

Joana Inês de Jesus Quintã

# Suplementação e Prática Desportiva

## O Papel Do Farmacêutico Comunitário

Monografia realizada no âmbito da unidade Estágio Curricular do Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas,  
orientada pela Professora Doutora Maria da Conceição G. B. O. Castilho e apresentada à  
Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra

Julho 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Agradeço à Doutora Maria Conceição Castilho pela sua inteira disponibilidade e acompanhamento neste trabalho.

Ao Pai Samuel, Mãe Helena, Mano Sérgio e ao Ruben, por tudo.

## RESUMO

A importância de uma alimentação equilibrada e a prática regular desportiva ganha cada vez mais força no quotidiano da população portuguesa. Nesta população existe uma particular: os atletas que praticam desporto diariamente e os atletas de alta competição. Quando o nível dos atletas é elevado, a nutrição é uma peça fundamental no desempenho e recuperação do indivíduo. Por norma, a alimentação variada e energeticamente adequada é suficiente, no entanto existem casos em que os suplementos alimentares podem ser uma mais-valia para o atleta, principalmente em situações de carências nutricionais, em casos em que há um grande *stress* e desgaste provocado pelo intenso desporto. Nos últimos tempos têm surgido cada vez mais suplementos alimentares no mercado e o seu consumo tem sido cada vez maior. Porém, muitos destes suplementos não têm eficácia demonstrada e os seus consumidores desconhecem os efeitos adversos que podem provocar. São cada vez mais as pesquisas que pretendem verificar a eficácia e segurança dos suplementos alimentares e a investigação pela procura do suplemento ideal é cada vez maior. Neste texto iremos alertar para a importância da hidratação no atleta, abordar os principais suplementos usados em atletas de alta competição, com o intuito de averiguar qual a efetividade no rendimento desportivo e elucidar para os seus riscos e efeitos adversos associados.

Palavras-chave: suplemento alimentar, prática desportiva, hidratação, performance, *endurance*, força.

## ABSTRACT

The importance of a balanced diet and regular practice of sports wins more and more strength in the everyday life of the Portuguese population. In this population there is a particular: athletes who practice sports daily and the high competition athletes. When the level of the athletes is high, the nutrition is a critical piece in the performance and recovery of the individual. As a rule, the variety of foods and adequate energy is sufficient, however there are cases where the food supplements can be an asset to the athlete, especially in situations of nutritional deficiencies, in cases in which there is a great deal of stress and wear caused by intense sport. In recent times food supplements have appeared increasingly on the market and their consumption has been increasing. However, many of these supplements have no proven efficacy and its consumers are unaware of the adverse effects that may result. The research intending to verify the efficacy and safety of food supplements is increasing and the search for the ideal supplement is every time bigger. In this text we will draw attention to the importance of the hydration of the athlete, addressing the main supplements used by the high competition athletes, in order to ascertain the effectiveness in the sports performance and to elucidate its risks and associated adverse effects.

Keywords: food supplement, sports practice, hydration, performance, *endurance*, strength.

## ÍNDICE

RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	2
ÍNDICE.....	3
LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS.....	4
INTRODUÇÃO.....	6
1. HIDRATAÇÃO .....	7
2. FADIGA MUSCULAR.....	8
3. MOTIVOS PARA O USO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES.....	9
4. SUPLEMENTOS ALIMENTARES E AGENTES ERGOGÉNICOS.....	10
5. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO .....	10
6. CLASSIFICAÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES .....	11
A) CLASSIFICAÇÃO RISCO VS BENEFÍCIO.....	11
B) CLASSIFICAÇÃO DOS SUPLEMENTOS SEGUNDO KREIDER.....	12
1) CATEGORIA I .....	13
2) CATEGORIA II.....	20
3) CATEGORIA IV .....	21
7. PAPEL DO FARMACÊUTICO.....	22
8. CONCLUSÃO.....	23
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
10. BIBLIOGRAFIA.....	24

## LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS

%	Por cento
>	Maior
2 <sup>a</sup>	Segunda
1,25-D <sub>3</sub>	1,25-Dihidroxicálciferol
2,3-DPG	2,3-Difosfoglicerato
abr	Abril
ACR	Aminoácidos de Cadeia Ramificada
AMPc	Adenosina Monofosfato Cíclica
ATP	Adenosina Trifosfato
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	Cafeína
Ca <sup>2+</sup>	Cálcio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
D.L.	Decreto-Lei
dez	Dezembro
EFSA	Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar
fev	Fevereiro
g	Grama
GPP	Gabinete de Planeamento e Políticas
h	Hora
H	Hidrogénio
H <sup>+</sup>	Iões de Hidrogénio
HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ião hidrogenofosfato
HSPs	Proteínas de Choque Térmico
HT	Hidroxitriptamina
ISSN	<i>International Standard Serial Number</i>
jan	Janeiro
jul	Julho
Kg	Quilograma
Km	Quilómetro
L	Litros
La	Lactato
La <sup>-</sup>	Iões de Lactato
Lab	Laboratório
mar	Março

Máx	Máximo
Mg	Miligrama
µg	Micrograma
min	Minutos
ml	Mililitro
mmol	Milimol
mOsm	Osmolaridade
nº	Número
O <sub>2</sub>	Oxigénio
°C	Graus Celsius
OMS	Organização Mundial de Saúde
out	Outubro
p.	Página
pH	<i>Power of Hydrogen</i> (Escala de medida de soluções líquidas)
pp.	Páginas
PTH	Hormona Paratirodeia
RNA	Ácido Ribonucleico
ROS	Espécies Reativas de Oxigénio
SA	Suplementos Alimentares
set	Setembro
SNC	Sistema Nervoso Central
TRP	Triptofano
VO <sub>2</sub>	Volume de oxigénio
vs	<i>Versus</i>

## INTRODUÇÃO

A evolução industrializada e social veio trazer ao mundo farmacêutico a procura por novas terapêuticas direcionadas a problemas cardiovasculares, obesidade, diabetes fazendo aumentar não só a investigação nesse sentido como também o número de medicamentos como antidiabéticos, anti-hipertensores, anti-hipercolesterémicos, entre outros. Estes números começaram a ser alarmantes o que levou aos profissionais de saúde, à Organização Mundial de Saúde (OMS), os meios de comunicação social, entre outros, a olhar para a alimentação e a atividade física, e dentro desta o exercício físico e o desporto, como a solução mais eficaz e económica de resolver grande parte de problemas, nomeadamente de obesidade, hipertensão arterial e colesterol.

O sedentarismo foi identificado como o quarto principal fator de risco principal que contribui para a mortalidade global, logo após a hipertensão, e o tabagismo e os níveis elevados de glicose sanguínea (1).

A atividade física é um conceito que abrange dois conceitos: exercício físico e desporto. O exercício físico refere-se a qualquer atividade que confere aptidão física enquanto que no desporto a atividade tem um objetivo a alcançar.

