
- Regulamento de Execução (UE) n.º 107/2014 da Comissão, de 5 de Fevereiro de 2014, relativo à retirada do mercado dos aditivos para alimentação animal cloreto de cobalto hexa-hidratado, nitrato de cobalto hexa-hidratado e sulfato de cobalto mono-hidratado, e que altera o Reg (CE) n.º 1334/2003. *Jornal Oficial da União Europeia* L 36 de 6 de Fevereiro.
- Regulamento (UE) n.º 1123/2014 da Comissão de 22 de Outubro de 2014, que altera a Directiva 2008/38/CE da Comissão que estabelece uma lista das utilizações previstas para os alimentos com objetivos nutricionais específicos destinados a animais. *Jornal Oficial da União Europeia* L 304 de 23 de Outubro
- Regulamento de Execução (UE) n.º 1230/2014 da Comissão, de 17 de Novembro de 2014, relativo à autorização de bisilinato de cobre como aditivo em alimentos para animais de todas as espécies *Jornal Oficial da União Europeia* L 331 de 18 de Novembro.
- Regulamento de Execução (UE) n.º 861/2015 da Comissão, de 3 de Junho de 2015, relativo à autorização de iodeto de potássio, iodato de cálcio anidro e iodato de cálcio anidro granulado revestido como aditivos em alimentos para animais de todas as espécies. *Jornal Oficial da União Europeia* L 137 de 4 de Junho.
- Respondek, F., Goachet, A., & Julliand, V. (2008). Effects of dietary short-chain fructooligosaccharides on the intestinal microflora of horses subjected to a sudden change in diet. *Journal of Animal Science*, 86, 316- 323.
- Respondek, F., Goachet, A., Rudeaux, F., & Julliand, V. (2007). Effect of short-chain fructooligosaccharides on the microbial and biochemical profile of different segments of the gastrointestinal tract in horses. *Pferdeheilkunde*, 23, 146-150.
- Richardson, S., Siciliano, P., Engle, T., Larson, C., & Ward, T. (2006). Effect of selenium supplementation and source on the selenium status of horses. *Journal of Animal Science*, 84, 1742- 1748.
- Rieker, J., Topliff, D., Freeman, D., Teeter, R., & Cooper, S. (1999). The effects of supplemental molybdenum on copper balance in mature geldings. *Proceedings of the 16th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 365-370). Raleigh, NC.
- Rivero, J., Sporleder, H., Rothe, E. Q., Vervuert, I., Conenen, M., & Harmeyer, J. (2002). Oral L-carnitine combined with training promote changes in skeletal muscle. *Equine Veterinary Journal, Supplement* . 34, 269- 274.
- Rivlin, R. (2001). Riboflavin. Em B. Bowman, & R. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 191). Washington DC: ILSI Press.

- Roneus, B., Hakkarainen, R., Lindholm, C., & Työppönen, J. (1986). Vitamin E requirements of adult Standardbred horses evaluated by tissue depletion and repletion. *Equine Veterinary Journal*, 18, 50- 58.
- Saastamoinen, M., & Harris, P. (2008). Vitamin requirements and supplementation in athletic horses. Em M. Saastamoinen, & W. M. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP publication. 125*, pp. 233- 254. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Saastamoinen, M., & Martin-Rosset, W. (2008). *Nutrition of the exercising horse*. EAAP Publication (Vol. 125). Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Saastamoinen, M., Hyypä, S., & S.Särkijärvi. (2010). Influence of garlic supplementation on respiratory health and incidence of anemia in horses. Em A. Ellis, A. Longland, M. Coenen, & N. Miraglia (Ed.), *The impact of nutrition on the health an welfare of horses. EAAP publication. 128*, pp. 280-282. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Schryver, H. (1990). Mineral and vitamin intoxication in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 6, 295-318.
- Schryver, H., Parker, M., Daniluk, P., Pagan, K., Williams, J., Soderholm, L., & Hintz, H. (1987b). Salt consumption and the effect of salt on mineral metabolism in horses. *The Cornell veterinarian*, 77, 122-131.
- Schubak, K., Essen-Gustavsson, & Persson, S. (2000). Effect of creatine supplementation on muscle metabolic response to a maximal treadmill exercise test in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 32, 533-540.
- Sewell, D., & Harris, R. (1995). Effect of creatine supplementation in the Thoroughbred horse. *Equine Exercise Physiology 4. Equine Veterinary Journal Supplement*, 18, 239-242.
- Siciliano, P., Culley, K., & Engle, T. (2001). Effect of trace mineral source (inorganic vs organic) on trace mineral status in horses. *Proceedings of 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 419- 420). Lexington, KY.
- Siciliano, P., Kawcak, C., & McIlwraith, C. (2000). The effect of initiation of exercise training in young horses on vitamin K status. *Journal of Animal Science* , 78, 2353- 2358.
- Siciliano, P., Parker, A., & Lawrence, L. (1997). Effect of dietary vitamin E supplementation on the integrity of skeletal muscle in exercised horses. *Journal of Animal Science*, 75, 1553- 1560.
- Silva, C. (4 de Junho de 2010). O Cavalo Atleta. *Veterinária Actual*, pp. 18- 22.
- Snow, D. (1983). Skeletal muscle adaptations. A review. Em D. Snow, S. Persson, & R. Rose (Ed.), *1st International Conference Equine Exercise Physiology Proceedings* (pp. 160-183). Cambridge, UK: Granta Edition .
- Solomons, N. W. (2001). Vitamin A and carotenoids. Em B. A. Bowman, R. M. Russell, & R. Russell, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 127). Washington DC: ILSI Press.
- Stefanon, B., Bettini, C., & Guggia, P. (2000). Administration of branched chain amino acids to standardbred horses in training. *Jornal of Equine Veterinary Science*, 20, 115-119.
- Stephens, T., Potter, G., Mathiason, K., Gibbs, P., Morris, E., Green, L., & Topliff, L. (2001). Mineral balance in juvenile horses in race training . *Proceedings of the 17th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 26- 31). Lexington, KY.
- Stephensen, C. (2001). Vitamin A, infection and immune function. *Annual Review of Nutrition*, 21, 167- 192.