A alimentação equilibrada e a prática desportiva começam ambas a ganhar uma importância colossal na sociedade com o objetivo de combater carências nutritivas, prevenir doenças, aumentar o desempenho atlético e melhorar o nível estético, ganhando os suplementos alimentares popularidade no mundo desportivo.

É conhecido que a dieta é crucial para evitar a fadiga muscular mas a principal causa deste fenómeno é a desidratação.

Os suplementos alimentares estão cada vez mais presentes no consumo do quotidiano dos portugueses seja para, como para prevenir problemas no sistema reumatológico ou melhorar a circulação venosa e a memória ou a controlo de peso e estética e a performance no desporto. A verdade é que os “média” e as promessas milagrosas do *marketing* vieram criar alguma polémica relativamente à eficácia dos suplementos alimentares. O farmacêutico tem um papel importante no aconselhamento e acompanhamento nos indivíduos que pretendem aumentar o seu desempenho.

Neste estudo o nosso interesse irá ser centrado nos suplementos alimentares que surgem com a promessa de aumentar o desempenho desportivo bem como melhorar a recuperação pós-exercício, pretendendo-se desmistificar este tema no sentido de verificar a



eficácia de alguns suplementos mais utilizados pelos desportistas tanto de *endurance* como de força.

## I. HIDRATAÇÃO

A água é o principal constituinte do corpo humano estando presente em cerca de 70 a 75% no músculo. Estes números por si só demonstram a importância que esta substância tem na fisiologia e manutenção das funções do metabolismo humano.

Pode-se dizer que um dos mecanismos mais importantes do metabolismo corporal é o equilíbrio entre a ingestão e a perda de líquidos, sendo determinante para a saúde, nomeadamente para o desempenho desportivo. A desidratação no caso de ser prolongada a médio e a longo prazo causa efeitos indesejáveis no sistema renal, circulatório, respiratório, digestivo e até a nível cognitivo (2).

A hidratação toma especial importância em desportistas devido ao aumento da transpiração durante a prática desportiva, sobretudo em desportos aeróbios. Este aumento da transpiração é explicado porque 75% da energia consumida pelo sistema muscular é transformada em calor, logo, a temperatura corporal aumenta, aumentando assim a transpiração no sentido de arrefecer o organismo. Se a hidratação for insuficiente, a transpiração diminui e há um conseqüente aumento do ritmo cardíaco, aumento acentuado da temperatura corporal, dores de cabeça e até mal-estar generalizado. Estes efeitos resultam num deficiente desempenho aeróbio influenciando negativamente as respostas fisiológicas ao exercício físico (2).

As necessidades hídricas do indivíduo dependem efetivamente da intensidade da atividade e do *stress* térmico a que está sujeito. Estima-se que as perdas de água (transpiração, urina e fluidos) podem ir até aos 2 a 4 L por hora, sobretudo em ambientes com temperaturas acima dos 30°C ou com humidade superior a 50% (29). As bebidas isotónicas (200 a 320 mOsm/kg de água) são uma arma essencial na prevenção da desidratação e devem fornecer sais minerais, hidratos de carbono e devem ter a capacidade de aumentar a absorção de água através da combinação de sódios com diferentes tipos de açúcares (3).

Estudos recentes concluem que a desidratação diminui a capacidade do sistema nervoso central estimular a contração muscular e comprovam que uma hidratação correta pré, durante e pós atividade física melhora o rendimento desportivo (3).

Estudos recentes concluíram que necessidades hídricas e de sais minerais variam de atleta para atleta, com a idade, com o estado fisiológico do indivíduo e sobretudo com as condições ambientais e que a água é fundamental para manter o volume sanguíneo bem como para manter a temperatura corporal do organismo (2-3).

Os desportos de longa duração (maratona, triatlo) provocam perdas entre os 2 e os 6% de peso corporal, os ultramaratonistas (120 a 160km) perdem 3-6%, dos quais 50% ficam em estado de desidratação e 30% sofrem hiponatremia, resultando em grandes limitações no rendimento desportivo. Urdampilleta e Gómez-Zorita, em 2014, verificaram também que estes efeitos podem ser melhorados através de uma cuidada dieta nutricional acompanhada de bebidas isotónicas. Os efeitos adversos da desidratação foram também investigados demonstrando que a desidratação de 1% do peso corporal leva ao aumento de 0,3°C e de 6 pulsações por minuto durante o exercício físico e que com 2% a temperatura corporal aumentaria cerca 0,6 a 1° C e desregulação do ritmo cardíaco. Se a desidratação chegar aos 3% há perda da eficiência bioenergética, diminuição da resistência muscular, cefaleias. A desidratação aos 4% há uma mesma perda da resistência muscular, caibras, risco de queimaduras em ambientes abaixo dos 0°C e em altitudes elevadas. Aos 5 e 6% de desidratação a temperatura corporal pode elevar-se até aos 39-41°C resultando numa forte exaustão e paragem da atividade física (3).

## 2. FADIGA MUSCULAR

A fadiga muscular é a redução da capacidade do músculo produzir força ou potência muscular associada ao aumento da percepção do esforço e diminuição da intensidade do exercício. Trata-se de um fenómeno complexo, ainda com fenómenos por explicar, que depende do tipo de esforço (exercícios curtos ou longos). Nos exercícios curtos e de alta intensidade, a fadiga muscular está relacionada a factores intramusculares que resulta da redução de pH muscular, aumento da concentração do fosfato inorgânico no interior da fibra muscular e falhar na libertação de  $\text{Ca}^{2+}$  no sarcoplasma. Em exercícios que implicam um esforço prolongado, as modificações na contracção do músculo esquelético não são decisivas na fadiga, no entanto a nível metabólico, nomeadamente a diminuição acentuada de substratos necessários ao metabolismo energético e a hipoglicémia poderão causar a diminuição das funções musculares em produzir força e potência que o exercício exige (4).

Magalhães e colaboradores (2003) verificaram que o aumento da capacidade em realizar o exercício, resulta de uma alimentação rica em hidratos de carbono e não numa dieta rica em gorduras, que é explicado pelo aumento de glicogénio no músculo, a principal reserva de energia usada pelo músculo. Os resultados obtidos neste estudo, já comprovados por investigações posteriores, explicaram que a depleção do glicogénio muscular é a causa mais provável causa de fadiga em esforços longos (> 2 h) e de intensidade moderada (60-80% VO<sup>2</sup>máx). A redução da degradação e utilização do glicogénio muscular tem um efeito positivo na fadiga muscular, através da ingestão de hidratos de carbono antes e durante o exercício e através de outras substâncias ergogénicas como a cafeína (4).

Contudo a relação, entre fadiga em esforços de longa duração e a utilização das reservas de glicogénio muscular, não é clara. Existe indícios que o sistema nervoso central (SNC) poderá causar fadiga muscular em exercícios de longa duração. Este mecanismo é explicado pelo aumento de libertação de serotonina (5-hidroxitriptamina) no cérebro devido ao aumento do seu precursor, o triptofano. Esta atividade serotoninérgica é afetada pela duração dos exercícios resultando numa dificuldade em manter a activação das áreas motoras do cérebro e a própria contração do músculo bem como o aumento da percepção do esforço (4).

### 3. MOTIVOS PARA O USO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES

O desporto é cada vez mais competitivo e por vezes as vitórias são ganhas por pequenos detalhes, como é o caso do atletismo em que muitas vezes provas são ganhas por milésimos de segundo. Em competição verifica-se uma grande busca pela melhoria da performance, resultados mais expressivos, aumentar o rendimento, atingir novos recordes, e por esse motivo são cada vez mais comuns os meios para estimular o ganho de capacidades, sejam físicas e/ou psicológicas, a fim de atingirem objectivos (5).

O uso de suplementos alimentares é cada vez mais utilizado com o objectivo de chegar ao melhor estado fisiológico possível, melhorar a condição física e resposta ao treino, diminuir a fadiga e evitar a desidratação (5).

Segundo alguns estudos realizados em Portugal, em atletas de *endurance*, os principais motivos apresentados por estes para o uso de suplementos são: acelerar a recuperação; melhorar o desempenho desportivo; ter mais energia e reduzir o cansaço; permanecer

saudável; prevenir e tratar doenças/lesões; aumentar a força e resistência; corrigir erros alimentares e ganhar massa muscular (5-6).

#### 4. SUPLEMENTOS ALIMENTARES E AGENTES ERGOGÉNICOS

Os Suplementos Alimentares (SA) são definidos como “géneros alimentícios que se destinam a complementar e ou suplementar o regime alimentar normal e que constituem fontes concentradas de determinadas substâncias nutrientes ou outras com efeito nutricional ou fisiológico” (7).

Agentes ergogénicos são substâncias que têm o objetivo de melhorar a performance desportiva, aumentar o rendimento do atleta através de uma melhor eficiência, controlo e produção energética (8).

#### 5. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

A Diretiva nº 2002/46/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 10 de Junho, fixa as normas relativas ao fabrico e comercialização dos suplementos alimentares e foi transposta para a ordem jurídica nacional segundo o Decreto-Lei nº 136/2003 de 28 de Junho. Este D.L. define “géneros alimentícios que complementam e/ou suplementam o regime alimentar normal”. Fontes concentradas de determinadas substâncias nutrientes, com efeito nutricional ou fisiológico (estremes ou combinadas), comercializadas sob a forma doseada (tais como cápsulas, pastilhas, comprimidos, pílulas e outras formas semelhantes, saquetas de pó, ampolas, frascos com conta-gotas e outras formas similares de líquidos ou pós) que se destinam a ser tomadas em unidades medidas de quantidade reduzida. Os nutrientes e os ingredientes que os compõem são designadamente vitaminas, minerais, ácidos gordos essenciais, hidratos de carbono, proteínas, gorduras fibras, várias plantas e extratos de ervas (7).

Os suplementos podem ser classificados como suplementos de conveniência (barras de energia, substituição de refeição pós, prontos para beber suplementos), fornecedores de energia, ganho de peso, perda de peso e ou melhoria de desempenho (3).

O Decreto-Lei nº54/2010 de 28 de Maio, “de acordo com o Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado”, designou como autoridade

competente “para a defesa e promoção da qualidade e segurança alimentar” o Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP) do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

## 6. CLASSIFICAÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES

### A) CLASSIFICAÇÃO RISCO VS BENEFÍCIO (9)

Os suplementos alimentares são substâncias que podem trazer benefícios mas também riscos aliados à sua toma. Risco é a probabilidade de ocorrer um evento desfavorável e benefício a algo favorável e positivo. A seguinte tabela refere-se à classificação dos suplementos segundo o seu risco/benefício.

Tabela I - Riscos (preocupações de segurança)

		Riscos (preocupações de segurança)			
		Mínimo	Baixo	Moderado	Alto
Benefício potencial	Alto	1	2	7	9
	Moderado	3	4	8	10
	Baixo	5	6	11	12

#### Zona Verde

Classe 1: suplementos mais suscetíveis de fornecer benefícios no desempenho com o mínimo de probabilidade de efeitos adversos (bebidas desportivas).

Classe 2: suplementos alimentares, como os da classe 1, têm alto potencial de benefícios. Os riscos associados, embora baixos, são um pouco maiores do que para os suplementos da classe 1 (ACR).

Classe 3: têm probabilidade mínima de apresentar efeitos colaterais adversos. No entanto, seus benefícios propostos têm apenas potencial moderado (multivitamínicos e minerais).

#### Zona Amarela

Classe 4: suplementos têm baixo risco de efeitos adversos e benefícios moderados (cafeína, creatina).

Classe 5: suplementos têm riscos associados mínimos, mas o seu potencial de resultados positivos é baixo, devendo-se considerar a probabilidade de ter benefícios ou não antes de tomar qualquer um destes (glutamina).

Classe 6: riscos associados ainda são baixos mas ainda podem ter benefícios (L-carnitina).

Classe 7: suplementos que têm benefícios altos, como os suplementos pertencentes às classes 1 e 2, mas apresentam riscos moderados passíveis de provocar efeitos colaterais indesejáveis.

Classe 8: sua probabilidade de efeitos adversos e de benefícios é moderada (arginina).

### **Zona Vermelha**

Classe 9: suplementos que têm alto potencial de produzir efeitos benéficos contudo também têm alto potencial de produzir efeitos indesejáveis.

Classe 10: suplementos que apresentam altos riscos de efeitos colaterais adversos, têm potencial moderado para resultados positivos (efedrina).

Classe 11: suplementos apresentam preocupações de segurança moderada, como os da classe 7 e 8, mas estes inserem-se na zona vermelha porque não são suscetíveis de fornecer benefícios (anabolizantes).

Classe 12: têm um baixo potencial para produzir quaisquer que sejam os benefícios e são altamente suscetíveis de produzir efeitos secundários perigosos (sinefrina).

Para os suplementos inseridos nesta classe deve-se considerar cuidadosamente os riscos e se efetivamente o benefício compensa os efeitos colaterais que pode provocar.

## **B) CLASSIFICAÇÃO DOS SUPLEMENTOS SEGUNDO KREIDER**

No último grande estudo de Kreider (ISSN2004) houve a preocupação de categorizar os suplementos conforme a sua eficácia comprovada vs segurança da seguinte forma (10):

I. Aparentemente eficaz. Suplementos que possibilitam aos indivíduos suprirem as necessidades calóricas gerais em que a maioria de estudos nas populações, relevantes, mostrou a sua eficácia e a sua segurança (proteínas, creatina, bicarbonato de sódio, fosfato de sódio e cafeína).