- Surai, P. (2006). *Selenium in nutrition and health*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Switzer, S., Baker, L., Pipkin, J., Bachman, R., & Haliburton, J. (2003). The effect of yeast culture supplementation on nutrient digestibility in aged horses. *Proceedings of the 18th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*, (pp. 12-17). East Lansing, MI.
- Toribio, R., Kohn, C., Chew, D., Sams, R., & Rosol, T. (2001). Comparison of serum parathyroid hormone and ionized calcium and magnesium concentrations and fractional urinary clearance of calcium and phosphorus in healthy horses and horses with enterocolitis. *American Journal of Veterinary Research*, 62, 938- 947.
- Treiber, K., Boston, R., Kronfeld, D., Staniar, W., & Harris, P. (2005). Insulin resistance and compensation in Thoroughbred weanlings adapted to high- glycemic meals. *Journal of Animal Science*, 83, 2357- 2364.
- Valle, E., & Bergero, D. (2008). Electrolyte requirements and supplementation in exercising horses. Em M. Saastamoinen, & W. M. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP publication. 125*, pp. 219- 232. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Van den Hoven, R., Bauer, A., Hackl, S., Zickl, M., Spona, J., & Zentek, J. (2010). Changes in intramuscular amino acid levels in submaximally exercised horses- a pilot study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94, 455- 464.
- van Doorn, D., Everts, H., Wouterse, H., & Beynen, A. (2004b). The apparent digestibility of phytate phosphorus and the influence of supplemental phytase in horses. *Journal of Animal Science*, 82, 1756- 1763.
- Vermeer, C., Shearer, M., Zittermann, A., Smith, C. B., Szluc, P., Hodges, S., . . . Weber, P. (2004). Beyond deficiency: potential benefits of increased intakes of vitamin K for bone and vascular health. *European Journal of Nutrition*, 43, 325- 335.
- Vervuert, I. (2008). Major mineral and trace element requirements and functions in exercising horses. Em M. T. Saastamoinen, & W. M. Rosset (Ed.), *Nutrition of the exercising horse. EAAP publication. 125*, pp. 207- 218. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Vervuert, I., & Coenen, M. (2005). Metabolic responses to oral tryptophan supplementation before exercise in horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89, 140- 145.
- Vervuert, I., Cuddeford, D., & Coenen, M. (2005). Effects of two levels of a chromium supplement on selected metabolic responses in resting and exercising horses. *Pferdeheilkunde*, 12, 109-110.
- Vervuert, I., Klein, S., & Coenen, M. (2010). Short-term effects of a moderate fish oil or soybean oil supplementation on post prandial glucose and insulin responses in healthy horses. *The Veterinary Journal*, 184, 162- 166.
- Weese, J. (2002a). Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22, 357- 380.
- Weese, J., & Rousseau, J. (2005). Evaluation of *Lactobacillus pentosus* WE7 for prevention of diarrhea in neonatal foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226, 2031-2034.
- Wehr, U., Engelschalk, B., Kienzle, E., & Rambeck, W. A. (2002). Iodine balance in relation to iodine intake in ponies. *The Journal of Nutrition*, 132, 1767S-1768S.
- White, A., Estrada, M., Walker, K., Wisnia, P., Filgueira, G., Valdes, F., . . . Martinez., R. (2001). Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in Thoroughbred race