II. Possivelmente eficaz. Suplementos com estudos iniciais que são apoiados por fundamentação teórica, contudo exige mais pesquisas para determinar como o suplemento pode afetar o desempenho e a performance (ACR).

III. Eficácia latente. Suplementos teoricamente eficazes, mas faltam pesquisas suficientes para apoiar o seu uso (fosfatidilcolina).

IV. Aparentemente ineficaz. Suplementos que não possuem uma fundamentação científica e/ou de pesquisa que claramente demonstrou ser ineficaz (glutamina) (10).

Neste texto, segundo a classificação de Kreider, abordaremos os suplementos mais usados em Portugal em desportos de *endurance*.

## I) CATEGORIA I

### I.1) Proteínas

As proteínas estão bem estudadas e estima-se que um indivíduo consuma cerca de 0,8 a 1,2g/kg de peso corporal/dia para responder às necessidades do organismo e não se tornar prejudicial. No entanto, indivíduos que praticam exercício físico de *endurance* poderão aumentar este consumo para 1,2 a 1,6g/kg de peso corporal/dia. Para atletas de força este intervalo estará compreendido entre 1,4 a 1,8g/kg de peso de forma a poder mais facilmente auxiliar a necessidade diária proteica (11).

O desportista tem noção que praticamente metade da massa total do corpo do ser humano é constituído por tecido muscular esquelético (12), razão suficiente para que os suplementos proteicos sejam os mais utilizados pelos atletas, segundo alguns estudos feitos em território português (6,13-14) como em estudos feitos um pouco por todo mundo (15). Este facto revela a importância que é avaliar a eficácia e segurança, o risco e o benefício do uso destes suplementos.

Proteínas são moléculas constituídas principalmente por carbono, hidrogénio, oxigénio, azoto e enxofre, estruturalmente compostas por aminoácidos (20 unidades diferenciáveis) ligados por ligações peptídicas capazes de formarem estruturas longas e de alto peso molecular. Desempenham várias funções no organismo humano, entre elas a regulação de enzimas e hormonas, transporte de oxigénio e CO<sup>2</sup> no sangue, proteção contra micro-organismos e substâncias estranhas, contração do tecido muscular, estrutural

(queratina das unhas e cabelo, fibras de colagénio que dão forma a várias partes do corpo) e na obtenção de energia (16).

Como boas fontes de proteína temos o leite e derivados, carne de bovino, ovos, peixe e aves e se muitos defendem que uma alimentação equilibrada suprime as necessidades de um atleta, outros defendem que é necessário um suplemento proteico para dar resposta às necessidades do organismo.

Alguns estudos mostraram que a suplementação em proteína não era relevante em atletas de *endurance* no entanto veio a mostrar que para atletas de força e resistência poderia ser uma mais-valia.

Um estudo efetuado comprovou que 80g de proteína durante 12h após uma sessão de treino de força, dividido em várias tomas (4 tomas de 3-3h), verificou-se (através de biopsia) que havia maior estimulação da síntese proteica das miofibrilas musculares confirmando que o consumo proteico melhora a resposta anabólica (17).

Contudo, quando o consumo de proteína (resultando da dieta e da suplementação) se torna excessivo, leva a vários efeitos colaterais como: desidratação, aumento de flatulência, toxicidade hepática e renal, gota e um decréscimo na capacidade do organismo de absorver aminoácidos essenciais dos alimentos. Salientar ainda que nas mulheres poderá levar a casos de osteoporose devido ao facto de as proteínas aumentarem a excreção de cálcio (18).

## 1.2) Creatina

A creatina é uma proteína formada no fígado através de catabolismo de proteínas endógenas (arginina, glicina e metionina) sendo captada ativamente pelas fibras musculares (19). Desempenha um papel importantíssimo como a reserva de energia na sua forma fosforilada (creatina fosfato) para facilitar a regeneração de ATP, na fase inicial do exercício físico de alta intensidade e curta duração (por exemplo uma corrida de 100metros ou de uma série de levantamento de pesos) (20). A creatina é obtida através da síntese do próprio organismo bem como da ingestão de carnes (20) e cerca de 90% desta molécula encontra-se localizada no músculo-esquelético, exercendo um papel fundamental na sua contração e a sua regeneração depende, na totalidade, da via oxidativa (5).

A suplementação de creatina é alvo de estudos há várias décadas mostrando-se por vezes com resultados controversos. Relativamente a exercícios de alta intensidade e de curta duração, a suplementação com creatina não demonstra eficácia na diminuição da fadiga



nem no aumento da força máxima, mas mostrou-se vantajosa no aumento de força ou potência durante a realização de uma corrida curta ou em exercícios de séries (5-20). O uso de creatina vai aumentar os seus níveis musculares o que faz com a regeneração de ATP seja mais rápida e seja mais eficaz como agente ergogénico em exercícios de curta duração e de grande intensidade, com pequenos períodos de recuperação (20). Alguns estudos demonstraram que 5g de creatina, por dia, aumentam a massa muscular e peso corporal, facto explicado sobretudo pela retenção de água nas fibras musculares, mas também pelo aumento da expressão genética na tradução e síntese de proteínas (5).

Em suma, a suplementação com creatina pode ser benéfica em exercícios curtos de força mas não é eficaz em exercícios de longa duração não aumentando a performance em *endurance*.

### 1.3) Bicarbonato de sódio

Nos exercícios de *endurance* e de alta intensidade verificam-se elevadas produções de ácido láctico que ao se dissociar liberta iões de hidrogénio ( $H^+$ ) e iões de lactato ( $La^-$ ). Esta reação contribui para um decréscimo de pH ao nível do músculo aumentando a acidez que vai fazer com que o indivíduo sinta uma maior fadiga pós-exercício, que se vai verificar na diminuição da sua força (21). O corpo humano sob estas condições extremas tem a capacidade de reagir no sentido de manter os níveis de pH celulares adequados através de da tamponização do meio promovendo a troca iónica entre o interior da célula e o plasma sanguíneo (22). Baseado neste mecanismo de proteção, surgiram os suplementos com substâncias tampão, como o bicarbonato de sódio, de possível ação ergogénica com o objetivo de retardar a fadiga muscular pós-exercícios de alta intensidade, bem como melhorar o desempenho em exercícios intermitentes (21).

Diversos estudos foram efetuados no sentido de investigar o quanto poderá ser importante a manutenção do pH em valores elevados durante o exercício e constatou-se que na maioria dos estudos a ingestão de bicarbonato de sódio até 3h antes (de 60-120 min) do exercício, iria permitir o aumento da contractilidade do músculo durante o exercício, melhorando o desempenho anaeróbio do atleta. Assim, constata-se que a ingestão de bicarbonato de sódio vai aumentar a concentração extracelular de iões bicarbonato aumentando o pH sanguíneo resultando na saída dos iões  $H^+$  e  $La^-$  das células musculares, isto é, mantém o pH sanguíneo nos valores normais, reduzindo a acidez das células

musculares. Este mecanismo faz com que resulte assim numa redução significativa na fadiga do atleta (21,23).