- horses. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology*, 128, 99- 104.
- White, G., Jones, E., Hamm, J., & Sanders, T. (1994). The efficacy of orally administered sulfated glycosaminoglycan in chemically induced equine synovitis and degenerative joint disease . *Journal of Equine Veterinary Science* , 14, 350- 353.
- Williams, C., Hoffman, R., Kronfeld, D., Hess, T., Saker, K., & Harris, P. (2002). Lipoic acid as an antioxidant in mature Thoroughbred geldings : a preliminary study . *The Journal of Nutrition*, 132, 1628S- 1631S.
- Williams, C., Kronfeld, D., Hess, T., Saker, K., Waldron, J., Crandell, K., . . . Harris, P. (2004). Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. *Journal of Animal Science*, 82, 588- 594.
- Zempleni, J. (2001). Biotin. Em B. Bowman, & R. Russel, *Present Knowledge in Nutrition* (p. 241). Washington DC: ILSI Press.
- Zeyner, A. (2010). Evaluation of nutritional functional ingredients for improvement of digestive tract health and performance. *The impact of nutrition on the health and welfare of horses. EAAP publication. 128*, pp. 254- 265. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Anexos

Anexo 1- Inquérito construído para recolha de informação

INQUÉRITO N.º _____

O presente inquérito tem como principal objetivo recolher informação detalhada acerca da utilização de alimentos compostos complementares na suplementação das dietas do cavalo de desporto, em Portugal, em função das diferentes modalidades ou disciplinas praticadas.

A informação obtida bem como a sua posterior análise serão parte integrante de uma dissertação de Mestrado, cujo tema é “**Regimes alimentares no cavalo de desporto: a utilização de alimentos compostos complementares na suplementação das dietas.**”.

Salienta-se que os dados recolhidos serão apenas utilizados para fins académicos, garantindo-se o total sigilo e anonimato dos mesmos. Solicita-se que responda às perguntas com a máxima objetividade para que possam ser obtidos resultados conclusivos, os quais poderão ser posteriormente facultados.

Desde já muito obrigada pela sua colaboração.

DADOS GERAIS

1. Nome da coudelaria / exploração:

2. Localização: Distrito _____ Concelho _____

3. Nome/Nº do animal: _____ 4. Raça: _____

5. Idade: _____ anos 6. Sexo: Égua ___ Garanhão ___ Cavalo Castrado ___

7. Tipo de Utilização/Disciplina: _____

8. Trabalho diário

8.1. Duração: _____ h 8.2. Intensidade: Ligeiro ___ Médio: ___ Intenso: ___

9. Tipo de Alojamento: Boxe: ___ Baia: ___ Outra: _____

REGIME ALIMENTAR

1. Responsável pela definição da dieta: Nutricionista:____ Médico-Vet.:____ Proprietário:____
Cavaleiro:____ Tratador (com form. especializada):____ Tratador (sem form. especializada.):____
Outro:_____

2. Descrição geral do regime diário:

Alimentos Concentrados	
Alimento	Quantidade (kg/dia)
Componente Forrageira	
Alimento	Quantidade (kg/dia)
Outros Alimentos Complementares	
Alimento	Quantidade (kg, g ou mL/dia)

3. Existência de pedra de sal ou bloco de minerais: Sim____ Não____

4. Origem da água: Rede pública:____ Furo artesiano:____ Poço:____ Nascente:____

Linha de água superficial:____ Outra:_____

4.1 Tipo de bebedouro: Automático:____ Nível:____ Balde:____

Outro:_____

5. Distribuição dos alimentos

5.1. Alimento Concentrado

5.1.1. Frequência: _____ x dia

5.1.2. Fracionamento:_____

5.2. Forragem

5.2.1. Frequência: _____ x dia

5.2.2. Fracionamento: _____

6. Acesso a paddock/pastagem: Sim _____ Não: _____

Se sim, durante quantas horas por dia: _____

Com que encabeçamento (animais/ha)? _____

7. Prática de regimes distintos em fases de competição/treino: Sim _____ Não _____

Se sim, descreva: _____

8. Caracterização dos alimentos complementares utilizados na suplementação da dieta:

8.1. Tipo de alimento

8.1.1. Alimento dietético: _____ Se sim, qual o objetivo nutricional: _____

8.1.2. Alimento mineral: _____ 8.1.3. Outro alimento complementar: _____

8.2. Frequência

Diária: _____ Outra: _____

8.3. Quais os objetivos da sua utilização:

8.4. A opção pela utilização destes complementos foi recomendada? Sim _____ Não _____

8.4.1. Se sim, por quem: Médico Vet. _____ Nutricionista _____ Outro _____

8.5. Os efeitos face aos objetivos de utilização podem ser aferidos? Sim _____ Não _____

8.5.1. Se sim, de que forma _____

8.6. Ocorrência de efeitos não esperados: Sim _____ Não _____

8.6.1. Se sim, quais _____

8.7. Composição (com base na rotulagem):

8.7.1. Matérias-primas

8.7.2. Aditivos (por unidade de massa ou volume)

Aditivos nutritivos: _____

Aditivos zotécnicos: _____

Observações: _____