As doses de bicarbonato de sódio deverão situar-se nos 0,3 g/kg de massa corporal para melhor efetividade. Doses superiores podem ser usadas mas verifica-se que causam grandes distúrbios gastrointestinais, o que se conclui que se devem evitar assim doses acima das referidas (23-24).

#### 1.4) Fosfato de sódio

A competição desportiva é cada vez mais exigente, a procura por novos recordes é imperativa o que faz com que a investigação por novas substâncias ergogénicas seja uma realidade. Um dos suplementos mais emergentes e que tem sido alvo de investigação diz respeito ao fosfato de sódio como possível substância benéfica no desempenho desportivo.

O fósforo é um macromineral essencial, não metálico, que se encontra no organismo tanto livre como sob a forma de sal ligado a sódio, cálcio ou magnésio. A quantidade presente no organismo é cerca de 11-14g de fósforo por kg de “massa livre de gordura” dos quais 85% encontra-se no sistema muscular esquelético (25).

O fósforo encontra-se em maiores quantidades em alimentos de origem animal como as carnes vermelhas, carnes de aves, peixe, ovos e produtos lácteos e a sua dose diária recomendada deve situar-se nos 700mg/dia (25).

No organismo, o fósforo é regulado sobretudo pelo sistema renal e pela hormona paratiroideia (PTH) e pela 1,25-Dihidroxicálciferol (1,25-D3), ou seja, o aumento da PTH diminui os níveis plasmáticos de fosfato inibindo a reabsorção pelos rins ao contrário da 1,25-D3 em que o seu aumento promove a reabsorção do fosfato a partir do intestino bem como a libertação deste a partir do osso (25-26).

Em situações normais as concentrações de fosfato sérico no organismo são de 0.75 - 1.35mmol/L, com aproximadamente 175-300mmol de fosfato excretados pela urina diariamente (25).

O fósforo desempenha variadíssimas funções no organismo como de estrutura, fazendo parte da parede das células e do osso, apresenta-se como componente dos ácidos nucleicos e de fosfoproteínas, que participam na fosforilação oxidativa das mitocôndrias e como fonte de energia em processos metabólicos fulcrais para o organismo humano. Foi nesta última função que os fosfatos se revelaram uma peça de investigação visto que é essencial na contração muscular e na condução do impulso nervoso, ou seja, o fosfato é

armazenado sob a forma de adenosina trifosfato (ATP) que constitui o principal substrato energético do organismo, reduz a afinidade da 2,3-difosfoglicerato (2,3DPG) da hemoglobina pelo oxigénio, facilitando a libertação de O<sub>2</sub> nos tecidos. É ainda uma substância fundamental nas vias metabólicas das proteínas, lípidos e glúcidos (fosforilação de vários intermediários). (19,25).

Por fim, é também um componente importante da fosfocreatina, composto muscular com ligação fosfato de forte potencial, capaz de sintetizar ATP quando este se esgota, estando assim intimamente envolvida no sistema fosfoenergético e na produção de energia anaeróbia durante exercícios intensos. (19,25).

Têm sido estudados vários mecanismos que poderão demonstrar o potencial da suplementação com fosfato de sódio em atletas praticantes de exercício aeróbio, que dizem respeito às concentrações de 2,3-Difosfoglicerato, eficiência do miocárdio, capacidade tampão do fosfato e síntese do ATP. Os benefícios demonstrados estão associados, sobretudo, ao aumento da capacidade aeróbia e do limiar aeróbio, aumento do limite da força muscular bem como melhoria na resposta do músculo do miocárdio e cardiovascular ao exercício físico.

O primeiro mecanismo estudado tem a ver com a capacidade do fosfato de sódio aumentar as concentrações de 2,3-difosfoglicerato disponível para se ligar aos glóbulos vermelhos, através do aumento dos seus precursores, o que faz com que a afinidade do oxigénio para a hemoglobina seja reduzida, permitindo assim uma maior descarga de oxigénio para os tecidos, nomeadamente para o músculo. Este mecanismo vai também promover o VO<sup>2</sup> máximo fazendo com que os atletas de *endurance* consigam treinar em níveis mais elevados de rendimento e por períodos mais longos. Buck e colaboradores (2014) comprovaram que 4g de fosfatos tomados durante 3 dias ou 50mg/kg de massa corporal tomados durante 6 dias são eficazes no aumento da concentração de 2,3-DPG, no aumento do VO<sup>2</sup> máximo, resultando numa melhoria significativa no rendimento dos atletas suplementados (25).

Um outro mecanismo de grande interesse tem a ver com a melhoria na contração do miocárdio, ou seja, melhoria na eficiência na forma como o coração bombeia o sangue levando a um aumento de volume de sangue em cada batimento, melhorando assim a eficácia cardíaca exigida durante o exercício de *endurance*, com maior oxigenação do tecido muscular. Este facto é explicado porque durante o exercício o fosfato plasmático diminui (hipofosfatémia) devido ao aumento de síntese de ATP, resultando numa diminuição da contractilidade do coração e conseqüente volume de sangue bombeado. Para além deste

fenómeno, se o exercício for prolongado, as reservas de ATP podem atingir níveis muito baixos, comprometendo a contração das células cardíacas. Os estudos comprovaram assim, que a suplementação com fosfato de sódio, em doses de 50mg durante 6 dias, aumenta a potência do batimento cardíaco e diminui o seu ritmo em repouso. Foi possível verificar também que 1g de fosfato de sódio tomado durante 5 dias é capaz de aumentar o diâmetro do ventrículo esquerdo, bem como o batimento cardíaco durante o exercício físico (25).

Os fosfatos têm a particularidade de estarem envolvidos nos sistemas de armazenamento fisiológicos no organismo, isto é, há um aumento de concentração de  $\text{HPO}_4^-$ , o que faz com que haja armazenamento de iões hidrogénio produzidos durante o exercício físico e consequente armazenamento de fósforo usado na síntese de ATP. Foi comprovado que quando os atletas são assim suplementados com fosfato de sódio, há uma melhoria da capacidade aeróbia e anaeróbia durante o exercício, possibilitando assim este suplemento aumentar, significativamente, o seu limiar anaeróbio (25).

O último mecanismo estudado tem a ver com a capacidade do fosfato de sódio melhorar a síntese de adenosina trifosfato (ATP) e fosfocreatina o que significa que a suplementação com fosfato pode aumentar a energia oxidativa e a síntese de ATP. Em suma, a suplementação com fosfato de sódio aumenta: a quantidade de fosfato disponível para a fosforilação da glicose; a atividade de algumas enzimas glicolíticas; o transporte de iões na cadeia respiratória, o que fazem com que haja um aumento do metabolismo oxidativo, bem como o amplificação da produção de energia sob a forma de ATP. Contudo, este mecanismo ainda tem alguns pontos para esclarecer pelo que os mesmos autores sugerem que mais estudos sejam feitos (25).

Paralelamente aos estudos da eficácia do fosfato de sódio foram também analisados os possíveis efeitos secundários na toma deste suplemento. Verificou-se assim que o uso regular do fosfato de sódio pode originar perturbações gastrointestinais como diarreia e vômito e a sua toma deve ser evitada em atletas com patologias renais. Pode-se, contudo, afirmar que os efeitos secundários são mínimos e que a sua toma é segura (25).

Os estudos realizados, concluíram que o fosfato de sódio é um suplemento que demonstra eficácia como potenciador da capacidade aeróbia, melhorando a performance do atleta. A dose administrada eficaz situou-se entre os 3 a 5g por dia durante 3 a 6 dias, no entanto deverão ser feitos mais estudos para definir melhor as doses consoante o nível do atleta, percentagem de massa muscular e género (25).

## 1.5) Cafeína

A cafeína é um dos recursos ergogênicos mais usados na comunidade desportista e alvo de muitos estudos há várias décadas. A cafeína é um alcalóide do grupo das metilxantinas (1,3,7-trimetilxantinas), sem valor nutricional, ( $C_8H_{10}N_4O_2$ ) encontrada em produtos como o café, coca-cola, guaraná e chocolate. É um composto farmacologicamente ativo, classificado como estimulante do sistema nervoso central e por esse mesmo motivo alvo de estudos como possível agente ergogênico sobretudo em exercício aeróbio. Em suma, a cafeína é uma substância capaz de estimular e restaurar funções cerebrais, sendo usada com grande frequência no sentido de aumentar o desempenho físico e diminuir a fadiga, sendo o seu consumo livre devido a apresentar baixa capacidade de induzir dependência (27-28).

O uso de cafeína tornou-se mais popular após 1984 (Jogos Olímpicos de Los Angeles) devido à declaração de ciclistas norte-americanos, declararem o uso de cafeína durante as competições (28). O possível aumento do desempenho físico levou o Comitê Olímpico Internacional a limitar o uso de cafeína em  $12\mu\text{g/ml}$  na urina.

Os principais efeitos da cafeína são a inibição da fosfodiesterase, os aumentos da concentração de adenosina monofosfato cíclica ( $AMP_c$ ), diminuição da degradação do glicogênio, aumento da oxidação dos lípidos e redução da sensação do esforço, diminuindo a fadiga muscular (27-28).

A cafeína tem sido apontada como uma molécula que apresenta mecanismos de ação central e periférica podendo melhorar o desempenho e performance do atleta. Este mecanismo tem sido explicado por três teorias: a primeira interfere com a junção neuromuscular, isto é, a sua ação estimulante resulta do aumento da liberação e consequente ação de catecolaminas, sobretudo da epinefrina, hormona responsável pela decomposição do glicogênio em glicose e liberação de ácidos gordos do tecido adiposo, vasodilatação dentro do tecido muscular e aumenta a frequência e força do batimento cardíaco. Em segundo lugar a cafeína parece induzir um efeito direto nas miofibrilas musculares através do aumento da permeabilidade de cálcio no retículo sarcoplásmico, aumentando assim a contração muscular. Por último, explica-se o efeito ergogênico da cafeína visto ter o poder de aumentar a oxidação de gorduras e reduzir a oxidação de hidratos de carbono, isto é, há aumento da disponibilidade energética, sobretudo de hidratos de carbono, visto que este é o principal fator limitante na performance física de *endurance* no indivíduo (28).

Têm sido feitas pesquisas no sentido de perceber a efetividade da cafeína no aumento da performance física, tanto em exercícios curtos como de longa duração. Em primeiro lugar é de notar que se as doses consumidas não forem elevadas (>9mg/kg) não são detetados efeitos colaterais durante e após o estudo (27). Doses compreendidas entre 3-6mg/kg de peso corporal são eficazes na melhoria do desempenho físico em exercícios aeróbios como é o caso da corrida e ciclismo (27-28). No que diz respeito aos treinos de força muscular, alguns estudos mostraram que há um incremento de força associada ao aumento de resistência e diminuição de fadiga (28). No entanto estas pesquisas efetuadas ainda não divulgaram uma relação bem definida do mecanismo da cafeína e seus efeitos bem como o seu mecanismo fisiológico ainda não está bem entendido (27).

## 2) CATEGORIA II

### 2.1) Aminoácidos de Cadeia Ramificada (ACR)

Os aminoácidos são a unidade básica que constitui uma proteína e dos 21 aminoácidos que se conhecem, três são de cadeia ramificada: leucina, isoleucina e valina. Estes três aminoácidos são essenciais, o que significa que são obtidos a partir da dieta alimentar e estão presentes na maioria das proteínas musculares (35%) (29). A ingestão diária de referência de leucina, valina e isoleucina, para indivíduos adultos, é de 42, 24 e 19 mg por Kg/dia, respectivamente (*Dietary Reference Intakes*) (30). Os ACR são moléculas capazes de favorecer o processo de cicatrização, melhorar o balanço proteico muscular em indivíduos idosos, poderão ser importantes no tratamento de patologias hepáticas e renais. Estas moléculas despertaram interesse na indústria dos suplementos por demonstrarem ter um papel fundamental, muito em particular a leucina, na regulação da síntese e degradação do tecido muscular (29). Muitos têm sido os estudos no sentido de demonstrar quais os efeitos no balanço proteico muscular e promoção do anabolismo proteico, na fadiga central em exercícios de longa duração, no favorecimento da secreção de insulina, melhorar a imunocompetência, diminuir o grau de lesão muscular resultante do exercício físico, ou seja, aumentar a performance do indivíduo (29).

A nível metabólico relativamente à síntese proteica, os ACR estimulam o processo de tradução de RNA mensageiros específicos no tecido muscular durante o período de recuperação pós-exercício de força, no entanto a maioria dos estudos demonstra que é a

leucina a molécula responsável por estimular e aumentar a síntese de proteínas e reduzir a proteólise, ou seja, atenuar a lesão muscular induzida pelo exercício (29-30).

No que concerne à fadiga muscular, esta teoria é baseada no facto que durante o exercício prolongado há um aumento da síntese cerebral de serotonina devido ao aumento de triptofano (precursor de serotonina) livre no plasma sanguíneo associado a um decréscimo da concentração de ACR. Assim, a suplementação com ACR iria aumentar a entrada de triptofano no cérebro o que diminuiria a fadiga central. No entanto, a maioria dos estudos não verificam ação ergogénica dos ACR, não aumentam a performance em exercícios de *endurance* e não diminuem a fadiga central não havendo assim necessidade de ingerir ACR antes ou pós exercício (29,31).

### 3) CATEGORIA IV – Aparentemente não efetivo e/ou perigoso

#### 3.1) Glutamina

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no plasma e no tecido muscular, representando cerca de 20% do total de aminoácidos livres e mais de 60% do *pool* de aminoácidos livres totais no músculo. É classificada como um aminoácido não essencial, uma vez que pode ser sintetizada pelo organismo a partir de outros aminoácidos (32-33).

Aquele aminoácido desempenha importantes funções no organismo, tais como a proliferação e desenvolvimento de células, o balanço ácido-básico, o transporte da amónia entre os tecidos, a doação de esqueletos de carbono para a gliconeogénese, a participação no sistema antioxidante, entre outras. Através de estudos dedicados à biologia celular, foi demonstrado que a glutamina pode também influenciar diversas vias de sinalização celular, em especial a expressão de proteínas de choque térmico (HSPs). “As HSPs contribuem para a manutenção da homeostase da célula na presença de agentes tais como as espécies reativas de oxigénio (ROS). Em situações de elevado catabolismo muscular, como após exercícios físicos intensos e prolongados, a concentração de glutamina pode tornar-se reduzida. A menor disponibilidade desse aminoácido pode diminuir a resistência da célula a lesões, levando a processos de apoptose celular. Por essas razões, a suplementação com L-glutamina, tanto na forma livre, quanto como dipeptídeo, tem sido investigada” (32).

No entanto, a glutamina é estudada principalmente devido à relação que existe entre o sistema imunitário e o exercício físico. A glutamina é um aminoácido necessário para a manutenção das funções do sistema imunitário e é conhecido que o exercício aumenta a

atividade celular imunológica, ou seja, após exercícios de *endurance* intensos e de longa duração pode fazer com que haja redução da disponibilidade de glutamina, podendo levar, sobretudo, ao desenvolvimento de patologias do sistema respiratório. A suplementação vai assim no sentido de evitar estes efeitos secundários do exercício físico (32).

Fontana (2003), Cruzat (2009) e colaboradores afirmam que o exercício físico, a curto e a longo prazo, tem influência sobre a síntese, libertação e concentração da glutamina no plasma. Estes mesmos autores não foram capazes de demonstrar os efeitos ergogénicos da suplementação de glutamina, isto é, não houve aumento da proliferação e da atividade das células do sistema imunitário nos atletas. Contudo, foi demonstrado que os praticantes de atividade física intensa tinham menor incidência de infeções no trato respiratório quando suplementados com glutamina (32-33).

Por fim, os estudos realizados sugerem que a suplementação com glutamina oral não é consistente, relativamente ao sistema imunitário e ao exercício físico, bem como não foi verificado melhorias na performance dos atletas.

## 7. PAPEL DO FARMACÊUTICO

Os suplementos alimentares são produtos de fácil acesso e nem sempre o indivíduo tem conhecimento sobre o que está efectivamente a comprar, neste sentido, a escolha de um suplemento alimentar deverá ser feita por um profissional de saúde da área de modo a ajudar o atleta a fazer a escolha que me melhor se adequa à situação e ao seu objetivo.

O farmacêutico é o profissional de saúde a que mais facilmente a população tem acessibilidade, podendo deste modo intervir no aconselhamento e acompanhamento do utente que pretende tomar suplementos alimentares. O farmacêutico deverá avaliar o estado nutricional do indivíduo, o seu estado de saúde, o nível físico do atleta e procurar conhecer a efectividade dos suplementos bem os efeitos indesejáveis associados.

Por fim, referir que o farmacêutico está muitas vezes associado à investigação destes suplementos ou ao controle da sua qualidade, bem como à produção e desenvolvimento destes produtos e ocupa sem dúvida um papel importantíssimo no mundo da suplementação, desde o seu fabrico ao acompanhamento do consumidor final.



## 8. CONCLUSÃO

Após a abordagem de todos estes suplementos fica a pergunta se os atletas devem ou não tomar suplementos alimentares e se a sua toma trará efetivamente benefícios ou se pelo contrário o benefício não é nenhum e ainda poderá trazer riscos para a saúde e performance do atleta.

A toma de suplementos tem especial importância nos casos em que existe alguma carência nutricional, ainda que, esta carência, segundo os vários estudos analisados, possa ser combatida a maioria das vezes pela dieta.

O atleta deverá averiguar os prós e os contras da suplementação, ter em conta o seu estado de saúde e o tipo de exercício que pratica.

É importante respeitar as doses cientificamente determinadas e as doses dietéticas estabelecidas dentro de um plano nutricional ajustado para cada suplemento, evitando-se possíveis efeitos adversos.

Deve informar-se sobre a qualidade do suplemento.

O papel do farmacêutico é sobretudo verificar os componentes rotulados e se a sua segurança foi avaliada e certificada pelas autoridades competentes, e aconselhar devidamente, bem como acompanhar os atletas.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os suplementos alimentares são cada vez mais usados pela população e não só por aqueles que praticam modalidades de alto nível. É um tema bastante vasto e cada vez mais surgem novas substâncias no mercado. Existem no mercado muitos tipos de suplementos alimentares no entanto neste texto foi dada especial atenção aos suplementos usados como ergogénicos pela minha curiosidade no tema, visto que a corrida faz parte do meu quotidiano. Existem muitos outros suplementos ergogénicos que não foram abordados mas penso que este texto já poderá ajudar a concluir sobre a vantagem da toma destes suplementos bem como orientar a toma dos mesmos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- (1) MENDES, R., SILVA, P., REIS, V. – **Prescrição de exercício para a saúde: Caracterização do dispêndio energético da marcha e da corrida.** Motricidade 2012. Vol. 8, nº S1, pp. 51-55 FTCD/FIP-MOC Suplemento do 2º SIPD/CIDESD.
- (2) **Alerta para os efeitos nocivos da desidratação.** (2014). [Acedido a 5 de Junho de 2014]. Disponível na Internet: <http://www.sportlife.com.pt/index.php/saude01/item/1463-alerta-para-os-efeitos-nocivos-da-desidrata%C3%A7%C3%A3o>
- (3) Urdampilleta, A., Gómez-Zorita, S. – **From dehydration to hyperhydration isotonic and diuretic drinks and hyperhydratant aids in sport.** Nutr. Hosp. 2014;29(1):21-25
- (4) Magalhães, J., Ascensão, A., Oliveira, J., Et al – **Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica.** Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 2003. Vol. 3, nº 1 [108-123]
- (5) MOACIR, P., MORAES, A., ORNELLAS, F., Et al – **Eficiência da suplementação de creatina no desempenho físico humano.** Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo. Vol. 6, nº 32, p.90-97. mar/abr. 2012. ISSN 1981-9900. [Acedido a 24 de Abril de 2014]. Disponível na internet: [www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br)
- (6) SOUSA, M. – **Uso de Suplementos Nutricionais em Desportistas Portugueses de Alto Nível das Modalidades de Atletismo, Natação e Triatlo,** Trabalho de investigação, Porto: Universidade do Porto, 2008.
- (7) Decreto-Lei nº 136/2003 de 28 de Junho, Artigo 3º, Diário da República – I Série-A: Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas
- (8) HORTA, L. – **Nutrição do desporto;** 2ª edição, Lisboa, 1996, Caminho
- (9) **Dietary Supplements Classification System–Risks and Benefits.** (2009). [Acedido a 3 de maio de 2014]. Disponível na Internet: <http://hprc-online.org/dietary-supplements/dietary-supplement-classification-system-1>
- (10) KREIDER, R., ALMADA, A., WILLBORN, C., EARNEST C., et al – **ISSN Exercise and Sport Nutrition Review: Research and Recommendations.** Journal of the international Society of Sports Nutrition. 2004
- (11) CARVALHO, T. – **Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde.** Rev Bras Med Esporte. Vol. 15 nº 3 supl.0 Niterói Mar/Apr 2009. [Acedido a 15 de Abril de 2014]. Disponível na Internet: <http://www.scielo.br>.

- (12) SANTANA, D. – **Efeitos da suplementação de whey protein durante o treinamento de força na massa magra: uma revisão sistemática.** Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício São Paulo. Vol. 8, nº 43, p.68-79. jan/fev. 2014. ISSN 1981-9900. [Acedido a 22 de Abril de 2014]. Disponível na Internet: [www.ibpefex.com.br](http://www.ibpefex.com.br)
- (13) FERNANDES, M<sup>a</sup> JOÃO – **Uso de suplementos nutricionais por atletas das seleções nacionais masculinas portuguesas,** Dissertação de mestrado, Porto: Universidade do Porto, 2009.
- (14) FREIXO, A. – **Uso de suplementos nutricionais por praticantes de exercício físico em ginásios,** Dissertação de mestrado, Porto: Universidade do Porto, 2011.
- (15) MORAIS, R., MEDEIROS R., LIBERALI R. – **Eficácia da suplementação de proteínas no treinamento de força.** Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo. Vol. 2, nº 10, p. 265-276, Julho/Agosto, 2008. ISSN 1981-9927. [Acedido a 22 de Abril de 2014]. Disponível na Internet: [www.ibpefex.com.br](http://www.ibpefex.com.br)
- (16) SEELEY, R., STEPHENS, T., TATE, P. **Anatomia e Fisiologia;** 8<sup>a</sup> Ed, Lusodidacta, 2011
- (17) ARETA, J., BURKE, L., CAMERA, D., Et al. – **Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis,** J Physiol. May 1, 2013; 591(Pt 9): 2319-2331.
- (18) **Os riscos do uso excessivo de proteína e suplementação diária.** (2010). [Acedido em 24 de Abril de 2014]. Disponível na Internet: <http://fisiologistas.wordpress.com/2010/08/07/os-riscos-do-uso-excessivo-de-proteina-e-suplementacao-diaria/>
- (19) HALPERN, M. – **Bioquímica,** 1<sup>a</sup>Ed Lisboa, 1997, Lidel
- (20) PERALTA, J. AMANCIO, O. – **A creatina como suplemento ergogénico para atletas.** Revista de Nutrição, Campinas, 15(1):83-93, jan/abr, 2002.
- (21) DERISSO, E., MOTOYAMA, Y., PEREIRA, P., Et al – **Efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio em um teste ergométrico de esforço crescente em homens recreacionalmente ativos.** Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo. Vol. 8, nº 43, p. 4-9. jan/fev. 2014. ISSN 1981-9927. [Acedido a 26 de Abril de 2014] Disponível na Internet: [www.ibpefex.com.br](http://www.ibpefex.com.br).
- (22) MENDES, N. – **Efeito ergogénico da suplementação de bicarbonato de sódio em atletas de alto rendimento.** Monografia, Porto: Universidade do Porto, 2009.
- (23) Mueller, S., Gehrig, S., Frese, S., Wagner, C., Boutellier, U., Toigo, M. **Multiday acute sodium bicarbonate intake improves ENDURANCE capacity and reduces acidosis in**

- men.** Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2013, 10:16. [Acedido a 5 de Maio de 2014]. Disponível na Internet: <http://www.jissn.com/>
- (24) WU, C., SHIH, M., YANG, M., Et al – **Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match.** Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010, 7:33 [Acedido a 5 de Maio de 2014]. Disponível na Internet: <http://www.jissn.com/>
- (25) BUCK, C., WALLMAN, K., DAWSON, B, GUELF, K. – **Sodium Phosphate as an Ergogenic Aid.** Sports Med (2013) 43:425–435 DOI 10.1007/s40279-013-0042-0
- (26) VALTER T. MOTTA. – **Bioquímica Clínica: Princípios e Interpretações.** Vol. 11, 4ªEd Porto Alegre (2003), Editora Médica Missau -São Paulo.
- (27) MATERKO, W., SANTOS, E. – **Efeito agudo da suplementação da cafeína no desempenho da força muscular e alterações cardiovasculares durante o treino de força.** Motricidade 2011. Vol. 7, nº 3, p. 29-36 ISSN 1646–107X
- (28) ALTIMARI, L, CYRINO, S, ZUCAS, S., BURINI, R. – **Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico.** Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 14(2):141-58, jul/dez. 2000.
- (29) ROGERO, M., TIRAPEGUI, J. – **Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. Vol. 44, nº 4, out/dez, 2008.
- (30) WLOCH, C., SCHNEIDER, G., SOUZA, P., LIBERALI, R. – **Suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) e seu efeito sobre o balanço proteico muscular e a fadiga central em exercícios de endurance.** Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo. Vol. 2, nº 10, p. 250-264, Julho/Agosto, 2008. ISSN 1981-9927. [Acedido a 5 de Maio de 2014]. Disponível na Internet: [www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br).
- (31) ARMANDA-DA-SILVA, P., ALVES, F. – **Efeitos da ingestão dos aminoácidos de cadeia ramificada na fadiga central.** Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 2005. Vol. 5, nº 1 [102-113].
- (32) FONTANA, K., VALDES, H, BALDISSERA, V. – **Glutamina como suplemento ergogênico.** R. bras. Ci. e Mov. 2003; 11(3): 91-96.
- (33) CRUZAT, V., PETRY, É., TIRAPEGUI, J. – **Glutamina: aspectos bioquímicos, metabólicos, moleculares e suplementação.** Rev Bras Med Esporte. Vol. 15, nº 5 – set/out, 2009.